

A utilização de FiO_2 inferior a 100% para hiperoxigenação de pacientes estáveis submetidos à aspiração endotraqueal

Utilization of fraction of inspired oxygen lower than 100% to hyperoxygenate stable patients who underwent endotracheal suctioning

DINIZ, Gisele do Carmo Leite Machado¹

SOUZA, Aline Oliveira²

OLIVEIRA, Hellen Maia Dornelas de²

ARRAIS, Rafaela Cristina de Souza²

PESSOA, Bruno Porto¹

FIGUEIREDO, Pedro Henrique Scheidt³

Resumo

Introdução e objetivo: Pouco se sabe sobre a utilização de frações inspiradas de oxigênio (FiO_2) inferiores a 100% para prevenir hipoxemia após aspiração endotraqueal (AE). O objetivo deste estudo foi comparar as repercussões da elevação da FiO_2 a 50% acima da basal com a FiO_2 de 100% durante a AE em pacientes estáveis ventilados mecanicamente. **Métodos:** Ensaio cruzado e randomizado em 17 pacientes ($55,7 \pm 23,9$ anos) submetidos a 2 sessões de AE (intervalo de 6hs) com hiperoxigenação prévia por dois valores de FiO_2 : 50% acima do valor basal e 100%. A frequência cardíaca (FC), pressão arterial média (PAM), saturação periférica de oxigênio (SpO_2) e frequência respiratória (FR) foram registradas na condição basal, 5 minutos após o ajuste da FiO_2 (PRÉ), assim como 1º e 5º minutos após o término dos procedimentos. **Resultados:** Na comparação intragrupos a SpO_2 aumentou em todas as fases dos dois protocolos, comparada a condição basal. Houve aumento da FC no 1º min após AE no protocolo com elevação da FiO_2 a 50%, em relação ao momento PRÉ e basal, assim como a FR no procedimento com FiO_2 a 100%. Já a PAM elevou-se apenas no 1º min, comparada a condição basal, no protocolo de aumento da FiO_2 a 50%. Na análise intergrupos, a SpO_2 foi maior no procedimento com FiO_2 a 100% no 1º min após AE, mas sem relevância clínica, assim como a FR. **Conclusão:** A hiperoxigenação com elevação da FiO_2 a 50% acima da basal pode ser utilizada para prevenir a hipoxemia durante a AE em pacientes adultos e estáveis sob ventilação mecânica.

Palavras-chave: Aspiração mecânica; Respiração artificial; Oxigenoterapia.

¹ Departamento de Fisioterapia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Betim, Minas Gerais, Brasil.

² Acadêmicas do curso de Fisioterapia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Betim, Minas Gerais, Brasil.

³ Universidade FUMEC (Fundação Mineira de Educação e Cultura), Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. Email: pedrofisio@bol.com.br / pshsfig@yahoo.com.br / pshsfig@fumec.br

Abstract

Introduction and objective: Little is known about the use of fraction of inspired oxygen (FiO_2) lower than 100% to prevent hypoxemia after endotracheal suctioning (ES). The aim of this study was to compare the repercussions of increasing FiO_2 to 50% above the baseline FiO_2 with a FiO_2 of 100% during ES in mechanically ventilated patients. **Methods:** A randomized crossover trial with 17 patients ($55,7 \pm 23,9$ years) who underwent 2 sessions of ES (break of 6 hours between them) with prior hyperoxygenation with two different values of FiO_2 : 50% above the baseline and 100%. The heart rate (HR), mean arterial pressure (MAP), peripheral oxygen saturation (SpO_2) and breathing rate (BR) were recorded at baseline, 5 minutes after adjusting the FiO_2 , as well as 1 and 5 minutes after the end of the procedures. **Results:** The intra-group comparison demonstrated that SpO_2 increased in all phases of both protocols compared to baseline values. There was an increase in HR at the first min after ES in the protocol with increasing of the FiO_2 to 50%, compared to pre-procedure and baseline, as well as the BR in the procedure with FiO_2 of 100%. On the other hand, MAP increased only at the firstmin compared to baseline in the protocol with increasing of the FiO_2 to 50%. In the intergroup analysis, SpO_2 and BR were higher in the procedure with FiO_2 of 100% at the first min after the ES, however without clinical relevance. **Conclusion:** Hyperoxygenation with a FiO_2 set at 50% above baseline value can be used to prevent hypoxemia during ES in adult and stable mechanically ventilated patients.

Keywords: Mechanical aspiration; Artificial breathing; Oxygen therapy.

Introdução

A ventilação mecânica (VM) consiste em um método de suporte para o tratamento de pacientes com insuficiência respiratória aguda ou crônica agudizada (1). Os pacientes sob ventilação mecânica tendem à retenção de secreções, particularmente quando a recebem por longa duração. Nesses pacientes, ainda que a patologia de base não seja de origem pulmonar, o acúmulo de secreções é inevitável, pois a canulação endotraqueal altera os mecanismos fisiológicos de defesa das vias aéreas (2-3). Sendo assim, o transporte do muco e o funcionamento normal do tecido ficam prejudicados, o que favorece, de modo particular, a infecção respiratória (4). Conseqüentemente, os métodos alternativos de limpeza das vias aéreas como a aspiração de secreções tornam-se necessários.

A aspiração endotraqueal (AE) é um recurso mecânico simples e importante na rotina hospitalar, sendo um procedimento comumente executado pela fisioterapia respiratória, em pacientes sob ventilação mecânica ou não, que não conseguem expelir voluntariamente as secreções pulmonares, sangue e vômitos (5-6). Esse procedimento remove secreções, mantém as vias aéreas pérvias e promove a oxigenação (7). Apesar de ser uma intervenção necessária no cuidado de pacientes entubados ou traqueostomizados, esse procedimento tem sido associado a várias complicações, tais como: hipoxemia, laringoespasmos, broncoconstricções transitórias, traumas nas vias aéreas, microatelectasias, arritmias, pneumonia, flutuações da pressão sanguínea e da pressão intracraniana, sepse e alterações hemodinâmicas (8-10). No que diz respeito à hipoxemia, várias intervenções têm sido desenvolvidas e estudadas para prevenir ou, ao menos, minimizá-la. A pré-oxigenação, a hiperinsuflação, a hiperoxigenação, a insuflação e a hiperventilação as intervenções mais frequentemente aplicadas (8,11).

A hiperoxigenação é a intervenção mais utilizada e se refere à elevação da fração inspirada de oxigênio (FiO_2) acima dos níveis basais (8). Atualmente, recomenda-se a utilização da FiO_2 em 1 (100%) para oxigenar pacientes antes e após aspiração de secreções (12). Entretanto, essa recomendação é embasada em estudos que, na sua maioria, não comparam os efeitos da utilização

de FiO_2 mais baixas. Apesar de ser aplicado por curtos períodos de tempo, o excesso de oxigênio em determinados pacientes pode causar efeitos adversos como: hipercapnia, atelectasia de absorção, retinopatia da prematuridade, alterações alveolares e traqueobrônquicas, e principalmente o estresse oxidativo (12-15). Portanto, o ajuste da FiO_2 deve ser sempre suficiente para produzir uma adequada, mas não excessiva pressão arterial de oxigênio (PaO_2). Assim, o objetivo do presente estudo foi comparar as repercussões ventilatórias e hemodinâmicas da utilização de $FiO_2 = 50\%$ acima da basal com FiO_2 de 100%, durante a aspiração endotraqueal de pacientes estáveis submetidos à ventilação mecânica.

Métodos

Desenho do Estudo

Foi realizado um ensaio cruzado e randomizado na UTI adulta do Hospital Público Regional Professor Osvaldo Franco – Betim/Minas Gerais. A pesquisa foi autorizada pelo Comitê de Ética da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (CAAE 0153.0.213.000-08) e pelo Núcleo de Ensino e Pesquisa (NEP) do referido hospital, e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi assinado por um parente ou responsável legal pelo paciente.

Descrição da Amostra

Foram incluídos pacientes internados, maiores de 18 anos e que se encontravam em VM invasiva por condições clínicas e cirúrgicas diversas. Foram excluídos aqueles com FiO_2 basal maior 0,6 (60%), com possibilidade de extubação imediata, instáveis hemodinamicamente (sob uso de aminas vasopressoras e/ou apresentando arritmias cardíacas graves), com impossibilidade de monitorização adequada da saturação periférica de oxigênio (SpO_2) e/ou com valores de hemoglobina inferiores a 8 g/dL.

Procedimentos

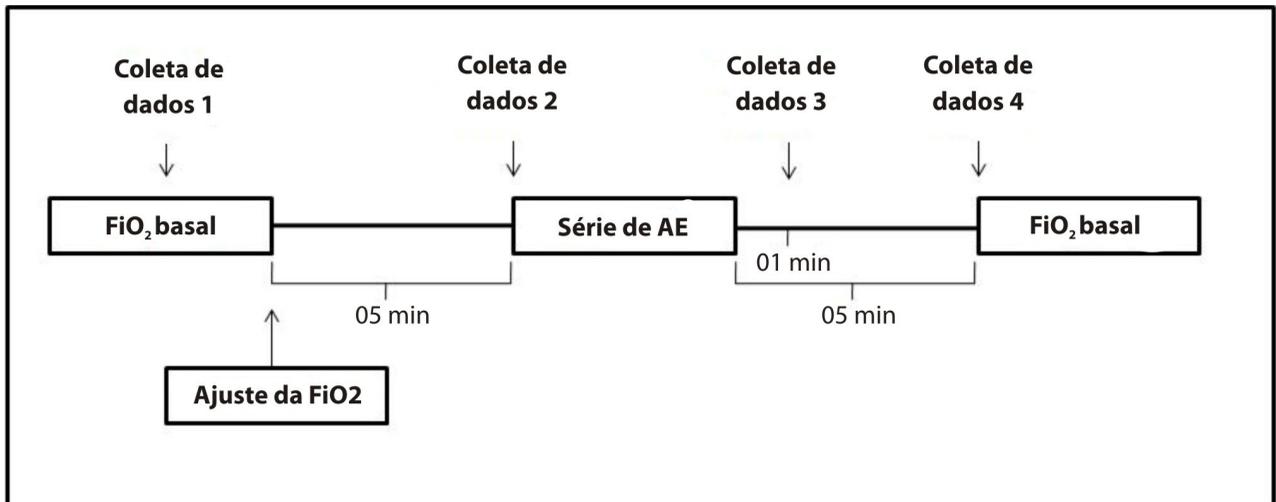
Após a inclusão dos pacientes, dois protocolos de AE foram realizados: um com oxigenação prévia pelo ajuste da FiO_2 em 100% e o outro com oxigenação prévia pela titulação da FiO_2 a 50% acima da basal. Todos os pacientes foram submetidos aos dois protocolos, sendo a ordem destes, definida de forma randomizada por sorteio simples (Figura 1). Uma etapa foi realizada no período da manhã e outra no período da tarde com intervalo mínimo de seis horas entre ambas.

Nos dois protocolos, os pacientes foram posicionados em decúbito dorsal, com a cabeceira do leito elevada a 45° para a realização da AE pelo sistema de aspiração aberto (SAA), com duração de 10 a 15 segundos, e pressão de vácuo entre 80 e 120mmHg. Luvas estéreis e sondas de aspiração tamanhos 12 ou 14 foram utilizadas (conforme numeração do tubo orotraqueal ou cânula de traqueostomia). Após cada procedimento de AE o paciente foi reconectado ao ventilador. A FiO_2 foi ajustada em 100% ou em 50% acima da basal cinco minutos antes do início do procedimento, mantida nesse valor durante todo o processo. Após cinco minutos ao término da última AE a FiO_2 foi reajustada a seu valor basal.

Na execução dos protocolos as variáveis frequência cardíaca (FC), saturação periférica de oxigênio (SpO_2), pressão arterial média (PAM) e frequência respiratória (FR) foram coletadas seqüencialmente em quatro momentos: antes do ajuste da FiO_2 , cinco minutos após o ajuste inicial; um minuto após a última sessão de AE e cinco minutos após o término das mesmas, conforme figura 1. Além disso, para o registro do menor valor de SpO_2 e o maior valor das demais variáveis de cada paciente, os valores de SpO_2 , FC, PAM e FR foram coletados 1 min após cada sessão de AE durante

os protocolos. Os procedimentos foram idênticos nas duas etapas do estudo e todos os parâmetros ventilatórios permaneceram inalterados durante a coleta de dados, exceto a FiO_2 .

Figura 1 | Sequência dos protocolos experimentais.



FiO_2 – Fração Inspirada de Oxigênio; AE – Aspiração endotraqueal; Coleta de dados – registro dos dados referentes a saturação periférica de oxigênio, frequência cardíaca e pressão arterial média antes do ajuste da FiO_2 em 50% acima da basal ou 100% (coleta 1), cinco minutos após (coleta 2) e no primeiro e quinto minuto após a última sessão e AE (coletas 3 e 4, respectivamente).

Nos dois protocolos, os pacientes foram posicionados em decúbito dorsal, com a cabeceira do leito elevada a 45° para a realização da AE pelo sistema de aspiração aberto (SAA), com duração de 10 a 15 segundos, e pressão de vácuo entre 80 e 120mmHg. Luvas estéreis e sondas de aspiração tamanhos 12 ou 14 foram utilizadas (conforme numeração do tubo orotraqueal ou cânula de traqueostomia). Após cada procedimento de AE o paciente foi reconectado ao ventilador. A FiO_2 foi ajustada em 100% ou em 50% acima da basal cinco minutos antes do início do procedimento, mantida nesse valor durante todo o processo. Após cinco minutos ao término da última AE a FiO_2 foi reajustada a seu valor basal.

Na execução dos protocolos as variáveis frequência cardíaca (FC), saturação periférica de oxigênio (SpO_2), pressão arterial média (PAM) e frequência respiratória (FR) foram coletadas sequencialmente em quatro momentos: antes do ajuste da FiO_2 , cinco minutos após o ajuste inicial; um minuto após a última sessão de AE e cinco minutos após o término das mesmas, conforme figura 1. Além disso, para o registro do menor valor de SpO_2 e o maior valor das demais variáveis de cada paciente, os valores de SpO_2 , FC, PAM e FR foram coletados 1 min após cada sessão de AE durante os protocolos. Os procedimentos foram idênticos nas duas etapas do estudo e todos os parâmetros ventilatórios permaneceram inalterados durante a coleta de dados, exceto a FiO_2 .

Equipamentos Utilizados

A FC, PAM e a SpO_2 foram continuamente monitorizadas através do monitor cardíaco Omni 612 (Omnimed, Minas Gerais, Brasil). A FR, volume corrente (VC), volume minuto (VM) e pressão positiva expiratória final (PEEP) foram monitorizadas através do ventilador mecânico Inter 7 plus (Intermed, São Paulo, Brasil).

Análise Estatística

As variações da FC, PAM, SpO₂ e FR entre as fases de cada protocolo foram realizadas pela Análise de Variância por Medidas Repetidas (ANOVA). Para comparação intergrupos de cada momento dos protocolos foi utilizado o teste t Student pareado ou teste de Wilcoxon, conforme prova de normalidade (Kolmogorov Smirnov). O intervalo de confiança em 95% foi calculado para todas as comparações.

As variações da SpO₂ no 1º minuto após a última sessão de AE foram correlacionadas com os valores de PEEP e FiO₂ basais, pelo coeficiente de correlação de Pearson. Para análise estatística foi utilizado o programa Sigma Stat 9.0 e as diferenças foram consideradas estatisticamente significativas quando p<0,05.

O cálculo do tamanho da amostra foi baseado no estudo de Maggiore et al. (16). Para uma variação média da SpO₂ após aspiração traqueal de 9,2%, desvio padrão de 7,2%, poder do teste de 80% e alfa de 5%, pelo teste t pareado, o número de voluntários foi de 7 pacientes por grupo.

Resultados

Foram selecionados 40 pacientes para participarem do estudo, sendo que, 23 foram excluídos: 8 pacientes por piora hemodinâmica no momento da coleta (uso de aminas vasopressoras), 9 pacientes devido a impossibilidade de monitorização adequada da SpO₂, 3 pacientes por apresentarem valores de hemoglobina inferiores a 8 g/dL e 3 pacientes que seriam extubados imediatamente. Assim, a amostra foi constituída de 17 pacientes que preencheram os critérios previamente estabelecidos. As características da amostra estão descritas na tabela 1.

Tabela 1 | Características da amostra.

Idade (anos)	55,7 ± 23,9
Gênero (n=17)	
Masculino	13 (76,47%)
Feminino	4 (23,53%)
Via aérea artificial	
Cânula de traqueostomia	3(17,64%)
Tubo orotraqueal	14(82,36%)
Motivo para o uso de VM (%)	
Acidente Vascular Encefálico	7 (41,17%)
Traumatismo Cranioencefálico	3 (17,64%)
Insuficiência Respiratória	2 (11,76%)
Doença desmielinizante	1 (5,88%)
Laparotomia	1 (5,88%)
Infarto Agudo do miocárdio	1 (5,88%)
Politraumatismo	1 (5,88%)
Traumatismo Raquimedular	1 (5,88%)
Duração média da VM até o estudo (dias)	10,43 ± 8,01

VM- Ventilação Mecânica. Os resultados estão apresentados em valores absolutos, porcentagem e média ± Desvio Padrão.

Não houve diferenças quanto aos valores de FiO_2 e PEEP na condição basal entre os dois protocolos (IC 95% = -0,01 a 0,06% e -0,19 a 0,89cmH₂O, respectivamente), assim como para as demais variáveis (Tabela 2). O número de AE não variou entre os protocolos (Tabela 2) e na hiperoxigenação com ajuste da FiO_2 em 50% acima da basal, o valor médio da FiO_2 ajustada para o procedimento de AE foi de $66 \pm 1\%$.

Tabela 2 | Variáveis na condição basal de dois protocolos de oxigenação arterial pré aspiração endotraqueal de 17 pacientes adultos ventilados mecanicamente.

Variável	Protocolo		IC 95%
	FiO_2 a 50% acima da basal	FiO_2 em 100%	
FiO_2 (%)	$44,1 \pm 7$	41 ± 5	-0,01 – 0,06
PEEP (cmH ₂ O)	$7,4 \pm 2,5$	$7,0 \pm 2,5$	-0,19 – 0,89
FR (ipm)	$19,7 \pm 5,9$	$18,7 \pm 5,8$	-1,67 – 3,55
SpO ₂	$96,2 \pm 2,9$	$97,5 \pm 1,8$	-2,93 – 0,34
VC (mL)	$446,8 \pm 95,5$	$453,1 \pm 315,2$	-191,5 – 178,9
VM (L)	$8,4 \pm 2,8$	$8,9 \pm 4,1$	-2,51 – 1,52
FC (bpm)	$90,9 \pm 18,1$	$95,3 \pm 20,9$	-12,59 – 3,76
PAM (mmHg)	$104,3 \pm 20,4$	$106,5 \pm 17,9$	-8,23 – 10,70
Número de AE	$3,4 \pm 1,4$	$2,9 \pm 1,3$	-0,36 – 0,31

50% acima – protocolo de oxigenação pré aspiração endotraqueal com FiO_2 ajustada em 50% acima do valor basal; 100% - protocolo de oxigenação pré aspiração endotraqueal com FiO_2 ajustada em 100%; FiO_2 – fração inspirada de oxigênio; PEEP – Pressão positiva ao final da expiração; FR – frequência Respiratória; SpO₂ - Saturação Periférica de Oxigênio; VC – volume corrente; VM – Volume minuto; FC - Frequência Cardíaca; PAM- Pressão Arterial Média; AE – aspiração endotraqueal; IC 95%: Intervalo de confiança a 95% da diferença entre os protocolos. P > 0,05 para todas as variáveis.

Na avaliação intragrupos foi observado aumento da FC no 1º minuto após as aspirações no protocolo com ajuste da FiO_2 a 50% acima da inicial, em relação à condição basal e pré AE (IC 95% = -18,22 a -0,72bpm e -18,32 a -2,02bpm, respectivamente). Já a PAM elevou-se apenas no 1º min seguinte ao procedimento, em comparação a condição basal (IC 95% = -17,70 a -2,64 mmHg). Não houve variações da FC e PAM na hiperoxigenação com FiO_2 a 100%, assim como entre os dois protocolos (Tabela 3).

Foi observado aumento da SpO₂ em todas as etapas dos dois protocolos, em comparação a condição basal, conforme a tabela 3. Na comparação intergrupos, o ajuste da FiO_2 a 100% promoveu maiores valores de SpO₂, assim como de FR, no primeiro minuto após a última sessão de AE (IC 95% = -1,85 a -0,14% e -4,99 a -0,29 ipm, respectivamente). Não houve diferenças na SpO₂ e FR entre os protocolos nas demais etapas (Tabela 3).

Em relação a comparação entre o menor valor de SpO₂ obtidos durante os protocolos, foi observado menor valor no protocolo de elevação da FiO₂ a 50% acima da basal, porém sem significância clínica (97 ± 2,19% vs 99 ± 0,87%; IC95% = -2,77 a - 0,17%). Assim como foi a maior FR foi registrada no protocolo com elevação da FiO₂ a 100% (24 ± 5,6 ipm vs 27 ± 4,6 ipm; IC96% = -5,23 a - 0,29ipm). Não houve diferença para as demais variáveis, conforme a tabela 4.

Tabela 3 | Comparação entre os protocolos de oxigenação pré aspiração endotraqueal com ajuste da FiO₂ em 50% acima da basal e 100%.

Variável	Protocolo	Etapas dos protocolos			
		Basal	Pré	1º min	5º min
SpO ₂ (%)	50% acima	96,1±2,8	97,9±1,7 *	97,5±1,6 *	98,0±1,4 *
	100%	97,4±1,8	98,6±0,9 *	98,5±0,5 *†	98,7±0,6 *
	IC 95%	-2,93 – 0,34	-1,89 – 0,48	-1,85 – -0,14	-1,47 – 0,06
FC (bpm)	50% acima	90,9±18,0	90,2±21,5	100,4±25,5 **	94,7±22,78
	100%	95,3±20,9	90,1±17,5	96,0±24,5	89,7±19,0
	IC 95%	-12,59 – 3,76	-7,71 – 7,94	-8,90 – 17,60	-5,42 – 15,42
PAM (mmHg)	50% acima	105,5±17,9	109,1±17,2	115,7±25,7*	110,1±23,3
	100%	104,3±20,3	106,5±23,6	114,9±20,1	105,2±19,5
	IC 95%	-8,23 – 10,70	-9,15 – 14,32	-11,83 – 13,47	-4,76 – 14,64
FR (ipm)	50% acima	19,7±5,9	21,0±6,7	21,0±4,9	19,0±4,5
	100%	18,7±5,8	19,4±7,0	23,7±5,3 **†	20,8±8,1
	IC 95%	-1,67 – 3,5	-2,86 – 6,04	-4,99 – -0,29	-6,39 – 2,63

Os dados estão representados por média ± Desvio Padrão. Basal – Momento pré ajuste da fração inspirada de oxigênio (FiO₂); Pré - Dados coletados no 5º minuto após o ajuste da FiO₂; 1º min- dados coletados no 1º minuto após a última sessão de aspiração endotraqueal; 5º min- dados coletados no 5º minuto após a última sessão de aspiração endotraqueal; SpO₂ –Saturação Periférica de Oxigênio; FC – Frequência Cardíaca; PAM – Pressão Arterial Média; FR – Frequência Respiratória; 50% acima – protocolo de oxigenação pré aspiração endotraqueal com FiO₂ ajustada em 50% acima do valor basal; 100% – protocolo de oxigenação pré aspiração endotraqueal com FiO₂ ajustada em 100%; IC 95% – Intervalo e confiança em 95% da diferença entre os protocolos; * diferença estatística em relação a basal; ** diferença estatística em relação a basal e a pré; † diferença estatística em relação ao protocolo 50% acima.

A PEEP foi o parâmetro que apresentou maior correlação com a SpO₂ registrada no 1ºmin após a última sessão de AE, quando comparada a FiO₂ basal (r = -39%, p = 0,023; r = -29,5%, p = 0,09, respectivamente). Uma análise por subgrupos foi realizada, tendo como corte valores da PEEP do protocolo com ajuste da FiO₂ a 50% acima da basal. A SpO₂ dos pacientes com PEEP superior a 6 cmH₂O (08 pacientes, PEEP = 9,5 ± 2,1 cmH₂O) foi avaliada separadamente e comparada a dos pacientes com ajuste da PEEP inferior ou igual a 6 cmH₂O (09 pacientes, PEEP = 5,5 ± 0,5cmH₂O). Nos pacientes com PEEP mais elevada, a SpO₂ basal foi ligeiramente inferior ao subgrupo de pacientes

com PEEP baixa, sem significância estatística ($94,8 \pm 3,6\%$ vs $97,3 \pm 1,5\%$, respectivamente; $p = 0,08$). Foi observado aumento da SpO_2 em todas as fases do protocolo no subgrupo de pacientes com PEEP acima de $6\text{cmH}_2\text{O}$, em relação à condição inicial. Já nos pacientes com valores de PEEP mais baixos, não houve variação.

Tabela 4 | Comparação entre a menor SpO_2 e maior FC, PAM e FR registradas nos protocolos de oxigenação pré aspiração endotraqueal com ajuste da FiO_2 em 50% acima da basal e 100%.

Variável	Protocolo		IC 95%
	50 % acima	100%	
Menor SpO_2	$97 \pm 2,0$	$99 \pm 1,0^*$	-2,77 – -0,17
Maior FC (bpm)	$104 \pm 22,1$	$104 \pm 22,0$	-10,99 – 11,22
Maior PAM (mmHg)	$121 \pm 28,1$	$118 \pm 20,7$	-11,67 – 18,50
Maior FR (ipm)	$24 \pm 5,6$	$27 \pm 4,6^*$	-5,23 – - 0,29

Discussão

O principal achado desse estudo foi que a utilização de uma FiO_2 50% acima da FiO_2 basal foi suficiente e segura para manter a oxigenação pré e pós o procedimento de AE de pacientes estáveis ventilados mecanicamente. Como a SpO_2 correlaciona-se fortemente com a SaO_2 , a primeira é utilizada rotineiramente para monitorizar de forma não invasiva a oxigenação do paciente crítico, sendo que valores SpO_2 iguais ou superiores a 94-96% são confiáveis para garantir uma SaO_2 superior a 90% (17-18). Foi observado um aumento estatisticamente significativo da SpO_2 após ajustes da FiO_2 em ambos protocolos. Entretanto, no 1º minuto após as sessões de AE, a SpO_2 foi maior no protocolo com ajuste da FiO_2 em 100%. Este resultado também foi observado quando a menor SpO_2 registrada durante as sessões de AE foram comparadas entre os protocolos de hiperoxigenação. Visto que, pela curva de dissociação da oxi-hemoglobina valores de saturação arterial de oxigênio (SaO_2) em torno de 95-97% são considerados fisiológicos (19), esta diferença não apresenta significância clínica. Além disso, este resultado pode ter sido influenciado pela elevação concomitante da FR, observada no protocolo de hiperoxigenação com FiO_2 a 100% (Tabelas 3 e 4).

Rogee et al. (20) encontraram resultados semelhantes aos do presente estudo. Esses autores avaliaram a utilização de uma FiO_2 20% acima da FiO_2 basal em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Os autores mostraram que este protocolo de oxigenação pré AE foi suficiente para prevenir a hipoxemia. Porém, essa pesquisa apresentou uma amostra pequena e foi realizada em um grupo restrito de pacientes. Fernandez et al. (21) demonstraram que a hiperoxigenação antes da AE gerou efeitos similares em relação àqueles observados sem a pré-oxigenação, em termos de saturação de oxigênio e perda de volumes pulmonares, quando compararam os valores no primeiro e no décimo minuto após a AE em relação aos basais, tanto no SAA, quanto no sistema de aspiração fechado (SAF) e quase-fechado.

Uma das causas da hipoxemia induzida pela AE através do SAA pode estar relacionada à desconexão do paciente ao ventilador mecânico durante o procedimento (22). A queda da oxigenação sanguínea depende do grau de comprometimento das trocas gasosas, que é refletida pelos ajustes da PEEP e da FiO_2 . No presente estudo, a magnitude da queda da pressão alveolar, decorrente da redução da PEEP previamente ajustada durante a desconexão do ventilador mecânico, foi o mecanismo que exerceu maior influência na SpO_2 após a AE, quando comparado com a FiO_2 . Isto pode servir de base para suportar a hipótese levantada neste trabalho, onde o aumento da FiO_2 a valores inferiores a 100% podem ser suficientes para prevenir a hipoxemia induzida pela AE, principalmente em pacientes que estejam sendo ventilados com valores de PEEP reduzidos. A relação entre PEEP e SpO_2 também foi apontada no estudo de Fernández et al. (21). De acordo com a análise que foi realizada no presente estudo, nos subgrupos de indivíduos com PEEP abaixo e acima de $6 \text{ cmH}_2\text{O}$, mesmo em pacientes ventilados com valores de PEEP mais elevados, ajustes da FiO_2 em 50% acima da basal podem ser considerados suficientes para prevenir complicações relacionadas à hipoxemia após AE. Nos pacientes com valores de PEEP superiores a $6 \text{ cmH}_2\text{O}$, a SpO_2 não chegou a valores menores que 88%, que é um limiar de segurança aceito em outros estudos clínicos, como no estudo de Fernández et al. (21).

Maggiore et al. (16) realizaram um estudo que avaliou a magnitude da queda do volume pulmonar durante a AE e os efeitos da perda da PEEP em pacientes com doenças pulmonares agudas e síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA). Os autores mostraram que, quanto maior a PEEP, maior a queda observada no volume pulmonar após a desconexão. Outro estudo semelhante (23) demonstrou que em pacientes com diferentes etiologias de falência respiratória aguda, um dos mais importantes mecanismos de hipoxemia durante a AE foi a queda do volume pulmonar induzido pela queda da pressão alveolar. No estudo de Magiorre et al. (16) foram avaliados pacientes com SDRA.

Durante a AE, alterações da FC e a PAM são esperadas em decorrência das respostas do sistema autônomo a hipoxemia aguda, a estimulação das vias aéreas e a tosse (24). A hipoxemia aguda, durante a AE pelo SAA, leva a uma breve interrupção da inspiração de oxigênio, perda da ventilação mecânica, da PEEP, da FiO_2 desejada e do VC pré-estabelecido, o que pode aumentar a atividade simpática para o coração e vasos sanguíneos. Além disso, a perda da PEEP causada pela desconexão do paciente do ventilador pode resultar em alterações hemodinâmicas como aumento do retorno venoso, da pré-carga e do débito cardíaco, que afetam a PA e os mecanismos de controle da FC (16).

No presente estudo, não foram encontradas diferenças nas variações da PAM entre os protocolos em nenhuma das etapas do estudo. Porém, houve aumento da PAM no 1º min após AE, em relação a condição basal, no protocolo e elevação da FiO_2 a 50% da basal. Na hiperoxigenação com ajuste da FiO_2 a 100%, uma tendência ao elevação da PAM foi observada no mesmo momento. A ausência de significância estatística pode ser explicada pelo tamanho da amostra. Johnson et al. (25) ao avaliarem a PAM imediatamente e após 30 segundos da AE com hiperoxigenação prévia e compararem aos valores basais, encontraram um aumento significativo da PAM durante todo o processo, assim como no estudo de Lee et al. (26). Estes autores mostraram aumento da PAM imediatamente após a primeira e durante a segunda AE, o que corrobora para a tendência encontrada neste estudo.

Em relação à FC, no protocolo com ajuste da FiO_2 a 50% acima da basal foi observado um aumento da mesma no 1º minuto após a AE, em relação à condição basal e pré AE, porém sem diferenças quando comparada ao protocolo com elevação da FiO_2 a 100%. Carames et al. (27) realizaram um

experimento em animais com SDR ventilados mecanicamente, nos modos controlados a volume e a pressão, e comparam as respostas hemodinâmicas da AE com uso do SAA e do SAF. As variáveis hemodinâmicas não sofreram alterações em nenhuma das condições experimentais. No entanto, uma tendência ao aumento do estresse cardiovascular foi sugerida pelos autores durante o uso do SAA, que foi o mesmo sistema usado nos protocolos do presente trabalho, por ser o sistema aplicado no hospital onde foram coletados os dados. No estudo de Cereda et al. (28), também não foram observadas variações da FC após a AE pelo SAA (segundo minuto), em relação ao valor basal, quando compararam o SAA e o SAF sem hiperoxigenação. O presente trabalho também sugere um aumento do estresse cardiovascular após AE, visto o aumento da PAM e FC após AE no protocolo com elevação da FiO_2 a 50% acima da basal, e na tendência a elevação da PAM observada após AE com hiperoxigenação prévia por ajuste da FiO_2 a 100% (Tabela 3).

Conclusão

Os resultados do presente estudo sugerem que valores de FiO_2 50% acima da basal, antes e durante o procedimento de AE, podem ser utilizados para prevenir a hipoxemia em pacientes adultos e estáveis sob ventilação mecânica, principalmente aqueles ventilados com valores de PEEP reduzidos. Novos estudos tornam-se necessários para avaliar a eficácia deste protocolo em grupos específicos de pacientes, bem como a eficácia de FiO_2 inferiores àquelas utilizadas no presente trabalho.

Agradecimentos

Nossos agradecimentos à equipe da UTI do HPRB, em especial aos fisioterapeutas, pela contribuição durante a coleta dos dados.

Referências

1. Carvalho CRR, Toufen Junior C, Franca SA. Ventilação Mecânica: princípios, análise gráfica e modalidades ventilatórias. *J Bras Pneumol*. 2007 Jul;33(Supl 2):S54-S70.
2. Grossi SAA, Santos BMO. Prevenção da hipoxemia durante a aspiração endotraqueal. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*. 1994 Jul;2(2):87-102.
3. Van de Leur JP, Zwaveling JH, Loef BG, Van der Schans CP. Endotracheal suctioning versus minimally invasive airway suctioning in intubated patients: a prospective randomized controlled trial. *Intensive Care Med*. 2003 Mar;29(3):426-32.
4. Nakagawa NK, Franchini ML, Driusso P, de Oliveira LR, Saldiva PH, Lorenzi-Filho G. Mucociliary clearance is impaired in acutely ill patients. *Chest*. 2005 Oct;128(4):2772-7.
5. Lookinland S, Appel PL. Hemodynamic and oxygen transport changes following endotracheal suctioning in trauma patients. *Nurs Res*. 1991 May-Jun;40(3):133-9.
6. Farias GM, Freire ILS, Ramos CS. Aspiração endotraqueal: estudo em pacientes de uma unidade de urgência e terapia intensiva de um hospital da região metropolitana de Natal – RN. *Rev Eletrônica Enfermagem*. 2006;8(1):63-9.
7. Clark AP, Winslow EH, Tyler DO, White KM. Effects of endotracheal suctioning on mixed venous oxygen saturation and heart rate in critically ill adults. *Heart Lung*. 1990 Sep; 19(5 Pt):552-7.

8. Oh H, Seo W. A meta-analysis of the effects of various interventions in preventing endotracheal suction-induced hypoxemia. *J Clin Nurs*. 2003 Nov;12(6):912-24.
9. Bourgault AM, Brown CA, Hains SM, Parlow JL. Effects of endotracheal tube suctioning on arterial oxygen tension and heart rate variability. *Biol Res Nurs*. 2006 Apr;7(4):268-78.
10. Pritchard M, Flenady V, Woodgate P. Preoxygenation for tracheal suctioning in intubated, ventilated newborn infants. *Cochrane database of Syst Rev*. 2001(3):CD000427.
11. Jelic S, Cunningham JA, Factor P. Clinical review: airway hygiene in the intensive care unit. *Crit Care*. 2008;12(2):209.
12. Pedersen CM, Rosendahl-Nielsen M, Hjermand J, Egerod I. Endotracheal suctioning of the adult intubed patient – What is the evidence? *Intensive Crit Care Nurs*. 2009 Feb;25(1):21-30.
13. Benoît Z, Wicky S, Fischer JF, Frascarolo P, Chapuis C, Spahn DR et al. The effect of increased FiO₂ before tracheal extubation on postoperative Atelectasis. *Anesth Analg*. 2002 Dec;95(6):1777-81.
14. Phillips M, Cataneo RN, Greenberg J, Grodman R, Gunawardena R, Naidu A. Effect of oxygen on breath markers of oxidative stress. *Eur Respir J*. 2003 Jan;21(1):48-51.
15. Sola A, Chow L, Rogido M. Retinopathy of prematurity and oxygen therapy: A changing relationship. *An Pediatr (Barc)*. 2005 Jan;62(1):48-63.
16. Maggiore SM, Lellouche F, Pigeot J, Taille S, Deye N, Durrmeyer X, et al. Prevention of endotracheal suction-induced alveolar derecruitment in acute lung injury. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003 May 1;167(9):1215-24.
17. Helayel PE, Filho GRO, Marcon L, Pederneiras FH, Nicolodi MA, Pederneiras SG. Gradiente SpO₂ - SaO₂ Durante Ventilação Mecânica em Anestesia e Terapia Intensiva. *Rev Bras Anesthesiol*. 2001 Jul-Ago; 51(4):305-10.
18. Van de Louw A, Cracco C, Cerf C, Harf A, Duvaldestin P, Lemaire F, Brochard L. Accuracy of pulse oximetry in the intensive care unit. *Intensive Care Med*. 2001 Oct;27(10):1606-13.
19. Piva JP, Garcia PCR, Santana JCB, Barreto SSM. Insuficiência respiratória na criança. *J Pediatria*. 1998;74(Supl 1):S99-S111.
20. Rogge JA, Bunde L, Baun MM. Pulmonary aspects of critical care: Effectiveness of oxygen concentrations of less than 100% before and after endotracheal suction in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Heart Lung*. 1989 Jan;18(1):64-71.
21. Fernández MD, Piacentini E, Blanch L, Fernández R. Changes in lung volume with three systems of endotracheal suctioning with and without pre-oxygenation in patients with mild-to-moderate lung failure. *Intensive Care Med*. 2004 Dec;30(12):2210-15.
22. Demir F, Dramali A. Requirement for 100% oxygen before and after closed suction. *J Adv Nurs*. 2005;51(3):245-51.
23. Brochard L, Mion G, Isabey D, Bertrand C, Messadi AA, Mancebo J, et al. Constant-flow insufflations prevents arterial oxygen desaturation during endotracheal suctioning. *Am Rev Respir Dis*. 1991 Aug;144(2):395-400.

24. Nishino T, Tagaito Y, Isono S. Cough and other reflexes on irritation of airway mucosa in man. *Pulm Pharmacol*. 1996 Oct-Dec;9(5-6):285-92.
25. Johnson LK, Kearney PA, Johnson SB, Niblett JB, MacMillan NL, McClain RE. Closed versus open endotracheal suctioning: costs and physiologic consequences. *Crit Care Med*. 1994 Apr;22(4):658-66.
26. Lee CK, Ng KS, Tan SG, Ang R. Effect of different endotracheal suctioning systems on cardiorespiratory parameters of ventilated patients. *Ann Acad Med Singapore*. 2001 May;30(3): 239-44.
27. Caramez MP, Schettino G, Suchodolski K, Nishida T, Harris S, Malhotra A, Kacmarek RM. The impact of endotracheal suctioning on gas exchange and hemodynamics during lung-protective ventilation in acute respiratory distress syndrome. *Respir Care*. 2006 May;51(5):497-502.
28. Cereda M, Villa F, Colombo E, Greco G, Nacoti M, Pesenti A. Closed system endotracheal suctioning maintains lung volume during volume-controlled mechanical ventilation. *Intensive Care Med*. 2001 Apr;27(4):648-54.

Recebido em: 15/02/2012

Aceito em: 10/04/2012