

SILVIA MARIA DE TOLEDO PIZA SOARES

200328626

**ESTUDO COMPARATIVO DO PERFIL RESPIRATÓRIO COM DOIS
MODOS DE VENTILAÇÃO MECÂNICA NÃO INVASIVA EM
VOLUNTÁRIOS SADIOS: PRESSÃO DE SUPORTE E PRESSÃO
POSITIVA CONTÍNUA NAS VIAS AÉREAS**

Campinas-SP

2003

- i - UNICAMP

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

SILVIA MARIA DE TOLEDO PIZA SOARES

**ESTUDO COMPARATIVO DO PERFIL RESPIRATÓRIO COM DOIS
MODOS DE VENTILAÇÃO MECÂNICA NÃO INVASIVA EM
VOLUNTÁRIOS SADIOS: PRESSÃO DE SUPORTE E PRESSÃO
POSITIVA CONTÍNUA NAS VIAS AÉREAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Cirurgia, para obtenção do título de Mestre, na área de concentração Pesquisa Experimental.

Orientadora: Prof. Dra. Desanka Dragosavac

Campinas-SP

2003

UNIDADE	Be
Nº CHAMADA	UNICAMP
	Soile
V	EX
TOMBO BC/	55437
PROC.	124103
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	30/08/03
Nº CPD	

CM00188588-8

BIBID 298905

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
UNICAMP**

Soile

Soares, Silvia Maria de Toledo Piza

Estudo comparativo do perfil respiratório com dois modos de ventilação mecânica não invasiva em voluntários sadios: pressão de suporte e pressão positiva contínua nas vias aéreas / Silvia Maria de Toledo Piza Soares. Campinas, SP : [s.n.], 2003.

Orientador : Desanka Dragosavac

Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Ciências Médicas.

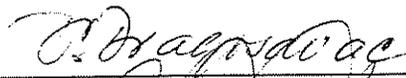
1. Respiração artificial. 2. Fisiologia respiratória. I. Desanka Dragosavac. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. III. Título.

Banca examinadora da Dissertação de Mestrado

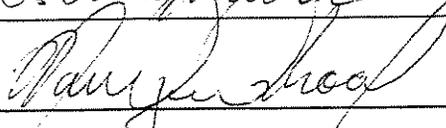
Orientadora: Profa. Dra. DESANKA DRAGOSAVAC

Membros:

1. Profa. Dra. DESANKA DRAGOSAVAC



2. Prof. Dr. MARIO AUGUSTO PASCHOAL



3. Prof. Dr. SEBASTIÃO ARAÚJO



Curso de Pós-Graduação em Cirurgia da Faculdade de Ciências Médicas da
Universidade Estadual de Campinas.

Data: 26/02/2003

Banca Examinadora da Dissertação de Mestrado

Aluna: Silvia Maria de Toledo Piza Soares

Orientadora: Prof. Dra. Desanka Dragosavac

MEMBROS:

1. _____

2. _____

3. _____

Curso de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Cirurgia, área de concentração Pesquisa Experimental.

DATA: ___ / ___ / ___

O meu amor e reconhecimento:

*Ao meu pai **Edmur**[‡]: pelo exemplo de
honestidade e luta para ser um
profissional digno.*

*A minha mãe **Marilza**: pela sua dedicação à
família, seu carinho e
cumplicidade.*

[‡]In memoriam

A Deus: pela minha vida, família e amigos.

*Ao meu marido **Cássio**: pela sua paciência, amor, e
respeito, presente em todos
os momentos.*

*A minha filha **Juliana**: por sua inocência,
aceitando minha ausência.*

*A querida Profa. Dra. **Desanka**: pela sua credibilidade,
convivência e força espiritual, mostrando-me
as ferramentas para o crescimento
humano e profissional.*

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Renato Terzi: por todas as oportunidades, ensinamentos e incentivos à fisioterapia na UTI.

Ao Prof. Dr. Sebastião Araújo: pela sua imensurável paciência, mansidão, revelando com simplicidade um conhecimento invejável.

Aos voluntários deste trabalho: que acreditaram e dispensaram seu tempo, investindo no aperfeiçoamento do conhecimento sobre a ventilação mecânica não invasiva.

As alunas Flávia, Juliana e Luciani: cuja curiosidade e interesses científicos estiveram presentes na realização desta pesquisa.

Aos profissionais da UTI (funcionários e alunos): pela convivência diária, unindo esforços pelos nossos pacientes.

Às amigas Rosmari e Carolina: pela amizade e confiança, presença e apoio nos momentos mais difíceis.

Ao Serviço de Fisioterapia: que incentiva nosso crescimento intelectual e profissional.

Ao Marcos e Rayne: pelas orientações e esclarecimentos quanto ao CO₂SMO-Dixtal.

À **Maísa**: por sua presença, dedicação e carinho.

Aos funcionários da Comissão de Pós-Graduação do Departamento de Cirurgia da FCM-UNICAMP.

À **Cleide Aparecida Moreira Silva**, que realizou a análise estatística: por sua atenção e apoio.

A todos que estiveram presentes, apoiando e incentivando a realização deste trabalho.

“Ainda que eu falasse as línguas dos homens e dos anjos, se não tiver amor, sou como o bronze que soa, ou como o címbalo que retine. Mesmo que eu tivesse o dom da profecia, e conhecesse todos os mistérios da ciência, mesmo que tivesse toda a fé, a ponto de transportar montanhas, se não tiver amor, não sou nada. Ainda que distribuísse todos os meus bens em sustento dos pobres, e ainda que entregasse o meu corpo para ser queimado, se não tiver amor, de nada valeria ! ”

I Coríntios 13, 1- 4

Lista de Abreviaturas	xxi
Lista de Quadros	xxv
Lista de Figuras	xxvii
Lista de Tabelas	xxix
RESUMO	xxxí
ABSTRACT	xxxv
1. INTRODUÇÃO	39
1.1. Ventilação mecânica não invasiva: definição, indicações e contra-indicações.	44
1.2. Interfaces para ventilação mecânica não invasiva	46
1.3. Pressão de suporte	48
1.4. Pressão positiva contínua nas vias aéreas	50
1.5. Estudos clínicos com a pressão de suporte e pressão positiva contínua nas vias aéreas aplicadas de forma não invasiva	52
2. OBJETIVOS	57
2.1. Geral	59
2.2. Específicos	59
3. MÉTODO	61
3.1. Local do estudo	63
3.2. Aspectos éticos	63
3.3. Sujeitos.....	63
3.4. Monitorização cardiorrespiratória	64
3.5. Ventilação mecânica com pressão positiva não invasiva	65
3.6. Procedimentos gerais	66
3.7. Análise estatística	67

4. RESULTADOS	69
4.1. Perfil demográfico da população	71
4.2. Perfil respiratório	71
4.2.1. Volumes pulmonares	72
4.2.2. Freqüência respiratória	75
4.2.3. Picos de fluxos	76
4.2.4. Saturação periférica de O ₂ (SpO ₂) e gás carbônico exalado final (ETCO ₂).....	77
4.2.5. Pressão positiva expiratória final intrínseca	79
4.2.6. Tempos do ciclo respiratório	80
4.3. Variáveis hemodinâmicas	82
4.4. Conforto	84
5. DISCUSSÃO	87
5.1. Perfil respiratório	89
5.1.1. Freqüência respiratória	89
5.1.2. Volumes pulmonares	91
5.1.3. Picos de fluxos inspiratório e expiratório	94
5.1.4. Saturação periférica de O ₂ (SpO ₂) e gás carbônico exalado final da expiração (ETCO ₂)	96
5.1.5. Pressão positiva expiratória final intrínseca	99
5.1.6. Tempos do ciclo respiratório	100
5.2. Variáveis hemodinâmicas	103
5.2.1. Freqüência cardíaca e pressão arterial média	103
5.3. Conforto	105
6. CONCLUSÕES	109
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
8. ANEXOS	123

Lista de Abreviaturas

A/C:	Ventilação assistido/controlada
bpm:	Batimentos por minuto
CPAP:	Pressão positiva contínua nas vias aéreas
cmH₂O:	Centímetros de água
CO₂:	Gás carbônico
CRF:	Capacidade residual funcional
CV:	Capacidade vital
DPOC:	Doença pulmonar obstrutiva crônica
EAP:	Edema agudo de pulmão
ECG:	Escala de coma de Glasgow
EPAP:	Pressão positiva expiratória nas vias aéreas
ETCO₂:	Gás carbônico exalado ao final da expiração
FC:	Frequência cardíaca
FiO₂:	Fração inspirada de oxigênio
FR:	Frequência respiratória
IAM:	Infarto agudo do miocárdio
IPAP:	Pressão positiva inspiratória nas vias aéreas
kg:	Quilos
L:	Litros
L/min:	Litros por minuto
ml:	Mililitros
mmHg:	Milímetros de mercúrio
NS:	Não significativo
PaCO₂:	Pressão parcial arterial de gás carbônico
PAM:	Pressão arterial média
PaO₂:	Pressão parcial arterial de oxigênio
PEEP:	Pressão positiva expiratória final
PEEPe:	Pressão positiva expiratória final extrínseca

PEEPi:	Pressão positiva expiratória final intrínseca
PFE:	Pico de fluxo expiratório
PFI:	Pico de fluxo inspiratório
pH:	Potencial de hidrogênio
PSV:	Pressão de suporte
rpm:	Respirações por minuto
s:	Segundos
SIMV:	Ventilação mandatória sincronizada intermitente
SPO-1:	Respiração espontânea no primeiro momento
SPO-2:	Respiração espontânea no segundo momento
SpO₂:	Saturação periférica de oxigênio
Te:	Tempo expiratório
Ti:	Tempo inspiratório
Ttot:	Tempo total do ciclo respiratório
Va:	Volume alveolar
VD:	Volume de espaço morto
VEF₁:	Volume expirado forçado no 1º segundo
VM:	Volume minuto
VMalv:	Volume minuto alveolar
VMNI:	Ventilação mecânica não invasiva
VPPNI:	Ventilação com pressão positiva não invasiva
VT:	Volume corrente
ZEEP:	PEEP igual a zero

Lista de Quadros

Quadro 1: Tipos de insuficiência respiratória com VPPNI	45
Quadro 2: Contra-indicações para a VPPNI	46

Figura 1: Diagrama da pressão de suporte, fluxo e volume pelo tempo.....	49
Figura 2: Traçado normal do ciclo respiratório com a CPAP.	51
Figura 3: Fluxograma do estudo.....	68
Figura 4: Volume minuto (VM) nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP.....	73
Figura 5: Volume minuto alveolar (VM _{alv}) nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP.....	74
Figura 6: Freqüência respiratória (FR) nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP.....	76
Figura 7: Saturação periférica de oxigênio (SpO ₂) nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP.	78
Figura 8: Gás carbônico exalado final (ETCO ₂) nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP.	79
Figura 9: PEEP _i (cmH ₂ O) nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP.....	80
Figura 10: Relação Ti/T _{tot} nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP.....	82
Figura 11: Freqüência cardíaca (FC) nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP.	83
Figura 12: Pressão arterial média (PAM) não invasiva nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP.	84

Tabela 1: Perfil respiratório e variáveis hemodinâmicas dos indivíduos nas modalidades SPO-1 e SPO-2	72
Tabela 2: Volumes pulmonares nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP	72
Tabela 3: Frequência respiratória (FR) nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP	75
Tabela 4: Picos de fluxo nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP	76
Tabela 5: Evolução da saturação periférica de oxigênio e capnografia nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP.	77
Tabela 6: PEEPi (cmH ₂ O) nas modalidades PSV e CPAP	79
Tabela 7: Tempos do ciclo respiratório nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP	80
Tabela 8: Relação tempo inspiratório sobre o tempo total do ciclo respiratório (Ti/Ttot) nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP.	81
Tabela 9: Variáveis hemodinâmicas nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP	82
Tabela 10: Avaliação do conforto nas modalidades PSV e CPAP	85
Tabela 11: Preferência da modalidade ventilatória	85

Introdução: A ventilação mecânica não invasiva (VMNI) é utilizada como medida terapêutica para pacientes com insuficiência respiratória aguda e crônica, a fim de evitar a intubação traqueal e garantir um adequado suporte ventilatório. Dentre as modalidades de assistência ventilatória não invasiva, duas são de grande aplicabilidade: a pressão de suporte (PSV) e a pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP). Ambas promovem melhora das trocas gasosas e redução do trabalho respiratório, porém em graus variáveis, de acordo com a fisiopatologia da insuficiência respiratória. Os trabalhos clínicos estão voltados, na sua maioria, para o tratamento do edema pulmonar cardiogênico e da doença pulmonar obstrutiva crônica, sendo que cada modalidade parece ter suas características particulares. Isso desperta o interesse para maiores investigações. **Objetivo:** Comparar o perfil respiratório de indivíduos sadios submetidos a duas modalidades de suporte não invasivo: CPAP e PSV com pressão positiva expiratória final (PEEP). **Método:** Esta pesquisa foi realizada em dois momentos diferentes, com a participação de 39 indivíduos voluntários, com idade média de 27 ± 5 anos e peso médio de $65,2 \pm 15,05$ kg. No primeiro momento, todos foram monitorizados em respiração espontânea, através de um bocal, e adaptados ao aparelho de monitoração CO₂SMO – Dixtal. O perfil respiratório foi, então, registrado por 6min. Posteriormente, a modalidade PSV foi ajustada em 5cmH₂O acima da PEEP (de igual valor) por 11min. Também tiveram registrados seu perfil respiratório, frequência cardíaca (FC) e pressão arterial (PA). Após sete dias, num segundo momento, os indivíduos retornaram e foram submetidos aos mesmos procedimentos, porém com a aplicação da CPAP de 7cmH₂O. As variáveis observadas no perfil respiratório incluíram os volumes pulmonares, frequência respiratória (FR), picos de fluxo, tempos do ciclo respiratório, PEEPi, SpO₂ e ETCO₂. Também foi avaliado o conforto e a preferência entre as modalidades. O ventilador utilizado foi da marca Dragër, modelo SAVINA. **Resultados:** A

comparação do perfil respiratório em respiração espontânea dos dois momentos não mostrou diferenças estatisticamente significativas em nenhuma das variáveis. As duas modalidades não invasivas propiciaram aumento significativo dos volumes minuto, minuto alveolar e corrente em relação à respiração espontânea. Entre as duas modalidades, o volume minuto foi maior na PSV ($10,09 \pm 3,33L$) do que na CPAP ($9,06 \pm 1,65L$), com $p = 0,03$. Somente a PSV com PEEP propiciou aumento do volume de espaço morto em relação à respiração espontânea ($128,92 \pm 24,26$ para $147,69 \pm 34,58ml$, $p < 0,0001$), sendo significativo em comparação com a CPAP ($p = 0,002$). A FR aumentou de $12,56 \pm 3,25$ para $14,07 \pm 4,29rpm$ na PSV ($p = 0,004$), e diminuiu de $13,08 \pm 3,35$ para $12,68 \pm 3,09rpm$ na CPAP ($p=NS$). Tanto os picos de fluxo inspiratório como expiratório aumentaram com a PSV e a CPAP, sendo o pico de fluxo inspiratório na PSV ($50,57 \pm 12,39L/min$) maior que na CPAP ($46,23 \pm 10,31L/min$), com $p = 0,001$. A SpO_2 também aumentou com a PSV e CPAP em relação à respiração espontânea ($p < 0,0001$), e o $ETCO_2$ foi menor na PSV ($28,20 \pm 4,40mmHg$) do que na CPAP ($30,77 \pm 4,61mmHg$), com $p = 0,004$. Não foi observada a presença de $PEEP_i$ significativa, e a relação Ti/T_{tot} foi menor na PSV ($0,39 \pm 1,14$) do que na CPAP ($0,40 \pm 1,11$), sendo $p = 0,02$. Entre as duas modalidades não encontramos alterações significativas na FC, PA, conforto e preferência. **Conclusão:** As duas modalidades, PSV e CPAP, mudaram o perfil respiratório comparado com a respiração espontânea em todos os voluntários. A PSV propiciou maior incremento no volume minuto e volume de espaço morto, sem aumento de $PEEP_i$. O pico de fluxo inspiratório na PSV foi maior que na CPAP, pois a pressão inspiratória foi superior ao valor de CPAP empregado. E, a relação Ti/T_{tot} foi menor na PSV devido ao aumento da FR. Não foram encontradas alterações significativas nas variáveis hemodinâmicas, no conforto e preferência entre as modalidades.

Palavras-chave. Ventilação mecânica; Respiração artificial.

Introduction: Non-invasive mechanical ventilation is used for patients with acute and chronic respiratory failure avoiding tracheal intubation and making an adequate ventilatory support possible. Two kinds of ventilatory assistance are more frequently used: pressure support ventilation (PSV) and continuous positive airway pressure (CPAP) ventilation. Both modalities cause better gas exchange and diminish respiratory effort. Clinical trials have evaluated mostly the treatment of cardiogenic pulmonary edema and pulmonary obstructive disease. The differences between these modalities and their particular characteristics make further investigations necessary. **Objective:** The aim of this study is to compare respiratory pattern of healthy individuals submitted to two non-invasive respiratory support modalities: CPAP and PSV with PEEP. **Methods:** The study was done at two different moments with participations of healthy volunteers, at the first moment, spontaneous respiration was monitored using CO₂SMO – Dixtal, and respiratory pattern was registered during 6 min. Later on, PSV was adjusted to a level 5 cmH₂O higher than PEEP during 11 min. Volunteers, heart rate and arterial pressure were also registered. After seven days, at the second moment, the volunteers were submitted to the same procedure, using CPAP 7 cmH₂O. The recorded variables included pulmonary volumes, respiratory rate, peak flow, times of the respiratory cycle, PEEP_i, SpO₂ and ETCO₂. Comfort and preference among modalities were also evaluated. The ventilator used in the study was a Dräger, SAVINA model. **Results:** There were 39 healthy individuals included in this study, with aging 27 ± 5 years and weighing 65.2 ± 15.05 kg. There was no statistical significant difference between any variables comparing spontaneous respiratory pattern of the two moments. Both non-invasive modalities resulted in higher minute volume, minute alveolar volume and tidal volume, when compared to spontaneous respiration. Minute volume was higher in PSV (10.09 ± 3.33 L) than in CPAP (9.06 ± 1.65 L), with $p = 0.03$. Only PSV with PEEP resulted in higher dead volume

when compared to spontaneous respiration (128.92 ± 24.26 ml to 147.69 ± 34.58 ml, $p < 0.001$), a difference statistically significant when compared to CPAP ($p = 0.002$). Respiratory frequency increased from 12.56 ± 3.25 rpm to 14.07 ± 4.29 rpm with PSV ($p = 0.004$) and it diminished with CPAP from 13.08 ± 3.35 rpm to 12.68 ± 3.09 rpm, without statistically significant difference. Both inspiratory and expiratory peak flow were higher using PSV and CPAP, being inspiratory peak flow with PSV greater than with CPAP ($p = 0.001$), 50.57 ± 12.39 L/min and 46.23 ± 10.31 L/min, respectively. SpO_2 were also higher with PSV and CPAP when compared to spontaneous respiration ($p < 0.0001$) and $ETCO_2$ was lower with PSV (28.20 ± 4.40 mmHg) than CPAP, $p = 0.004$. There was no augmentation of PEEPi and Ti/T_{tot} was lower with PSV (0.39 ± 1.14) than CPAP (0.40 ± 1.11), $p = 0.02$. No significant difference was found between the two modalities when cardiac frequency, PA, confort and preference were compared. **Conclusion:** Both modalities, PSV and CPAP, have changed the respiratory pattern when compared to spontaneous respiration in all volunteers. Minute volume and dead volume were higher with PSV, without higher PEEPi. The inspiratory peak flow with PSV was higher than in CPAP due to the fact that the inspiratory flow was higher than the CPAP level used. Ti/T_{tot} was lower with PSV because of the increase in respiratory rate. There was no differences in hemodynamic variables, confort or preference for the two modalities.

Key words: Artificial respiration, respiratory physiology.

Introdução

1

A história da ventilação mecânica não invasiva (VMNI) tem raízes longínquas. Na primeira metade do século XX ela foi usada durante a anestesia, na forma de pressão negativa. A descrição, em 1938, feita por John Dalziel, revela o pulmão de aço como um dos primeiros respiradores não invasivos (MEHTA; HILL, 2001). Também em 1930, Sir William Bragg inventou o *pneumobelt*, descrito como uma cinta de borracha colocada ao redor do tórax e abdome que exercia a compressão das vísceras abdominais durante a expiração (TERZI; CARVALHO, 2000). Foi no período histórico da epidemia de poliomielite, em *Copenhagen*, que teve início o uso da ventilação com pressão positiva. Nesse contexto, a forma não invasiva foi praticamente abandonada, e a invasiva foi vista como um recurso de proteção das vias aéreas (MEHTA; HILL, 2001).

Dentre os primeiros estudos realizados com a ventilação não invasiva, temos o de Alvan Barach, em 1937. Foi um estudo pioneiro onde demonstrou que a pressão positiva contínua poderia ser usada, com sucesso, no tratamento do edema agudo de pulmão (BRANSON *et al.*, 1985). Já em 1960, a ventilação não invasiva passou a ser usada no período noturno em pacientes com doença neuromuscular. Foi por volta de 1980 que a ventilação mecânica não invasiva ressurgiu em decorrência da ventilação por máscara nasal. Ela evidenciou um enorme potencial no tratamento da apnéia do sono (HILL *et al.*, 1993). A partir daí, as perspectivas de aplicação da VMNI foram estendidas para os pacientes com falência respiratória crônica e, mais recentemente, na aguda.

Atualmente, o interesse pela ventilação não invasiva cresceu devido às complicações que a forma invasiva apresenta. Estes problemas foram relacionados à intubação (KOSOWSKY *et al.*, 2000), à maior incidência de infecções (GUÉRIN *et al.*, 1997; GIROU *et al.*, 2000) e aos maiores custos hospitalares (HOLT *et al.*, 1994; NAVA *et al.*, 1997). A presença da cânula endotraqueal correlaciona-se com o risco de aspiração do conteúdo gástrico, arritmias cardíacas, hipotensão e injúria traqueal. Facilita também a colonização bacteriana, levando à inflamação e à depressão da função ciliar, acarretando uma maior incidência de pneumonias nosocomiais e sinusites. A sedação utilizada em

maior escala para adequação ventilatória, além de dificultar o desmame, também adiciona maior custo e potencializa o risco de complicações.

Além dessas complicações serem evitadas com o uso da ventilação por pressão positiva não invasiva (BROCHARD *et al.*, 1995; CONFALONIERI *et al.*, 1999; CARLUCCI *et al.*, 2001), outros benefícios foram descritos na literatura. São eles a redução do trabalho respiratório e as melhoras das trocas gasosas e da condição hemodinâmica (BANNER *et al.*, 1991; AMBROSINO *et al.*, 1992; VITACCA *et al.*, 1993; DIAZ *et al.*, 1997; VITACCA *et al.*, 2000), não só nos pacientes com insuficiência respiratória aguda de diversas etiologias (MEHTA; HILL, 2001), mas também naqueles com insuficiência respiratória crônica (NATIONAL ASSOCIATION FOR MEDICAL DIRECTION OF RESPIRATORY CARE, 1999).

Dentre as modalidades não invasivas, duas são de grande aplicabilidade clínica: a pressão de suporte (PSV) e a pressão positiva contínuas nas vias aéreas (CPAP).

A pressão de suporte é uma forma de suporte ventilatório parcial na qual cada respiração espontânea recebe um grau de assistência inspiratória que depende do nível de pressão ajustada para a inspiração (FABRY *et al.*, 1995; BRIMACOMBE *et al.*, 2000). Ela pode ser usada em associação com um nível de pressão positiva expiratória final (PEEP), o que potencializa alguns de seus benefícios, como a diminuição do trabalho respiratório em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (BROCHARD *et al.*, 1990; NAVA *et al.*, 1995). As vantagens da pressão de suporte não invasiva se estendem para outras etiologias de insuficiência respiratória, como nos pacientes em pós-operatório, no politrauma (GREGORETTI *et al.*, 1998), no edema agudo de pulmão cardiogênico (PARK, 2001), na doença neuromuscular (ELLIOTT *et al.*, 1994), na falência respiratória hipoxêmica e em pacientes imunossuprimidos (ANTONELLI *et al.*, 1996).

A pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) é caracterizada pela manutenção de uma pressão constante durante todo o ciclo respiratório. O aumento da capacidade residual funcional e a abertura de alvéolos propiciadas por esta modalidade resultam na redução do *shunt* pulmonar, melhora da oxigenação e melhora da complacência pulmonar, com conseqüente redução do trabalho respiratório (BRANSON *et al.*, 1985). Esses benefícios foram encontrados em pacientes com edema pulmonar cardiogênico (BARATZ *et al.*, 1992; PANG *et al.*, 1998; KOSOWSKY *et al.*, 2000), pós-operatórios (RICKSTEN *et al.*, 1986; THOMAS *et al.*, 1992; KINDGEN-MILLES *et al.*, 2000), portadores de DPOC (GOLDBERG *et al.*, 1995), asmáticos (MARTIN *et al.*, 1982; MEDURI *et al.*, 1996), na insuficiência respiratória não hipercápnica (DELCLAUX *et al.*, 2000) e na apnéia obstrutiva do sono (NATIONAL ASSOCIATION FOR MEDICAL DIRECTION OF RESPIRATORY CARE, 1999).

Tanto a PSV como a CPAP, quando aplicadas de forma não invasiva, são capazes de reduzir o número de intubações, o trabalho respiratório, melhorar as trocas gasosas e prevenir complicações pulmonares. Porém, na prática, temos freqüentemente optado pela modalidade pressão de suporte para pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica e pela modalidade CPAP para os casos de edema pulmonar cardiogênico. Poucos estudos compararam essas duas modalidades numa mesma condição respiratória.

Num desses estudos, em pacientes de cirurgia ortopédica, foram comparados os resultados obtidos em pacientes submetidos às duas modalidades de forma consecutiva. A pressão de suporte de 10cmH₂O, acrescida de PEEP de 5cmH₂O, propiciou melhor efetividade nas trocas gasosas do que a CPAP de 5cmH₂O (BRIMACOMBE *et al.*, 2000). Também os efeitos dessas duas modalidades, mais o da fisioterapia convencional, foram comparados em pacientes submetidos à revascularização do miocárdio. Nesse trabalho, a VMNI foi mais eficiente na recuperação da capacidade vital (CV) e no volume expirado forçado no 1º segundo (VEF₁), não havendo diferença estatística entre PSV e CPAP (MATTE *et al.*, 2000).

Recentemente, PARK (2001) comparou a PSV, a CPAP e a oxigenoterapia aplicadas em pacientes com edema agudo pulmonar cardiogênico na fase aguda. O autor observou melhora do quadro respiratório a partir de 10min com a VMNI, sendo que a oxigenação foi significativamente maior na PSV com PEEP.

A ventilação com pressão positiva influencia diferentes variáveis durante o processo ventilatório, modificando as respostas clínicas do indivíduo. Essas alterações estão sujeitas à programação dos parâmetros ventilatórios (FLENLEY *et al.*, 1971; BISHOP *et al.*, 1978; SASSOON *et al.*, 1991; LEUNG *et al.*, 1997; LAGHI *et al.*, 1999; PARTHASARATHY *et al.*, 2000; RUSSELL *et al.*, 2000; LAGHI *et al.*, 2001). Dessa forma, considerando-se as diferenças no perfil respiratório observadas com o uso de ambas as modalidades em condições patológicas distintas, estudos em indivíduos normais poderiam tornar mais claras as influências exercidas pela PSV e pela CPAP na função pulmonar.

1.1. VENTILAÇÃO MECÂNICA NÃO INVASIVA: DEFINIÇÃO, INDICAÇÕES E CONTRA-INDICAÇÕES

A ventilação com pressão positiva não invasiva (VPPNI) é definida como qualquer forma de suporte ventilatório aplicado sem o uso de um tubo endotraqueal (AMERICAN THORACIC SOCIETY, 2001).

As indicações da VPPNI são descritas no quadro 1. Também de grande importância são as metas da ventilação não invasiva, pois elas dependem não somente da etiologia da insuficiência respiratória, mas também do contexto clínico no qual o doente se encontra. A curto prazo os objetivos incluem o alívio de sintomas, a redução do trabalho respiratório, a otimização das trocas gasosas e o conforto do paciente, minimizando o risco de complicações e evitando a intubação (GLADWIN *et al.*, 1998; HILBERT *et al.*, 2000). A longo prazo estão as melhoras

do sono, da qualidade de vida e do estado funcional do indivíduo (MEHTA; HILL, 2001).

Quadro 1. Tipos de insuficiência respiratória tratadas com VPPNI (adaptado de MEHTA; HILL, 2001).

Diagnósticos
Obstrutivos Doença pulmonar obstrutiva crônica Asma Fibrose cística Obstrução de via aérea superior
Restritivos Deformidades torácicas Doença neuromuscular Hipoventilação do obeso
Parenquimatosos Lesão pulmonar aguda Síndrome da angústia respiratória aguda Pneumonia infecciosa
Cardiogênicos Edema agudo de pulmão Embolia pulmonar

A seleção adequada dos pacientes para a utilização da ventilação não invasiva é um dos fatores preditivos para o sucesso desta terapia. Identificar os sinais e sintomas de falência respiratória, além das alterações das trocas gasosas, permite a escolha adequada do modo ventilatório e da interface, além de uma aplicação precoce da técnica, que parece estar relacionada também com os índices preditivos de sucesso. Os fatores de exclusão de pacientes para a VPPNI encontram-se no quadro 2, correspondendo às contra-indicações para esta técnica.

Quadro 2. Contra-indicações para a VPPNI (adaptado de MEHTA; HILL, 2001).

Crítérios de exclusão para VPPNI
Parada cardíaca ou respiratória
Insuficiência orgânica não respiratória
Encefalopatia grave (ECG menor 10)
Sangramento gastrointestinal superior grave
Instabilidade hemodinâmica
Trauma, cirurgia ou deformidade facial
Obstrução de via aérea superior
Inabilidade de cooperar e/ou expectorar
Alto risco de aspiração

1.2. INTERFACES PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA NÃO INVASIVA

Na ventilação mecânica invasiva ou não invasiva, a assistência ventilatória se dá pela liberação de ar nas vias aéreas de forma pressurizada, aumentando a pressão transpulmonar e insuflando os pulmões. O processo da exalação em ambas as técnicas se dá pelo recolhimento elástico dos pulmões ou, algumas vezes, pela ativação da musculatura expiratória. O que diferencia uma técnica da outra é a interface, isto é, na ventilação invasiva tem-se a presença de uma cânula endotraqueal e, na forma não invasiva, isto não acontece.

O avanço da VPPNI foi possível através do desenvolvimento de máscaras e dispositivos que permitiram um melhor acoplamento do ventilador com o doente. Cada interface tem suas vantagens nos quadros agudos, enquanto nos casos crônicos a máscara nasal têm tido grande sucesso.

Dentre as interfaces podemos citar:

- **Máscara nasal:** apresenta menor espaço morto, permite a fala e expectoração, menor sensação de claustrofobia e é mais usada em condições crônicas. Sua desvantagem é que há necessidade de manter os lábios cerrados a fim de se evitar vazamentos e garantir uma adequada pressurização (MEHTA; HILL, 2001).
- **Dispositivos nasais (“Pillows”):** considerados como um tipo de interface nasal, é um dispositivo de borracha ou silicone, inserido nas narinas. É mais utilizado em pacientes crônicos que desenvolvem ulceração na base do nariz, dificultando a ventilação com máscara nasal (MEHTA; HILL, 2001).
- **Máscara orofacial :** apresenta maior espaço morto, não permite a fala e a expectoração. Para alguns pacientes a sensação de claustrofobia é maior. Este tipo de interface é muito utilizado na condição aguda (MEHTA; HILL, 2001).
- **Máscara facial total :** constituída de um plástico claro, com um membrana interna que veda o perímetro facial completamente. Ela evita o contato com as estruturas ósseas que são mais propensas à ulceração. Atualmente, é também utilizada na insuficiência respiratória aguda (MEHTA; HILL, 2001).
- **Bocais:** são simples, baratos, confortáveis, porém sua eficácia pode ser comprometida por vazamentos de ar pelo nariz, o que também pode ser resolvido com um *clip* nasal. O sucesso desta interface vem sendo reportado em estudos com doença neuromuscular. Sua aplicação na fase aguda da insuficiência respiratória é bastante restrita (MEHTA; HILL, 2001).

Um estudo comparou o uso da máscara nasal com a máscara oronasal, e mostrou que a PaCO₂ e a frequência respiratória caíram igualmente com ambas na insuficiência respiratória aguda (MCCORMICK *et al.*, 1997). Entretanto, as máscaras orofaciais parecem ser mais apropriadas para os pacientes nessa condição, taquipnéicos, com respiração oral, pois a respiração nasal aumenta a resistência ao fluxo de ar (MASIP *et al.*, 2000).

1.3. PRESSÃO DE SUPORTE

A pressão de suporte é uma modalidade de assistência ventilatória parcial na qual uma pressão positiva constante é aplicada durante a inspiração espontânea do paciente (BROCHARD *et al.*, 1990). É um modo ciclado a fluxo, isto é, a interrupção da fase inspiratória é feita por uma porcentagem do fluxo inspiratório máximo alcançado no início da inspiração. Em geral, a ciclagem acontece com 25% do pico de fluxo, sendo que alguns respiradores permitem esse ajuste (BARBAS *et al.*, 1994). O paciente tem controle da frequência respiratória e do tempo inspiratório, e pode interagir com a pressão gerando fluxo inspiratório e volume em resposta ao seu esforço (MACINTYRE, 1986). Na figura 1 vemos o diagrama da pressão de suporte, do fluxo e do volume pelo tempo, característicos desta modalidade.

A adição de PEEP na ventilação com pressão de suporte resulta em um modo CPAP com assistência inspiratória, também chamada de ventilação com pressão positiva em dois níveis, em inglês denominado de *bilevel positive airway pressure* (MASIP *et al.*, 2000). Para este modo, freqüentemente utilizamos a nomenclatura IPAP para a pressão positiva inspiratória nas vias aéreas e EPAP para a pressão positiva expiratória final.

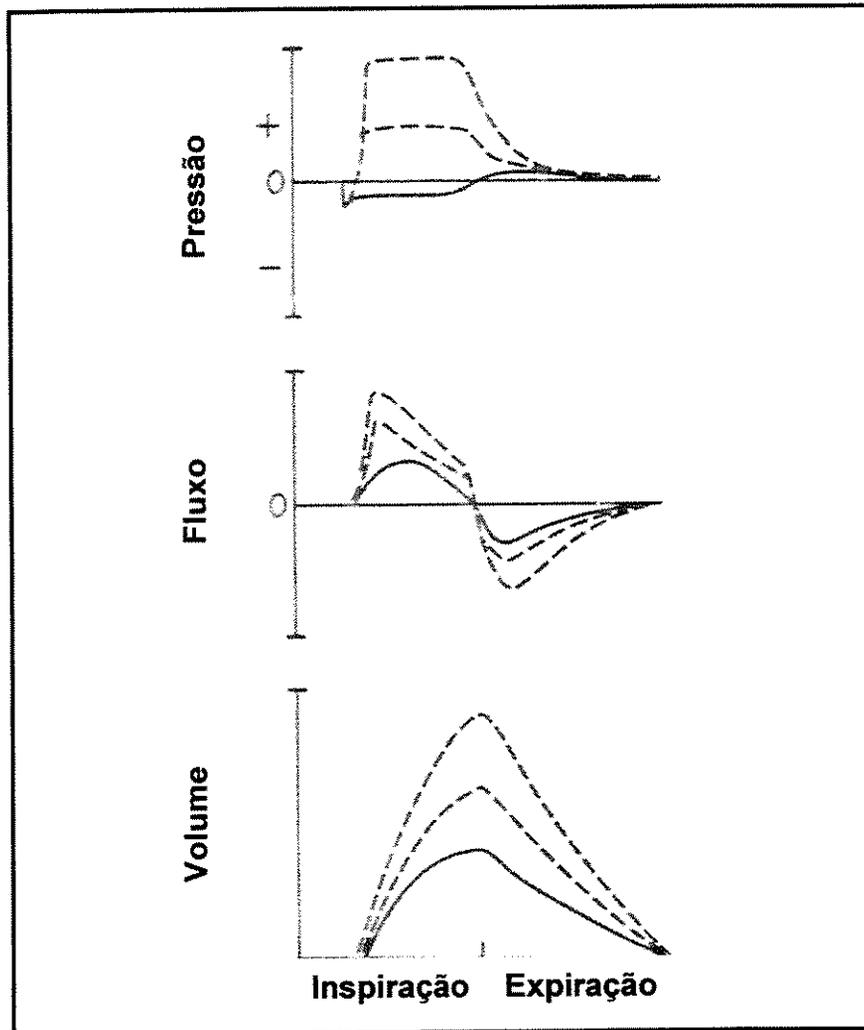


Figura 1. Diagrama da pressão de suporte, fluxo e volume pelo tempo. A linha contínua traduz a respiração espontânea e, as linhas tracejadas, os dois níveis distintos de pressão de suporte (adaptado de MACINTYRE, 1986).

Os benefícios fisiológicos da IPAP são a redução do gás carbônico (CO_2), a melhora na ventilação alveolar, a diminuição do trabalho respiratório muscular acessório e o alívio da sensação de dispnéia. Da EPAP são descritos o aumento da capacidade residual funcional (CRF), a melhora da oxigenação e da complacência pulmonar e a redução do *shunt* pulmonar e do auto-PEEP (AZEREDO, 2002a; MATTE *et al.*, 2000).

O termo *bilevel* pode ser confundido com o modo bifásico. Ambos utilizam dois níveis de pressão. O modo bifásico foi desenvolvido por Baum e introduzido na prática clínica em torno de 1980. Trata-se de uma combinação entre a ventilação controlada e a respiração espontânea. Isto é, são ajustados dois níveis de PEEP (um alto e um baixo), os quais se alternam em intervalos fixos, pré-ajustados, permitindo uma ventilação pulmonar passiva. Em inglês, este modo é chamado de *biphasic positive airway pressure* (KATZ-PAPATHEOPHILOU *et al.*, 2000).

1.4. PRESSÃO POSITIVA CONTÍNUA DAS VIAS AÉREAS

A pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) não é tida como um modo convencional de ventilação mecânica, pois, afinal, o paciente respira por seus próprios meios, sem variações de incremento pressórico durante o ciclo respiratório (MEHTA; HILL, 2001). Na interpretação da curva pressão *versus* tempo (figura 2), observa-se que a pressão positiva se mantém constante durante todo o ciclo respiratório. Apresenta um pequeno descenso no traçado durante a inspiração, que nunca chegará a valores atmosféricos, e também um pequeno ascenso durante a expiração (AZEREDO; SLUTZKY, 1996).

A CPAP pode ser oferecida por um gerador de fluxo com fonte de gás sob alta pressão ou usando um compressor, como no caso dos respiradores convencionais. O importante é a sustentação da pressão constante na máscara (BACON *et al.*, 2000).

1.5. ESTUDOS CLÍNICOS COM A PRESSÃO DE SUPORTE E PRESSÃO POSITIVA CONTÍNUA NAS VIAS AÉREAS APLICADAS DE FORMA NÃO INVASIVA

A CPAP apresenta-se como um recurso eficaz no pós-operatório de cirurgias das cavidades abdominal e torácica. As alterações de mecânica pulmonar nesses procedimentos parecem estar associadas com a abertura pleural e a restrição abdominal. Isto provoca a redução dos volumes e capacidades pulmonares, aumento do *shunt*, diminuição das áreas de troca e da oxigenação. Essas alterações podem ser minimizadas com a pressão positiva contínua (LINDNER *et al.*, 1987; MATTE *et al.*, 2000).

No estudo de STOCK *et al.* (1995), o inspirômetro de incentivo, a CPAP e a terapia respiratória conservadora (regime de assistência à tosse e exercícios respiratórios) foram comparados no período pós-operatório de cirurgia abdominal. O resultado mostrou aumento da capacidade residual funcional nas primeiras quatro horas com a CPAP. As freqüências de atelectasias foram de 23% (cinco em 22 pacientes) no grupo da CPAP e 41% (17 em 41 pacientes) nos outros dois grupos.

O esforço inspiratório, a troca gasosa e o padrão respiratório de pacientes com DPOC foi estudado por GOLDBERG *et al.* (1995) com a aplicação de três níveis diferentes de CPAP. As pressões esofágica e diafragmática, que são medidas de esforço inspiratório e diafragmático, caíram com os valores de 5, 7,5 e 10cmH₂O, sugerindo ser dose-dependente. A PaCO₂ permaneceu inalterada, porém a FR diminuiu e o VT aumentou com 5 e 10cmH₂O. A melhora da sensação de dispnéia foi crescente com o aumento dos níveis de CPAP.

ISAACSON *et al.* (2000) avaliaram o trabalho respiratório com valores de CPAP acima de 10cmH₂O e encontraram diminuição na habilidade de encurtamento do diafragma e na sua força de contração. Em níveis baixos, a

CPAP reduziu a hiperinsuflação dinâmica por contrabalancear a PEEPi, diminuindo o trabalho respiratório.

Quanto aos efeitos respiratórios e cardiovasculares, a CPAP e a PSV foram comparadas num estudo com máscara laringeal em adultos anestesiados. Ambas as modalidades aumentaram o volume pulmonar disponível para as trocas gasosas, porém o volume minuto na PSV aumentou em 50% quando comparado com a CPAP. O CO₂ exalado final (ETCO₂) caiu apenas 20% com a PSV (de 50 para 40 mmHg), sugerindo que 30% da ventilação adicional foi perdida. A FR foi igual nas duas modalidades, e não foram observadas diferenças nos efeitos cardiovasculares entre os dois grupos (BRIMACOMBE *et al.*, 2000).

A discussão sobre o uso da CPAP e PSV em pacientes com infarto agudo do miocárdio (IAM) já foi muito controversa. A primeira, CPAP, foi até pouco tempo referida como a melhor opção no tratamento do EAP de origem cardiogênica. O estudo de MEHTA *et al.* (1997), que avaliou ambas as modalidades, foi interrompido precocemente devido a uma alta proporção de IAM no grupo que fez uso da PSV com PEEP (MEHTA *et al.*, 1997). RUSTERHOLTZ *et al.* (1999) observaram alta proporção de IAM em pacientes que não responderam ao tratamento com dois níveis de pressão.

Num estudo mais recente, randomizado, a PSV não invasiva foi comparada à terapia com oxigênio em pacientes com edema agudo de pulmão de origem cardiogênica. Necessitaram intubação traqueal apenas um de 19 pacientes submetidos à PSV contra seis de 18 pacientes tratados com oxigenoterapia. Os tempos médios de resolução clínica (saturação de oxigênio maior que 90% e FR menor que 30rpm) foram de 30 e 105min, com a PSV e oxigenoterapia, respectivamente. A melhora da oxigenação nas primeiras duas horas foi maior com a PSV, e a proporção de pacientes com IAM foi similar nos dois grupos (MASIP *et al.*, 2000). Esse mesmo estudo considera que o infarto agudo do miocárdio pode ter um pior prognóstico do que outras causas de edema pulmonar cardiogênico, pois usualmente ele implica em função cardíaca diminuída. O estudo de PARK *et al.* (2001) mostrou resultados semelhantes.

A terapia de PSV e PEEP não invasiva foi comparada com o tratamento convencional através de máscara de Venturi em transplantados (hepáticos e pulmonares) que desenvolveram insuficiência respiratória aguda hipoxêmica, por ANTONIELLI *et al.* (2000). A frequência de intubação foi de 20% com a ventilação não invasiva e de 70% com a máscara de Venturi. Os tempos médios de permanência hospitalar foram de cinco e nove dias, no grupo com PSV e máscara de Venturi, respectivamente. A incidência de mortalidade ficou em 20% com a não invasiva *versus* 50% com a oxigenoterapia.

Além desse trabalho, outros também revelam a redução da taxa de intubação, permanência hospitalar e mortalidade com a VPPNI (ANTONELLI *et al.*, 2000; CARLUCCI *et al.*, 2001; GIROU *et al.*, 2000).

A resposta respiratória ao esforço inspiratório com a pressão de suporte foi investigada nos pacientes com DPOC. No estudo de NAVA *et al.* (1995), três níveis de PSV foram estudados. Os resultados mostraram que diferentes níveis de PSV induzem diferentes padrões respiratórios, podendo acarretar em maior esforço inspiratório. O produto *pressão x tempo* do diafragma por respiração e o PEEPi dinâmico foram diminuídos significativamente com a aplicação de PEEP extrínseca (cerca de 75% do valor de PEEPi). Esse estudo concluiu que o melhor nível de PSV é aquele capaz de diminuir o esforço muscular respiratório sem dar excessivo suporte, e, ao mesmo tempo, obter valores gasométricos satisfatórios (NAVA *et al.*, 1995).

Quanto às trocas gasosas, a PSV foi aplicada em 11 pacientes com exacerbação aguda do DPOC, levando à diminuição do CO₂ ($p < 0,01$) e ao aumento do O₂ ($p < 0,05$) e do pH ($p < 0,01$) após 45min em comparação aos valores observados em 13 pacientes do grupo controle (BROCHARD *et al.*, 1990). Em pacientes com EAP a PSV também melhorou as trocas gasosas em 15min, quando comparada ao modo ventilação assistida proporcional e à oxigenoterapia, persistindo durante as três primeiras horas. Dos sete pacientes submetidos à PSV, todos mostraram redução da PaCO₂ (MASIP *et al.*, 2000).

Em pacientes com apnéia obstrutiva do sono, o modo com dois níveis de pressão também tem-se mostrado superior para corrigir as alterações gasosas durante a noite. A $ETCO_2$ foi menor no grupo da síndrome da hipoventilação do obeso, e a atividade muscular foi diminuída em 40%, como relatado por PANKOW *et al.* (1997).

Perante uma diversidade de respostas clínicas apresentadas com a PSV e a CPAP, parece-nos importante conhecer as alterações nos perfis respiratórios durante a ventilação não invasiva. Para tal, propuzemo-nos a estudar indivíduos sadios submetidos a essas duas modalidades, porém com valores de pressão média nas vias aéreas similares. Dessa forma, as alterações fisiológicas proporcionadas por ambas poderiam ser comparadas.

Objetivos

2

2.1. GERAL

Comparar duas modalidades de ventilação mecânica não invasiva em indivíduos voluntários saudáveis: pressão de suporte (PSV) e pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP).

2.2. ESPECÍFICOS

- a) Comparar as modificações fisiológicas induzidas no perfil respiratório pelas duas modalidades de ventilação mecânica não invasiva.
- b) Avaliar comparativamente as alterações hemodinâmicas induzidas pelas duas modalidades de ventilação mecânica não invasiva.
- c) Avaliar comparativamente o grau de conforto subjetivo resultante da aplicação das duas modalidades de ventilação mecânica não invasiva.

Métodos **3**

3.1. LOCAL DO ESTUDO

A pesquisa foi realizada na Unidade de Terapia Intensiva do Hospital de Clínicas da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP / São Paulo.

3.2. ASPECTOS ÉTICOS

O protocolo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas UNICAMP sob o parecer de nº 208/2001. O termo de consentimento livre e esclarecido foi obtido, por escrito, de todos os voluntários participantes da pesquisa, previamente ao início da coleta dos dados.

3.3. SUJEITOS

Foi analisado o perfil respiratório de 39 indivíduos, saudáveis, que se interessaram em participar deste estudo e preencheram os critérios de inclusão do protocolo de estudo, listados abaixo:

- a. idade entre 18 e 55 anos;
- b. ausência de antecedentes clínicos de patologias cardiopulmonares;
- c. ausência de antecedentes cirúrgicos de patologias cardiopulmonares.

Foram considerados como critérios de exclusão para participação desta pesquisa:

- a. obesos;
- b. gestantes;
- c. tabagistas;

- d. a ausência do indivíduo em um dos dois momentos programados para a coleta de dados.

Como critérios de suspensão da pesquisa foram definidos:

- a. queda da pressão arterial média maior que 20% da pressão inicial;
- b. taquicardia (FC acima de 110bpm);
- c. queda da saturação de oxigênio em níveis menores que 93%;
- d. intolerância à pressurização do sistema ventilatório;
- e. vazamentos no circuito respiratório.

Apesar do presente estudo ter sido realizado em indivíduos saudáveis, onde o risco seria mínimo, todos os cuidados necessários foram tomados, de modo que, se durante o andamento do protocolo qualquer um dos critérios de suspensão fosse preenchido, o mesmo era encerrado.

3.4. MONITORIZAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA

Para a monitorização e obtenção do perfil respiratório dos sujeitos da pesquisa foi utilizado o monitor DX 8100, monitor de perfil respiratório CO₂SMO, da marca Dixtal. Esse aparelho permite a monitorização de forma não invasiva, traçando o perfil respiratório do indivíduo por produção volumétrica do gás carbônico (produção do CO₂ e espaço morto), juntamente com a mecânica respiratória, capnografia e oximetria de pulso (NOVAMETRIX MEDICAL SYSTEMS INC). Os dados mensurados são apresentados na forma de representação gráfica. São curvas de fluxo, volume, pressão, fluxo-volume e pressão-volume. As variáveis utilizadas foram: frequência respiratória, volume minuto total, volume minuto alveolar total, pico de fluxo inspiratório e expiratório, tempo inspiratório e expiratório, PEEP_i e volume do espaço morto. Também foram registrados medidas, gráficos e exposição numérica do gás carbônico expirado.

A monitorização da oximetria não invasiva foi realizada por um sensor ajustado em um dos dedos da mão do voluntário. Essa forma de monitorização emprega o uso da luz vermelha e infravermelha através de um tecido pulsátil ao qual se adapta um fotorreceptor e um diodo fotoemissor (LED). Foi também por esse sensor que a frequência cardíaca foi registrada.

A averiguação da pressão arterial foi possível através de um esfigmomanômetro de coluna de mercúrio e um estetoscópio. Esses dois equipamentos foram comuns para todos os indivíduos que participaram do estudo.

3.5. VENTILAÇÃO MECÂNICA COM PRESSÃO POSITIVA NÃO INVASIVA

Para a aplicação das modalidades ventilatórias de forma não invasiva foi utilizado o respirador microprocessado da marca Dragër, modelo SAVINA, série ARRD-0026.

Como parâmetros comuns às duas modalidades utilizadas neste estudo, foram ajustados uma sensibilidade de 4L/min e uma fração inspirada de oxigênio (F_iO_2) de 0,21, por se tratar de voluntários sadios. O respirador foi ligado somente na rede de energia elétrica, não sendo necessária a sua conexão na rede de gases medicinais, sendo o fornecimento gasoso gerado por um compressor interno do aparelho.

As duas modalidades estudadas foram programadas da seguinte forma:

- **Pressão de suporte com pressão positiva expiratória final**

Os níveis pressóricos utilizados nesta modalidade foram de 5cmH₂O para a pressão positiva expiratória final (PEEP) e 5cmH₂O acima da PEEP para a pressão inspiratória (PSV). A ciclagem programada para a fase inspiratória foi de 25% do pico máximo de fluxo inspiratório (DRÄGER MEDIZINTECHNIK GMBH).

- **Pressão positiva contínua nas vias aéreas**

O valor pressórico utilizado na CPAP foi de 7cmH₂O, sendo este considerado o valor de pressão média aplicado nas vias aéreas com a modalidade pressão de suporte com PEEP. A pressão ajustada na CPAP foi mantida por um sistema de fluxo de demanda (DRÄGER MEDIZINTECHNIK GMBH), garantindo o valor programado durante todo o ciclo respiratório.

3.6. PROCEDIMENTOS GERAIS

Os indivíduos foram monitorizados em dois momentos diferentes com intervalo de sete dias entre eles. No primeiro momento, cada indivíduo foi colocado sentado em uma poltrona, num ambiente silencioso e orientado quanto à ordem dos procedimentos. Foi, então, verificada sua pressão arterial, e, em seguida, adaptado a um bocal. Este bocal permaneceu conectado a um sensor que se interligava ao monitor CO₂SMO. Um oxímetro de pulso, de análise contínua, foi adaptado no dedo de uma das mãos do indivíduo.

O voluntário foi orientado para manter uma respiração tranqüila, via oral, utilizando os lábios para a total oclusão do bocal, não permitindo vazamentos. A fim de garantir a respiração oral, um prendedor (*clip*) nasal foi ajustado para cerrar as narinas. O tempo total de registro da monitorização foi de seis minutos, porém somente os últimos cinco minutos foram considerados para o cálculo das médias. O primeiro minuto foi interpretado como período de adaptação a este protocolo. Dessa forma, obtivemos o perfil respiratório de cada indivíduo em respiração espontânea.

Logo após, foi adaptado à ventilação mecânica não invasiva, também via bocal, que foi ajustada para a modalidade pressão de suporte. Entre o bocal e a conexão do circuito do respirador, permaneceu o sensor para a obtenção e registro dos dados. O tempo total de ventilação na modalidade pressão de suporte

foi de 11min, sendo no sexto minuto aferida novamente a PA. Somente os últimos 10min foram considerados para o cálculo das médias. O primeiro minuto também foi considerado como período de adaptação à modalidade ajustada.

No segundo momento, o indivíduo foi submetido aos mesmos procedimentos, porém a modalidade ajustada foi a pressão positiva contínua nas vias aéreas.

A manutenção das duas modalidades ventilatórias por 10min foi considerado como tempo suficiente para a obtenção das alterações geradas pela pressão positiva no perfil respiratório dos sujeitos da pesquisa. Este tempo também foi utilizado em outros trabalhos que monitorizaram os efeitos da PSV e CPAP (BRIMACOMBE *et al.*, 2000).

Para a avaliação da sensação subjetiva de conforto nas duas modalidades de ventilação foi usada uma escala de pontuação de números inteiros de 1 a 4, tendo como referências a sensação de mínimo conforto como ponto 1 e a sensação de máximo conforto como ponto 4. Essa avaliação foi feita através de questionamento oral, sendo padronizada dessa forma para ser equivalente em todos os voluntários. Os indivíduos foram interrogados nos dois momentos do estudo, sempre ao final dos 11min da monitorização com o uso da ventilação não invasiva.

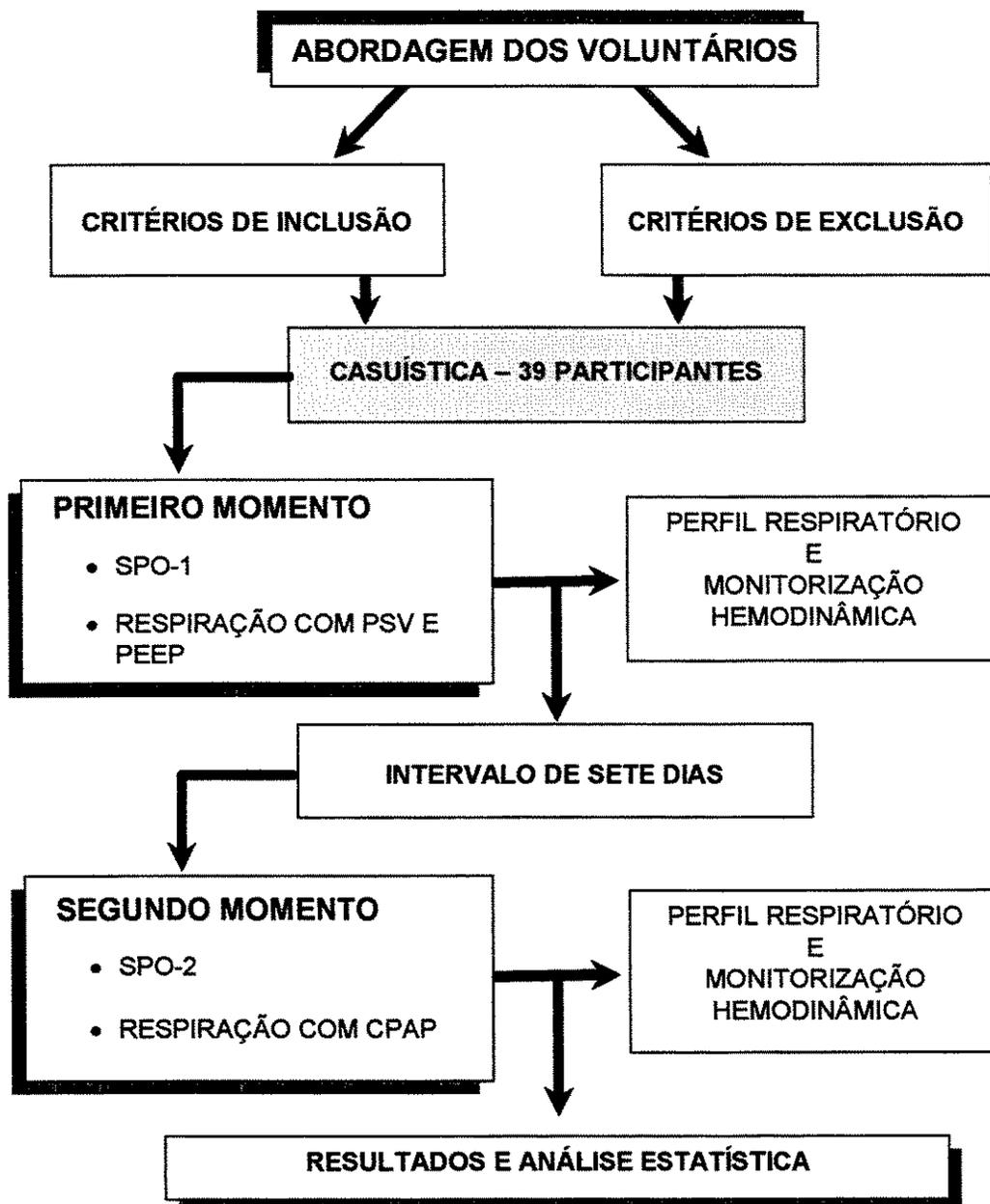
3.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise estatística utilizamos o programa *computacional SAS System for Windows (Statistical Analysis System)*, versão 8.2.

Foi realizada uma análise descritiva através de tabelas de freqüência para variáveis categóricas, e medidas de posição e dispersão para as variáveis contínuas. Para a comparação de medidas contínuas, realizadas em dois

momentos da mesma unidade amostral, foi utilizado o teste de Wilcoxon para amostras relacionadas.

O nível de significância adotado foi de 5%.



PSV = pressão de suporte; PEEP = pressão positiva expiratória final; CPAP = pressão positiva contínua nas vias aéreas; SPO-1 = respiração espontânea no primeiro momento; SPO-2 = respiração espontânea no segundo momento.

Figura 3. Fluxograma do estudo.

Resultados

4

4.1. PERFIL DEMOGRÁFICO DA POPULAÇÃO

Participaram do estudo 39 indivíduos saudáveis cuja idade média foi de 27 ± 5 anos (20–46 anos) e o peso médio de $65,2 \pm 15,05$ kg (48–98kg). A distribuição quanto ao sexo foi de 32 (82,05%) mulheres e sete (17,95%) homens.

4.2. PERFIL RESPIRATÓRIO

A tabela 1 lista as médias das variáveis do perfil respiratório e da monitorização cardíaca dos indivíduos em respiração espontânea, nos dois momentos estudados. A partir daqui serão denominadas de SPO-1 para a respiração espontânea no primeiro momento e SPO-2 para a respiração no segundo momento. A comparação desses perfis foi feita através das medidas diretas, sendo que nenhuma das variáveis mostraram diferenças estatisticamente significativas entre si quando comparados os dois momentos.

A análise estatística da comparação entre as duas modalidades foi realizada através da diferença entre a SPO-1 e a PSV com PEEP e da diferença entre a SPO-2 e a CPAP. Isto foi denominado de correção para a respiração espontânea.

Tabela 1. Perfil respiratório e variáveis hemodinâmicas dos indivíduos nas modalidades SPO-1 e SPO-2 (média \pm desvio padrão).

Variável	SPO-1	SPO-2	p – valor
Volume Minuto (L)	7,30 \pm 1,84	7,44 \pm 1,65	0,40
Volume Minuto Alveolar (L)	5,63 \pm 1,53	5,67 \pm 1,47	0,74
Frequência Respiratória (rpm)	12,56 \pm 3,25	13,08 \pm 3,35	0,44
Volume Corrente (ml)	614,15 \pm 217,39	602,23 \pm 602,23	0,92
Volume do Espaço Morto (ml)	128,92 \pm 24,26	130,99 \pm 23,10	0,45
ETCO ₂ (mmHg)	36,77 \pm 3,63	36,87 \pm 3,41	0,81
Pico de Fluxo Inspiratório (L/min)	30,05 \pm 7,45	31,09 \pm 8,31	0,71
Pico de Fluxo Expiratório (L/min)	23,58 \pm 8,08	24,72 \pm 6,96	0,12
Frequência Cardíaca (bpm)	78,77 \pm 11,49	77,27 \pm 11,17	0,52
Pressão Arterial Média (mmHg)	92,30 \pm 7,45	91,75 \pm 6,98	0,57
Saturação Periférica de O ₂ (%)	97,60 \pm 0,57	97,73 \pm 0,56	0,24
Tempo Inspiratório (s)	2,11 \pm 0,70	1,97 \pm 0,62	0,20
Tempo Expiratório (s)	3,06 \pm 1,14	2,96 \pm 0,91	0,83
Relação Ti/Ttot	4,06 \pm 1,14	3,96 \pm 0,91	0,83

4.2.1. Volumes Pulmonares

Todos os volumes minuto (VM), minuto alveolar (VMalv), corrente (VT) e do espaço morto (VD) são apresentados na tabela 2 .

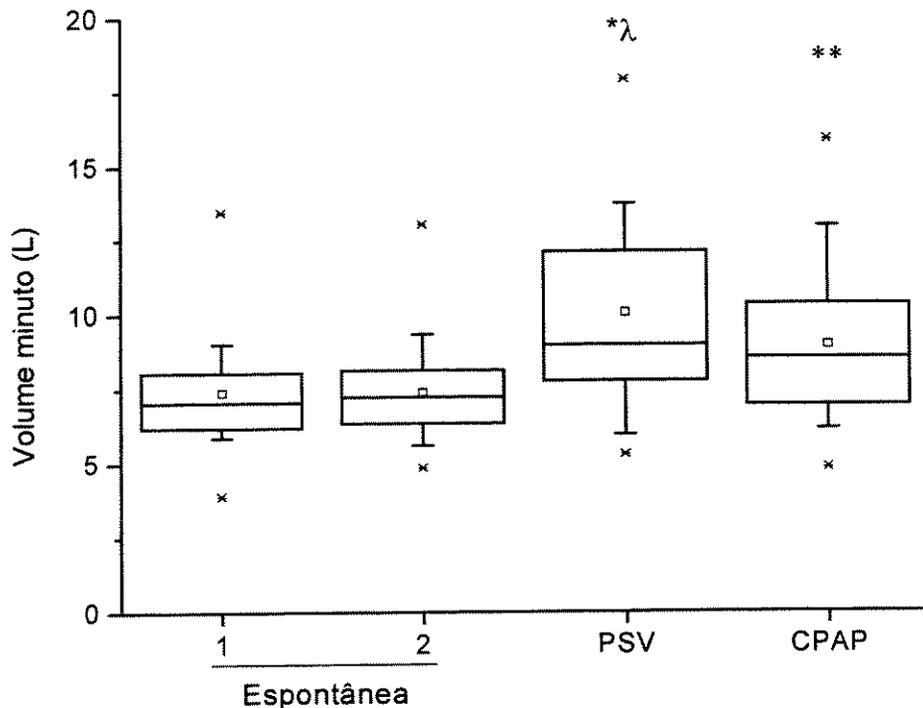
Tabela 2. Volumes pulmonares nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP (média \pm desvio padrão) .

VOLUMES	SPO-1	SPO-2	PSV	CPAP
VM (L)	7,30 \pm 1,84	7,44 \pm 1,65	10,09 \pm 3,33 ^{*λ}	9,06 \pm 1,65 ^{**}
Vmalv (L)	5,63 \pm 1,53	5,67 \pm 1,47	8,04 \pm 2,84 [*]	7,42 \pm 2,40 ^{**}
VT (ml)	614,15 \pm 217,39	602,23 \pm 215,49	743,85 \pm 234,74 [*]	742,74 \pm 255,91 ^{**}
VD (ml)	128,92 \pm 24,26	130,99 \pm 23,10	147,69 \pm 34,58 ^{*λ}	137,14 \pm 34,26

* PSV > SPO-1 (p < 0,0001); ** CPAP > SPO-2 (p < 0,0001); λ PSV > CPAP (p < 0,05).

Volume minuto

Nas modalidades espontâneas 1 e 2, o volume minuto (VM) foi de $7,30 \pm 1,84L$ e de $7,44 \pm 1,65L$, respectivamente ($p = NS$). Na modalidade PSV aumentou para $10,09 \pm 3,33L$ e na CPAP para $9,06 \pm 2,60L$, valores estatisticamente superiores quando comparados com a espontânea ($p < 0,0001$). Houve diferença estatisticamente significativa entre as duas modalidades, sendo que o VM foi maior na PSV que na CPAP ($p < 0,05$) (tabela 2, figura 4).

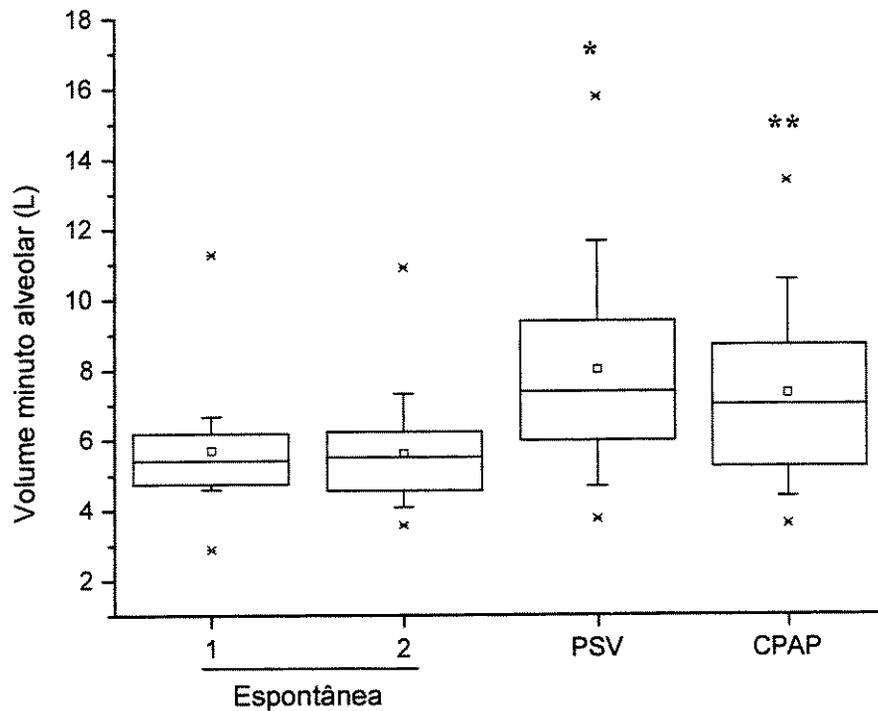


* PSV > SPO-1 ($p < 0,0001$); ** CPAP > SPO-2 ($p < 0,0001$); λ PSV > CPAP ($p < 0,05$).

Figura 4. Volume minuto (VM) nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP.

Volume Minuto Alveolar

O volume minuto alveolar (VM_{alv}) nas modalidades espontânea 1 e 2 foi de $5,63 \pm 1,53L$ e de $5,67 \pm 1,47L$, respectivamente ($p = NS$). Na PSV aumentou para $8,04 \pm 2,84L$ e na CPAP para $7,42 \pm 2,40L$. Quando comparados com a espontânea, esses aumentos foram significativos ($p < 0,0001$). Não houve diferença entre as modalidades não invasivas (tabela 2, figura 5).



* PSV > SPO-1 ($p < 0,0001$); ** CPAP > SPO-2 ($p < 0,0001$).

Figura 5. Volume minuto alveolar (VM_{alv}) nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP.

Volume Corrente

O volume corrente (VT) foi de $614,15 \pm 217,39ml$ e de $602,23 \pm 215,49ml$ nas modalidades espontânea 1 e 2, respectivamente ($p = NS$). Na PSV o VT aumentou para $743,85 \pm 234,74ml$ e na CPAP para $742,74 \pm 255,91ml$.

Ambos foram significativamente maiores quando comparados com a espontânea ($p < 0,0001$). Não houve diferença entre as modalidades não invasivas (tabela 2).

Volume do Espaço Morto

O volume do espaço morto (VD) nas modalidades espontânea 1 e 2 foi de $128,92 \pm 24,26\text{ml}$ e de $130,99 \pm 23,10\text{ml}$, respectivamente ($p = \text{NS}$). Um aumento para $147,69 \pm 34,58\text{ml}$ foi observado na PSV e para $137,14 \pm 34,26\text{ml}$ na CPAP. Quando comparados com a espontânea, somente na PSV foi observado um aumento significativo do VD ($p < 0,0001$). Entre as modalidades não invasivas, o VD foi maior na PSV ($p < 0,05$) (tabela 2).

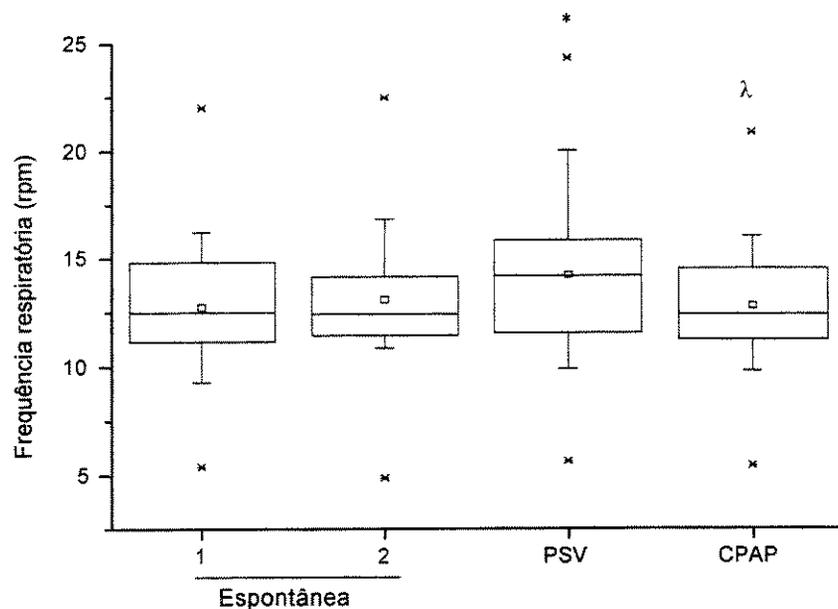
4.2.2. Freqüência Respiratória

A freqüência respiratória (FR) nas modalidades espontânea 1 e 2 foi de $12,56 \pm 3,25\text{rpm}$ e de $13,08 \pm 3,35\text{rpm}$, respectivamente ($p = \text{NS}$). Em relação à espontânea, a FR na PSV aumentou significativamente para $14,07 \pm 4,29\text{rpm}$ ($p < 0,05$). Na CPAP, a redução na FR para $12,68 \pm 3,09\text{rpm}$ foi significativa somente em relação à PSV ($p < 0,0001$) (tabela 3, figura 6).

Tabela 3. Freqüência respiratória (FR) nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP (média \pm desvio padrão).

	SPO-1	SPO-2	PSV	CPAP
FR (rpm)	$12,56 \pm 3,25$	$13,08 \pm 3,35$	$14,07 \pm 4,29^*$	$12,68 \pm 3,09^\lambda$

* PSV > SPO-1 ($p < 0,05$); λ CPAP < PSV ($p < 0,0001$).



* PSV > SPO-1 ($p < 0,05$); λ CPAP < PSV ($p < 0,0001$).

Figura 6. Frequência respiratória nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP.

4.2.3. Picos de Fluxos

Os picos de fluxos inspiratório (PFI) e expiratório (PFE) são apresentados na tabela 4.

Tabela 4. Picos de fluxo nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP (média \pm desvio padrão).

PICOS DE FLUXO	SPO-1	SPO-2	PSV	CPAP
Inspiratório (L/min)	30,05 \pm 7,45	31,09 \pm 8,31	50,57 \pm 12,39 ^{λ}	46,23 \pm 10,31 ^{**}
Expiratório (L/min)	23,58 \pm 8,08	24,72 \pm 6,96	33,39 \pm 10,79 [*]	32,68 \pm 12,49 ^{**}

* PSV > SPO-1 ($p < 0,0001$); ** CPAP > SPO-2 ($p < 0,0001$); λ PSV > CPAP ($p < 0,05$).

Pico de Fluxo Inspiratório

O pico de fluxo inspiratório (PFI) nas modalidades espontânea 1 e 2 foi de $30,05 \pm 7,45$ L/min e $31,09 \pm 8,31$ L/min, respectivamente ($p = \text{NS}$). Na PSV ele aumentou para $50,57 \pm 12,39$ L/min e na CPAP para $46,23 \pm 10,31$ L/min. Ambos foram significativos em relação à espontânea ($p < 0,0001$). Entre as duas modalidades não invasivas, o PFI foi maior na PSV ($p < 0,05$) (tabela 4).

Pico de Fluxo Expiratório

O pico de fluxo expiratório (PFE) nas modalidades espontâneas 1 e 2 foi de $23,58 \pm 8,08$ L/min e de $24,72 \pm 6,96$ L/min, respectivamente ($p = \text{NS}$). Na PSV ele aumentou para $33,39 \pm 10,79$ L/min e na CPAP para $32,68 \pm 12,49$ L/min. Ambos foram significativos em relação à espontânea ($p < 0,0001$). Não houve diferença entre as duas modalidades não invasivas (tabela 4).

4.2.4. Saturação periférica de O_2 (SpO_2) e gás carbônico exalado final (ETCO_2)

A saturação periférica de oxigênio (SpO_2) e o gás carbônico exalado final (ETCO_2), nas modalidades espontâneas 1 e 2, PSV e CPAP são apresentados na tabela 5.

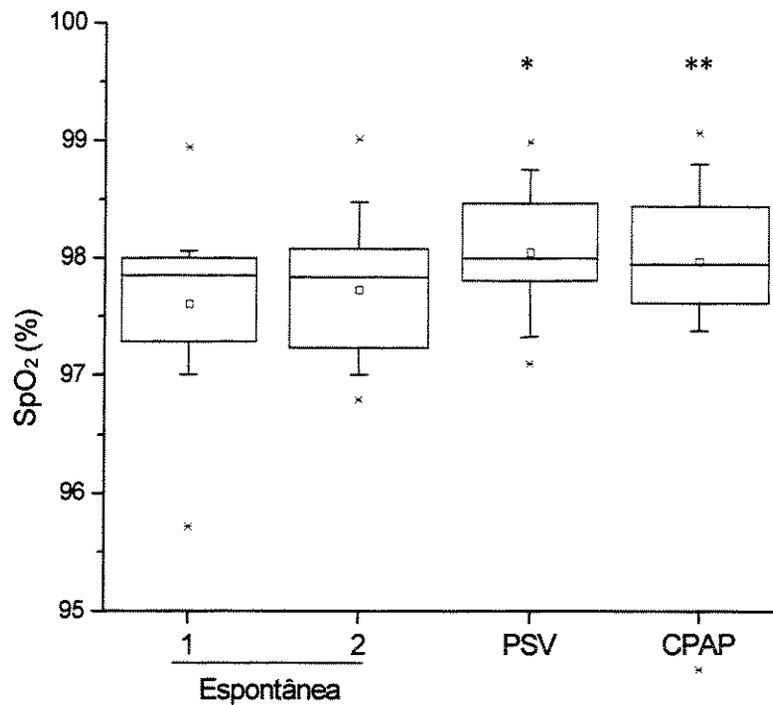
Tabela 5. Evolução da SpO_2 e do ETCO_2 nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP (média \pm desvio padrão) .

PARÂMETROS	SPO-1	SPO-2	PSV	CPAP
SpO_2 (%)	$97,60 \pm 0,57$	$97,73 \pm 0,56$	$98,050 \pm 0,49$ *	$97,968 \pm 0,78$ **
ETCO_2 (mmHg)	$36,77 \pm 3,63$	$36,87 \pm 3,41$	$28,203 \pm 4,40$ $\delta \lambda$	$30,771 \pm 4,61$ $\delta\delta$

*PSV > SPO-1 ($p < 0,0001$); **CPAP > SPO-2 ($p < 0,0001$); δ PSV < SPO-1 ($p < 0,0001$); $\delta\delta$ CPAP < SPO-2 ($p < 0,0001$); λ PSV < CPAP ($p < 0,05$).

Saturação periférica de oxigênio

A saturação periférica de oxigênio (SpO₂) nas modalidades espontânea 1 e 2 foi de 97,60 ± 0,57% e de 97,73 ± 0,56%, respectivamente. Na PSV a SpO₂ aumentou para 98,05 ± 0,49% e na CPAP para 97,96 ± 0,78%. Ambos foram significativos em relação à espontânea (p < 0,0001), porém sem diferença entre as modalidades não invasivas (tabela 5, figura 7).



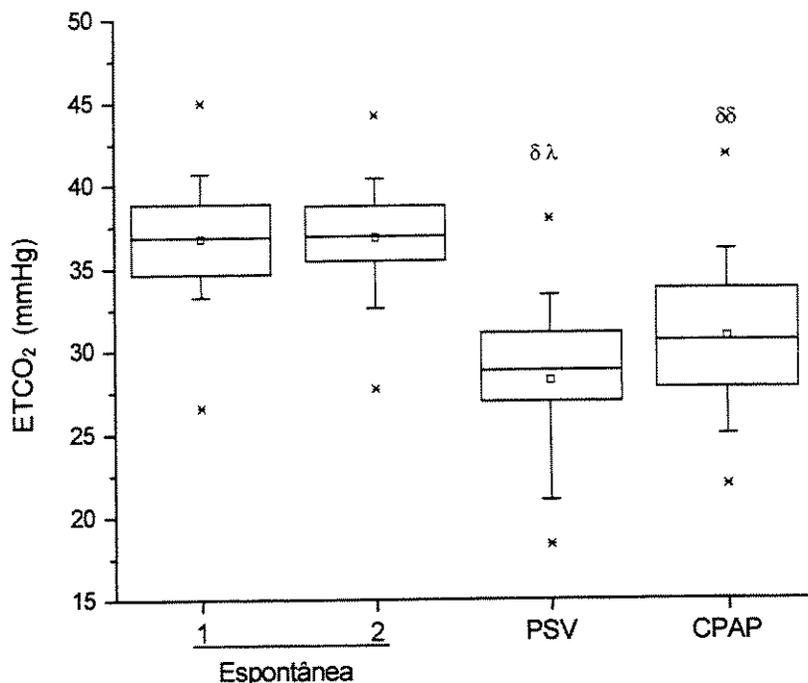
* PSV > SPO-1 (p < 0,0001); ** CPAP > SPO-2 (p < 0,0001).

Figura 7. Saturação periférica de oxigênio (SpO₂) nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP.

Gás carbônico exalado final

O gás carbônico exalado final (ETCO₂) nas modalidades espontâneas 1 e 2 foi de 36,77 ± 3,63mmHg e de 36,87 ± 3,41mmHg, respectivamente. Na PSV ele diminuiu para 28,20 ± 4,40mmHg e na CPAP para 30,77 ± 4,61mmHg. Ambos diminuíram significativamente em relação à espontânea (p < 0,0001). E, entre as

modalidades não invasivas, a redução foi mais significativa na PSV ($p < 0,05$) (tabela 5, figura 8).



δ PSV < SPO-1 ($p < 0,0001$); $\delta\delta$ CPAP < SPO-2 ($p < 0,0001$); λ PSV < CPAP ($p < 0,05$).

Figura 8. Gás carbônico exalado final (ETCO₂) nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP.

4.2.5. PEEPi

Não foi verificada a presença de PEEPi nas modalidades espontâneas 1 e 2. Na PSV a PEEPi foi de $0,56 \pm 0,50 \text{ cmH}_2\text{O}$ e na CPAP de $1,12 \pm 1,31 \text{ cmH}_2\text{O}$. Os valores de PEEPi foram diretamente comparados, não sendo obtida diferença significativa entre eles (tabela 8, figura 9).

Tabela 6. PEEPi nas modalidades PSV e CPAP (média \pm desvio padrão).

	PSV	CPAP
PEEPi (cmH ₂ O)	$0,56 \pm 0,50$	$1,12 \pm 1,31$

$p = \text{NS}$.

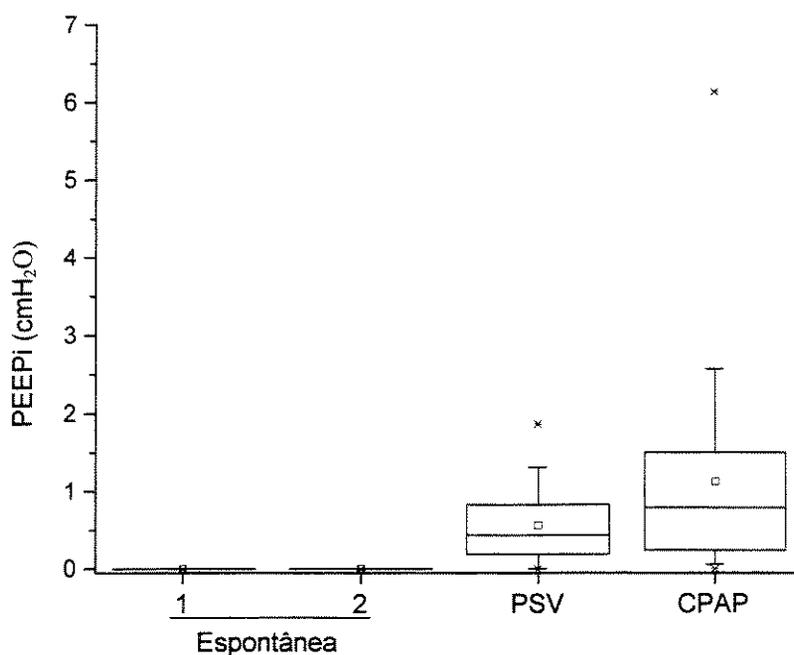


Figura 9. PEEPi (cmH₂O) nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP (p = NS).

4.2.6. Tempos do Ciclo Respiratório

Os tempos inspiratório (Ti) e expiratório (Te), do ciclo respiratório, são apresentados na tabela 7.

Tabela 7. Tempos do ciclo respiratório nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP (média ± desvio padrão).

TEMPO	SPO-1	SPO-2	PSV	CPAP
Ti (s)	2,11 ± 0,70	1,97 ± 0,62	1,80 ± 0,61 ^{*λ}	2,05 ± 0,67
Te (s)	3,06 ± 1,14	2,96 ± 0,91	2,93 ± 1,14 ^λ	3,07 ± 1,11

* PSV < SPO-1 (p < 0,05); λ PSV < CPAP (p < 0,0001).

Tempo inspiratório

O tempo inspiratório (Ti) nas modalidades espontâneas 1 e 2 foi de $2,11 \pm 0,70s$ e de $1,97 \pm 0,62s$, respectivamente ($p = NS$). Na PSV, o Ti diminuiu para $1,80 \pm 0,61s$ e na CPAP aumentou para $2,05 \pm 0,67s$. A redução do Ti em relação à espontânea foi significativa na PSV ($p < 0,05$), enquanto o aumento na CPAP não foi significativo. Entre as duas modalidades não invasivas, o Ti foi menor na PSV ($p < 0,0001$) (tabela 7).

Tempo expiratório

O tempo expiratório (Te) nas modalidades espontâneas 1 e 2 foi de $3,06 \pm 1,14s$ e de $2,96 \pm 0,9s$, respectivamente ($p = NS$). Na PSV o Te foi $2,93 \pm 1,14s$ e na CPAP aumentou para $3,07 \pm 1,17s$. Não houve diferença em relação à espontânea, porém, entre eles, o Te foi significativamente menor na PSV ($p < 0,05$) (tabela 7).

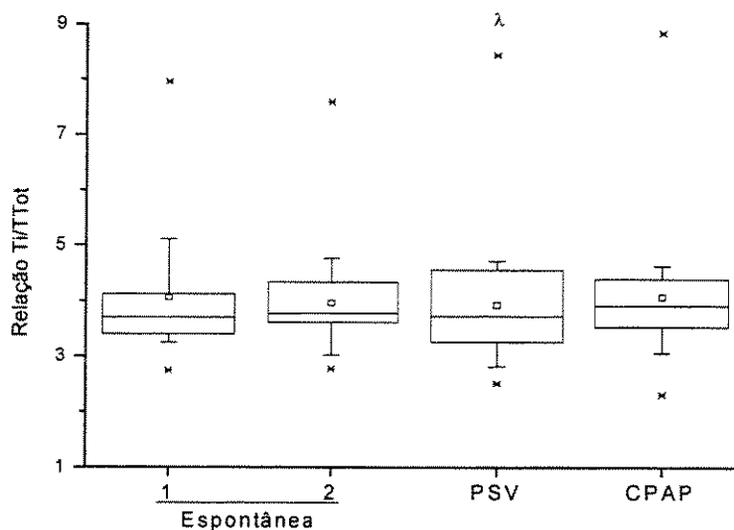
Relação tempo inspiratório/ tempo total do ciclo

A relação tempo inspiratório sobre o tempo total do ciclo respiratório (Ti/Ttot) nas modalidades espontânea 1 e 2 foi de $0,40 \pm 0,11$ e de $0,39 \pm 0,09$, respectivamente ($p = NS$). Na PSV ela diminuiu para $0,39 \pm 0,11$ e na CPAP aumentou para $0,40 \pm 0,11$. Em relação à espontânea, as alterações não foram significativas. Entre as duas modalidades não invasivas, a relação Ti/Ttot foi significativamente menor na PSV ($p < 0,05$) (tabela 8, figura 10).

Tabela 8. Relação tempo inspiratório sobre o tempo total do ciclo respiratório (Ti/Ttot) nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP (média \pm desvio padrão).

	<i>SPO-1</i>	<i>SPO-2</i>	<i>PSV</i>	<i>CPAP</i>
Relação Ti/Ttot	$0,40 \pm 0,11$	$0,39 \pm 0,09$	$0,39 \pm 1,14^\lambda$	$0,40 \pm 1,11$

$^\lambda$ PSV < CPAP ($p < 0,05$).



λ PSV < CPAP ($p < 0,05$).

Figura 10. Relação Ti/T_{tot} nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP.

4.3. VARIÁVEIS HEMODINÂMICAS

Os dados de frequência cardíaca (FC) e pressão arterial média (PAM) não invasiva são apresentados na tabela 9.

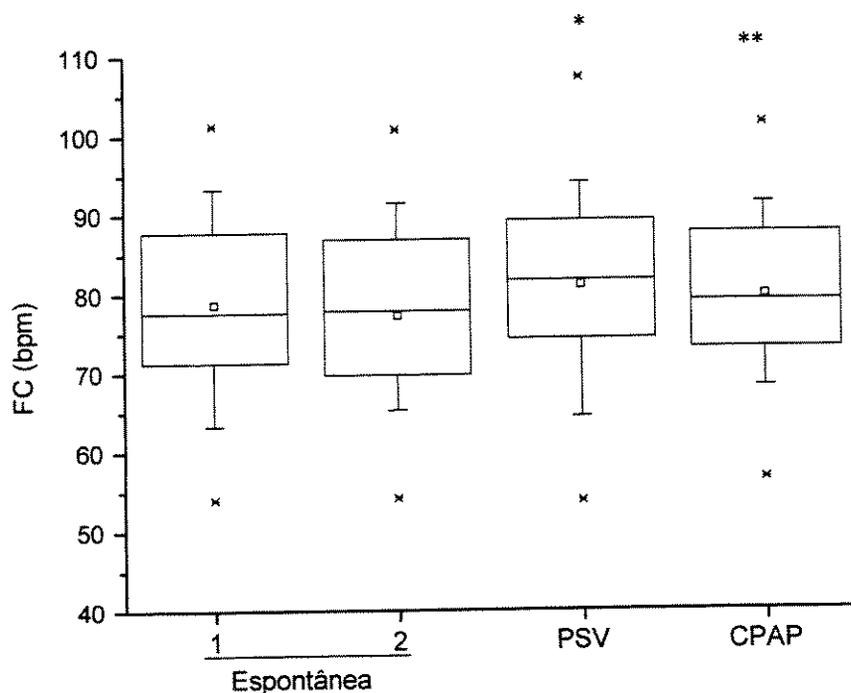
Tabela 9. Variáveis hemodinâmicas nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP (média \pm desvio padrão).

MONITORIZAÇÃO CARDÍACA	SPO-1	SPO-2	PSV	CPAP
FC (bpm)	78,77 \pm 11,49	77,27 \pm 11,17	81,06 \pm 12,01*	79,70 \pm 10,24**
PAM (mmHg)	92,30 \pm 7,45	91,75 \pm 6,98	91,06 \pm 8,64	90,38 \pm 7,97 ^δ

* PSV > SPO-1 ($p < 0,05$); ** CPAP > SPO-2 ($p < 0,05$); ^δ CPAP < SPO-2 ($p < 0,05$).

Frequência Cardíaca

A frequência cardíaca (FC) nas modalidades espontânea 1 e 2 foi de $78,77 \pm 11,49$ bpm e de $77,27 \pm 11,17$ bpm, respectivamente ($p = \text{NS}$). Na PSV ela aumentou para $81,06 \pm 12,01$ bpm e na CPAP para $79,70 \pm 10,24$ bpm. Ambos foram significativos quando comparados com a espontânea ($p < 0,05$). Não houve diferença entre as duas modalidades não invasivas (tabela 9, figura 11).



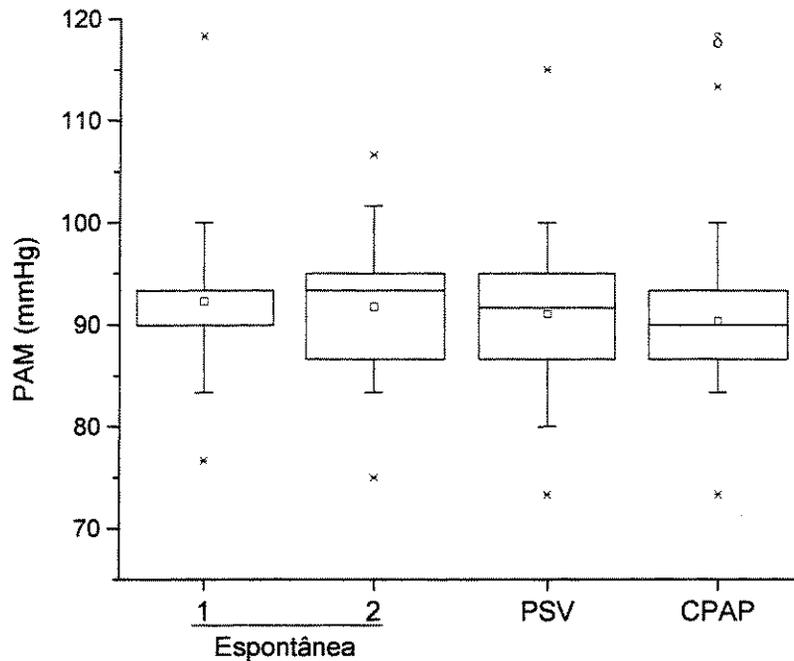
* PSV > SPO-1 ($p < 0,05$); ** CPAP > SPO-2 ($p < 0,05$).

Figura 11. Frequência cardíaca (FC) nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP.

Pressão Arterial Média

A pressão arterial média (PAM) não invasiva nas modalidades espontânea 1 e 2 foi de $92,30 \pm 7,45$ mmHg e de $91,75 \pm 6,98$ mmHg, respectivamente ($p = \text{NS}$). Na PSV ela foi de $91,06 \pm 8,64$ mmHg e na CPAP de $90,38 \pm 7,97$ mmHg. A redução da PAM na CPAP foi significativa em relação à

espontânea ($p < 0,05$). Não houve diferença entre as modalidades não invasivas (tabela 9, figura 12).



δ CPAP < SPO-2 ($p < 0,05$).

Figura 12. Pressão arterial média (PAM) não invasiva nas modalidades SPO-1, SPO-2, PSV e CPAP.

4.4. CONFORTO

A avaliação de conforto através da escala numérica de 1 a 4 (de equivalência 1 para ruim, 2 regular, 3 bom e 4 muito bom) encontra-se na tabela 10. Não houve diferença significativa entre as duas modalidades, sendo que 15 indivíduos referiram que a CPAP foi mais confortável, 17 elegeram a PSV e 7 não tiveram preferência (tabela 11).

Tabela 10. Avaliação do conforto nas modalidades PSV e CPAP.

MODO	ESCALA DE CONFORTO				TOTAL DE VOLUNTÁRIOS
	1	2	3	4	
PSV	3	13	13	10	39
CPAP	3	13	18	5	39

Equivalência da escala de conforto: 1 ruim, 2 regular, 3 bom e 4 muito bom (p = NS).

Tabela 11. Preferência da modalidade ventilatória.

PREFERÊNCIA	n
PSV	17
CPAP	15
IGUAL	7

p = NS

Discussão **5**

5.1. PERFIL RESPIRATÓRIO

5.1.1. Freqüência respiratória

O número de ciclos respiratórios em um minuto é definido como freqüência respiratória (FR). Esta variável é de fundamental importância na avaliação do desempenho respiratório e das trocas gasosas. Ela reflete mecanismos fisiológicos e patológicos de origem pulmonar e extra pulmonar. É considerado um sinal vital na avaliação e monitorização da função respiratória (EMMERICH, 1996).

Algumas alterações na freqüência respiratória, como a taquipnéia, são achados freqüentes em pacientes com insuficiência respiratória. A ventilação não invasiva, dentre seus objetivos, visa melhorar o padrão respiratório e as trocas gasosas, o que se reflete também na melhora da freqüência respiratória.

Em nosso estudo, observamos que a FR permaneceu dentro de valores normais, que, porém, mostraram-se alterados com a ventilação não invasiva, mesmo em se tratando de indivíduos saudáveis. Um aumento significativo foi visto na modalidade PSV, enquanto na CPAP a redução não foi relevante.

Segundo VITACCA *et al.* (2000), diferentes níveis de PSV podem induzir diferentes padrões respiratórios. Foi realizado um estudo da função respiratória durante a PSV em 15 pacientes estáveis, simulando um modelo mecânico. Para cada paciente o nível máximo de PSV foi definido como aquele que propiciasse a menor FR, mantida de forma regular. Os resultados mostraram que os maiores níveis de PSV promoveram menores FR e mais conforto, e que os menores níveis de PSV resultaram em menores volumes correntes e maiores FR (MACINTYRE, 1986).

Dentre os benefícios fisiológicos, a aplicação da CPAP também promove a redução da freqüência respiratória (AZEREDO; SLUTZKY, 1996). Isto

foi observado tanto nos pacientes com DPOC (REISSMANN *et al.*, 2000), como na insuficiência respiratória não hipercápnica (DELCLAUX *et al.*, 2000).

No período pós-operatório, a terapia com CPAP favoreceu a redução na FR de pacientes cirúrgicos. Num estudo prospectivo e intervencionista, foram avaliados 20 pacientes hipoxêmicos, não hipercápnicos. Todos foram submetidos à pressão contínua de 8 a 10cmH₂O, ao atingirem critérios de reintubação. A FR média, antes e depois, foi significativamente menor após uma hora de CPAP, sendo $p < 0,01$ (KINDGEN-MILLES *et al.*, 2000).

O comportamento da FR foi objeto de estudo quando as modalidades de ventilação mecânica não invasiva foram comparadas entre si. Em pacientes com DPOC, as seguintes modalidades foram aplicadas: a PSV, a CPAP e a bifásica. As pressões corresponderam a 15 e 5cmH₂O, tanto na Bifásica como na PSV com PEEP. Na CPAP foi utilizado 5cmH₂O. Esse trabalho não mostrou alterações significativas na FR dos pacientes, apesar das diferenças pressóricas (KATZ-PAPATHEOPHILOU *et al.*, 2000). Um outro estudo, em pacientes anestesiados, também comparou a CPAP (5cmH₂O) e PSV (5cmH₂O acima da PEEP de 5cmH₂O). Os autores não obtiveram diferenças significativas na FR (BRIMACOMBE *et al.*, 2000).

Esses resultados diferem daqueles relatados no edema agudo de pulmão cardiogênico, onde a FR diminuiu com a aplicação de CPAP e PSV. Nos primeiros minutos de ventilação não invasiva, a queda foi mais acentuada na PSV. Já ao longo de uma hora, não foram observadas diferenças entre elas (PARK *et al.*, 2001).

No estudo de LAGHI *et al.* (1999), em indivíduos saudáveis, quando a oferta de volume corrente e fluxo foram alterados de maneira que o tempo inspiratório aumentasse, a FR diminuiu. Porém, quando o tempo inspiratório se manteve constante, os autores não observaram alterações na FR.

Dessa forma, em maior ou menor grau, a ventilação não invasiva otimiza a FR. Porém, suas repercussões parecem variar principalmente com os fluxos e volumes alcançados a partir da modalidade e pressões empregadas, além da população assistida.

5.1.2. Volumes pulmonares

Na fisiologia respiratória, a somatória dos volumes alveolar (V_a) e do espaço morto (anatômico e fisiológico) constituem o volume corrente (V_T). O produto da frequência respiratória pelo volume corrente é definido como volume minuto (V_M). E, como volume minuto alveolar (V_{Malv}), a multiplicação da frequência respiratória pelo volume alveolar.

Portanto, é facilmente compreensível que o volume minuto difere do volume minuto alveolar. Esta diferença se dá pela porção de ar que preenche as vias aéreas, mas não participa das trocas gasosas com o sangue. Essa porção é caracterizada como volume do espaço morto fisiológico (V_D) (GUYTON, 1986).

No presente trabalho, foi observado que a ventilação não invasiva propiciou um aumento nos volumes pulmonares em relação à respiração espontânea. Os incrementos nos volumes minuto alveolar e corrente não mostraram diferença significativa entre as modalidades aqui estudadas. Porém, o volume minuto foi significativamente maior na PSV do que na CPAP ($p < 0,05$). Isto pode ser justificado pelo aumento da frequência respiratória na PSV.

Contrariamente aos presentes resultados, BRIMACOMBE *et al.* (2000), num estudo que compara CPAP e PSV, observaram maior incremento de volume corrente com a PSV do que com a CPAP. Os valores de pressões inspiratória e expiratória final, registrados nesse estudo, foram iguais quando comparados aos obtidos na presente investigação. Porém, a CPAP foi 2cmH₂O menor do que a que nós utilizamos.

No estudo de URBSCHKEIT *et al.* (2000), a CPAP foi aplicada em três diferentes níveis de pressão, em homens conscientes. Os autores observaram aumento do volume minuto conforme o incremento pressórico em relação à respiração espontânea. Esse achado foi atribuído ao aumento de VT e FR.

Já, em pacientes com DPOC, a PSV acrescida de PEEP promoveu um VT significativamente maior do que com CPAP. Nesse trabalho, os níveis de pressão empregados também foram diferentes. A pressão inspiratória foi de 10cmH₂O, a PEEP e a CPAP de 5cmH₂O (KATZ-PAPATHEOPHILOU *et al.*, 2000).

Apesar de no presente estudo o volume minuto alveolar não ter se mostrado significativamente diferente entre as modalidades, o volume alveolar (Va) foi aparentemente maior na CPAP do que na PSV. No volume corrente, em ambas as modalidades, o aumento de volume do espaço morto foi significativo somente na PSV. E, além disso, a FR foi menor na CPAP.

A pressão positiva contínua pode aumentar o volume de espaço morto fisiológico por hiperdistensão de unidades pulmonares normais (BRANSON *et al.*, 1985). No estudo de FOLKOW e PAPPENHEIMER (1955), foi observado que uma CPAP de 20cmH₂O propiciou um aumento de 50% do volume de espaço morto. Porém, no presente trabalho, o aumento do VD foi significativo com a PSV.

Atualmente, existem controvérsias quanto a se considerar a CPAP como uma modalidade ventilatória não invasiva (MASIP *et al.*, 2000; MEHTA; HILL, 2001). Os argumentos são baseados no não incremento de pressão e volume durante a fase inspiratória com esta modalidade. Então, partindo do princípio que CPAP é a aplicação de pressão contínua nas vias aéreas, ela não propiciaria assistência ventilatória.

Num estudo em pacientes cirúrgicos, os achados contradizem as considerações acima descritas. A terapia com CPAP foi aplicada em 20 pacientes no pós-operatório. No período que antecedeu a CPAP, a PaCO₂ era de 43,0 ±

2,0mmHg. Durante a CPAP ela não foi alterada, permanecendo em $43,0 \pm 1,5$ mmHg. Porém, a FR diminuiu significativamente ($p < 0,01$). Devemos considerar que as alterações no gás carbônico (CO_2) são inversamente relacionadas ao volume minuto, e o volume minuto é o produto da FR pelo volume corrente. Assim, esse estudo sugere que a CPAP propicia um incremento volumétrico, sustentando os valores de VM, o que preservou os níveis de PaCO_2 . Esse ganho foi atribuído ao deslocamento da curva pressão-volume para a direita (KINDGEN-MILLES *et al.*, 2000).

A CPAP também revelou incremento volumétrico em pacientes com DPOC. No estudo de REISSMANN *et al.* (2000), o volume corrente de 323 ± 16 ml (grupo controle) foi para 370 ± 16 ml com a CPAP de 5 a 7,5mmHg. Esse aumento se refletiu no volume alveolar, que passou de 120 ± 15 ml para 151 ± 11 ml na CPAP, com $p < 0,05$ (REISSMANN *et al.*, 2000).

Porém, é importante observar que altos valores de pressão positiva contínua podem acarretar uma redução do volume corrente, com aumento da insuflação pulmonar. Isto é justificado pela diminuição do comprimento dos músculos inspiratórios, “achatamento” diafragmático e redução da complacência pulmonar (FLENLEY *et al.*, 1971).

No que se refere à PSV, o volume gerado depende das propriedades mecânicas do sistema respiratório, do nível pressórico utilizado e da força dos músculos respiratórios (FABRY *et al.*, 1995).

Em pacientes com DPOC, foi realizado um estudo com três níveis de PSV. O primeiro nível foi definido pela PSV que atingisse um VT adequado, pH menor ou igual a 7,32 e SaO_2 maior que 93%. O segundo foi definido pelo primeiro acrescido de mais 5cmH₂O. E, o terceiro nível, pelo primeiro reduzido de 5cmH₂O. Os resultados não mostraram alterações significativas no volume minuto com os diferentes níveis de PSV. Porém, enquanto o volume corrente aumentava com o valor de pressão inspiratória aplicada, a FR reduzia. Também foi observado que o nível mais alto de PSV produziu um grande esforço inspiratório na maior parte dos

pacientes. Os autores reportam que o ajuste de PSV pode oferecer equilíbrio dos gases por incremento volumétrico, porém podem resultar em esforços inspiratórios inúteis se uma PEEPe não for aplicada (NAVA *et al.*, 1995).

De modo geral, a associação de pressão inspiratória e PEEP está relacionada ao aumento do volume corrente e redução da FR (PANKOW *et al.*, 1997). Porém, na falência respiratória crônica, essa associação promoveu redução no VT e aumento de FR, apesar de não significativo (ELLIOTT *et al.*, 1994).

5.1.3. Picos de fluxos inspiratório e expiratório

O uso de pressão positiva pode aumentar os picos de fluxos na inspiração e expiração, porém o maior incremento ocorre durante a fase inspiratória (URBSCHIEIT *et al.*, 1973). As variações no fluxo inspiratório têm influência nos tempos de insuflação pulmonar e, conseqüentemente, na FR de indivíduos saudáveis e intubados sob ventilação mecânica. Quando o oferecimento de fluxo inspiratório não é suficiente para a demanda do paciente, obtém-se aumento do trabalho respiratório (LAGHI *et al.*, 1999, 2001).

No presente estudo, os indivíduos apresentaram aumento significativo dos picos de fluxos inspiratório e expiratório durante o ciclo respiratório com a ventilação não invasiva. Estes achados podem ser explicados pelo aumento de pressão aplicado no sistema respiratório sob a forma de pressão positiva.

BISHOP *et al.* (1978), estudando a aplicação de CPAP em humanos saudáveis, também verificaram que o aumento de fluxo inspiratório varia conforme o aumento súbito de pressão nas vias aéreas. E, o aumento do fluxo expiratório pode ser atribuído como resposta ativa ao estresse gerado pela pressão e aumento do VT (BISHOP *et al.*, 1978).

Dessa forma, a obtenção de maior fluxo inspiratório com a PSV, em nossos pacientes, pode ser justificado pelo maior nível de pressão aplicado durante a fase inspiratória, enquanto que os valores de volume corrente obtidos

com a PSV e CPAP foram similares e, portanto, não acarretaram diferença significativa entre os picos de fluxos expiratórios.

Num estudo randomizado e controlado, 23 pacientes estáveis, com DPOC, foram submetidos a dois níveis de PSV com PEEP, por máscara nasal. O primeiro nível (PSV de $16 \pm 3\text{cmH}_2\text{O}$ e PEEP de $3,6 \pm 1,4\text{cmH}_2\text{O}$) foi igual aos valores utilizados pelos pacientes em seus domicílios. O segundo (PSV $15 \pm 3\text{cmH}_2\text{O}$ e PEEP de $3,1 \pm 1,6\text{cmH}_2\text{O}$) foi definido pela tolerância individual dos pacientes conforme a condição muscular e mecânica respiratória. Dentre os resultados obtidos, o fluxo expiratório aumentou em relação à respiração espontânea nos dois níveis de PSV com PEEP. Os autores justificam que o aumento do VT e a diminuição da FR resultaram em aumento do fluxo expiratório de modo significativo, sem diferença entre os níveis de ajustes (VITACCA *et al.*, 2000).

Em casos onde a PSV foi utilizada isoladamente, o fluxo expiratório também aumentou, devido ao aumento de VT e queda da FR (AMBROSINO *et al.*, 1992). Na CPAP, em pacientes asmáticos, o fluxo expiratório médio aumentou e sugere correspondência com o fluxo inspiratório, pois a relação T_i/T_{tot} permaneceu inalterada com o uso da pressão contínua (MARTIN *et al.*, 1982).

No presente estudo observou-se que o pico de fluxo inspiratório foi maior na PSV do que na CPAP ($p < 0,05$). Este achado pode ser justificado pela diferença pressórica entre as modalidades. Na fase inspiratória da PSV foi aplicada uma pressão de $5\text{cmH}_2\text{O}$ acima da PEEP (de $5\text{cmH}_2\text{O}$), totalizando $10\text{cmH}_2\text{O}$. Na CPAP foram utilizados $7\text{cmH}_2\text{O}$, que permaneceram constantes durante todo o ciclo respiratório.

Segundo AZEREDO e SLUTZKY (1996), a CPAP pode proporcionar um adequado fluxo de gás para pacientes com demanda inspiratória baixa, auxiliando nas trocas gasosas e evitando complicações.

5.1.4. Saturação periférica de oxigênio e gás carbônico exalado ao final da expiração

- Saturação periférica de oxigênio

A saturação periférica de oxigênio aumentou em nosso estudo durante as duas modalidades de ventilação não invasiva, não havendo diferença significativa entre elas.

Resultados semelhantes também foram observados quando CPAP e PSV foram comparadas em pacientes anestesiados (BRIMACOMBE *et al.*, 2000). Nesse estudo, lembramos que o nível de CPAP utilizado foi 2cmH₂O menor do que em nossa pesquisa.

KATZ-PAPATHEOPHILOU *et al.* (2000) também não observaram diferença na oxigenação de pacientes com DPOC, quando PSV e CPAP foram comparadas. As pressões contínua, pressão baixa (na bifásica) e PEEP foram de 5cmH₂O.

Já PARK *et al.* (2001), em pacientes com edema agudo de pulmão cardiogênico, obtiveram, em poucos minutos, melhora acentuada da oxigenação (avaliada através da PaO₂) com a PSV acrescida de PEEP, do que com CPAP. Em uma hora, essa diferença não foi significativa.

O uso da PSV não invasiva, sem associação com a PEEP, também promove melhora da oxigenação em pacientes com DPOC (BROCHARD *et al.*, 1995; AMBROSINO *et al.*, 1992). Porém, quando associado à PEEP, os índices de oxigenação apresentam melhora considerável (ANTONELLI *et al.*, 1996).

Em homens saudáveis, conscientes, incrementos de 10, 20 e 30cmH₂O de CPAP também propiciaram melhora da oxigenação em relação à respiração em pressão atmosférica (URBESCHEIT *et al.*, 1973).

Na insuficiência respiratória aguda, não hipercápnica, a CPAP propiciou melhora da relação $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ na primeira hora, quando comparada com o tratamento com oxigenoterapia (DELCLAUX *et al.*, 2000).

- Gás carbônico exalado ao final da expiração

O gás carbônico (CO_2) é o produto do metabolismo celular. Ele é eliminado pelo sistema respiratório, e no sangue arterial tem relação inversa com o volume minuto. Dentre as formas de monitorização da troca gasosa, a mensuração do CO_2 ao final da exalação (ETCO_2) permite a avaliação das alterações na ventilação pulmonar.

No perfil respiratório dos indivíduos desta pesquisa, o ETCO_2 diminuiu significativamente com as duas modalidades ventilatórias devido ao aumento do volume minuto. Porém, notamos que esta redução foi mais acentuada na PSV. Isso pode ser explicado pelo aumento significativo do volume minuto quando comparado com a CPAP. É importante considerar que entre as modalidades não invasivas, o aumento no volume corrente não foi significativo, e que o aumento na FR foi o determinante para que o volume minuto na PSV fosse maior.

URBSCHIEIT *et al.* (1973) obtiveram queda da pressão alveolar de CO_2 , em indivíduos saudáveis, em diferentes níveis de pressão positiva contínua. Essa queda foi atribuída ao aumento da ventilação minuto, sendo observados aumentos de VT e de FR em todos os níveis de pressão.

REISSMANN *et al.* (2000) sugerem que a CPAP também favorece a eliminação de CO_2 em pacientes com DPOC. Num estudo prospectivo, com dupla randomização, nove pacientes foram submetidos à terapia com ZEEP (grupo controle) e CPAP (5 e 7,5 cmH_2O), ambos precedidos de 30min em ventilação assistida/controlada. Os autores verificaram os efeitos da CPAP no padrão respiratório, nas trocas gasosas e na habilidade de sustentar a respiração espontânea. Os resultados mostraram uma PaCO_2 no grupo controle de $60 \pm 2\text{mmHg}$ e no grupo CPAP de $55 \pm 2\text{mmHg}$, com $p < 0,05$. Não houve diferença

significativa na ventilação minuto. O VT foi de $323 \pm 16\text{ml}$ e de $370 \pm 16\text{ml}$, e a FR de $22,2 \pm 1,6\text{rpm}$ e de $18,9 \pm 1,3\text{rpm}$, no grupo controle e CPAP, respectivamente. A PEEPi de $11,4\text{cmH}_2\text{O}$ foi reduzida para $6,6\text{cmH}_2\text{O}$ com a CPAP ($p < 0,05$). Os autores concluíram que o sucesso da terapia com CPAP foi significativa na redução da PaCO_2 e indicativa de redução no metabolismo energético.

Já no estudo de GOLDBERG *et al.* (1995), a PaCO_2 permaneceu inalterada. Nesse trabalho, 10 pacientes com DPOC, em falência respiratória hipercápnica aguda, foram avaliados durante a terapia com CPAP de 5, 7,5 e $10\text{cmH}_2\text{O}$. Em relação ao período controle, foram observados redução na FR e aumento do volume corrente, ambos significativos, durante a CPAP de 5 e $10\text{cmH}_2\text{O}$. Os autores notaram uma tendência à diminuição do CO_2 , atribuída à melhora do padrão respiratório, porém não houve alteração do volume minuto.

Achados semelhantes também foram observados durante a PSV com PEEP, não invasiva, em pacientes vítima de trauma. A melhora do volume corrente e a queda da FR fizeram com que o volume minuto permanecesse inalterado, o que sustentou os níveis de PaCO_2 (GREGORETTI *et al.*, 1998).

A aplicação de PSV, sem PEEP, aplicada via máscara facial, em pacientes com DPOC, promoveu uma redução significativa na PaCO_2 , observada por BROCHARD *et al.* (1990). Foram comparados 11 pacientes em ventilação não invasiva com 13 pacientes historicamente controlados, em ventilação invasiva, todos com PSV. Os benefícios fisiológicos alcançados após 45 minutos de pressão inspiratória incluíram queda na FR de $31 \pm 7\text{rpm}$ para $21 \pm 9\text{rpm}$ e aumento do volume corrente exalado final de $289 \pm 93\text{ml}$ para $596 \pm 210\text{ml}$ ($p < 0,01$). Não houve diferença na PEEPi entre os dois grupos estudados.

Quando a PSV é utilizada isoladamente, o aumento do volume minuto também está associado ao aumento da ventilação alveolar, que se reflete na menor PaCO_2 , na DPOC (BROCHARD *et al.*, 1990; AMBROSINO *et al.*, 1992).

Quando comparadas, em pacientes com edema pulmonar cardiogênico, a redução na PaCO₂ parece ser mais rápida na PSV com PEEP do que na CPAP (MEHTA; JAY *et al.*, 1997; PARK *et al.*, 2001).

5.1.5. PEEPi

PEEP intrínseca (PEEPi), ou auto-PEEP, é definida como a diferença entre a pressão alveolar e a pressão existente na abertura das vias aéreas ao final da expiração (ZIN, 2000). Ela pode constituir a parte mais importante da carga que leva à falência respiratória e impedir a eliminação do CO₂. O uso de PEEP extrínseca e CPAP podem diminuir o trabalho respiratório imposto por ela (GOLDBERG *et al.*, 1995; NAVA *et al.*, 1995; REISSMANN *et al.*, 2000).

Algumas evidências sugerem também que o ajuste inadequado de parâmetros ventilatórios pode acarretar problemas de sincronia entre o paciente e o respirador. Foi realizada uma análise da não-sincronia entre a respiração espontânea do paciente e o suporte pressórico, durante o desmame da ventilação mecânica. De 11 pacientes com insuficiência respiratória, nove permaneceram em assincronia, sendo considerada grave em cinco casos. Isto é, mais do que 50% dos esforços inspiratórios dos pacientes não foram assistidos pelo ventilador. Dentre as causas que justificaram esses achados estão a PEEP intrínseca gerada pelo ajuste incorreto da PS, o tempo expiratório curto, o fluxo expiratório lento, em associação a um elevado volume corrente (FABRY *et al.*, 1995).

No presente estudo não observamos a presença significativa de auto-PEEP, apesar dos altos valores de volume corrente alcançados com a ventilação não invasiva. Este achado pode ser atribuído ao fato de se tratar de um estudo numa população sadia, sem alterações prévias de padrão e mecânica respiratórias.

Já num estudo em 21 pacientes com DPOC, três modalidades de ventilação mecânica não invasiva foram comparadas: a bifásica, a PSV com

PEEP e a CPAP. Os autores observaram que a PEEPi foi semelhante na PSV e CPAP, e significativamente maior na modalidade bifásica. A fase de pressão alta do modo bifásica foi vista como responsável pela hiperinsuflação dos pacientes, em comparação com a fase de pressão baixa. Isso favoreceu a presença de maior PEEPi. Embora os níveis de pressão da CPAP e da fase baixa da bifásica serem iguais (5cmH₂O), a PEEPi foi significativamente maior nesta última. O quadro de hiperinsuflação gerado pela fase de pressão alta, associada à limitação de fluxo expiratório do portador de DPOC, levaram à incapacidade de desinsuflação pulmonar. A consequência vista nesse estudo foi a presença de PEEPi e a queda do volume corrente, na fase de pressão baixa, em comparação com a CPAP (KATZ-PAPATHEOPHILOU *et al.*, 2000).

Durante a fase de desmame da ventilação mecânica, a CPAP, a PSV e tubo T foram estudados na falência respiratória aguda. Dez pacientes foram submetidos a esses modos ventilatórios, aplicados em ordem randomizada. Tanto a CPAP (5 cmH₂O) como a PSV (5 cmH₂O) diminuíram significativamente o produto *pressão x tempo*, esofágico e diafragmático, em relação ao tubo T. Porém esta redução, com a modalidade CPAP, foi atribuída à diminuição da resistência pulmonar total e da PEEPi. Já a PSV foi associada a menores alterações nas pressões esofágica e diafragmática. Dessa forma, os autores observaram que com baixas pressões de CPAP e PSV, o volume corrente foi similar ao tubo T. Isso implica que ambas as modalidades assumiram parte do trabalho muscular inspiratório (SASSOON *et al.*, 1991).

5.1.6. Tempos do ciclo respiratório

O tempo total do ciclo respiratório (T_{tot}) é composto pela somatória dos tempos inspiratório (T_i) e expiratório (T_e). Ele está diretamente relacionado com a frequência respiratória do indivíduo. Ou seja, quanto maior a frequência respiratória, menor será o tempo total do ciclo respiratório.

Na PSV, em relação à ventilação espontânea, os tempos inspiratório e expiratório diminuíram no presente estudo, porém com significado estatístico somente na inspiração ($p < 0,05$). O tempo total do ciclo respiratório neste modo sugere ter sido menor que na ventilação espontânea, visto o aumento significativo da frequência respiratória na PSV ($p < 0,05$), assim como o aumento do fluxo inspiratório também foi maior na PSV, e portanto, determinado menor T_i .

Na comparação da CPAP com a ventilação espontânea, nossa pesquisa revelou aumento dos tempos inspiratório e expiratório, mas não significativos. Isto pode ser justificado pelo incremento proporcional entre fluxo inspiratório e VT alcançados, onde o tempo inspiratório e a FR não foram significativos. Isso também foi relatado no estudo de LAGHI *et al.* (1999), em indivíduos sadios, onde observaram a influência dos ajustes do ventilador na determinação da FR durante a ventilação mecânica.

Os nossos achados são similares aos de REISSMANN *et al.* (2000), já citado anteriormente, onde o CPAP foi aplicado em pacientes com DPOC e hiperinsuflação pulmonar. Nesse estudo randomizado, o tempo inspiratório aumentou de $0,91 \pm 0,06s$ (grupo controle – ZEEP) para $1,04 \pm 0,08s$ e o tempo expiratório de $1,94 \pm 0,24s$ para $2,28 \pm 0,22s$ (grupo CPAP), ambos não significativos. Porém, a FR diminuiu de $22,2 \pm 1,6rpm$ para $18,9 \pm 1,3rpm$ com a CPAP ($p < 0,05$). A relação T_i/T_{tot} não apresentou diferença significativa entre os dois grupos.

Na pesquisa de MARTIN *et al.* (1982), com pacientes asmáticos, a redução na FR com CPAP não foi significativa, e tanto o T_i como o T_e diminuíram, de forma que a relação T_i/T_{tot} não foi alterada.

Comparando as duas modalidades, tanto o tempo inspiratório como o expiratório foram significativamente menores na PSV do que na CPAP. E, isto novamente pode ser explicado pela diferença significativa nos picos de fluxo inspiratório e, conseqüentemente, nas frequências respiratórias (na PSV $14 \pm 4rpm$ e na CPAP $12 \pm 3rpm$; $p < 0,0001$).

Em sujeitos normais, aumentos do fluxo inspiratório, onde o VT permanece constante, propiciam diminuição dos tempo inspiratório e expiratório (YOUNES; PUDDY, 1992). Entretanto, em pacientes com DPOC, o tempo inspiratório diminui e o expiratório aumenta (LAGHI *et al.*, 2001). Essas diferentes respostas podem ser resultado de uma descarga vagal precoce secundária à hiperdistensão de regiões pulmonares com constantes de tempo rápida (LAGHI *et al.*, 2001). Em pacientes com DPOC é interessante que o tempo inspiratório seja menor, resultando em menores volumes correntes, minimizando os efeitos da hiperinsuflação, assim como maiores tempos de exalação propiciam menores PEEP.

Em nosso caso, o aumento do fluxo inspiratório pode também ter determinado menor T_i na PSV. E, como em sujeitos normais o T_e também diminui, obtivemos maior FR durante a PSV.

Apesar das alterações nos tempos inspiratório e expiratório com a ventilação não invasiva em ambas as modalidades, a relação T_i/T_{tot} não se alterou significativamente em relação à respiração espontânea. Porém, esta relação foi menor na PSV.

Os tempos do ciclo respiratório têm estreita relação com a assincronia mecânico-neural dos pacientes. O aumento no nível de assistência ventilatória produz uma queda no esforço respiratório e na dispnéia. Porém, pode ser acompanhado de aumento na frequência de esforços inspiratórios inefetivos (LEUNG *et al.*, 1997; NAVA *et al.*, 1995). As respirações que precedem esses esforços inefetivos têm o tempo total do ciclo e tempo expiratório reduzidos. Tais esforços estão freqüentemente associados à redução da FR e aos aumentos do tempo inspiratório, da relação T_i/T_{tot} , do volume corrente e da PEEPi. Isso resulta na atividade inspiratória que se inicia prematuramente, ou seja, antes que as pressões de recolhimento elástico caiam a níveis que poderiam ser superadas pelo esforço do doente (LEUNG *et al.*, 1997). Vale lembrar que o esforço diafragmático depende não apenas da amplitude de pressão gerada por este

músculo, mas também do tempo de contração sustentado pelo mesmo (NAVA *et al.*, 1995).

Segundo PARTHASARATHY *et al.* (2000), a mensuração do tempo inspiratório é de fundamental importância para a interação paciente – ventilador. Estimativas de início e duração do T_i baseados em fluxo, pressões esofágica e diafragmática, são susceptíveis de erros e contribuem para a não-sincronia do paciente com o respirador (PARTHASARATHY *et al.*, 2000).

5.2. VARIÁVEIS HEMODINÂMICAS

5.2.1. Frequência cardíaca e pressão arterial média

A ventilação mecânica com pressão positiva pode causar alterações hemodinâmicas como a queda do débito cardíaco e conseqüente redução na oferta de oxigênio (DRAGOSAVAC; TERZI, 2000). Em pacientes com falência cardíaca e baixa pressão de capilar pulmonar, a CPAP e a PSV com PEEP podem levar à diminuição do débito cardíaco (PHILIP-JOET *et al.*, 1999) .

Em nossa população, indivíduos sadios e em repouso, a frequência cardíaca aumentou significativamente nos dois modos não invasivos, porém sem diferença entre eles. A pressão arterial média diminuiu nas duas modalidades sem significado estatístico. Porém, na CPAP, a redução foi relevante quando comparado com a respiração espontânea.

Em pacientes com edema pulmonar cardiogênico, a PSV não promoveu alterações significativas de FC e pressão arterial (MASIP *et al.*, 2000). Porém, uma queda na pressão arterial diastólica foi observada em 60min com a CPAP, quando comparada com a PSV, em pacientes com edema pulmonar cardiogênico (PARK *et al.*, 2001). O autor atribuiu esse resultado a uma pequena amostra de pacientes, pois a pressão positiva intratorácica tem sido relacionada com a melhora do volume cardíaco ejetado, diminuição do *shunt* intrapulmonar e pós-carga do ventrículo (LIN *et al.*, 1995).

A aplicação de CPAP melhorou a condição hemodinâmica de sete dos 13 pacientes com descompensação aguda da insuficiência cardíaca congestiva estudados por BARATZ *et al.* (1992). Os autores observaram aumentos do débito cardíaco, da oferta de O₂ e do volume ejetado, sem alterar a pressão de capilar pulmonar. Isto sugeriu uma redução da pós-carga do ventrículo esquerdo com a CPAP. Entretanto, os pacientes que responderam (n = 7) obtiveram redução da FC e aumento da fração de ejeção (pouco significativos) em relação aos pacientes não responsivos (n = 6). Outro achado relevante ocorreu após a descontinuação da terapia com CPAP, onde os parâmetros hemodinâmicos retornaram ao basal em ambos os grupos, demonstrando que as alterações hemodinâmicas foram devidas mais ao CPAP do que à terapia medicamentosa.

No paciente com doença pulmonar obstrutiva crônica, o uso de PSV associado com PEEP, de aplicação não invasiva, promoveu a queda do débito cardíaco após 15 minutos de terapia. A FC diminuiu de forma pouco significativa, sendo ambas as alterações também observadas aos 30 minutos de ventilação. Após 15 minutos sem a ventilação não invasiva, essas alterações foram totalmente revertidas (DIAZ *et al.*, 1997).

Entretanto, no período pós-operatório de pacientes submetidos a cirurgia cardíaca, o uso de dois níveis de pressão resultou em discreta, porém significativa, queda do débito cardíaco quando comparado com CPAP (MATTE *et al.*, 2000). Esta última, em relação ao tratamento convencional (oxigenoterapia), também não evidenciou alterações hemodinâmicas no pós-operatório de cirurgia coronariana (THOMAS *et al.*, 1992).

Demais estudos que comparam PSV e CPAP não têm revelado alterações de FC e PAM significativas (BRIMACOMBE *et al.*, 2000; PARK, 2001).

5.3. CONFORTO

A observação do conforto respiratório de pacientes submetidos à ventilação mecânica é motivo de estudo entre as modalidades invasivas e não invasivas. A sensação subjetiva de conforto/desconforto respiratório pode ser induzida por sentimentos de ansiedade, medo e má-adaptação do paciente ao ventilador. Na prática, essas questões podem levar ao uso inadequado de sedativos e, portanto, merecem especial atenção (RUSSELL; GREER, 2000).

O nível de dispnéia durante a terapia não invasiva com CPAP foi estudado em dez pacientes com DPOC agudizado. Foram utilizados 5, 7,5 e 10cmH₂O. Os resultados revelam redução significativa da dispnéia e do esforço inspiratório, este último avaliado através da monitorização da pressão esofágica. Nenhum dos pacientes reportou piora da sensação de dispnéia em relação ao período controle. Nesse trabalho os autores sugerem que a dispnéia pode ser intensificada pelo colapso aéreo dinâmico e que a pressão positiva pode diminuir a compressão dinâmica da via aérea. Isto reduziria a sensação de dispnéia e favoreceria o conforto respiratório (GOLDBERG *et al.*, 1995).

Em nosso trabalho, a avaliação de conforto não mostrou diferença significativa entre as modalidades PSV e CPAP em nenhum dos graus de conforto da escala numérica de 1 a 4. Nós observamos que 23 voluntários atribuíram à ventilação não invasiva a sensação subjetiva de no mínimo *bom*, e 16 voluntários atribuíram às modalidades como, no máximo, a *regular*. Em nosso ponto de vista, esta qualificação em nível de conforto reflete a aceitação desse recurso terapêutico por parte dos pacientes.

A preferência entre PSV e CPAP também pode ser avaliada partindo do princípio de que a modalidade melhor pontuada seria também a de maior preferência. Porém, em nossos resultados, não observamos preferência significativa entre uma ou outra modalidade. Dos 39 voluntários, sete não

evidenciaram a sua preferência, pois ambas as modalidades foram igualmente pontuadas quanto ao conforto.

As nossas impressões são de que as diferenças obtidas na avaliação do conforto se devem às formas de aplicação de pressão nas vias aéreas. Apesar de iguais valores de pressão média nas vias aéreas para todos os voluntários, o uso de pressão inspiratória de 5cmH₂O acima da PEEP (de 5cmH₂O) e de uma pressão positiva contínua de 7cmH₂O exige diferentes adaptações respiratórias. Na percepção subjetiva e individual dos participantes, isto propiciou modificações no perfil respiratório que determinaram maior ou menor conforto.

RUSSELL e GREER (2000) verificaram a influência de vários modos de assistência ventilatória no conforto respiratório de 24 voluntários sadios. Através de bucal, três modalidades foram estudadas: ventilação mandatória intermitente sincronizada (SIMV), bifásica e pressão de suporte acrescida de PEEP. Foi utilizada uma escala analógica de 0 a 10, onde 0 correspondia à respiração normal e 10 à maior sensação de desconforto. Dentre os resultados obtidos, a PSV com PEEP foi considerada a mais confortável. A média de escore da escala visual analógica foi de 2,03 para PSV, enquanto na bifásica foi de 4,12 e na SIMV de 5,38 (análise de variância, $p < 0,001$ para os três modos).

A CPAP também promove conforto respiratório na falência respiratória hipoxêmica, levando à melhora das trocas gasosas e da complacência e diminuindo o trabalho respiratório do doente (AZEREDO, L. , 2002).

Entretanto, ISAACSON *et al.* (2000) estudaram o efeito da PSV e CPAP na *performance* diafragmática em ratos. Observaram que a PSV foi melhor na redução de trabalho respiratório, refletindo-se na redução da FR e ETCO₂. A CPAP em níveis acima de 10cmH₂O promoveu diminuição na habilidade de encurtamento do diafragma, diminuindo assim sua força de contração. Isto resultou em maior trabalho e desconforto respiratório, impondo maior força elástica para a insuflação pulmonar. Já em níveis mais baixos, a CPAP diminuiu o

trabalho respiratório e melhorou a mecânica pulmonar, contrabalanceando a PEEPi.

Também a aceitação da terapia foi preocupação no estudo de 29 pacientes com DPOC, quando comparadas as modalidades suporte pressórico e a assistida-controlada (A/C), ambas aplicadas por máscara facial. Para a avaliação, foi utilizado um escore de números inteiros no intervalo de 1 a 5. A média de aceitação para a PSV foi de $4 \pm 0,8$ versus 3 ± 1 para a A/C, com $p < 0,02$ (VITACCA *et al.*, 1993).

Não só a avaliação de conforto, mas também a aceitação da ventilação mecânica não invasiva devem ser preocupações relevantes, pois estão diretamente relacionadas ao sucesso dessa terapia. A razão mais comumente descrita de falência é a intolerância relacionada à interface e a sensação de pressão aérea excessiva (MEHTA; HILL, 2001). O paciente não confortável permanece agitado e tem dificuldade de coordenar sua respiração com a do ventilador. O resultado é a não-efetividade da assistência ventilatória. Dessa forma, nós consideramos que a mensuração de conforto deve fazer parte da instituição da ventilação mecânica não invasiva.

Conclusões

6

- 6.1 O perfil respiratório dos indivíduos voluntários mudaram com as duas modalidades, de modo similar, com os incrementos do volume minuto alveolar, do volume corrente, da saturação periférica de oxigênio e do pico de fluxo expiratório.
- 6.2 A pressão de suporte propiciou maiores volumes minuto e de espaço morto do que a CPAP. A redução do tempo inspiratório durante a PSV favoreceu o aumento da FR, visto que as alterações no tempo expiratório não foram significativas.
- 6.3 A hiperinsuflação não acarretou a geração de PEEPi, apesar dos elevados volumes obtidos.
- 6.4 As alterações hemodinâmicas foram similares com as duas modalidades.
- 6.5 A sensação subjetiva de conforto respiratório foi igual entre PSV e CPAP, e não houve preferência entre elas.

Referências Bibliográficas*

7

* As referências bibliográficas foram elaboradas de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), sendo adaptada a NBR 6023 de agosto/2000.

AMBROSINO, N.; NAVA, S.; BERTONE, P.; FRACCHIA, C.; RAMPULLA, C. Physiologic evaluation of pressure support ventilation by nasal mask in patients with stable COPD. **Chest**, 101: 385-91, 1992.

AMERICAN THORACIC SOCIETY. International consensus conferences in intensive care medicine: noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. **Am J Respir Crit Care Med**, 163: 283-91, 2001.

ANTONELLI, M.; CONTI, G.; BUFI, M.; COSTA, M.G.; LAPPA, A.; ROCCO, M. *et al.* Noninvasive ventilation for treatment of acute respiratory failure in patients undergoing solid organ transplantation. **JAMA**, 283: 235-41, 2000.

ANTONELLI, M.; CONTI, G.; RICCIONI, L.; MEDURI, G. U. Noninvasive positive-pressure ventilation via face mask during bronchoscopy with BAL in high-risk hypoxemic patients. **Chest**, 110: 724-28, 1996.

AZEREDO, C.A.C. Adequação dos níveis da PSV durante o desmame. In: AZEREDO, C.A.C. **Técnicas para o desmame no ventilador mecânico**. Rio de Janeiro: Manole, 2002a. p. 333-337.

AZEREDO, C.A.C.; SLUTZKY, L.C. Pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) – Um enfoque profilático. **Revista Sulamericana de Fisioterapia Respiratória**, 0: 7-15, 1996.

AZEREDO, L. Ventilação não invasiva. In: AZEREDO, C.A.C. **Técnicas para o desmame no ventilador mecânico**. Rio de Janeiro: Manole, 2002. p. 311-25.

BACON, J.P.; FARNEY, R.; JENSEN, R.J.; WALKER, J.M.; CLOWARD, T.V. Nasal continuous positive airway pressure devices do not maintain the set pressure dynamically when tested under simulated clinical conditions. **Chest**, 118: 1441-9, 2000.

BANNER, M.J.; KIRBY, R.R.; MACINTYRE, N.R. Patient and ventilator work of breathing and ventilatory muscle loads at different levels of pressure support ventilation. **Chest**, 100: 531-3, 1991.

BARATZ, D.M.; WESTBROOK, P.R.; SHAH, P.K.; MOHSENFAR, Z. Effect of nasal continuous positive airway pressure on cardiac output and oxygen delivery in patients with congestive heart failure. **Chest**, 102: 1397-401, 1992.

BARBAS, C.S.V.; ROTHMAN, A.; AMATO, M.B.P.; RODRIGUES JÚNIOR, M. Técnicas de assistência ventilatória. In: KNOBEL, E. **Condutas no paciente Grave**. São Paulo: Atheneu, 1994. p.312-46.

BISHOP, B.; HIRSCH, J.; THURSBY, M. Volume, flow, and timing of each breath during positive-pressure breathing in man. **J Appl Physiol**, 45: 495-501, 1978.

BRANSON, R.D.; HURST, J.M.; DEHAVEN, C.B. Mask CPAP: state of the art. **Respiratory Care**, 30: 646-57, 1985.

BRIMACOMBE, J.; KELLER, C.; HÖRMANN, C. Pressure support ventilation *versus* continuous positive airway pressure with the laryngeal mask airway. **Anesthesiology**, 92: 1621-3, 2000.

BROCHARD, L.; ISABEY, D.; PIQUET, J.; AMARO, P.; MANCEBO, J.; MESSDI, A-A. *et al.* Reversal of acute exacerbations of chronic obstructive lung disease by inspiratory assistance with a face mask. **N Engl J Med**, 323: 1523-30, 1990.

BROCHARD, L.; MANCEBO, J.; WYSOCKI, M.; LOFASO, F.; CONTI, G.; RAUSS, A. *et al.* Noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. **N Engl J Med**, 333: 817-22, 1995.

CARLUCCI, A.; RICHARD, J.-C.; WYSOCKI, M.; LEPAGE, E.; BROCHARD, L. *et al.* Noninvasive versus conventional mechanical ventilation. **Am J Respir Crit Care Med**, 163: 874-80, 2001.

CONFALONIERI, M.; POTENA, A.; CARBONE, G.; PORTA, R.D.; TOLLEY, E.A.; MEDURI, G.U. Acute respiratory failure in patients with severe community-acquired pneumonia. **Am J Respir Crit Care Med**, 160: 1585-91, 1999.

CONOVER, W.J. **Practical nonparametric statistics**. Nova Iorque: Ed. John Wiley & Sons Inc., 1971.

DELCLAUX, C.; L'HER, E.; ALBERTI, C.; MANCEBO, J.; ABROUG, F.; CONTI, G. *et al.* Treatment of acute hypoxemic nonhypercapnic respiratory insufficiency with continuous positive airway pressure delivered by a face mask. A randomized controlled trial. **JAMA**, 284: 2352-60, 2000.

DIAZ, O.; IGLESIA, R.; FERRER, M.; ZAVALA, E.; SANTOS, C.; WAGNER, P.D. *et al.* Effects of noninvasive ventilation on pulmonary gas exchange and hemodynamics during acute hypercapnic exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. **Am J Respir Crit Care Med**, 156: 1840-45, 1997.

DRÄGER MEDIZINTECHNIK GMBH. Manual de uso Savina – Ventilador de cuidados intensivos. 1ª edição, 2000. p.1-120. (Disponível em <http://www.draeger.com>).

DRAGOSAVAC, D.; TERZI, R.G.G. Interação cardiopulmonar durante a ventilação mecânica. In: CARVALHO, C.R.R. **Ventilação mecânica – Básico**; São Paulo: Atheneu, 2000. p. 253-69. V.1.

ELLIOTT, M.W.; AQUILINA, R.; GREEN, M.; MOXHAM, J.; SIMONDS, K. A comparison of different modes of noninvasive ventilatory support: effects on ventilation and inspiratory muscle effort. **Anaesthesia**, 49: 279-83, 1994.

EMMERICH, J.C. Monitorização clínica. In: EMMERICH, J.C. **Monitorização respiratória**. Rio de Janeiro: Revinter Ltda., 1996. p.11-26.

FABRY, B.; GUTTMANN, J.; EBERHARD, L.; BAUER, T.; HABERTHÜR, C.; WOLF, G. An analysis of desynchronization between the spontaneously breathing

patient and ventilator during inspiratory pressure support. **Chest**, 107: 1387-94, 1995.

FLENLEY, D.C.; PENGELLY, L.D.; MILIC-EMILI, J. Immediate effects of positive-pressure breathing on the ventilatory response to CO₂. **J Appl Physiol**, 30: 7-11, 1971.

FOLKOW, B.; PAPPENHEIMER, J.R. Components of the respiratory dead space and their variation with pressure breathing and with bronchoactive drugs. **J Appl Physiol**, 8: 102-108, 1955.

GIROU, E.; SCHORTGEN, F.; DELCLAUX, C.; BRUN-BUISSON, C.; BLOT, F.; LEFORT, Y. *et al.* Association of noninvasive ventilation with nosocomial infections and survival in critically ill patients. **JAMA**, 284: 2361-67, 2000.

GLADWIN, M.T.; PIERSON, D.J. Mechanical ventilation of the patient with severe chronic obstructive pulmonary disease. **Intensive Care Med**, 24: 898-910, 1998.

GOLDBERG, P.; REISSMANN, H.; MALTAIS, F.; RANIERI, M.; GOTTFRIED, S.B. Efficacy of noninvasive CPAP in COPD with acute respiratory failure. **Eur Respir J**, 8: 1894-900, 1995.

GREGORETTI, C.; BELTRAME, F.; LUCANGELO, U.; BURBI, L.; CONTI, G.; TURELLO, M. *et al.* Physiologic evaluation of non-invasive pressure support ventilation in trauma patients with acute respiratory failure. **Intensive Care Med**, 24: 785-90, 1998.

GUÉRIN, C.; GIRARD, R.; CHEMORIN, C.; VARAX, R. de; FOURNIER, G. Facial mask noninvasive mechanical ventilation reduces the incidence of nosocomial pneumonia. **Intensive Care Med**, 23: 1024-32, 1997.

GUYTON, A.C. Ventilação Pulmonar. In: GUYTON, A.C. **Tratado de Fisiologia Médica**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986. p. 412-24.

HILBERT, G.; GRUSON, D.; VARGAS, F.; VALENTINO, R.; CHENE, G.; BOIRON, J-M. *et al.* Noninvasive continuous positive airway pressure in neutropenic patients with acute respiratory failure requiring intensive care unit admission. **Crit Care Med**, 28: 3185-90, 2000.

HILL, N.S. Noninvasive ventilation. Does it work, for whom, and how? **Am J Respir Dis**, 147: 1050-55, 1993.

HOLT, A.W.; BERSTEN, A.D.; FULLER, S.; PIPER, R.K.; WORTHLEY, L.I.G.; VEDIG, A.E. Intensive care costing methodology: cost benefit analysis of mask continuous positive airway pressure for severe cardiogenic pulmonary oedema. **Anaesth Intens Care**, 22: 170-4, 1994.

ISAACSON, J.; SIMTH-BLAIR, N.; CLANCY, R.L.; PIERCE, J.D. Effects of pressure support ventilation and continuous positive airway pressure on diaphragm performance. **Journal of Advanced Nursing**, 32: 1442-49, 2000.

KATZ-PAPATHEOPHILOU, E.; HEINDL, W.; GELBMANN, H.; HOLLAUS, P.; NEUMANN, M. Effects of biphasic positive airway pressure in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Eur Respir J**, 15: 498-504, 2000.

KINDGEN-MILLES, D.; BUHL, R.; GABRIEL, A.; BÖHNER, H.; MÜLLER, E. Nasal continuous positive airway pressure. A method to avoid endotracheal reintubation in postoperative high-risk patients with severe nonhypercapnic oxygenation failure. **Chest**, 117: 1106-11, 2000.

KOSOWSKY, J.M.; STORROW, A.B.; CARLETON, S.C. Continuous and bilevel positive airway pressure in the treatment of acute cardiogenic pulmonary edema. **Am J Emerg Med**, 18: 91-5, 2000.

LAGHI, F.; KARAMCHANDANI, K.; TOBIN, M.J. Influence of ventilator settings in determining respiratory frequency during mechanical ventilation. **Am J Respir Crit Care Med**, 160: 1766-70, 1999.

LAGHI, F.; SEGAL, J.; CHOE, W.K.; TOBIN, M.J. Effect of imposed inflation time on respiratory frequency and hyperinflation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Am J Respir Crit Care Med**, 163: 1365-70, 2001.

LEUNG, P.; JUBRAN, A.; TOBIN, M.J. Comparison of assisted ventilator modes on triggering, patient effort, and dyspnea. **Am J Respir Crit Care Med**, 155: 1940-8, 1997.

LIN, M.; YANG, Y.-F.; CHIANG, H.-T.; CHANG, M.-S.; CHIANG, B.N.; CHEITLIN, M.D. Reappraisal of continuous positive airway pressure therapy in acute cardiogenic pulmonary edema. **Chest**, 107: 1379-86, 1995.

LINDNER, K.H.; LOTZ, P.; AHNEFELD, F.W. Continuous positive airway pressure effect on functional residual capacity, vital capacity and its subdivisions. **Chest**, 92: 66-70, 1987.

MACINTYRE, N.R. Respiratory function during pressure support ventilation. **Chest**, 89: 677-83, 1986.

MARTIN, J.G.; SHORE, S.; ENGEL, L.A. Effect of continuous positive airway pressure on respiratory mechanics and pattern of breathing in induced asthma. **Am Rev Respir Dis**, 126: 812-17, 1982.

MASIP, J.; BETBESÉ, A.J.; PÁEZ, J.; VECILIA, F.; CAÑIZARES, R.; PADRÓ, J. *et al.* Non-invasive pressure support ventilation versus conventional oxygen therapy in acute cardiogenic pulmonary edema: a randomised trial. **Lancet**, 354: 2126-32, 2000.

MATTE, P.; JACQUET, L.; DYCK, M.V.; GOENEN, M. Effects of conventional physiotherapy, continuous positive airway pressure and non-invasive ventilatory with bilevel positive airway pressure after coronary artery bypass grafting. **Acta Anaesthesiol Scand**, 44: 75-81, 2000.

MCCORMICK, J.; MEHTA, S.; HIPONA, R.; CECE, R.; HILL, N.S. Face mask vs nasal mask for administration of noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. **Am J Respir Crit Care Med**, **155**: A407, 1997.[abstract].

MEDURI, G.U.; COOK, T.R.; TURNER, R.E.; COHEN, M.; LEEPER, K.V. Noninvasive positive pressure ventilation in status asthmaticus. **Chest**, **110**: 767-74, 1996.

MEHTA, S.; HILL, N. Noninvasive Ventilation. **Am J Respir Crit Care Med**, **163**: 540-77, 2001.

MEHTA, S.; JAY, G.D.; WOOLARD, R.H.; HIPONA, R.A.; CONNELLY, E.M.; CIMINI, D.M. *et al.* Randomized, prospective trial of bilevel versus continuous positive airway pressure in acute pulmonary edema. **Crit Care Med**, **25**: 620-8, 1997.

MEYER, E.C.; LORENZI FILHO, G.; SCHETTINO, G.P.P.; CARVALHO, C.R.R. Ventilação não invasiva no cardiopata grave. **Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo**, **3**: 420-7, 1998.

NATIONAL ASSOCIATION FOR MEDICAL DIRECTION OF RESPIRATORY CARE. Clinical indications for noninvasive positive pressure ventilation in chronic respiratory failure due to restrictive lung disease, COPD, and nocturnal hypoventilation. A consensus conference report. **Chest**, **116**: 521-34, 1999.

NAVA, S.; BRUSCHI, C.; RUBINI, F.; PALO, A.; IOTTI, G.; BRASCHI, A. Respiratory response and inspiratory effort during pressure support ventilation in COPD patients. **Intensive Care Med**, **21**: 871-9, 1995.

NAVA, S.; EVANGELIST, I.; RAMPULLA, C.; COMPAGNONI, M.L.; FRACCHIA, C.; RUBINI, F. Human and financial costs of noninvasive mechanical ventilation in patients affected by COPD and acute respiratory failure. **Chest**, **111**: 1631-8, 1997.

NOVAMETRIX MEDICAL SYSTEMS INC. Ventilator management and patient monitoring. A focus on Volumetric CO2 with CO2SMO Plus!, 1999.

PANG, D.; KEENAN, S.P.; COOK, D.J.; SIBBALD, W.J. The effect of positive pressure airway support on mortality and the need for intubation in cardiogenic pulmonary edema. **Chest**, 114: 1185-92, 1998.

PANKOW, W.; HIJJEH, N.; SCHÜTTLER, F.; PENZEL, T.; BECKER, H.F.; PETER, J-H. *et al.* Influence of noninvasive positive pressure ventilation on inspiratory muscle activity in obese subjects. **Eur Respir J**, 10: 2847-52, 1997.

PARK, M. **Comparação entre oxigenoterapia, pressão positiva contínua em vias aéreas e ventilação em dois níveis de pressão por máscaras no tratamento do edema agudo dos pulmões de origem cardíaca.** São Paulo, 2001. (Tese – Doutorado – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo).

PARK, M.; LORENZI FILHO, G.; FELTRIM, M.I.; VIECILI, P.R.N.; SANGEAN, M.C.; VOLPE, M. *et al.* Oxygen therapy, continuous positive airway pressure, or noninvasive bilevel positive pressure ventilation in the treatment of acute cardiogenic pulmonary edema. **Arq Bras Cardiol**, 76: 221-5 , 2001.

PARTHASARATHY, S.; JUBRAN, A.; TOBIN, M.J. Assessment os neural inspiratory time in ventilator-supported patients. **Am J Respir Crit Care Med**, 162: 546-52, 2000.

PHILIP-JOËT, F-F.; PAGANELLI, F.F.; DUTAU, H.L.; SAADJIAN, A.Y. Hemodynamic effects of bilevel nasal positive airway pressure ventilation in patients with heart failure. **Respiration**, 66: 136-43, 1999.

PUDDY, A.; YOUNES, M. Effects of inspiratory flow rate on respiratory output in normal subjects. **Am Rev Respir Dis**, 146: 787-9, 1992.

REISSMANN, H.K.; RANIERI, V.M.; GOLDBERG, P.; GOTTFRIED, S.B. Continuous positive airway pressure facilitates spontaneous breathing in weaning chronic obstructive pulmonary disease patients by improving breathing pattern and gas exchange. **Intensive Care Med**, 26: 1764-72, 2000.

RICKSTEN, S-E.; BENGTSSON, A.; SODERBERG, C.; THORDEN, M.; KVIST, H. Effects of periodic positive airway pressure by mask on postoperative pulmonary function. **Chest**, 89: 774-81, 1986.

RUSSELL, W.C.; GREER, J.R. The confort of breathing: a study with volunteers assessing the influence of various modes of assisted ventilation. **Crit Care Med**, 28: 3645-8, 2000.

RUSTERHOLLTZ, T.; KEMPF, J.; BERTON, C.; GAYOL, S.; TOURNOUD, C.; ZAEHRINGER, M. *et al.* Noninvasive pressure suport ventilation (NIPSV) with mask in patients with acute pulmonary edema (ACPE). **Intensive Care Med**, 25: 21-8, 1999.

SASSOON, C.S.H.; LIGHT, R.W.; LODIA, R.; SIECK, G.C.; MAHUTTE, C.K. Pressure-time product during continuous positive airway pressure, pressure support ventilation, and T-piece during weaning from mechanical ventilation. **Am Rev Respir Dis**, 143: 469-75, 1991.

STOCK, M.C.; DOWNS, J.B.; GAUER, P.K.; ALSTER, M.S.; IMREY, P.B. Prevention of postoperative pulmonary complications with CPAP, incentive spirometry, and conservative therapy. **Chest**, 87: 151-7, 1985.

TERZI, R.G.G.; CARVALHO, C.R.R. Histórico da ventilação mecânica. In: CARVALHO, C.R.R. **Ventilação Mecânica – Básico**. São Paulo: Atheneu, 2000. p. 1-30.

THOMAZ, A.N.; RYAN, R.P.; DORAN, B.R.H.; POLLARD, B.J. Nasal CPAP after coronary artery surgery. **Anaesthesia**, 47: 316-9, 1992.

URBSCHAIT, M.A.; BISHOP, B.; BACHOFEN, H. Immediate effects of continuous positive pressure breathing on abdominal expiratory activity, minute ventilation, and end-tidal PCO₂ of concious man. **Physical Therapy**, 53: 258-65, 1973.

VITACCA, M.; NAVA, S.; CONFALONIERI, M.; BIANCHI, L.; PORTA, R.; CLINI, E. *et al.* The appropriate setting of noninvasive pressure support ventilation in stable COPD patients. **Chest**, 118: 1286-93, 2000.

VITACCA, M.; RUBINI, F.; FOGGIO, K.; SCALVINI, S.; NAVA, S.; AMBROSINO, N. Non-invasive modalities of positive pressure ventilation improve the outcome of acute exacerbations in COPD patients. **Intensive Care Med**, 19: 450-5, 1993.

ZIN, W.A. Auto-PEEP e sua determinação. In: CARVALHO, C.R.R. **Ventilação Mecânica – Avançado**. São Paulo: Atheneu, 2000. p. 107-22.

Anexos 8

TERMO DE CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

NOME DO PROJETO: COMPARAÇÃO DO PERFIL RESPIRATÓRIO DE INDIVÍDUOS ADULTOS SADIOS SUBMETIDOS A DOIS MODOS DE VENTILAÇÃO MECÂNICA NÃO INVASIVA: PRESSÃO POSITIVA CONTÍNUA (CPAP) E PRESSÃO DE SUPORTE (PS).

**RESPONSÁVEIS: FT. SILVIA M. DE TOLEDO PIZA SOARES
PROF. DRa. DESANKA DRAGOSAVAC**

Este documento tem a finalidade de solicitar o seu consentimento para participar num trabalho de pesquisa, que será desenvolvido neste Hospital de Clínicas – UNICAMP, cujos detalhes serão fornecidos a seguir:

JUSTIFICATIVA DA PESQUISA:

A ventilação mecânica aplicada de forma não invasiva é hoje reconhecida como uma opção que evita a intubação de pacientes com insuficiência respiratória aguda de diversas causas. Ela se faz possível por aplicação de máscaras adaptadas à face do indivíduo com uso de respiradores artificiais, específicos ou convencionais.

Existem hoje diferentes formas de ajuste da ventilação não invasiva que podem ajudar a aliviar e a corrigir algumas alterações respiratórias que são conseqüências da incapacidade do indivíduo de garantir sua adequada ventilação e oxigenação. Dentre elas podemos citar a falta de ar, o trabalho respiratório aumentado, a hipoxemia (oxigenação baixa) e a retenção do gás carbônico.

Dos diferentes modos de aplicação desta ventilação, duas são de ampla aplicação no tratamento da insuficiência respiratória: a pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) e a pressão de suporte (PSV). Existem preferências clínicas por um ou outro modo, porém determinadas situações clínicas limitam os efeitos benéficos de um sobre o outro. Isto permite maior aprofundamento e investigação sobre o assunto. Desta forma, justifica-se estudar o comportamento respiratório de indivíduos adultos, saudáveis, submetidos aos dois modos de ventilação não invasiva, o que permitirá avaliar as alterações produzidas neste sistema e, identificar qual a modalidade que pode trazer maiores benefícios aos pacientes com diferentes acometimentos respiratórios.

PROCEDIMENTOS AOS QUAIS O INDIVÍDUO SERÁ SUBMETIDO NESTE ESTUDO:

Para estudar o comportamento respiratório de cada indivíduo, este será acoplado a um modo de ventilação mecânica não invasiva, em dois momentos diferentes, com um intervalo de 7 dias. No primeiro momento, o voluntário será adaptado a um aparelho de monitorização respiratória não invasivo (CO₂SMO), através de uma máscara facial, e monitorizado em respiração espontânea por 5 minutos. Posteriormente, será feito o ajuste da modalidade pressão de suporte com 10 cmH₂O e pressão expiratória final de 5 cmH₂O, sendo também registrado o perfil respiratório. No segundo momento, o indivíduo será novamente monitorizado em respiração espontânea pelo aparelho CO₂SMO e , posteriormente, adaptado à modalidade pressão positiva contínua com 7 cmH₂O, por 10 minutos. Outro perfil respiratório será registrado.

A pressão arterial e a frequência cardíaca também serão verificadas no decorrer dos procedimentos, caracterizando a monitorização hemodinâmica.

No decorrer dos procedimentos, o indivíduo estará sob cuidados médicos e de enfermagem, afim de que nada sofra.

Esclarecemos que todos os procedimentos são não invasivos e de baixo risco para os participantes.

BENEFÍCIOS ESPERADOS:

Não haverá nenhum benefício direto para o indivíduo durante a pesquisa. Porém, os resultados deste trabalho poderão trazer informações importantes para aprimorar o tratamento e cuidado de indivíduos com insuficiência respiratória aguda.

OUTRAS INFORMAÇÕES:

1. Você tem a garantia de receber quaisquer informações adicionais ou esclarecimentos que julgar necessários, a qualquer tempo do estudo.
2. A sua recusa em participar deste estudo não trará qualquer prejuízo pessoal ou profissional, e você estará livre para desautorizar sua participação no estudo a qualquer tempo, mesmo que tenha consentido sua participação inicialmente.
3. As informações obtidas pelo estudo serão estritamente confidenciais, estando garantidas a sua privacidade e anonimato na apresentação ou publicação dos resultados.
4. Você tem o direito de obter as informações sobre os resultados dos exames que foram realizados, a qualquer tempo do estudo.

5. Não haverá compensações financeiras, nem também qualquer tipo de custo adicional para você, ao participar do estudo.

Tendo lido, compreendido e estando suficientemente esclarecido sobre os propósitos do estudo, eu consinto em participar desta pesquisa.

Idade: _____, R.G. _____
Endereço _____

consinto de minha participação neste estudo, concordando com o presente termo de consentimento livre e esclarecido, datando e assinando abaixo.

_____/_____/_____

ASSINATURA

Ft. Sílvia M.T. Piza Soares
Tel: 3237-7617

Prof. Dra. Desanka Dragosavac
Tel: 3253-0192

Comitê de Ética em Pesquisa da FCM – UNICAMP - Tel: 3788-7223 / 3289-3749

FICHA DE COLETA DE DADOS

NOME: _____ IDADE: _____

SEXO: _____ PESO: _____ ALTURA: _____

DATA: ____ / ____ / ____

PRIMEIRO MOMENTO														
VENTILAÇÃO ESPONTÂNEA														
VM	VMalv.	Vt	Vd	EtCO ₂	SpO ₂	FR	PEEPi	Ti	Te	PFI	PFE	FC	PAM	Score
PSV com PEEP														
VM	VMalv.	Vt	Vd	EtCO ₂	SpO ₂	FR	PEEPi	Ti	Te	PFI	PFE	FC	PAM	Score

DATA: ____ / ____ / ____

SEGUNDO MOMENTO														
VENTILAÇÃO ESPONTÂNEA														
VM	VMalv.	Vt	Vd	EtCO ₂	SpO ₂	FR	PEEPi	Ti	Te	PFI	PFE	FC	PAM	Score
CPAP														
VM	VMalv.	Vt	Vd	EtCO ₂	SpO ₂	FR	PEEPi	Ti	Te	PFI	PFE	FC	PAM	Score

OBSERVAÇÕES:

PLANILHA DE DADOS
RESPIRAÇÃO ESPONTÂNEA 1 (SPO-1)

Caso	MV	MV alv	FR	Vt	Vd	PEEPI	ETCO ₂	PIF	PEF	PULSE	SpO ₂	PAM	Ti	Te	Ti/Ttot
1	7,67	5,80	12,47	614,61	134,17	0	35,00	31,45	23,14	80,64	96,74	103,33	1,64	3,02	4,02
2	6,96	5,04	13,76	503,04	120,73	0	35,00	27,75	22,03	80,31	97,63	76,66	2,00	2,37	3,37
3	8,62	6,19	16,23	534,86	149,76	0	38,11	31,69	25,04	83,10	97,00	76,66	1,58	2,15	3,15
4	5,95	4,65	10,10	587,38	114,61	0	35,12	38,37	20,93	91,51	97,07	93,33	1,54	4,11	5,11
5	7,57	6,13	12,47	601,95	119,23	0	34,35	24,91	22,51	65,77	97,90	90,00	2,28	2,54	3,54
6	6,65	4,81	14,83	453,31	117,86	0	34,13	27,32	19,51	91,23	97,38	83,33	1,49	2,51	3,51
7	13,14	11,28	10,06	1276,29	178,68	0	26,58	48,34	51,88	62,50	97,98	106,66	2,97	2,90	3,90
8	5,86	4,29	14,10	413,07	101,71	0	38,33	22,07	16,65	71,33	97,96	93,33	1,74	2,39	3,39
9	7,47	5,37	14,96	504,73	146,03	0	34,33	28,86	25,32	64,11	98,03	95,00	1,61	2,47	3,47
10	6,59	5,33	6,00	1122,58	156,00	0	44,97	41,30	24,04	61,21	97,86	118,33	3,74	5,78	6,78
11	5,94	4,65	11,53	515,47	113,87	0	38,24	20,06	18,76	77,22	97,25	93,33	2,64	2,69	3,69
12	6,70	4,75	13,30	503,74	146,76	0	36,09	29,81	22,12	87,75	98,06	93,33	1,59	2,87	3,87
13	7,82	6,09	11,78	661,26	131,36	0	34,22	28,63	21,97	69,49	98,00	83,33	1,99	3,12	4,12
14	6,35	4,75	15,03	420,89	103,67	0	36,87	22,99	18,93	73,17	97,63	93,33	1,71	2,33	3,33
15	6,49	5,06	11,45	570,02	124,29	0	37,45	25,96	19,41	79,89	98,14	93,33	1,96	3,49	4,49
16	13,45	10,84	13,99	927,89	195,79	0	31,33	42,99	42,49	53,99	98,24	93,33	2,02	2,40	3,40
17	3,91	2,88	10,57	369,29	88,49	0	38,96	15,49	13,85	63,28	98,02	90,00	3,06	2,73	3,73
18	7,06	5,42	13,18	531,18	125,71	0	32,85	24,20	20,70	76,00	98,18	93,33	1,95	2,68	3,68
19	7,21	5,19	16,49	435,59	111,34	0	34,77	30,97	21,45	97,54	97,33	100,00	1,24	2,41	3,41
20	5,50	4,61	7,32	748,26	116,06	0	37,14	21,52	15,35	69,27	97,95	93,33	3,44	4,63	5,63
21	6,99	5,67	13,79	497,42	94,51	0	38,63	30,89	19,49	81,90	98,00	90,00	1,58	2,76	3,76
22	6,79	6,00	5,39	1252,17	133,71	0	30,46	35,46	36,06	77,61	98,00	88,33	4,25	6,55	7,55
23	5,93	5,03	9,30	621,57	112,81	0	34,09	24,36	20,67	82,81	97,85	90,00	2,81	3,53	4,53
24	6,21	4,68	12,51	494,03	118,00	0	38,64	27,12	20,36	84,36	97,74	93,33	2,16	2,70	3,70
25	8,48	6,67	12,38	687,70	134,92	0	40,68	35,97	25,04	62,90	96,86	98,33	1,99	2,81	3,81
26	8,47	6,44	11,25	744,26	171,45	0	37,52	34,36	20,13	69,95	97,29	91,66	1,98	3,40	4,40

Caso	MV	MV aIV	FR	Vt	Vd	PEEPI	ETCO ₂	PIF	PEF	PULSE	SpO ₂	PAM	Ti	Te	Ti/Ttot
27	5,16	3,85	11,16	461,64	115,82	0	39,11	16,43	13,70	83,96	97,00	90,00	2,50	2,70	3,70
29	6,18	5,00	10,87	564,65	114,88	0	36,75	24,66	21,35	93,25	97,90	93,33	2,92	2,86	3,86
30	9,19	5,52	22,00	415,85	167,42	0	34,65	35,83	24,73	72,20	97,92	90,00	1,07	1,74	2,74
31	9,02	7,36	10,63	845,73	133,37	0	35,33	40,66	41,02	93,65	98,94	93,33	1,75	3,91	4,91
32	6,21	5,10	11,46	539,64	99,13	0	41,93	22,10	17,62	88,63	95,72	86,66	2,45	2,94	3,94
33	8,79	6,19	14,74	593,79	171,47	0	39,05	39,55	32,64	77,26	97,86	93,33	1,54	2,57	3,57
34	8,32	6,44	12,72	647,82	144,14	0	38,83	35,14	32,67	85,88	97,03	93,33	1,95	2,64	3,64
35	8,05	6,17	15,83	506,98	114,10	0	33,26	34,31	27,49	99,48	97,86	93,33	1,49	2,38	3,38
36	7,51	5,59	15,66	478,60	111,51	0	37,73	32,81	20,28	101,22	97,65	88,33	1,61	2,25	3,25
37	5,06	4,59	6,50	781,23	135,93	0	42,50	30,10	13,85	76,50	97,50	90,00	2,57	6,96	7,96
39	7,92	6,23	11,38	682,96	131,87	0	44,33	29,75	23,79	74,29	97,00	103,33	2,43	3,02	4,02
41	5,97	4,37	15,14	391,02	106,47	0	40,58	21,10	15,89	75,91	97,61	83,33	1,95	2,05	3,05
42	7,91	5,66	17,61	449,55	120,51	0	36,31	36,87	26,97	91,19	96,59	86,66	1,16	2,25	3,25

RESPIRAÇÃO ESPONTÂNEA 2 (SPO-2)

Caso	MV	MV alv	FR	Vt	Vd	PEEPI	ETCO ₂	PIF	PEF	FC	SpO ₂	PAM	Ti	Te	Ti/Ttot
1	7,09	5,66	11,00	641,02	129,67	0	38,75	29,97	20,01	78,67	96,95	103,33	1,78	3,59	4,59
2	8,85	6,42	16,85	516,77	133,87	0	31,35	31,47	26,11	78,24	97,93	83,33	1,58	2,03	3,03
3	6,76	4,94	13,41	506,08	137,09	0	37,71	25,23	19,04	68,35	98,01	93,33	1,89	2,64	3,64
4	7,73	6,39	11,18	684,61	121,52	0	36,68	42,80	28,52	92,57	97,29	93,33	1,59	3,68	4,68
5	5,48	4,02	12,86	420,51	108,82	0	40,38	21,24	19,76	54,14	97,80	90,00	1,89	2,59	3,59
6	5,96	4,32	14,49	411,40	113,22	0	37,60	23,38	16,66	71,88	97,93	95,00	1,45	2,78	3,78
7	8,26	6,53	10,91	755,46	153,61	0	35,39	38,27	32,51	63,98	97,24	101,70	2,37	3,16	4,16
8	6,17	4,59	14,58	420,08	113,13	0	36,61	22,05	19,97	80,80	98,37	83,33	1,73	2,38	3,38
9	6,32	4,67	11,49	554,24	140,89	0	35,77	30,35	23,91	67,40	98,11	93,33	1,64	3,53	4,53
10	7,73	5,52	11,55	681,44	174,60	0	44,21	37,68	23,93	68,30	96,79	105,00	1,87	3,86	4,86
11	6,36	5,01	11,13	563,65	118,79	0	36,28	20,79	21,90	79,87	98,49	93,33	2,56	2,61	3,61
12	6,36	4,37	13,09	486,49	142,95	0	35,38	28,81	24,14	88,02	98,28	95,00	1,61	2,96	3,96
13	7,79	6,06	11,97	644,26	130,75	0	36,72	28,30	22,88	69,70	97,75	95,00	2,09	2,86	3,86
14	7,97	6,23	15,80	501,93	111,76	0	33,01	28,68	29,25	77,13	99,01	93,33	1,72	2,20	3,20
15	8,14	6,61	12,70	635,07	121,66	0	37,94	31,68	25,41	91,50	97,97	86,66	1,88	2,92	3,92
16	13,01	10,91	12,10	1055,57	180,31	0	31,10	43,42	41,00	55,34	98,02	96,66	2,34	2,60	3,60
17	5,71	4,19	15,51	369,29	97,62	0	36,13	18,98	19,01	65,25	98,61	93,33	1,93	2,02	3,02
18	4,86	3,58	11,13	433,36	116,70	0	34,41	15,34	13,69	65,91	98,25	91,66	2,49	2,97	3,97
19	7,66	5,79	15,51	490,69	114,32	0	34,65	30,75	21,24	100,70	98,00	95,00	1,34	2,63	3,63
20	4,88	4,23	6,91	701,31	122,43	0	37,80	19,37	12,75	59,54	97,91	91,66	3,34	5,39	6,39
21	6,40	5,17	12,00	535,07	101,22	0	39,03	27,38	23,19	82,23	97,67	80,00	2,06	2,93	3,93
22	7,40	5,16	4,88	1533,18	129,40	0	32,60	36,67	38,23	82,12	98,48	75,00	4,71	6,59	7,59
23	6,59	5,22	10,87	602,87	114,65	0	37,93	32,79	18,53	80,69	97,82	98,33	2,27	3,33	4,33
24	5,84	4,31	11,98	485,76	121,44	0	38,93	25,59	20,35	70,90	97,24	86,66	2,22	2,97	3,97
24	8,32	7,01	11,45	706,89	120,30	0	30,22	53,47	30,31	77,98	97,62	106,66	1,95	3,50	4,50
25	9,88	8,00	12,13	818,35	146,23	0	43,48	43,54	31,15	72,23	96,87	86,66	2,18	2,72	3,72
26	7,75	5,90	10,17	753,54	169,98	0	38,50	33,12	20,92	73,38	97,00	85,00	2,04	3,77	4,77
27	5,61	4,00	12,43	449,66	125,05	0	39,44	18,37	14,67	74,51	97,00	83,33	2,20	2,68	3,68
30	9,35	6,05	18,34	502,40	179,65	0	37,92	32,84	22,20	68,12	97,00	90,00	1,31	1,98	2,98

Caso	MV	MV aIV	FR	Vt	Vd	PEEPI	ETCO ₂	PIF	PEF	FC	SpO ₂	PAM	Ti	Te	Ti/Ttot
31	7,23	5,62	13,63	527,26	121,82	0	36,93	37,72	37,14	92,39	98,07	90,00	1,57	2,90	3,90
32	6,47	5,26	13,18	488,84	93,63	0	42,89	23,23	18,34	96,38	97,23	96,66	1,96	2,70	3,70
33	9,11	5,51	19,32	471,89	185,17	0	38,91	35,78	31,02	75,15	97,00	93,33	1,22	1,90	2,90
34	8,79	7,33	11,93	733,40	124,31	0	37,59	33,45	31,06	91,31	97,12	90,00	2,19	2,74	3,74
35	10,57	8,68	14,15	745,45	132,23	0	27,69	42,91	37,81	90,89	98,52	83,33	1,60	2,61	3,61
36	7,19	5,54	13,17	546,45	116,02	0	35,46	29,80	24,43	86,88	97,91	93,33	1,91	2,63	3,63
37	6,64	5,12	10,18	655,99	149,67	0	38,65	32,89	20,99	77,90	97,84	93,33	1,95	4,02	5,02
39	9,83	8,05	12,23	799,27	158,44	0	41,02	41,40	32,36	81,23	97,00	103,33	2,26	2,80	3,80
41	6,61	4,00	21,52	310,01	120,85	0	36,30	28,34	20,91	72,55	97,93	83,33	1,14	1,77	2,77
42	7,81	5,17	22,46	347,54	114,90	0	36,76	34,87	29,08	89,67	97,57	86,66	1,04	1,84	2,84

PRESSÃO DE SUPORTE (PSV)

Caso	MV	MV aiv	FR	Vt	Vd	PEEPI	ETCO ₂	PIF	PEF	FC	SpO ₂	PAM	Ti	Te	Ti/Ttot
1	8,57	7,06	11,74	715,66	135,18	0,19	33,42	33,79	27,43	86,09	97,29	106,66	2,13	2,77	3,77
2	10,23	8,22	14,60	683,99	142,98	0,31	23,47	50,23	30,18	83,23	97,86	73,33	1,68	2,38	3,38
3	11,06	7,00	23,20	470,36	206,96	0,13	33,36	66,19	44,73	85,95	97,22	93,33	0,86	1,74	2,74
4	5,91	4,66	11,67	510,27	112,26	0,00	33,36	43,44	22,83	98,31	97,10	96,66	1,52	3,63	4,63
5	7,25	5,38	15,36	468,62	122,34	0,00	29,41	34,19	24,55	71,20	97,97	86,66	1,58	2,27	3,27
6	5,78	4,27	12,08	475,27	123,57	0,89	32,48	47,75	24,49	91,23	97,58	86,66	1,41	3,56	4,56
7	17,92	15,77	14,65	1249,43	174,92	0,00	20,27	65,76	51,87	69,75	97,81	106,66	1,81	2,31	3,31
8	7,67	5,62	16,14	471,27	131,43	0,15	32,61	45,26	25,73	72,58	98,52	80,00	1,15	2,47	3,47
9	8,18	6,27	15,72	519,21	153,95	0,83	28,53	53,84	32,85	62,68	98,18	95,00	1,32	2,52	3,52
10	8,16	5,87	11,57	691,22	236,84	0,20	37,95	53,20	32,46	61,99	98,04	115,00	1,80	3,50	4,50
11	7,13	5,98	9,90	707,88	115,57	0,82	29,63	36,92	20,93	80,72	97,82	93,33	2,32	3,72	4,72
12	8,60	6,88	12,60	688,94	155,23	0,54	28,81	41,72	29,18	89,23	98,78	88,33	1,68	3,13	4,13
13	13,79	11,53	19,08	728,19	170,21	0,13	20,93	61,87	39,79	74,82	98,10	83,33	1,12	2,05	3,05
14	9,32	7,75	15,16	610,59	121,43	0,43	27,52	34,03	31,22	68,67	97,71	91,66	1,90	2,04	3,04
15	8,85	7,38	14,78	595,47	132,47	0,20	29,96	39,47	30,66	80,18	98,49	83,33	1,53	2,56	3,56
16	13,73	11,37	12,41	1061,92	223,78	0,42	26,69	61,44	40,52	53,74	98,79	93,33	1,91	2,96	3,96
17	5,62	4,46	11,52	482,43	100,69	0,08	31,28	30,21	18,40	64,34	98,72	90,00	1,95	3,30	4,30
18	13,01	10,49	19,45	661,22	165,48	0,19	20,53	61,69	47,40	88,15	98,76	93,33	1,12	1,97	2,97
19	8,45	6,89	11,40	737,43	132,15	0,33	29,35	47,04	27,30	93,03	97,76	100,00	1,58	3,58	4,58
20	7,77	6,80	7,49	1030,85	136,76	0,00	28,51	37,79	18,53	77,97	98,03	76,66	2,73	5,31	6,31
21	11,11	5,83	19,20	590,60	94,91	0,43	21,02	49,92	34,92	87,72	98,47	86,66	1,23	2,02	3,02
22	12,10	10,55	11,28	1060,85	147,13	1,87	18,36	57,37	46,41	77,93	98,99	90,00	2,14	2,81	3,81
23	8,36	7,35	11,00	770,59	131,00	0,00	25,00	42,90	21,30	85,00	98,00	95,00	2,60	3,60	4,60
24	7,87	6,03	13,12	603,40	136,79	1,25	31,06	51,11	33,91	89,96	97,94	90,00	1,59	3,07	4,07
25	13,63	11,67	10,14	1320,31	193,08	0,32	30,22	62,05	55,47	62,71	97,99	93,33	2,31	3,56	4,56
26	11,44	9,20	12,48	916,65	179,85	0,82	27,75	58,78	35,81	75,77	97,33	91,66	1,73	3,09	4,09
27	5,31	4,68	5,64	945,75	129,20	0,56	33,80	29,58	14,30	85,39	97,13	91,66	3,18	7,44	8,44
28	8,51	6,10	20,02	411,29	123,14	1,52	28,24	53,89	22,39	76,16	98,39	91,66	1,23	1,81	2,81
29	7,76	7,39	6,70	1149,75	106,09	1,21	26,92	53,19	23,85	94,00	98,32	90,00	3,90	5,06	6,06
30	17,32	12,39	24,33	701,04	204,05	0,37	23,24	73,12	49,82	70,13	98,44	93,33	0,98	1,50	2,50

Caso	MV	MV aIV	FR	Vt	Vd	PEEPI	ETCO ₂	PIF	PEF	FC	SpO ₂	PAM	Ti	Te	Ti/Ttot
31	11,29	8,64	15,56	728,41	145,14	1,31	28,45	60,61	44,27	89,81	98,85	80,00	1,58	2,41	3,41
32	10,42	8,78	12,44	836,26	126,25	0,51	30,02	44,99	30,49	84,11	97,97	96,66	2,07	2,72	3,72
33	12,09	9,36	14,18	850,28	191,89	0,51	29,77	74,83	47,03	81,72	98,00	93,33	1,75	2,50	3,50
34	13,67	11,65	15,85	838,40	144,57	0,82	29,11	52,43	42,20	80,28	98,13	103,33	1,81	2,26	3,26
35	13,21	10,18	21,11	610,46	144,09	1,49	22,02	55,77	37,56	107,19	98,51	96,66	1,33	1,55	2,55
36	8,96	7,60	12,69	670,89	110,05	0,88	29,95	57,22	31,33	105,16	98,31	90,00	2,07	2,77	3,77
37	6,70	5,46	8,16	815,18	129,93	1,62	33,25	42,73	25,75	76,33	97,93	80,00	2,67	4,32	5,32
39	17,34	14,33	15,34	1132,42	196,92	0,45	27,47	69,97	53,34	81,70	98,01	100,00	1,68	2,26	3,26
41	5,97	3,74	18,31	319,34	119,16	0,49	27,49	28,70	18,49	74,25	97,56	73,33	1,52	1,82	2,82
42	12,25	9,39	20,74	589,40	135,79	1,38	26,93	61,42	35,15	98,39	97,57	83,33	1,12	1,78	2,78

PRESSÃO POSITIVA CONTÍNUA NAS VIAS AÉREAS (CPAP)

Caso	MV	MV aliv	FR	Vt	Vd	PEEPI	ETCO ₂	PIF	PEF	FC	SpO ₂	PAM	Ti	Te	Ti/Ttot
1	8,02	6,55	11,44	692,04	127,76	0,00	33,46	30,22	26,81	79,06	97,49	103,33	2,38	2,81	3,81
2	7,96	6,44	12,41	633,74	123,71	1,04	28,38	39,31	24,18	74,41	97,39	76,66	1,99	2,93	3,93
3	6,39	4,39	14,20	440,40	143,18	0,06	34,36	37,65	25,15	72,58	97,95	90,00	1,42	2,83	3,83
4	4,97	3,88	11,01	449,24	98,95	0,09	38,49	42,17	13,96	90,45	97,61	93,33	1,33	4,18	5,18
5	6,60	5,15	13,32	491,93	107,30	0,00	32,73	31,96	23,82	58,80	97,98	85,00	1,80	2,63	3,63
6	6,02	4,62	12,00	496,45	110,67	2,11	36,09	40,68	24,07	83,10	94,50	91,66	1,56	3,32	4,32
7	9,83	7,92	11,31	864,78	173,65	0,79	28,79	60,44	26,77	61,39	97,71	100,00	1,87	3,52	4,52
8	8,60	6,83	14,72	580,46	116,37	3,64	30,34	42,90	31,79	84,19	98,28	86,66	1,53	2,65	3,65
9	10,90	8,72	14,50	756,26	209,57	1,87	27,74	47,32	48,91	72,10	98,24	93,33	2,47	3,32	4,32
10	9,23	6,61	15,82	528,24	180,05	2,95	41,80	52,07	28,49	72,23	97,39	113,33	1,32	2,53	3,53
11	8,17	6,95	10,12	805,64	120,04	0,96	29,68	43,78	29,67	83,70	98,63	95,00	2,38	3,63	4,63
12	6,96	5,24	12,88	536,28	133,48	0,44	33,21	40,37	23,01	87,69	98,44	93,33	1,67	2,99	3,99
13	14,24	11,98	14,92	956,10	153,97	4,17	23,78	63,70	52,81	74,04	98,76	91,66	1,66	2,48	3,48
14	6,40	4,88	14,07	445,44	111,94	0,20	33,74	33,51	24,32	76,01	98,74	90,00	1,85	2,40	3,40
15	7,96	6,54	13,51	581,76	106,63	0,21	31,90	39,71	32,16	93,30	97,87	90,00	1,82	2,63	3,63
16	15,88	13,39	12,10	1295,52	208,92	1,40	24,97	68,35	48,84	56,47	97,93	96,66	1,98	3,11	4,11
17	8,54	7,03	16,04	527,09	94,74	1,50	25,06	37,66	28,11	68,11	99,07	88,33	1,72	2,00	3,00
18	8,00	6,30	12,23	648,75	142,93	0,35	24,05	52,13	33,81	73,07	98,99	86,66	2,24	2,68	3,68
19	10,14	8,70	12,52	799,08	117,82	1,11	25,86	52,60	30,41	101,38	98,31	90,00	1,68	3,09	4,09
20	8,19	6,90	10,96	743,72	120,62	2,57	27,42	43,60	22,11	67,95	98,94	91,66	1,93	3,55	4,55
21	8,96	7,32	15,85	568,26	107,78	1,38	28,84	54,68	37,16	84,83	98,39	76,66	1,40	2,48	3,48
22	10,34	9,32	7,84	1308,17	111,71	1,13	23,04	47,50	54,26	79,08	98,80	73,33	4,11	3,34	4,34
23	6,34	5,17	10,45	604,44	113,86	0,00	33,45	30,05	22,72	84,49	97,82	95,00	2,67	3,22	4,22
24	8,32	7,01	11,45	706,89	120,30	1,61	30,22	53,47	30,31	77,98	97,62	86,66	1,95	3,50	4,50
25	13,44	11,75	9,80	1375,40	179,38	0,09	33,57	61,44	55,47	77,74	97,66	103,33	2,68	3,39	4,39
26	10,35	8,24	11,25	906,01	187,03	0,24	29,69	54,74	37,04	77,15	97,36	86,66	1,87	3,48	4,48
27	4,85	4,71	5,43	898,30	109,66	0,99	36,74	30,96	12,08	75,60	97,38	83,33	3,24	7,85	8,85
29	7,09	6,30	6,97	953,59	124,83	0,53	32,06	44,55	21,23	90,62	97,48	93,33	3,72	5,28	6,28
30	10,20	7,03	17,44	582,44	182,79	0,00	30,59	57,82	32,33	71,09	97,78	90,00	1,13	2,38	3,38

Caso	MV	MV alv	FR	Vt	Vd	PEEPI	ETCO ₂	PIF	PEF	FC	SpO ₂	PAM	Ti	Te	Ti/Ttot
31	12,95	11,75	14,18	910,35	140,61	6,14	25,01	54,99	71,01	96,72	98,96	91,66	2,96	1,31	2,31
32	9,99	8,46	11,91	841,61	119,62	0,36	33,87	38,53	27,06	90,09	97,99	83,33	2,02	3,12	4,12
33	13,52	10,52	14,93	900,84	211,21	0,32	29,75	62,12	43,49	78,14	98,00	93,33	1,44	2,60	3,60
34	11,82	10,56	12,21	971,73	122,71	0,27	30,57	45,06	40,79	91,40	97,94	83,33	2,51	2,45	3,45
35	11,66	10,00	14,44	784,44	129,16	1,39	21,92	52,23	41,72	95,06	98,80	81,66	2,10	2,06	3,06
36	9,31	8,18	10,46	898,29	120,92	0,33	27,25	38,95	30,36	90,20	98,02	93,33	2,86	2,92	3,92
37	8,44	7,18	7,90	999,86	177,67	1,04	33,15	42,68	34,07	79,37	97,96	86,66	2,21	5,22	6,22
39	10,46	8,73	11,73	886,99	185,89	0,22	36,87	60,52	45,35	79,71	97,27	106,66	2,33	2,73	3,73
41	6,15	3,90	20,84	287,90	102,05	2,17	36,00	32,80	18,14	73,01	97,94	83,33	1,28	1,56	2,56
42	6,21	4,29	19,35	308,78	99,34	0,25	35,59	40,12	20,86	86,15	97,36	86,66	1,20	1,91	2,91

IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE CONFORTO

Caso	Idade	Sexo	Conforto	
			PSV	CPAP
1	39	F	4	3
2	30	F	2	1
3	28	M	3	2
4	23	F	2	3
5	28	F	3	3
6	26	F	4	2
7	24	M	2	3
8	23	F	2	3
9	30	M	2	3
10	26	F	4	2
11	23	F	3	3
12	32	F	4	3
13	22	F	2	3
14	24	F	2	3
15	26	M	4	3
16	46	F	4	3
17	29	F	3	1
18	23	F	3	2
19	23	F	3	2
20	30	F	2	2
21	24	F	3	2
22	24	F	3	2
23	24	F	2	3
24	35	F	1	3
25	28	M	4	3
26	27	F	2	3
27	24	F	3	4
29	22	F	2	3
30	27	M	4	2
31	31	F	2	2
32	26	F	3	2
33	27	F	4	4
34	27	F	3	4
35	20	F	2	3
36	20	F	3	4
37	41	F	1	2
38	26	F	4	4
39	28	M	4	4
41	28	F	1	1
42	29	F	3	2

LEGENDA

VARIÁVEIS	LEGENDA	UNIDADE
MV	Volume minuto	L
MV alv	Volume minuto alveolar	L
FR	Frequência respiratória	rpm
Vd	Volume de espaço morto	ml
PEEPi	PEEP intrínseco	cmH ₂ O
ETCO ₂	CO ₂ exalado ao final da expiração	mmHg
PIF	Pico de fluxo inspiratório	L/min
PEF	Pico de fluxo expiratório	L/min
FC	Frequência cardíaca	bpm
SpO ₂	Saturação periférica de oxigênio	%
PAM	Pressão arterial média	mmHg
Ti	Tempo inspiratório	s
Te	Tempo expiratório	s
Ti/Ttot	Relação tempo inspiratório / tempo expiratório	-

ESCALA DE CONFORTO	
1	RUIM
2	REGULAR
3	BOM
4	MUITO BOM



FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
☒ Caixa Postal 6111
13083-970 Campinas-S.P.
☎ 0 19 37888936
fax 0 19 37888925
☒ cep@head.fcm.unicamp.br

CEP, 09/10/01
(Grupo III)

PARECER PROJETO: Nº 208/2001

I-IDENTIFICAÇÃO:

PROJETO: "COMPARAÇÃO DO PERFIL RESPIRATÓRIO DE INDIVÍDUOS SADIOS SUBMETIDOS A DOIS MODOS DE VENTILAÇÃO MECÂNICA NÃO INVASIVA: PRESSÃO POSITIVA CONTÍNUA (CPAP) E VENTILAÇÃO COMPRESSÃO (PSV)"

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Silvia M. de Toledo Piza Soares

INSTITUIÇÃO: Departamento de Cirurgia/FCM/UNICAMP

APRESENTAÇÃO AO CEP: 29/08/2001

II - OBJETIVOS

O projeto de pesquisa, nível mestrado, tem por objetivo avaliar, através de monitoração não invasiva, os parâmetros cardiorrespiratórios de indivíduos sadios, em respiração, submetidos a dois modos de ventilação mecânica invasiva.

III - SUMÁRIO

O projeto prevê a monitoração de 20 indivíduos adultos, com idade entre 18 e 55 anos, de ambos os sexos e sadios, excluídos como sujeitos da pesquisa os portadores de antecedentes pulmonares, tabagistas e as gestantes. No projeto, a pesquisadora reconhece que estudo ainda iniciais são realizados internacionalmente, mas que os estudos de natureza que se propõe nesse tipo de projeto, permitem conhecer melhor o perfil cardiorrespiratório do paciente, visando a opção pelo método mais seguro e que traga maiores benefícios ao paciente nos diferentes comprometimento respiratório. A pesquisa será realizada sem financiamento, e o termo de consentimento livre e esclarecido adverte que os pacientes que aceitarem participar do projeto não receberão ajuda financeira, poderão optar por deixar a qualquer momento e pedir explicação sobre ele em qualquer estágio da pesquisa.

No entanto, a pesquisa também adverte para os risco maiores que mínima (na apresentação) e no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, alerta-se para o fato de ser uma pesquisa que não traz benefícios imediato para o paciente. Os argumentos usados na justificativa para realização da mesma ressaltam que o método convencional invasivo (com intubação) podem trazer incômodos aos pacientes e que, o que está sendo proposto

afasta esse tipo de incômodo. E que haverá monitoramento de médico e enfermeiras durante a aplicação desse método.

IV - COMENTÁRIOS DOS RELATORES

O presente projeto de pesquisa, refere-se a um estudo clínico, que pretende fazer uma avaliação de parâmetros cardiorrespiratório, em 20 pacientes previamente definidos segundo os critérios de inclusão e exclusão acima expressos, utilizando-se de um método classificado pela pesquisadora como “não invasivo” e visando experimentar, para essa avaliação, um método de monitoração e de ventilação mecânica em pacientes que apresentem deficiência respiratórias. A pesquisadora define as formas de monitoração e de aplicação do método de ventilação mecânica, em dois momentos para cada paciente, com intervalo de sete dias entre cada um desses momentos.

No projeto, não há benefícios imediatos previstos aos sujeitos de pesquisa. Segundo a pesquisadora uma vez realizado, ele possibilitará a melhor escolha, o método mais conveniente de ventilação, segundo cada paciente. Também não apresenta possibilidades de malefícios aos pacientes, mas adverte que a pesquisadora está atenta aos riscos que poderão ocorrer e esclarecer em que condições o projeto deverá ter suspensão imediata (caso dos indivíduos com hipotensão, taquicardia importante ou dessaturação arterial em níveis menores que 93%, se o indivíduo não suporta a pressurização do sistema ventilatório e apresentar vazamentos no circuito respiratório).

Com base na resolução CNS-MS 196/96, nas discussões sobre a efetiva responsabilidade dos conselheiros membros do comitê, e tendo em vista que a pesquisadora admite conhecer os riscos já definidos pela literatura especializada no assunto, consideramos o projeto aprovado nos termos em que se encontra atualmente

V - PARECER DO CEP

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, após acatar os pareceres dos membros-relatores previamente designados para o presente caso e atendendo todos os dispositivos das Resoluções 196/96 e 251/97, bem como ter aprovado o Termo do Consentimento Livre e Esclarecido, assim como todos os anexos incluídos na Pesquisa, resolve aprovar sem restrições o Protocolo de Pesquisa supracitado.

VI - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).

Pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que aprovou (Res. CNS Item III.1.z), exceto quando perceber risco ou dano não

previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos de pesquisa (Item V.3.).

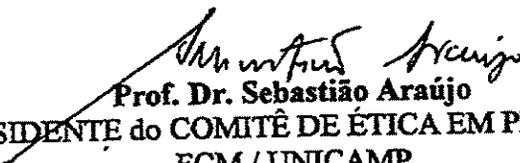
O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4.). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projeto do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, Item III.2.e)

Relatório e final deve ser apresentado ao CEP, ao término do estudo.

VII - DATA DA REUNIÃO

Homologado na X Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 09 de outubro de 2001.


Prof. Dr. Sebastião Araújo
PRESIDENTE do COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FCM / UNICAMP