

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE:
CARDIOLOGIA E CIÊNCIAS CARDIOVASCULARES

**AVALIAÇÃO DE ALTERAÇÕES
CARDIORRESPIRATÓRIAS EM PACIENTES
CRITICAMENTE ENFERMOS POR DOIS MÉTODOS
DE DESMAME DA VENTILAÇÃO MECÂNICA**

Alexandre Doval da Costa

Janeiro de 2003

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE:
CARDIOLOGIA E CIÊNCIAS CARDIOVASCULARES

**AVALIAÇÃO DE ALTERAÇÕES
CARDIORRESPIRATÓRIAS EM PACIENTES
CRITICAMENTE ENFERMOS POR DOIS MÉTODOS
DE DESMAME DA VENTILAÇÃO MECÂNICA**

Alexandre Doval da Costa

Orientadora: Profa. Dra. Sílvia Regina Rios Vieira

*Dissertação de Mestrado apresentada
no Programa de Pós-Graduação em
Ciências da Saúde: Cardiologia e
Ciências Cardiovasculares, para
obtenção do título de Mestre em
Ciências Cardiovasculares.*

Janeiro de 2003

Agradecimentos

- Agradeço a todos os **colegas** e **amigos** que me incentivaram nesta trajetória, tonando possível à conclusão de mais uma etapa em minha vida profissional.
- A todos os **enfermeiros, médicos, auxiliares de enfermagem e técnicos administrativos da UTI do HCPA**, que transformaram uma coleta de dados extensa e cansativa numa atividade alegre e com resultados positivos.
- Ao colega **Marcelo Rieder**, companheiro de projeto de pesquisa, pela participação em todos os momentos de desenvolvimento deste trabalho.
- À **equipe do Serviço de Engenharia e Biomedicina do HCPA**, pelo auxílio na calibração dos equipamentos de medidas utilizados na coleta de dados.
- Aos cardiologistas **Luiz Claudio Danzman** e **Maurício Pimentel**, colegas do Curso de Pós-Graduação, pelo trabalho desenvolvido na interpretação dos ECGs.
- A todos os **colegas** e **professores do Curso de Pós-Graduação em Cardiologia e Ciências Cardiovasculares**, que contribuíram com muitas idéias para a plena realização deste projeto.
- À **Profa. Dra. Lucia Pellanda**, pelos valiosos ensinamentos e pelas várias horas dedicadas à análise estatística deste trabalho.
- Ao **Dr. Márcio Menna Barreto**, grande incentivador e pelo estímulo a pensar em Ciência.
- À **Dra. Sílvia Regina Rios Vieira**, pelo incentivo, pela dedicação à Terapia Intensiva e pelo estímulo à minha formação profissional nessa área.
- À minha **mãe**, pela criação e formação de meu caráter.
- À **Ivete** e ao **Giorgio**, por estarem presentes nos momentos mais felizes da minha vida.

Sumário

Lista de Abreviaturas

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

1 - INTRODUÇÃO	11
1.1 - Introdução Geral	11
1.2 - Revisão de Literatura	13
1.2.1 - <i>Aspectos Gerais</i>	13
1.2.2 - <i>Índices Preditivos de Desmame</i>	14
1.2.2.1 - Parâmetros Relacionados com o Intercâmbio Gasoso.....	15
1.2.2.2 - Parâmetros Relacionados com a Mecânica Pul- monar.....	15
1.2.2.3 - Parâmetros Relacionados com o Sistema Car- diovascular.....	18
1.2.3 - <i>Técnicas de Desmame</i>	23
1.2.3.1 - Peça T.....	23
1.2.3.2 - Ventilação Mandatória Intermitente (IMV) ou Ventilação Mandatória Intermitente Sincroniza- da (SIMV).....	24
1.2.3.3 - Pressão de Suporte.....	25
1.2.3.4 - Pressão de Suporte e Ventilação Mandatória Intermitente Sustentada.....	26
1.2.4 - <i>Estratégias de Desmame</i>	26
1.2.5 - <i>Situação Atual</i>	28
1.3 - Bibliografia da Revisão da Literatura	29
1.4 - Hipótese	34

1.5 - Objetivos	34
1.5.1 - <i>Objetivo Geral</i>	34
1.5.2 - <i>Objetivos Específicos</i>	34
Artigo em Português: Avaliação das Alterações Cardiorrespiratórias em Pacientes Criticamente Enfermo por Dois Metodos de Desmame da Ventilação Mecânica	35
RESUMO	36
INTRODUÇÃO	38
MATERIAL E MÉTODOS	40
População em Estudo	40
Medidas Cardiorrespiratórias	41
Protocolo	44
<i>Técnicas de Desmame</i>	45
Peça T	45
Pressão de Suporte	45
Registro dos Dados	46
<i>Crítérios de Interrupção do Protocolo</i>	47
Análise dos Dados	47
Análise Estatística	47
RESULTADOS	48
Características Clínicas dos Pacientes	48
Variáveis de Troca Gasosa	49
Variáveis Funcionais Respiratórias	50
Variáveis de Mecânica Respiratória	51
Variáveis Cardiovasculares	52
Variáveis Eletrocardiográficas	54
DISCUSSÃO	56
CONCLUSÕES	63
BIBLIOGRAFIA	64

Artigo em Inglês: Assessment of Cardiorespiratory Changes in Critically-ill Patients in two Methods Employed for Mechanical Ventilation Weaning	68
SUMMARY	69
INTRODUCTION	70
MATERIALS AND METHODS	73
Study Population	73
Cardiorespiratory Measurements	74
Protocol	77
<i>Weanin Techniques</i>	78
T-Piece	78
Pressure Support	78
Data Recording	78
<i>Criteria for Interrupting the Protocol</i>	79
Data Analysis	79
Statistical Analysis	80
RESULTS	81
Clinical Features of the Patients	81
Gas Exchange Variables	82
Respiratory Function Variables	83
Respiratory Mechanics Variables	83
Cardiovascular Variables	84
EKG Variables	86
DISCUSSION	88
CONCLUSIONS	94
REFERENCES	95
ANEXOS	

Lista de Abreviaturas

A/C	ventilação mecânica assistida/controlada
ANOVA	análise de variância
APACHE II	<i>Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II</i>
APRV	ventilação por liberação de pressão na via aérea
BiPAP	ventilação por dois níveis de pressão na via aérea
bpm	batimentos por minuto
cmH₂O	centímetros de água
CPAP	pressão positiva contínua em via aérea
CROP	índice integrado de complacência, resistência, oxigenação e pressão
CV	capacidade vital
DAC	doença arterial coronariana
DPOC	doença pulmonar obstrutiva crônica
EAP	edema agudo de pulmão
ECG	eletrocardiograma
ESSV	extrassístoles supraventriculares
ESV	extra-sístoles ventriculares
f	frequência respiratória
FA	fibrilação atrial
fc	frequência cardíaca
FiO₂	fração inspirada de oxigênio
HCPA	Hospital de Clínicas de Porto Alegre
HP	Hewlett-Packard
IAM	infarto agudo do miocárdio
IC	isquemia miocárdica
IMV	ventilação mandatória intermitente
IPT	índice pressão tempo
IRC	insuficiência renal crônica
J/l	Joules/litro
l/min	litros/minuto
ml	mililitros
mmHg	milímetros de mercúrio
mrpm	movimento respiratório por minuto
ms	milissegundos
PaCO₂	pressão parcial de dióxido de carbono arterial

PAD	pressão arterial diastólica
PAM	pressão arterial média
PaO₂	pressão parcial de oxigênio arterial
PAS	pressão arterial sistólica
Paw	pressão média de via aérea
PCR	parada cardiorrespiratória
Pdi	pressão diafragmática
Pdimax	pressão diafragmática máxima
PEEP	pressão positiva expiratória final
PetCO₂	pressão parcial de dióxido de carbono no ar expirado
Pimax	pressão inspiratória máxima
PIP	pressão de pico inspiratório
POAP	pressão de oclusão da artéria pulmonar
PS	pressão de suporte
Pt25%	percentil de 25%
Pt75%	percentil de 75%
Q_S / Q_T	efeito <i>shunt</i>
resp	respirações
SaO₂	saturação periférica de oxigênio no sangue
SIMV	ventilação mandatória intermitente sincronizada
T_I	tempo inspiratório
TOT	tubo orotraqueal
TS	taquicardia sinusal
T_{TOT}	tempo total
TV	taquicardia ventricular
UTI	unidade de terapia intensiva
V_D / V_T	espaço morto respiratório
VE	ventrículo esquerdo
V_E	volume minuto
VM	ventilação mecânica
VMC	ventilação mecânica controlada
V_T	volume da ar corrente
VVM	ventilação voluntária máxima
WOB	trabalho da respiração
WOB_{paciente}	trabalho respiratório do paciente
WOB_{total}	trabalho respiratório total
WOB_{mecânico}	trabalho respiratório do ventilador mecânico

Nota: Várias siglas foram mantidas conforme a língua inglesa, bem como a sua definição, por serem assim conhecidas universalmente.

Lista de Figuras

Figuras do Artigo em Português

Figura 1	Montagem do Ventrak	41
-----------------	---------------------------	----

Figuras do Artigo em Inglês

Figura 1	Ventrak assembly	74
-----------------	------------------------	----

Lista de Tabelas

Tabelas do artigo em português

Tabela 1	Características clínicas dos 20 pacientes que entraram no estudo.....	48
Tabela 2	Medidas dos parâmetros de troca gasosa dos 20 pacientes avaliados durante os modos de desmame.....	50
Tabela 3	Medidas dos parâmetros funcionais respiratórios dos 20 pacientes avaliados durante os modos de desmame.....	51
Tabela 4	Medidas dos parâmetros de mecânica respiratória dos 20 pacientes avaliados durante os modos de desmame.....	52
Tabela 5	Medidas dos parâmetros cardiovasculares dos 20 pacientes avaliados durante os modos de desmame.....	53
Tabela 6	Medidas cardiovasculares em pacientes cardíacos e não cardíacos durante os modos de desmame.....	54
Tabela 7	Características das alterações do segmento ST e arritmias nos 20 pacientes avaliados durante o desmame.....	55

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Introdução Geral

A grande maioria dos pacientes criticamente enfermos internados em unidade de terapia intensiva (UTI) necessita de ventilação mecânica (VM), razão pela qual os custos da utilização desse recurso se tornam elevados. O custo clínico para o paciente inclui a morbidade e a mortalidade da pneumonia e da lesão pulmonar associadas à ventilação (1). Os custos adicionais, quando o paciente é ventilado mecanicamente, incluem os gastos com enfermagem, com fisioterapia e com equipamentos (2). Assim sendo, as equipes devem estar atentas para que a liberação do paciente da VM possa ser realizada o mais rápido possível, com planejamento adequado e seguro (3).

Desde que o paciente foi tratado para a causa que o levou à VM, todo o esforço deve ser concentrado no sentido de liberá-lo do ventilador o mais rapidamente possível (4). A retirada gradual da VM, tradicionalmente conhecida como desmame, pode ser dividida em duas fases distintas: prova de respiração espontânea e retirada progressiva. Na primeira, o paciente é colocado em respiração espontânea sem assistência (peça T) ou com mínimo suporte ventilatório através da pressão positiva contínua na via aérea (CPAP) ou, ainda, sob um baixo nível de pressão de suporte (PS). A segunda constitui um processo mais gradual no qual a diminuição do trabalho ventilatório é realizada passo a passo (4, 5). Esta técnica foi validada em dois ensaios clínicos randomizados (6, 7). No entanto, esses estudos verificaram que aproximadamente 75% dos pacientes toleraram a prova de respiração espontânea. Portanto, a maioria dos que se recuperam do episódio de falência respiratória aguda não requerem o processo gradual da retirada da VM, tolerando a prova de

respiração espontânea (5). Contudo, para o paciente em que é necessária a retirada progressiva da VM, o tempo gasto para o desmame é substancial, chegando a aproximadamente 40% do período total de permanência na VM (8) ou até 60% para pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (9).

Entre os métodos utilizados para de desmame da VM encontram-se os modos de: peça T, ventilação mandatória intermitente (IMV), ventilação mandatória intermitente sincronizada (SIMV), pressão de suporte (PS), dois níveis de pressão positiva intermitente na via aérea (BiPAP) e ventilação por liberação de pressão na via aérea (APRV). Os mais estudados são peça T e PS, apesar das controvérsias quanto à utilização dos mesmos (6, 10).

No modo peça T, existe alternância entre a respiração assistida dada pela VM e períodos de respiração espontânea com suplemento conhecido de oxigênio. Os períodos de ventilação espontânea alongam-se progressivamente de acordo com a tolerância clínica (11). A peça T é considerada a técnica tradicional de desmame, oferecendo baixa resistência ao circuito e permitindo a recuperação da fadiga muscular.

No modo PS, o paciente respira espontaneamente pelo ventilador e este proporciona uma pressão inspiratória predeterminada que aumenta o volume de ar corrente (V_T) espontâneo. O nível de pressão inspiratória é fixado em função de se conseguir manter a frequência respiratória (f) entre 20 e 25 movimentos respiratórios por minuto (mrpm), e é diminuído de forma gradual até a extubação. A PS é útil para contrabalançar o trabalho extra imposto pela presença do tubo orotraqueal (TOT), sendo que o nível de PS necessário para diminuir este trabalho é de 4 cmH₂O (para TOT de 9 mm diâmetro) ou de 8 cmH₂O (para TOT de 7 mm de diâmetro). Se, nesses níveis, o paciente permanecer ventilando por uma hora, pode ser considerado pronto para a extubação (12, 13).

Apesar de todos esses estudos avaliando o desempenho do desmame, até o momento muitos poucos trabalhos publicados compararam os modos de desmame PS e peça T em seus parâmetros funcionais respiratórios (V_E ; V_T ; P_{imax}) de oxigenação ($PaCO_2$; SaO_2 ; PaO_2/FiO_2) e de mecânica respiratória (pressão média de via aérea – Paw –, pressão inspiratória máxima – PIP –, índice de respiração superficial – f/V_T) (14, 15). Comparações entre esses dois modos de desmame quanto

a alterações cardiorrespiratórias também são pouco numerosas e carecem de estudos mais recentes (16).

Um expressivo número de trabalhos vem tentando definir uma série de critérios e de índices de oxigenação e de mecânica respiratória como preditores do êxito ou fracasso do desmame (17, 18). Uma análise de tais estudos mostra uma importante variabilidade nas populações avaliadas, com diferentes parâmetros analisados e distintos critérios de êxito e fracasso do desmame, o que tem levado a uma considerável confusão em torno do tema, obtendo-se resultados díspares na aplicação clínica prática desses parâmetros (19). Na prática clínica, os parâmetros clássicos preditivos para o desmame da VM mais utilizados ainda são os critérios clínicos (20-23).

1.2 - Revisão de Literatura

1.2.1 - Aspectos Gerais

Embora a VM constitua efetivamente uma forma de “tratamento” da falência respiratória/ventilatória, seu uso está associado com uma série de complicações, que incluem infecção, barotrauma, comprometimento cardiovascular e lesões de traquéia. O prolongamento excessivo do uso do suporte ventilatório aumenta as possibilidades destes riscos. Ao mesmo tempo, a retirada prematura da VM leva à reintubação, podendo elevar o risco de morbidade (24) e mortalidade (25) bem como o tempo de permanência em UTI.

Para muitos pacientes em VM, o retorno à respiração espontânea é facilmente obtido (18), entre os quais se incluem os que requerem suporte ventilatório de rotina em pós-operatório, por *overdose* com sedativos e por outras causas menores de falência respiratória. O suporte ventilatório, nestes casos, é de curta duração, e a liberação da VM não requer estratégias ou técnicas específicas.

Entretanto, existe um substancial número de pacientes ventilados mecanicamente em que o desmame torna-se difícil e, muitas vezes, pode vir a falhar (6). Tais pacientes usualmente sofrem de doenças pulmonares restritivas, doença pul-

monar obstrutiva crônica (DPOC), insuficiência cardíaca (IC), disfunção do sistema nervoso central, doenças neuromusculares periféricas, insuficiência renal, falência hepática, sepse não controlada e que podem representar uma importante sobrecarga ao trabalho cardiorrespiratório.

Tentativas de desmame mal sucedidas usualmente indicam a resolução incompleta da doença que gerou a necessidade de suporte ventilatório ou o desenvolvimento de novos problemas. A descontinuação da VM deve ser cuidadosamente calculada. As decisões a respeito da escolha do momento de se iniciar o desmame, quando apresentam um julgamento baseado apenas na experiência clínica, são frequentemente errôneas (26).

A falência no desmame é usualmente causada pelo desequilíbrio entre as necessidades ventilatórias e a capacidade de o sistema respiratório (especificamente, a bomba ventilatória) suportá-las, ou ainda, quando houver incompetência neuromuscular e o suprimento energético for inadequado à necessidade dos músculos respiratórios. Menos freqüentemente, o fracasso no desmame pode decorrer de disfunção cardiovascular ou hipoxemia que se desenvolvem quando da transição da VM para a respiração espontânea (27).

1.2.2 - Índices Preditivos de Desmame

Há certa dificuldade em definir parâmetros funcionais, tanto qualitativos quanto quantitativos, que sejam preditivos para a recuperação da função respiratória. Também existe certa confusão para distinguir que parâmetros são úteis na predição da extubação, na determinação do início do desmame e na predição do resultado do mesmo. Esses parâmetros que caracterizam a mecânica ventilatória, juntamente com o intercâmbio gasoso, podem ser úteis também na monitorização da função respiratória durante o desmame (28). É importante salientar que a disfunção cardiovascular é lugar comum em pacientes que falham durante o desmame da VM. A monitorização cardiovascular deve ser considerada no diagnóstico e tratamento de pacientes dependentes da VM, especialmente naqueles em que está se iniciando o desmame (16).

1.2.2.1 - Parâmetros Relacionados com o Intercâmbio Gasoso

Os índices de oxigenação integram sempre o conceito da cura da insuficiência respiratória aguda (IRA), necessária para a interrupção da VM. Para o início da desconexão é necessária uma PaO_2 superior a 60 mmHg, com uma FiO_2 igual ou inferior a 0,4, ou uma relação $PaO_2/FiO_2 > 200$, ou um gradiente alveoloarterial de O_2 inferior a 350 mmHg com uma FiO_2 de 1 (29, 30).

Recentemente, alguns autores têm demonstrado a importância da capnografia, utilizada de forma contínua e não invasiva, como recurso à gasometria arterial (31). Em outro estudo, no curso das tentativas de respiração espontânea, cerca de metade dos pacientes que falharam apresentaram um aumento de 10 mmHg ou mais na pressão parcial de dióxido de carbono ($PetCO_2$) (32). A hipercapnia não é usualmente a consequência da diminuição da ventilação minuto (V_E) (19). Ao invés disso, ela resulta da respiração rápida e superficial que causa o aumento do espaço morto da ventilação (V_D/V_T). Em uma pequena proporção de pacientes que não podem ser desmamados, a depressão primária do *drive* respiratório pode ser responsável pela hipercapnia (32).

1.2.2.2 - Parâmetros Relacionados com a Mecânica Pulmonar

Os critérios tradicionais de desmame, relacionados com a mecânica pulmonar, permitem avaliar a demanda ventilatória (força e reserva muscular) de pacientes submetidos a ventilação artificial.

Os pacientes com capacidade vital (CV) igual ou superior a 10 ml/kg (33, 34) ou cujo V_E é inferior a 10 l (21), com f de menos que 30-35 rpm, se forem capazes de duplicar o V_E de forma voluntária ($VVM > 2x V_E$), podem manter a respiração espontânea (35).

Os parâmetros utilizados para medir a força muscular respiratória são a pressão inspiratória máxima (P_{imax}) e CV. Os valores de P_{imax} considerados necessários para a tolerância à respiração espontânea variam entre -20 e -30 cmH₂O

(21, 35). Para alguns autores esses índices são considerados confiáveis como resultado do desmame; no entanto, para outros, eles teriam um interesse limitado no desmame de pacientes submetidos a VM prolongada, pela maior influência da resistência pulmonar, mais do que a força, na execução do desmame (13, 36).

Sahn e Lakshminarayan (35) demonstraram que a combinação de CV, Pimax e VVM era bastante confiável para prever o resultado da desconexão da VM. Alguns autores opinam que os critérios tradicionais de desmame são úteis, se bem que não exatos, para pacientes submetidos a VM por um curto período de tempo e que sua maior vantagem reside na facilidade de sua determinação à beira de leito (20, 37).

A maioria dos autores reconhece a importância do trabalho respiratório (WOB) para se definir o êxito ou o fracasso do desmame (17). Shikora demonstrou que o WOB determinado pela diferença entre o VO_2 em VM e a respiração espontânea (custo de O_2 da respiração) era melhor parâmetro prognóstico que os critérios tradicionais (38). Para Fiastro e colaboradores (13), os fatores principais que condicionam o resultado do desmame em pacientes submetidos a VM prolongada são a resolução da doença subjacente que determinou a VM e o nível de trabalho durante a respiração espontânea. Brochard e colaboradores (39) observaram que um WOB acima de 6 J/min se acompanhava de sinais eletromiográficos de fadiga diafragmática e incapacidade de sustentar a respiração espontânea. Para a avaliação do esforço respiratório também se utiliza o índice pressão/tempo (IPT) ($P_{di}/P_{di-max} \times T_I/T_{TOT}$) que avalia a capacidade de o paciente manter uma respiração espontânea prolongada. Qualquer aumento da força diafragmática (P_{di}) comparado com a força máxima que o paciente pode desenvolver (P_{di-max}) e/ou o prolongamento do tempo inspiratório (T_I) pode contribuir para o aparecimento de sinais de fadiga muscular e intolerância à respiração espontânea (40).

A atividade neuromuscular inspiratória, determinada pela medida da pressão aos 100 ms após o início da inspiração com a via aérea ocluída ($PO.1$), tem sido também apontada como um bom preditor do resultado do desmame em pacientes com doença respiratória crônica, seja como parâmetro isolado ou por mudanças na $PO.1$ induzidas pela hipercapnia (41). Valores progressivamente elevados de $PO.1$ (superiores a 6-7 cmH_2O) se correlacionam com a piora progressiva da função pulmonar, o que permitiria detectar que pacientes fracassariam ao serem desconecta-

dos da VM (42). Existe também a proposta de que um simples exame da PO.1 juntamente com a CV, Pimax, f , V_T e uma cuidadosa observação clínica seriam úteis na predição do resultado do desmame (43).

O estudo do padrão ventilatório em pacientes com falha na desconexão da VM mostrou uma respiração característica, rápida e superficial, com frequências respiratórias altas e volumes correntes baixos (19). Essas manifestações clínicas podem refletir o aumento do espaço morto, do *shunt* intrapulmonar e gasto cardíaco, assim como a diminuição da ventilação alveolar, que alteram a relação ventilação perfusão. Também a redução do tempo inspiratório (T_I), que faz surgir o auto-PEEP em doentes com patologia respiratória crônica, pode dar lugar a esse padrão respiratório (19). Sabe-se ainda que a medida de respiração rápida e superficial através da relação f/V_T , quando inferior a 105 respirações/min/l (Índice de Tobin) se correlaciona com a necessidade de instaurar a VM e tem demonstrado ser um fator preditivo melhor do que os critérios tradicionais (17).

Índices integrados ou mistos são os que englobam diferentes aspectos, como oxigenação ou mecânica respiratória. Ao incluir uma visão multifatorial, não seria de estranhar que tivessem um maior poder preditivo do que os parâmetros que avaliam uma função isolada. Entre eles o CROP (complacência, frequência respiratória, oxigenação e Pimax) avalia o intercâmbio gasoso e o equilíbrio entre as reservas e as demandas respiratórias neuromusculares. Seu valor normal está em torno de 13 ml/resp/min e calcula-se a partir da frequência respiratória, da complacência dinâmica, da PaO_2/PAO_2 e da Pimax, havendo sido comprovado seu maior poder preditivo do que o desses parâmetros considerados isoladamente (17).

A existência de diferentes índices implica que ainda não existe um índice que seja o ideal e altamente preditivo para a capacidade de o paciente ser desconectado da VM.

Na ausência de critérios padronizados para predizer o desfecho do desmame, fica difícil comparar a performance dos índices de desmame nos diferentes estudos. Pacientes que foram julgados incapazes de serem submetidos ao desmame em um estudo, podem ser classificados como aptos em outro e vice-versa (44).

1.2.2.3 - Parâmetros Relacionados com Sistema Cardiovascular

Os efeitos cardiopulmonares de três modos de suporte ventilatório foram demonstrados em 12 pacientes com infarto agudo do miocárdio (IAM) complicado por falência respiratória (45). Foram avaliados os seguintes modos ventilatórios: ventilação mecânica controlada (VMC), IMV e respiração espontânea com CPAP. Todos os pacientes foram submetidos a eletrocardiografia, onde a mudança de pelo menos 3 mm no total de desnível do segmento ST foi arbitrariamente considerada significativa. As alterações eletrocardiográficas que evidenciaram isquemia cardíaca foram observadas em um paciente durante a VMC, em um outro durante a IMV e em cinco durante respiração espontânea. Desta forma, a isquemia miocárdica foi sugerida como um dos fatores determinantes para o insucesso no desmame, neste grupo de pacientes, com doença isquêmica do coração, quando submetidos a VM. A monitorização eletrocardiográfica contínua deve ser considerada, nesse grupo de pacientes, visto que a retirada da VM pode levar a risco de isquemia miocárdica, não se recomendando a extubação.

Os efeitos hemodinâmicos da mudança da pressão positiva para a respiração espontânea foram estudados em 15 pacientes com doença arterial coronariana (DAC) e DPOC combinadas (46). Pacientes com função ventricular deficiente podem desenvolver aumento na pressão de oclusão da artéria pulmonar (POAP) e, às vezes, sofrerem diminuição do débito cardíaco, quando são removidos da VM com pressão positiva. Há vários mecanismos a serem considerados quando da falência do desmame nesses pacientes. Durante a ventilação espontânea ou diminuição do suporte ventilatório, o aumento da carga de trabalho dos músculos respiratórios, bem como a ansiedade e a liberação simpática, resultam em um aumento importante do consumo de oxigênio e da demanda cardíaca. O ventrículo esquerdo (VE) deficiente é incapaz de responder normalmente e a pressão diastólica final do VE se eleva, causando edema alveolar, intersticial e peribronquiolar. Essa redução da complacência aumenta a resistência, causando alterações na relação ventilação/perfusão que provocam hipoxemia. O trabalho dos músculos respiratórios encontra-se aumentado e a demanda energética não supre a necessidade para os músculos equilibrarem tal demanda. Essa eventualidade leva à incapacidade em

sustentar a ventilação espontânea ao nível adequado para alcançar a normocapnia, mantendo a PaCO₂ elevada. A anormalidade dos gases sanguíneos causa depressão da contratilidade cardíaca e, ao mesmo tempo, da função muscular respiratória. Essa redução nos gases sanguíneos cria a um ciclo vicioso, que pode ocasionar a falência do desmame (47). Embora no estudo anterior nenhum paciente apresentasse evidência clínica de sobrecarga de volume, todos foram submetidos ao tratamento com diurético durante uma semana, perdendo em média 5 kg. Após essa terapêutica, 8 de 15 pacientes foram desconectados da VM com sucesso. Apesar de o trabalho respiratório e a pós-carga ventricular esquerda terem sido inicialmente aumentados, a deterioração da função foi evitada e os pacientes foram desmamados com sucesso.

Pacientes que não podem ser retirados da VM após um episódio de falência respiratória aguda freqüentemente apresentam DAC (48). Um grupo de 15 pacientes dependentes da VM foi submetido a cintilografia miocárdica com tálio-201 para avaliar a extensão e a gravidade da DAC e da isquemia miocárdica durante os modos de ventilação espontânea IMV e peça T. Após 10 minutos de respiração espontânea, ocorreram significativas alterações na distribuição do radioisótopo ou dilatação transitória do ventrículo esquerdo (sensibilidade de 60% e especificidade de 95%), ou ambas, em 7 de 15 pacientes (47%). A mudança da VM para a respiração espontânea foi acompanhada por aumento do V_E (3,5 ± 2,6 para 8,4 ± 3,7 l/min) e da pressão arterial média (PAM) (90 ± 2 para 98 ± 3 mmHg) e diminuição do pH (7,41 ± 0,02 para 7,37 ± 0,03 - *p* < 0,05); a PaO₂, PaCO₂, *fc*, ECG, V_T, CV e P_{imax} não se modificaram. Os achados eletrocardiográficos, num equipamento de 12 derivações, obtidos após 10 minutos, não demonstraram novas alterações no segmento ST ou isquemia miocárdica. Os desfechos secundários desse trabalho foram: taxa de sobrevivência muito baixa; pobre prognóstico para pacientes idosos dependentes da ventilação mecânica; taxa de permanência e custos de internação hospitalares mais elevados para o grupo com impregnação positiva para o tálio-201. O trabalho concluiu que o aumento do estresse ventilatório a alterações hemodinâmicas da respiração espontânea, após a retirada da VM, foi suficiente para induzir mudanças miocárdicas na distribuição do radioisótopo ou dilatação transitória do VE, sugerindo isquemia miocárdica em 7 de 15 pacientes dependentes da VM.

Neste estudo (48), não foram demonstradas quaisquer alterações no traçado do ECG sugestivas de isquemia miocárdica. Nesse trabalho, 7 de 15 pacientes recebiam digoxina, o que pode tornar obscuro o diagnóstico de isquemia pela detecção de desnivelamento de segmento ST, pois o ECG não foi utilizado continuamente apenas durante os modos de respiração espontânea.

Um estudo prospectivo randomizado foi realizado para estimar a incidência de isquemia miocárdica em pacientes cardíacos de alto risco após a realização de cirurgia não cardíaca (49). Um grupo de 62 pacientes, preenchendo critérios básicos para extubação, foram randomizados para receber um de três modos ventilatórios de desmame: SIMV (n = 19), peça T (n = 21) e CPAP (n = 22). Os pacientes foram monitorados eletrocardiograficamente em 2 canais para identificação de desnivelamento de segmento ST, sugerindo isquemia miocárdica. Todos foram monitorados antes, durante e após o desmame. Dos 62 pacientes, 12 (19,3%) evidenciaram isquemia durante o período de monitorização, sendo mais freqüente o aparecimento durante o período de desmame, ocorrendo em 3 dos 21 pacientes (14,3%) em peça T, em 2 dos 22 (9,1%) em CPAP e em nenhum dos pacientes em SIMV. O estudo demonstrou que a isquemia miocárdica silenciosa ocorre freqüentemente em pacientes de alto risco no pós-operatório e que a incidência é maior durante o desmame.

Em um estudo observacional prospectivo, a monitorização contínua de ECG durante 24 horas foi usada para monitorar pacientes dependentes da VM e verificar sua correlação com a dificuldade no desmame da prótese ventilatória (50). Um grupo de 17 pacientes foi monitorado durante 24 horas por um eletrocardiógrafo de 2 canais. Nenhuma rotina da UTI foi interrompida ou alterada. O segmento ST foi avaliado de acordo com critérios estabelecidos para evidenciar isquemia miocárdica. Alterações eletrocardiográficas mostrando isquemia miocárdica foram identificadas em 6 (35%) casos. Em 2 pacientes foi vista elevação de segmento ST e 4 apresentaram depressão durante a monitorização com Holter. Cinco de 6 pacientes com evidências eletrocardiográficas de isquemia tiveram de 1 a 10 episódios de taquicardia ventricular (TV) sustentada por mais de 4 batimentos em adição a alteração do segmento ST. Em 2 pacientes a ocorrência de isquemia foi relatada com o início da utilização da peça T. A presença de isquemia foi associada com a falência do desmame

da VM ($p < 0,05$); risco relativo 3,05. Os desfechos secundários foram: dias de VM, dias de hospitalização e sucesso no desmame. O número de dias em que os pacientes receberam VM, o número de dias em que os pacientes permaneceram hospitalizados e a taxa global de mortalidade não foram estatisticamente diferentes para pacientes com ou sem evidência de isquemia. Nesse estudo ficou demonstrado que a presença de isquemia miocárdica está associada à dependência da VM na população avaliada (sensibilidade de 62% e especificidade de 89% – valor preditivo positivo de 83%).

Em um trabalho prospectivo, foi estudada a freqüência com que as alterações eletrocardiográficas sugestivas de isquemia cardíaca ocorrem durante o desmame da VM (51). Também foram investigadas mudanças no trabalho miocárdico, no padrão respiratório e na oxigenação arterial como possíveis preditores na falência do desmame e na ocorrência de isquemia miocárdica. Sessenta e oito (73%) dos 93 pacientes foram desmamados com redução gradual da PS, e 25 (27%) foram desmamados com repetidas tentativas de peça T. Sessenta e seis (60%) foram liberados com sucesso da VM na primeira tentativa de desmame; 18 dos 37 (49%) que falharam em sua primeira tentativa de desmame eram portadores de DAC. Seis de 93 pacientes (6%) apresentaram isquemia miocárdica durante o desmame da VM. A dessaturação de oxigênio ($98 \pm 0,02$ para $96 \pm 0,03$) foi associada com 2,9 vezes de risco aumentado na falência do desmame (RR = 3,9; IC = 1,7 - 9,0). Isquemia foi detectada mais freqüentemente em 10% dos pacientes com história prévia de DAC e foi associada com falência no desmame em 22% deles. Especula-se que a isquemia miocárdica possa ter contribuído para a falência do desmame da VM em 4 de 6 pacientes que entraram nesse estudo. Assim conclui-se que isquemia miocárdica durante o desmame foi relativamente rara (6%) na população estudada. A freqüência foi maior (10%) em pacientes com história prévia de DAC e maior ainda (22%) nos com DAC que falharam no desmame. Isquemia cardíaca deve ser considerada quando pacientes, especialmente os com DAC, repetidamente falham no desmame da VM. Monitorização contínua do segmento ST pode ser utilizada para detectar a ocorrência de isquemia oculta em pacientes selecionados. No estudo anteriormente citado (51), foi demonstrado que a presença de isquemia miocárdica detectada pelo traçado eletrocardiográfico ocorreu em 6% de uma UTI geral e, nela, 10% dos pacientes apresentavam isquemia miocárdica durante o desmame da VM. Nesse

trabalho, a isquemia miocárdica tendeu a aumentar o risco de falência de desmame no primeiro dia de desconexão da VM, mas esse efeito não foi capaz de demonstrar o alcance da análise estatística em razão do pequeno tamanho da amostra.

Um estudo de coorte prospectivo foi realizado com 83 pacientes com DAC para examinar a freqüência e os efeitos da isquemia miocárdica durante o primeiro dia de desmame da VM, tendo 49 deles sido liberados com sucesso da VM (52). As modalidades de desmame foram peça T, PS e CPAP. Todos os pacientes foram monitorizados continuamente através do traçado eletrocardiográfico para análise de desníveis de segmento ST, em 3 canais. Oito apresentaram isquemia durante o desmame da VM, sendo que 7 falharam. Seis de 8 pacientes apresentaram isquemia miocárdica durante a utilização de peça T como modalidade de desmame e todos falharam nessa primeira tentativa. O produto pressão/razão (PPR = freqüência cardíaca x pressão sangüínea sistólica) aumentou significativamente em ambos os grupos isquêmicos ($12,8 \pm 0,9$ vs $17,3 \pm 2,0$ – $p < 0,01$) e não isquêmicos ($11,8 \pm 0,4$ vs $13,0 \pm 0,5$ – $p < 0,01$). Entretanto o aumento do PPR tende a ser maior no grupo de pacientes isquêmicos do que no de não isquêmicos ($4,5 \pm 1,4$ vs $1,3 \pm 0,2$ – $p = 0,05$). O estudo conclui que o desenvolvimento de isquemia miocárdica durante o desmame aumentou significativamente o risco para falência no desmame; 7 dos 8 pacientes isquêmicos e 31 dos 75 sem isquemia falharam (RR = 2,1; IC = 1,4 - 3,1 para 95%). A isquemia miocárdica foi acompanhada por aumento acima do normal no PPR, elevando o risco de falência do desmame nas primeiras 24 horas.

Estudo recente realizado no Brasil, em seus achados preliminares, procurou demonstrar o uso do sistema de monitorização eletrocardiográfica contínua (Holter) nos procedimentos de retirada da VM (53). Foram monitorizados 20 pacientes em fase de retirada VM, utilizando um Holter de 3 canais, desde o início do processo até 24 horas, independentemente do sucesso ou falência do mesmo. Seis pacientes apresentavam antecedentes de cardiopatias, porém sem relatos de DAC prévia diagnosticada. Arritmias estiveram presentes em todos os pacientes, sendo extra-sístoles supraventriculares (ESSV) em 10 (50%), taquicardia paroxística supraventricular (TPSV) em 12 (60%), extra-sístoles ventriculares (ESV) em 16 (80%) com ocorrência de taquicardia ventricular (TV) não sustentada e sustentada em 4 (20%) dos pacientes. Cinco (25%) dos pacientes apresentaram isquemia miocárdica silenciosa, com infradesnivelamento do segmento ST, variando de 1,7 a

4,3 mm em pelo menos 2 canais; nenhum dos pacientes que manifestaram isquemia miocárdica silenciosa obteve sucesso na retirada da VM. Nesse trabalho, conclui-se que a retirada da VM propicia a manifestação de alterações cardíacas subdiagnosticadas pela inadequada monitorização e que a frequência de isquemia silenciosa e arritmias com elevado potencial de degeneração são comuns e devem ser tratadas e monitoradas com atenção especial por seu efeito sobre a mortalidade dos pacientes.

Deste forma, deve-se levar em conta que a disfunção cardiovascular pode ser uma peça importante na predição do sucesso de desmame de pacientes da VM e que a monitorização cardiovascular pode ser de grande utilidade no diagnóstico e tratamento de pacientes dependentes da VM, especialmente naqueles em que o desmame deva ser iniciado, promovendo a melhora dos desfechos e diminuindo os altos custo e a alta mortalidade dessa população específica.

1.2.3 - Técnicas de Desmame

Uma variedade de técnicas ou modos é rotineiramente empregada pelas equipes de UTI para o processo de desmame de pacientes submetidos a VM (54).

1.2.3.1 - Peça T

Até o início de 1970, a peça T era o único método de desmame em uso e continua sendo, ainda hoje, o método mais frequentemente utilizado em pacientes submetidos a da VM (55). A técnica alterna a respiração assistida com período de respiração espontânea, com suplementação conhecida de O₂. Geralmente dois protocolos diferentes podem ser usados: (1) peça T uma vez ao dia e (2) peça T intermitente.

No primeiro, o paciente é colocado em peça T até o momento em que não mais o tolere; o período de descanso em modo assistido-controlado (A/C) é de 24 horas para recuperação da fadiga e nova tentativa é realizada no dia seguinte.

No segundo, os períodos de respiração espontânea aumentam progressivamente, de acordo com a tolerância clínica e, entre eles, se conecta o paciente à VM no modo A/C (11). É recomendado iniciar com 10 a 15 minutos de pausa e não superar a hora de conexão ao ventilador. Quando os pacientes tolerarem aproximadamente 2 horas de pausa da VM, poderá ser realizada a extubação. É aconselhado um repouso noturno de aproximadamente 8 horas, com o paciente conectado ao ventilador. Em pacientes com patologia respiratória crônica e que tenham permanecido a longo tempo em VM, esse período de repouso pode ser prolongado a até o máximo de 24 horas.

A peça T é considerada a técnica tradicional de desmame, oferecendo baixa resistência ao circuito e permitindo a recuperação da fadiga muscular. No entanto, o aumento WOB causado pela presença do TOT pode levar a uma carga respiratória excessiva aos pacientes que se encontram respirando com esta técnica (56). Além disso, tem como inconveniente a falta de monitorização, a quantidade de tempo dispendida pela equipe e a transição brusca para a primeira respiração espontânea, que por vezes pode ser mal tolerada (4). Outros possíveis problemas incluem alterações hemodinâmicas por aumento da pré-carga, se as pressões intratorácicas durante a respiração espontânea forem muito negativas, ou derivadas de hipo ou hiper ventilação (46). Apesar das potenciais limitações este método não se mostrou inferior aos outros métodos utilizados no desmame da VM.

1.2.3.2 - Ventilação Mandatória Intermitente (IMV) ou Ventilação Mandatória Intermitente Sincronizada (SIMV)

Estes modos combinam a ventilação espontânea com a assistida. A transição da respiração artificial para a espontânea se realiza pela diminuição gradual da frequência do ventilador. A frequência de início da IMV está determinada pela quantidade de suporte ventilatório, para manter uma adequada PaCO₂, sem que apare-

çam sinais de fadiga. Pode-se iniciar com uma frequência do ventilador igual à metade da obtida no modo A/C. A progressão do desmame se produz diminuindo a frequência no ventilador conforme a tolerância clínica. Embora para alguns autores a IMV seja usada como modo de ventilação, ela foi introduzida inicialmente como técnica de desmame (57, 58). Entre as vantagens de seu uso destaca-se um maior controle sobre o paciente devido à monitorização por parte do ventilador, um menor tempo de disponibilização da equipe de UTI, uma transição gradual para a respiração espontânea e uma melhor tolerância hemodinâmica ao diminuir a pressão intratorácica. Os principais inconvenientes são: o risco de hipoventilação, caso sejam utilizadas frequências baixas o paciente não consegue volumes eficazes, e o aumento do WOB, que pode perpetuar a fadiga e aumentar o tempo de desmame (59). Um dos problemas que ocorrem na SIMV é, o alto nível de esforço inspiratório necessário para o paciente abrir a válvula de demanda do ventilador mecânico, podendo duplicar o trabalho respiratório e, conseqüentemente, o consumo de oxigênio (60). Não se demonstrou até o momento que o IMV reduza o tempo de desmame nem que seja uma técnica superior à peça T em situações concretas (61).

1.2.3.3 - Pressão de Suporte

Nesta modalidade, o paciente respira espontaneamente através do ventilador, o qual proporciona uma pressão inspiratória, predeterminada no circuito, que aumenta o V_T espontâneo (39). O nível de pressão inspiratória fixa-se em função de se obter uma f entre 25-30 mrpm e reduzido de forma gradual até a extubação (62). Trabalhos publicados sugerem que o nível ótimo para iniciar a PS, mantendo uma f de 20 a 30 mrpm, está em torno de 20 a 30 cmH₂O (63, 64).

Considera-se que o nível de pressão necessário para compensar o trabalho respiratório extra, devido à resistência induzida pela presença de um tubo endotraqueal, oscila entre 4 e 8 cmH₂O (PS de 4 cmH₂O para tubos de 9 mm e PS de 8 cmH₂O para tubos de 7 mm de diâmetro) (13), valor esse em que, se o paciente permanecer por uma hora ventilando com esse nível da ajuda, pode-se proceder a extubação (12). A PS requer menos tempo de disponibilidade da equipe de UTI, de-

vido à permanência da monitorização através do ventilador. O maior conforto proporcionado por essa técnica se relaciona ao controle do padrão respiratório por parte do paciente (59). Outras vantagens da PS são a transição gradual para a respiração espontânea, a recuperação ou melhora da resistência dos músculos respiratórios (6) e a diminuição do WOB (11). Seu principal inconveniente é o nível incerto de ventilação, se o paciente diminuir de forma brusca a capacidade de ventilar ou apresenta um padrão respiratório muito irregular.

1.2.3.4 - Pressão de Suporte e Ventilação Mandatória Intermitente Sustentada

Devido ao fato de a f e o V_T dependerem do paciente durante a PS, um nível específico de ventilação de reserva não é garantido. Para resolver o problema, a combinação de PS e SIMV está disponível em muitos ventiladores, sendo também utilizada como técnica de desmame (65). Essa combinação pode, em teoria, oferecer uma transição mais gradual do suporte ventilatório controlado para a respiração espontânea, com o importante efeito de ser benéfico para pacientes com desmame difícil da VM. Contudo, o tempo requerido para o desmame é muito maior nessa modalidade (8).

1.2.4 - Estratégias de Desmame

Recentemente, dois estudos randomizados, controlados para a investigação, avaliaram e compararam quatro técnicas de desmame da VM, procurando definir a que apresentasse maior taxa de sucesso.

Brochard e colaboradores (6) avaliaram 456 pacientes de uma UTI clínico-cirúrgica considerados prontos para o desmame. Trezentos e quarenta e seis deles (76%) foram extubados com sucesso após uma simples prova de 2 horas com

peça T. Cento e nove pacientes ventilados mecanicamente, que preenchiem critérios de desmame da VM, mas que não suportaram a tentativa de 2 horas de respiração espontânea, foram randomizados para receberem os seguintes modos de desmame: (1) peça T, com aumento progressivo até 2 horas de tolerância; (2) SIMV, com redução de 2 a 4 mrpm duas vezes ao dia até que 4 mrpm pudessem ser tolerados; (3) PS, com reduções de 2 a 4 cmH₂O, duas vezes ao dia, até atingir 8 cmH₂O que pudessem ser tolerado pelo paciente. Análise multivariada demonstrou que, a etiologia da doença pode ser significativa ($p = 0,01$, tendo os pacientes com DPOC sido os mais difíceis de ser liberados da VM), seguida pelo modo de desmame empregado ($p = 0,03$). Os achados demonstram que a probabilidade de maior tempo de permanência em VM foi significativamente inferior para pacientes com PS do que para os nas outras modalidades. O trabalho concluiu que o desfecho do desmame da VM foi influenciado pela estratégia escolhida e que o uso de PS resultou em significativa melhora, comparado com os outros protocolos de desmame usando peça T ou SIMV.

Esteban e colaboradores (10) realizaram um estudo semelhante com 546 pacientes de uma UTI clínico-cirúrgica, tendo 416 (76%) deles sido extubados com sucesso no primeiro dia de desmame da VM, após prova de peça T. Os 130 pacientes que falharam nessa tentativa foram randomizados para o desmame, da seguinte forma: (1) peça T uma vez ao dia; (2) duas ou mais tentativas de peça T ou CPAP a cada dia, se tolerado; (3) PS com redução de 2 a 4 cmH₂O pelo menos duas vezes ao dia. A taxa de sucesso no desmame foi significativamente melhor com a peça T uma vez ao dia e tentativas múltiplas de peça T ao dia do que com PS ou SIMV. A média de duração do desmame foi de 5 dias para a SIMV, de 4 dias para a PS e 3 dias para os modos de peça T. Os autores concluíram que provas de respiração espontânea com peça T uma vez ao dia levam à extubação 3 vezes mais rapidamente do que a SIMV e cerca de duas vezes mais que a PS.

Ambos os trabalhos conduzem a duas importantes conclusões: a estratégia de desmame influencia a duração da VM e o SIMV é o método de desmame menos eficiente. Com respeito aos outros métodos, o estudo de Brochard (6) foi amplamente favorável à utilização da PS ao passo que o de Esteban (8) demonstrou a superioridade da peça T em relação à PS. Esses resultados conflitantes podem ser

explicados em parte pelo desenho do estudo, uma vez que o progresso no desmame e os critérios para a extubação foram diversos.

1.2.5 - Situação Atual

A grande maioria dos pacientes criticamente enfermos internados em UTI requer a utilização de VM, cujos custos são substanciais, estando incluídos neles morbidade e mortalidade da pneumonia e da lesão pulmonar associada à VM (1) e os gastos com enfermagem, com fisioterapia e com os equipamentos (2). Assim, a liberação do paciente da VM deve ser realizada o mais rápido possível, com planejamento adequado e seguro (3). Porém o desmame, quando efetuado de maneira muito rápida pode resultar em instabilidade cardiovascular, e a extubação prematura seguida de reintubação está associada com alta mortalidade (66).

Meade e colaboradores (67) identificaram 70 estudos que investigaram parâmetros de desmame em pacientes de UTI cardiovascular, de UTI geral e com DPOC. Nesses artigos, foram identificados 462 putativos preditores de desmame, mas os mais utilizados incluem aqueles usados rotineiramente pelos clínicos, entre eles as características demográficas (ex: idade, características diagnósticas), sinais subjetivos (ex: diaforese, agitação), sinais vitais e variáveis hemodinâmicas (ex: frequência cardíaca, pressão arterial), mecânica pulmonar (ex: volume corrente, frequência respiratória), troca gasosa (ex: $P_{et}CO_2$, PaO_2) e gravidade da doença (variáveis bioquímicas, comorbidades, níveis de suporte respiratório).

Apesar de a peça T e a PS serem os modos mais empregados no desmame da VM, até o momento poucos trabalhos foram publicados comparando-os em seus parâmetros de oxigenação e mecânica respiratória (15). Estudos comparativos entre esses modos de desmame quanto a suas alterações cardiovasculares e eletrocardiográficas também são pouco numerosos (16).

1.3 - Bibliografia da Revisão de Literatura

1. Vincent J, Bihari D, Suter P, Bruining H, White J, Nicolas-Chainone M, et al. The prevalence of nosocomial infection in intensive care units in Europe. Results of the European Prevalence of Infection in Intensive Care (EPIC). *JAMA* 1995;274:639-644.
2. Meade M, Cook D, Kernerman P, Bernard G. How to use an article about harm: the relationship between high tidal volumes, ventilating pressures, and ventilator-induced lung injury. *Crit Care Med* 1997;25:1915-1922.
3. Manthous C, Schmidt G, Hall J. Liberation from mechanical ventilation: a decade of progress. *Chest* 1998;114:886-901.
4. Hall J, Wood L. Liberation of the patient from mechanical ventilation. *JAMA* 1987;257(12):1621-1628.
5. Mancebo J. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J* 1996;9(9):1923-1931.
6. Brochard L, Rauss A, Benito S, Conti G, Mancebo J, Reiki N. Comparison of three methods of gradual withdrawal from mechanical ventilatory support during weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med* 1994;150(4):896-903.
7. Vallverdu I, Calaf N, Subirana M, Net A, Benito S, Mancebo J. Clinical characteristics, respiratory functional parameters, and outcome of two-hour T-piece trial in patients weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;158(6):1855-1862.
8. Esteban A, Alia I, Ibanez J, Benito S, Tobin M. Modes of mechanical ventilation and weaning: a national survey of Spanish hospitals. The Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Chest* 1994;106:1188-1193.
9. Nevis M, Epstein S. Predictors of outcome for patients with COPD requiring invasive mechanical ventilation. *Chest* 2001;119(6):1840-1849.
10. Esteban A, Frutos M, Tobin M, Alia I, Sotsoma J, Vallverdu I, et al. A comparison of four methods of weaning patients from mechanical ventilation. *N Engl J Med* 1995;332:345-350.
11. Hess D. Perspectives on weaning from mechanical ventilation with a note on extubation. *Respir Care* 1987;87:167-171.
12. Nathan S, Ishaaya A, Korner S, Belman M. Prediction of minimal pressure support during weaning from mechanical ventilation. *Chest* 1993;103:1215-1219.

13. Fiastro J, Habib M, Quan S. Pressure support compensation for inspiratory work due to endotracheal tubes and demand continuous positive airway pressure. *Chest* 1988;93:499-505.
14. Vassilakopoulos T, Zakynthinos S, Roussos C. The tension-time index and the frequency / tidal volume ratio are the major pathophysiologic determinants of weaning failure and success. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;158:378-385.
15. Vitacca M, Vianello A, Colombo D, Clini E, Porta R, Bianchi L, et al. Comparison of two methods for weaning patients with chronic obstructive pulmonary disease requiring mechanical ventilation for more than 15 days. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164:225-230.
16. Pinsky M. Breathing as exercise: the cardiovascular response to weaning from mechanical ventilation. *Intensive Care Med* 2000;26:1164-1166.
17. Yang K, Tobin M. A prospective study of indexes predicting the outcome of trials of weaning from mechanical ventilation. *N Engl J Med* 1991;324:1145-1150.
18. Ely E, Baker A, Dunagan D. Effect on the duration of mechanical ventilation of identifying patients of breathing spontaneously. *N Engl J Med* 1996;335:1864-1869.
19. Tobin M, Perez W, Guenter S. The pattern of breathing during successful and unsuccessful trials of weaning from mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis* 1986;134:1111-1118.
20. Sahn S, Lakshminarayan S. Weaning from mechanical ventilation. *JAMA* 1976;235:2208-2212.
21. Tahvanainen J, Salmenpera M, Nikki P. Extubation criteria after weaning from intermittent mandatory ventilation and continuous positive airway pressure. *Crit Care Med* 1983;11:702-707.
22. Tomilson J, Muller K, Lorch D, Smith L, Reines H, Sahn S. A prospective comparison of IMV and T-piece weaning from mechanical ventilation. *Chest* 1989;93:348-352.
23. Venus B, Smith R, Mathzy M. National survey of methods and criteria used for weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med* 1987;15:530-533.
24. Torres A, Gatel J, Aznar E. Re-intubation increases the risk of nosocomial pneumonia in patients needing mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152:137-141.
25. Epstein S, Ciubotaru R, Wong J. Effect of failed extubation on the outcome of mechanical ventilation. *Chest* 1997;112:186-192.

26. Coplin W, Pierson D, Cooley K, Newel D, Rubenfeld G. Implications of extubation delay in brain-injured patients meeting standar weaning criteria. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;161:1530-1536.
27. Tobin M, Alex C. Discontinuation of mechanical ventilation. In: Tobin M, editor. *Principles and practice of mechanical ventilation*. New York: McGraw-Hill; 1994. p. 1177-206.
28. Net A, Mancebo J, Benito S. Estratégias ventilatorias durante el weaning. In: Net A, editor. *Retirada de la ventilación mecánica: weaning*. Barcelona: Springer - Verlag; 1995. p. 94-108.
29. Gilbert R, Keighley S. The arterial/ alveolar oxygen tension ratio. An index of gas exchange aplicable to varying inspired oxygen concentration. *Am Rev Respir Dis* 1974;109:142-145.
30. Feeley T, Hedley-Whyte J. Weaning from intermitent positive-pressure ventilation. *N Engl J Med* 1975;292:903-906.
31. Hess D, Schlotagg A, Levin B, Mathai J, Rexrode W. An evaluation of usefulness of end-tidal PCO_2 to aid weaning from mechanical ventilation following cardiac surgery. *Respir Care* 1991;36:837-843.
32. Jubran A, Tobin M. Pathophysiologic basis of acute respiratory distress in patients who fail a trial of weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;155:906-915.
33. Bendixen H, Egbert L, Hedley-Whyte J. Management of patients undergoing prolonged artificial ventilation. In: Mosly C, editor. *Respiratory Care*. St.Louis; 1965. p.149.
34. Pierson D. Weaning from mechanical ventilation in acute respiratory failure: concepts, indications and techniques. *Respir Care* 1983;28:646-662.
35. Sahn S, Lakshminarayan S. Bedside criteria for discontinuation of mechanical ventilation. *Chest* 1973;63:1002-1005.
36. Morganroth M, Morganroth J, Nett M, Petty T. Criteria for weaning from prolonged mechanical ventilation. *Arch Intern Med* 1984;144(1012-1016).
37. Lemaire F, Meakins J. Weaning. In: Lemaire F, editor. *Mechanical Ventilation*. Berlin: Springer-Verlag; 1991. p. 171-188.
38. Shikora S, Bistrain B, Borlase B. Work of breathing: reliable predictor of weaning and extubation. *Crit Care Med* 1990;18:157-162.
39. Brochard L, Harf A, Lorino H, Lemaire F. Inspiratory pressure support prevents diaphragmatic fatigue during weaning from mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis* 1989;139:513-521.

40. Rochester D, Arora N. Respiratory muscle failure. *Med Clin North Am* 1983;67:573-597.
41. Sassoon C, Mahutte K. Airway occlusion pressure: an importante for succesfull weaning in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1987;135:107-113.
42. Sassoon C, Mahutte K. Airway occlusion pressure and breathing pattern as predictor of weaning outcome. *Am Rev Respir Dis* 1993;148:860-866.
43. Montgomery B, Holle R, Neally D, Pierson D. Prediction of sucessful ventilator weaning using airway occlusion pressure and hypercapnic challenge. *Chest* 1987;91:496-499.
44. Vassilakopoulos T, Roussos C, Zakyntinos S. Weaning from mechanical ventilation. *J Crit Care* 1999;14:39-62.
45. Räsänen J, Nikki P, Keikkilä J. Acute miocardial infarction complicated by respiratory failure: the effects of mechanical ventilation. *Chest* 1984;85:21-28.
46. Lemaire F, Teboul J, Cinotti L, Giotto G, Abrouk F, Steg G, et al. Acute left ventricular dysfunction during unsuccessful weaning from mechanical ventilation. *Anesthesiology* 1988;69:171-179.
47. Stroetz R, Hubmayr R. Tidal volume maintenance during weaning with pressure support. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;52:1034-1040.
48. Hurford W, Lynch K, Strauss H. Myocardial perfusion as assessed by Thallium-201 scintigraphy during discontinuation of mechanical ventilation in ventilated patients. *Anesthesiology* 1991;74:1077-1016.
49. Abalos A, Leibowitz A, Distefano D, Halpern N, Iberti T. Myocardial ischemia during the weaning period. *Am J Crit Care* 1992;1:32-36.
50. Hurford W, Favorito F. Association of myocardial ischemia with failure to wean from mechanical ventilation. *Crit Care Med* 1995;23:1475-1480.
51. Chatila W, Ani S, Guaglianone D, Jacob B, Amoateng-Adjepong Y, Manthous C. Cardiac ischemia during weaning from mechanical ventilation. *Chest* 1996;109:1421-1422.
52. Srivastava S, Chatila W, Amoateng-Adjepong Y, Kanagasegar S, Jacob B, Zarich S. Myocardial ischemia and weaning in patients with coronary artery disease: an update. *Crit Care Med* 1999;27:2109-2115.
53. Barcelos G, Guimaraes H, Resque A, Souza A, Amaral J. Alterações eletrocardiográficas durante a retirada da ventilação mecânica: resultados iniciais da monitorização eletrocardiográfica contínua (Holter). In: T.S.Pinheiro C, editor. X Congresso Brasileiro de Terapia Intensiva; 2002; Rio de Janeiro, Brasil: Associação de Medicina Intensiva Brasileira; 2002. p. 99.

54. Epstein S. Weaning from mechanical ventilation. *Respir Care* 2002;47:454-466.
55. Esteban A, Anzueto A, Alia I, Group ftMVIW. International study of the prevalence of mechanical ventilation. *Intensive Care Med* 1997;23(Suppl 1):S23.
56. Bersten A, Rutten A, Vedig A, Skowronski G. Additional work of breathing imposed by endotraqueal tubes, breathing circuits, and intensive care ventilators. *Crit Care Med* 1989;17:671-677.
57. Dows J, Klein E, Desauter D, Modell J, Kirby R. Intermittent mandatory ventilation: A new approach to weaning from mechanical ventilation. *Chest* 1973;64:331-335.
58. Luce J, Pierson D, Hudson J. Intermittent mandatory ventilation: a critical review. *Chest* 1981;79:678-685.
59. MacIntyre N. Respiratory function during pressure support ventilation. *Chest* 1986;89:677-683.
60. Marini J, Smith T, Lamb V. External work output and force generation during synchronized intermittent mechanical ventilation: effect of machine assistance on breathing effort. *Am Rev Respir Dis* 1988;138:1169-1179.
61. Schachter E. Does intermittent mandatory ventilation accelerate weaning ? *JAMA* 1981;246:1210-1214.
62. Kimura T, Takezawa J, Nishiwaki K, Shimada Y. Determination of the optimal pressure support level evaluated by measuring transdiaphragmatic pressure. *Chest* 1991;100:112-117.
63. Jubran A, Van de Graaf W, Tobin M. Variability of patient-ventilator interaction with pressure support ventilation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152:129-136.
64. Alberti A, Gallo F, Fongaro A, Valenti S, Rossi A. P0.1 is a useful parameter in setting the level of pressure support ventilation. *Intensive Care Med* 1995;21:547-553.
65. Jonieaux V, Duran A, Levi-Valensi P. Synchronized intermittent ventilation with and without pressure support ventilation in weaning patients with COPD from mechanical ventilation. *Chest* 1994;105:1204-1210.
66. Epstein S. Etiology of extubation failure and the predictive value of the rapid shallow index. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152:545-549.
67. Meade M, Guyatt G, Cook D. Weaning from mechanical ventilation: the evidence from clinical research. *Respir Care* 2001;46:1408-1415.

1.4 - Hipótese

- As alterações cardiorrespiratórias podem apresentar diferentes comportamentos em pacientes criticamente enfermos internados em uma unidade de terapia intensiva quando submetidos a dois modos de desmame da ventilação mecânica (pressão de suporte e peça T).

1.5 - Objetivos

1.5.1 - Objetivo Geral

- Avaliar alterações cardiorrespiratórias de menor complexidade em pacientes críticos durante a aplicação de dois modos utilizados para o desmame da ventilação mecânica (pressão de suporte e peça T).

1.5.2 - Objetivos Específicos

- Analisar os parâmetros de intercâmbio gasoso, mecânica respiratória, monitorização cardiovascular e eletrocardiográficos durante o desmame de pacientes da ventilação mecânica, utilizando os modos de pressão de suporte e peça T.

- Comparar subgrupos de pacientes cardíacos com não cardíacos quanto aos parâmetros cardiovasculares e de monitorização eletrocardiográfica durante o desmame da ventilação mecânica, utilizando os modos de pressão de suporte e peça T.

**AVALIAÇÃO DE ALTERAÇÕES
CARDIORRESPIRATÓRIAS EM PACIENTES
CRITICAMENTE ENFERMOS POR DOIS MÉTODOS
DE DESMAME DA VENTILAÇÃO MECÂNICA**

*Alexandre Doval da Costa, Marcelo de Mello Rieder,
Silvia Regina Rios Vieira*

Serviço de Medicina Intensiva
Hospital de Clínicas de Porto Alegre
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil

Endereço para correspondência:

Dra. Silvia Regina Rios Vieira

Serviço de Medicina Intensiva

Hospital de Clínicas de Porto Alegre

Rua Ramiro Barcelos, 2350

Porto Alegre, RS – Brasil – 90035-003

Fone/Fax: 0XX (51) 3226 5716

e-mail: svieira@terra.com.br

AVALIAÇÃO DE ALTERAÇÕES CARDIORRESPIRATÓRIAS EM PACIENTES CRITICAMENTE ENFERMOS POR DOIS MÉTODOS DE DESMAME DA VENTILAÇÃO MECÂNICA

RESUMO

Introdução: O desmame é o processo de transição da ventilação mecânica (VM) para a ventilação espontânea. Entre as técnicas de desmame mais utilizadas estão a peça T e a pressão de suporte (PS). Até o momento não está comprovada a superioridade de uma técnica sobre a outra, nem quanto ao sucesso do desmame nem quanto aos seus efeitos em variáveis cardiorrespiratórias

Objetivo: Analisar os parâmetros de intercâmbio gasoso, mecânica respiratória e parâmetros de monitorização cardiovascular, durante o desmame da VM, utilizando as técnicas de PS e peça T e comparar estas variáveis em subgrupos de pacientes cardíacos e não cardíacos.

Material e Métodos: O estudo foi um ensaio clínico randomizado cruzado, realizado no Serviço de Medicina Intensiva do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, comparando PS e peça T. Foram analisados 20 pacientes, com idade de 57 ± 15 anos, 13 (65%) do sexo masculino e 7 (35%) do sexo feminino, que estavam em VM por um período entre 2 a 54 dias. Os dados analisados incluíam: saturação periférica de oxigênio (SaO_2), pressão parcial de dióxido de carbono no ar exalado ($PetCO_2$), frequência respiratória (f), volume de ar corrente (V_T), volume minuto (V_E), trabalho respiratório total (WOB_{total}), pressão média de via aérea (Paw), frequência cardíaca (fc), pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e pressão arterial média (PAM). Os dados foram registrados nos tempos zero, quinze e trinta minutos, após a instituição da técnica de desmame sorteada, com intervalo de 30 minutos de repouso antes da realização da técnica seguinte. Foi feita uma comparação intragrupos e intergrupos para os 20 pacientes. Além disso, os pacientes foram divididos em cardíacos ($n = 11$) e não cardíacos ($n = 9$) e comparados entre si em relação aos parâmetros cardiovasculares.

Resultados: A comparação entre PS e peça T demonstrou que os valores totais de SaO_2 foram mais elevados durante a PS em todos os tempos ($p < 0,001$), assim como os de PetCO_2 demonstraram aumento quando em os em relação à peça T nos três tempos ($p < 0,05$). Os valores de f , na comparação entre os dois modos de desmame, diminuíram quando submetidos a PS nos tempos zero e quinze ($p < 0,05$). Os valores de V_E e V_T apresentaram aumento quando submetidos a PS, nos três tempos ($p < 0,001$). Os valores de $\text{WOB}_{\text{total}}$ aumentaram quando submetidos a PS, nos três tempos ($p < 0,05$), o mesmo ocorrendo com os valores de totais de P_{aw} ($p < 0,001$). Não houve diferença entre PS e peça T para os valores de PAM, PAS, PAD e fc . A comparação entre as técnicas em cardíacos e não cardíacos demonstrou que os valores totais de fc diminuíram nos cardíacos, no tempo 30 ($p < 0,05$) não havendo diferenças significativas nas medidas. A fc era maior nos pacientes não cardíacos quer em PS quer em peça T ($p < 0,05$). Nas medidas eletrocardiográficas, na comparação entre os grupos cardíacos ($n = 11$) *versus* não cardíacos ($n = 9$), foram verificadas: alterações de segmento ST em 7 (64%) pacientes cardiopatas e em 2 (22%) não cardiopatas ($p < 0,05$); arritmias foram vistas em 3 (27%) dos cardiopatas e em 1 (11%) não cardiopata; a TS foi observada somente nos não cardiopatas, em número de 5 (56%) ($p < 0,01$).

Conclusões: Comparando PS com peça T uma melhor resposta foi observada nas medidas de parâmetros respiratórios e de oxigenação com o uso de PS. Não foram observadas diferenças significativas nas medidas de parâmetros cardiovasculares e eletrocardiográficos. Comparando os pacientes subdivididos em cardíacos e não cardíacos observou-se redução da fc aos 30 minutos de PS apenas nos pacientes cardíacos. Além disso, houve maior ocorrência de alterações de segmento ST, menor ocorrência de taquicardia sinusal e tendência maior a ocorrência de arritmias nos pacientes cardíacos em ambos os modos de desmame.

INTRODUÇÃO

Como a grande maioria dos pacientes criticamente enfermos internados em unidade de terapia intensiva (UTI) necessita de ventilação mecânica (VM), os custos da utilização desse recurso são substanciais, incluindo o custo clínico de morbidade e mortalidade da pneumonia e da lesão pulmonar associadas à VM (1), além dos gastos adicionais relacionados aos cuidados com enfermagem, fisioterapia e equipamentos (2). Por estas razões, as equipes devem estar atentas para que a liberação do paciente da VM possa ser realizada o mais rápido possível, com planejamento adequado e seguro (3) e, uma vez que o paciente foi tratado para a causa que o levou à VM, sua liberação do ventilador deve ser o mais rápida possível (4). Para tal liberação ou desmame pode-se lançar mão da prova de respiração espontânea ou da retirada progressiva (5). Na primeira modalidade, o paciente é colocado em respiração espontânea sem assistência (peça T) ou com mínimo suporte ventilatório através da pressão positiva contínua na via aérea (CPAP) ou, ainda, sob um baixo nível de pressão de suporte (PS). Já a segunda constitui um processo mais gradual em que se diminui progressivamente o trabalho ventilatório do paciente (4). Essas técnicas foram validadas em dois ensaios clínicos randomizados (6, 7) que observaram que aproximadamente 75% dos pacientes toleraram a prova de respiração espontânea. A maioria dos pacientes que se recupera do episódio de falência respiratória aguda suporta a prova de respiração espontânea (5), mas, quando é necessária a retirada progressiva da VM, o tempo gasto para o desmame é substancial, chegando a aproximadamente 40% do período total de permanência na VM (8) ou a até 60% para pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (9).

No modo peça T, a técnica tradicional de desmame da VM, existe alternância entre a respiração assistida dada pela VM e os períodos de respiração espontânea com suplemento conhecido de oxigênio, alongando-se progressivamente os períodos de ventilação espontânea conforme a tolerância clínica (10). A técnica oferece baixa resistência ao circuito, permitindo a recuperação da fadiga muscular, mas pode causar aumento do trabalho respiratório (WOB) devido à presença do tubo orotraqueal (TOT), podendo levar a uma carga respiratória excessiva (11). Outros inconvenientes incluem a falta de monitorização, a quantidade de tempo despendida

pela equipe, a transição brusca para a primeira respiração espontânea, que por vezes pode ser mal tolerada (4) e a possibilidade de alterações hemodinâmicas por aumento da pré-carga, se as pressões intratorácicas durante a respiração espontânea forem muito negativas, ou derivadas de hipo ou hiperventilação (12).

No modo de PS, o paciente respira espontaneamente pelo ventilador, que proporciona uma pressão inspiratória predeterminada, a qual aumenta o volume de ar corrente (V_T) espontâneo. O nível de pressão inspiratória é fixado em função de se conseguir manter a frequência respiratória (f) entre 20 e 25 respirações por minuto (mrpm), e é reduzida de forma gradual até a extubação. A PS é útil para contrabalançar o trabalho extra imposto pela presença do TOT. Para tal o nível de PS necessário para diminuir o WOB é de 7 a 8 cmH₂O e se nele o paciente permanecer ventilando por uma hora, é considerado apto para a extubação (13, 14). A PS requer menos tempo de disponibilidade da equipe devido à boa monitorização, além de diminuir de forma gradual a atividade diafragmática em função do nível de pressão utilizada (15).

Vários trabalhos vêm estudando índices de oxigenação e de mecânica respiratória como critérios preditores de êxito ou fracasso do desmame (16, 17). Uma análise desses estudos mostra uma importante variabilidade nas populações avaliadas, com diferentes parâmetros analisados e distintos critérios de êxito e fracasso do desmame, o que tem levado a uma considerável confusão em torno desse tema, obtendo-se resultados díspares na aplicação clínica prática desses parâmetros, sendo que o desmame da VM, de modo geral, é guiado por critérios clínicos (18).

Apesar de vários estudos sobre os modos de desmame, poucos compararam os modos PS e peça T em seus parâmetros de oxigenação e de mecânica respiratória (19) e quanto a suas alterações cardiovasculares (20). São escassos também os trabalhos que comparam o comportamento dessas variáveis nos subgrupos cardíacos e não cardíacos. Assim sendo, o presente trabalho propõe-se a comparar o desempenho dos índices de oxigenação, mecânica respiratória e parâmetros cardiovasculares, além de identificar o comportamento de monitorização eletrocardiográfica em pacientes submetidos aos modos de desmame PS e peça T. Serão analisados, ainda, os subgrupos cardíacos e não cardíacos quanto ao comportamento das variáveis cardiovasculares e de traçado eletrocardiográfico quando submetidos a esses mesmos modos de desmame.

MATERIAL E MÉTODOS

População em Estudo

Este estudo foi realizado durante o primeiro semestre de 2001, em pacientes submetidos ao processo de desmame da VM, internados no Serviço de Medicina Intensiva do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA).

Essa unidade de tratamento intensivo (UTI) compõe-se de duas unidades de pacientes clínico-cirúrgicos com 24 leitos (Área I com 11 leitos e Área II com 13 leitos), além de uma unidade de pacientes cardíacos com 9 leitos. Os pacientes que entraram no estudo estavam internados nas duas primeiras unidades.

Foram avaliados por amostragem de conveniência os pacientes considerados aptos para o desmame pela equipe da UTI que estivessem há mais de 48 horas em VM. A escolha dos pacientes que iniciaram o processo de desmame obedeceu aos critérios tradicionalmente empregados na rotina da UTI para a melhora ou resolução da causa que levou à insuficiência respiratória dos pacientes, quais sejam: adequada troca gasosa, indicada pela $PaO_2/FiO_2 \geq 200$ ou PaO_2 acima de 60 mmHg, $SaO_2 \geq 90\%$ a uma $FiO_2 \leq 0,40$, com uma $PEEP \leq 5$ cmH₂O; Escala de Coma Glasgow igual ou superior a 11; temperatura corporal $\leq 38^\circ$ C; nível de hemoglobina acima de 10 g/dl; medidas fisiológicas de $f \leq 35$ mrpm, V_T na respiração não assistida > 5 ml/kg, força inspiratória negativa ≤ -20 a -25 cmH₂O; estabilidade hemodinâmica sem a utilização de drogas vasoativas (dopamina, dobutamina ou norepinefrina) e sem o emprego de agentes sedativos (6, 7).

Foram excluídos do estudo os pacientes com hipotensão ($PAS < 100$ mmHg ou $PAM < 70$ mmHg) por hipovolemia ou comprometimento cardiovascular direto, com doença intracraniana grave, barotrauma, dreno de tórax e traqueostomia, e em uso de drogas vasoativas ou de sedativos.

Todos os responsáveis pelos pacientes assinaram um termo de consentimento informado. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Grupo de Pesquisa e Pós-Graduação do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Medidas Cardiorrespiratórias

Para a monitorização da mecânica ventilatória foi utilizado o Ventrak 1500 (Novametrix Medical Systems, Wallingford, CT, USA). Este monitor processa a leitura realizada pelo sensor de fluxo (Disposable Flow Sensor, cat. Nº 6038, Novametrix Medical Systems, Wallingford, CT, USA) usado para medidas contínuas, ficando posicionado de duas maneiras: (1) entre a porção final do tubo endotraqueal e a peça Y do circuito de ventilador, quando o paciente estivesse em VM no modo PS; (2) entre a porção final do tubo endotraqueal e a peça T, quando o paciente estivesse em respiração espontânea (Figura 1).

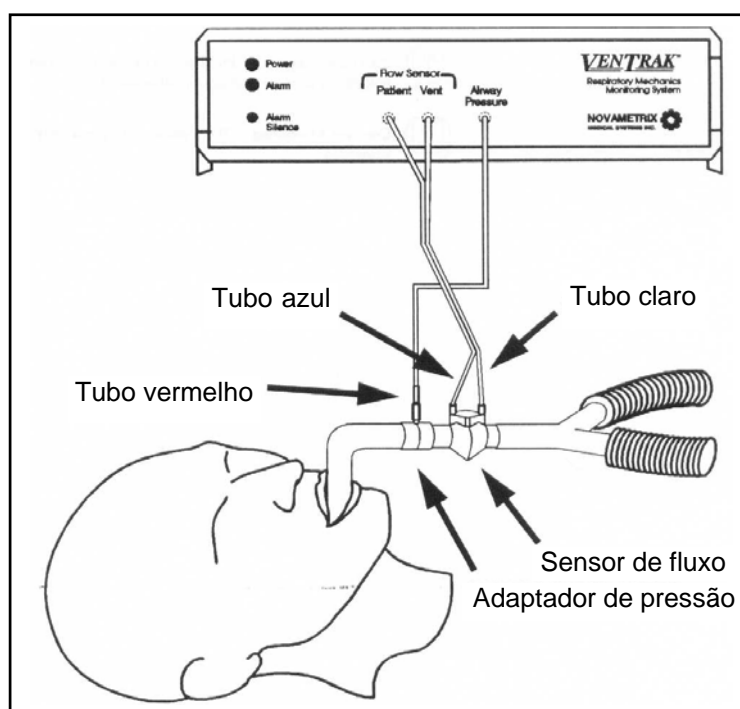


Fig. 1 - Montagem do Ventrak

O sensor de fluxo converte a passagem de fluxo do gás em sinal linear, identificando as diferenças de fluxo e pressões no circuito a serem processadas no Ventrak 1500, estando este acoplado a um computador portátil IBM compatível (Fujitsu, mod. 756 DX, Japan), por intermédio de sua porta serial, utilizando o

software fornecido pela Novamatrix, para o armazenamento de dados e análise posterior. Foram tomados cuidados relativos à permeabilidade do TOT, com o intuito de evitar o acúmulo de secreções pulmonares, pois, caso o paciente viesse a tossir, a eliminação das secreções para fora do tubo poderia comprometer o sensor de fluxo e a acuidade das medidas (21). A pressão do balonete do tubo endotraqueal era verificada ao início da realização das medidas com o Ventrak 1550, procurando-se evitar vazamento de ar exalado para não prejudicar o registro das variáveis. O aparelho possui ainda um *software* de calibração de fluxo e pressão que é realizada ao início de cada monitorização. Era efetuado ainda a calibração por intermédio da seringa de calibração de 100 ml (Model No 5510, Hans Rudolph, Kansas City, Mo., USA). Os parâmetros registrados no Ventrak que constituíram objeto do estudo foram: frequência respiratória ($f = \text{mrpm}$), trabalho respiratório total ($\text{WOB}_{\text{total}} = \text{J/l}$), volume de ar corrente ($V_T = \text{ml}$), volume minuto ($V_E = \text{l/min}$) e pressão média de via aérea ($P_{aw} = \text{cmH}_2\text{O}$). A leitura das variáveis processadas no Ventrak 1500 foi realizada na tela do computador portátil, tendo cada registro sido salvo em arquivo do computador, durante o modo de desmame do protocolo. A representação gráfica das curvas de fluxo, pressão e volume se apresentam em três gráficos, na mesma tela do computador e seu registro fica arquivado nesse formato (Anexos 1 e 2).

Os valores de WOB são registrados pelo Ventrak e obedecem a um critério de seleção onde deve ser informado se o paciente encontra-se em VM ou não. Quando o paciente é submetido à peça T, o trabalho respiratório registrado é o realizado pelo paciente ao passo que, quando o paciente encontra-se em PS, o trabalho respiratório registrado é o realizado predominantemente pelo ventilador mecânico.

Para a mensuração não invasiva dos parâmetros cardiorrespiratórios e relacionados ao intercâmbio gasoso, foi utilizado o monitor multiparamétrico modular modelo 66S da HP (Hewlett-Packard USA). Os parâmetros registrados no monitor que foram: frequência cardíaca ($f_c = \text{bpm}$); pressão arterial sistólica ($P_{AS} = \text{mmHg}$); pressão arterial diastólica ($P_{AD} = \text{mmHg}$); pressão arterial média ($P_{AM} = \text{mmHg}$); traçado eletrocardiográfico; registro de segmento ST (supradesnivelamento ou infra-desnivelamento); saturação periférica de oxigênio ($\text{SaO}_2 = \%$); pressão parcial de CO_2 ao final da expiração ($P_{\text{etCO}_2} = \text{mmHg}$). Todos eles foram registrados em programa específico para esse fim, bem como em formulário padronizado, nos momentos designados pelo protocolo (Anexo 3).

Os registros de pressão sanguínea arterial não invasivos foram realizados no monitor HP 66S que foi programado para efetuar os registros de PAS, PAD e PAM a cada momento de cada modo de desmame.

Para os registros de SaO_2 e PetCO_2 foram usados os módulos de monitorização, que eram calibrados ao início da utilização no paciente. Tanto o módulo de SaO_2 como o de PetCO_2 fazem a análise por meio de raios infravermelhos. O sensor da oximetria escolhido foi o de dedo, colocado no indicador dos pacientes e adequadamente fixado para evitar deslocamentos. Outros cuidados com o sensor estão relacionados à higienização do dedo indicador, para que não ocorresse interferência ou artefatos de transmissão à emissão do sinal de infravermelho. O sensor de PetCO_2 é formado pelo analisador posicionado entre a porção distal do tubo endotraqueal e o Y do circuito do ventilador mecânico, ou a peça T quando em respiração espontânea, em linha com o sensor de fluxo do Ventrak 1500. Os valores aferidos pelos módulos de SaO_2 e da PetCO_2 apareciam na tela do monitor continuamente, bem como o formato gráfico das formas de ondas, informando ao avaliador a qualidade de sinal emitido pelos sensores. Os cuidados em relação ao sensor de PetCO_2 são idênticos aos do sensor de fluxo do Ventrak 1500, pois os mesmos encontram-se alinhados e posicionados na porção final do tubo endotraqueal, suscetíveis a agressões de secreções pulmonares que possam ser expelidas involuntariamente pelo paciente.

Os pacientes eram monitorados para isquemia cardíaca, que incluía análise contínua de segmento ST por meio de traçado ECG, com frequência nominal de resposta de 0,05 a 130 Hz, no modo de diagnóstico, com 3 cabos na configuração padrão, que permitia o registro de 3 derivações (Manual HP 66S, Component Monitoring System) (22), com os eletrodos assim posicionados:

- **eletrodo branco:** colocado diretamente abaixo da clavícula e próximo ao ombro direito;
- **eletrodo preto:** colocado diretamente abaixo da clavícula e próximo ao ombro esquerdo;
- **eletrodo vermelho:** colocado no abdômen inferior esquerdo.

O traçado de base aparecia continuamente na tela do monitor e era registrado ao final do momento de repouso e aos momentos zero, quinze e trinta minutos. A interpretação do traçado eletrocardiográfico não era realizada no momento do re-

gistro. Todos os traçados eletrocardiográficos eram posteriormente revisados por dois cardiologistas, ambos cegados para o fator em estudo. Se houvesse discordância entre as interpretações, um terceiro cardiologista seria chamado para dar a interpretação final. Os traçados eletrocardiográficos foram analisados, comparados com os realizados ao final do repouso e classificados pelos cardiologistas da seguinte forma:

- elevação ou depressão do segmento ST ≥ 1 mm;
- elevação ou depressão do segmento ST < 1 mm;
- inversão de T;
- presença de taquicardia ou bradicardia sinusal;
- presença de arritmias (definindo qual o tipo);
- sem alterações.

Além do registro do traçado eletrocardiográfico em papel térmico, realizado sempre ao final do momento de repouso e aos momentos zero, quinze e trinta minutos, era feito o registro do valor numérico de supra ou infradesnívelamento de segmento ST, conforme identificado continuamente no monitor. O ponto isoelétrico do ECG era determinado 40 ms antes da onda Q, e o segmento ST medido com referência ao ponto isoelétrico, 80 ms após o ponto J. O monitor HP 66S era programado para disparar o alarme, conforme medidas padronizadas, para que, caso ocorressem alterações de segmento ST, indicativos de isquemia, a equipe médica fosse alertada da situação e tomasse as medidas clínicas cabíveis.

Protocolo

Por tratar-se de um ensaio clínico randomizado cruzado, cada paciente deveria ser submetido aos dois modos de desmame: diminuição da PS e peça T. A escolha da seqüência de implementação do método era feita por sorteio, com envelopes fechados contendo o nome de cada método, o qual era realizado pelo médico intensivista da rotina da UTI.

Todos os pacientes que entraram no estudo estavam sendo ventilados no Servo 900C ou no Servo 300C (Siemens-Elcoma, Solna, Suécia) em PS, antes de serem submetidos ao protocolo, sendo registrados em formulário padronizado todos os

dados relativos às informações de estado clínico: idade, sexo, Escala APACHE II (*Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II*) (23), tempo de ventilação mecânica, motivo da interação na UTI, motivo da instalação da VM, doenças existentes, Escala Glasgow (24) (Anexo 3).

Os parâmetros da VM prévios ao início do protocolo registrados incluíram: modo ventilatório, valor da PS, pressão positiva expiratória final (PEEP), FiO_2 , V_T , f e pressão de pico inspiratório (PIP). A última gasometria arterial, realizada previamente ao início do protocolo, era registrada. A radiografia de tórax era registrada na forma de comprometimento por quadrantes relativos a consolidações, infiltrado e derrame pleural.

Técnicas de Desmame

Peça T

Neste modo é realizada a desconexão do paciente da VM, mantendo-se o tubo orotraqueal e, por meio dele, procede-se à oxigenação por uma peça em T. O paciente realiza os esforços inspiratório e expiratório sozinho. O fluxo de oxigênio a ser adicionado à peça T é o necessário para manter o equilíbrio da FiO_2 iniciado geralmente a um fluxo de 5 l/min.

Pressão de Suporte

Nesta modalidade o paciente respira de forma espontânea e, em cada ciclo respiratório, o ventilador proporciona uma pressão positiva pré-fixada sincronizada com o esforço inspiratório do paciente. O nível da pressão mantém-se até que o ventilador detecte uma queda no final do fluxo inspiratório do paciente. Ao ser instituída, a PS era reduzida para 10 cmH₂O, valor este que foi utilizado em todos os pacientes do protocolo. O nível de PEEP era reduzido a 0 cmH₂O, para serem observados apenas os efeitos da PS.

Registro dos Dados

Ao ser instituído o primeiro modo de desmame, deu-se início ao registro dos parâmetros de mecânica respiratória e cardiopulmonares. Em cada um dos momentos abaixo descritos, foram registrados todos os parâmetros do estudo por intermédio do Ventrak 1500 e do monitor multiparamétrico modular HP 66S. Os registros foram realizados nos seguintes momentos:

- **Momento zero:**

Trata-se do momento inicial do protocolo. O paciente passa dos parâmetros prévios de ventilação para o modo de desmame escolhido pelo sorteio. Os registros dos parâmetros eram realizados nos 2 primeiros minutos após a instalação do modo de desmame sorteado.

- **Momento 15:**

Após 15 minutos do término das medidas do momento zero eram realizados os registros do momento 15.

- **Momento 30:**

Após 15 minutos do término das medidas do momento quinze eram realizados os registros do momento 30.

- **Momento do repouso respiratório:**

Ao final dos 30 minutos do primeiro modo de desmame, o paciente deveria retornar ao ventilador mecânico por um período mínimo de 30 minutos, no mesmo modo ventilatório e com os mesmos padrões ao qual estava sendo submetido antes da instituição do protocolo. Esse momento tem por objetivo proporcionar ao paciente um repouso respiratório com a volta aos parâmetros prévios registrados antes da instituição do segundo modo de desmame para a continuidade dos registros dos parâmetros.

Critérios de Interrupção do Protocolo

O repouso respiratório não deveria necessariamente ocorrer apenas ao final do modo de desmame instituído, e sim a qualquer sinal de desconforto respiratório, queda da SaO₂ (< 88%), aumento da *f* (> 35 rpm) e *fc* (> 140 bpm), PAS > 180 mmHg ou < 90 mmHg, agitação, diaforese ou redução do nível de consciência (6, 7).

Análise dos Dados

Os pacientes foram comparados como um todo quanto a PS e peça T aos momentos zero, quinze e trinta com relação aos parâmetros *f*, *fc*, V_E, V_T, SaO₂, PetCO₂, PAS, PAD, PAM, WOB, Paw, registro numérico de segmento ST e traçado eletrocardiográfico.

Num segundo momento foram subdivididos em cardíacos, quando apresentassem história de doença arterial coronariana (DAC) ou de insuficiência cardíaca (IC), e não cardíacos. Os subgrupos foram comparados entre si em PS e peça T, aos três momentos do estudo, com relação aos parâmetros cardiovasculares (*fc*, PAS, PAD, PAM) e traçado eletrocardiográfico.

Análise Estatística

Os resultados são apresentados sob a forma de média ± desvio padrão (DP) para as variáveis contínuas com distribuição normal, de mediana (intervalo interquartil 25-75) para aquelas com distribuição não paramétrica e de proporções para as variáveis categóricas. As comparações entre os modos de desmame PS e peça T foram realizadas pelo teste *t* de Student, para amostras pareadas, ou pelo teste de Wilcoxon. Foi empregado o teste do qui quadrado (χ^2) para comparar variáveis categóricas. Para comparar as medidas obtidas em diferentes pontos no tempo (0, 15 e 30 minutos) dentro de cada técnica, foi utilizada a análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas ou o teste de Friedman. O nível de significância foi estabelecido em $p < 0,05$.

RESULTADOS

Características Clínicas dos Pacientes

As características clínicas dos pacientes incluídos no estudo estão descritas na Tabela 1. O grupo constituiu-se de 20 pacientes prospectivamente avaliados, com idade de 57 ± 15 anos, sendo 13 (65%) do sexo masculino e 7 (35%) do sexo feminino. Tratava-se de pacientes intubados, que estavam sendo ventilados em PS e que, antes de serem submetidos ao protocolo, receberam VM por um período entre 2 a 54 dias.

As gasometrias arteriais realizadas na hora anterior ao início do protocolo apresentaram pH de $7,41 \pm 0,1$; PaCO₂ de 39 ± 12 mmHg; HCO₃ de 23 ± 6 ; PaO₂ de 98 ± 29 mmHg e SaO₂ de $97 \pm 2\%$.

Tabela 1 - Características clínicas dos 20 pacientes que entraram no estudo

	IDADE	SEXO	APACHE	GLASGOW	TEMPO VM	C.I. (PRÉVIA)	CARDÍACOS	CAUSAS DA I.R.A.
1	58	M	9	15	4	-	-	DPOC
2	63	M	12	15	2	1	1	EAP
3	58	F	22	15	8	1	1	EAP
4	75	M	19	7	4	1	1	BCP
5	73	M	10	15	7	1	1	EAP
6	68	F	13	15	4	-	1	BCP
7	74	M	26	15	3	-	-	Sepse
8	52	M	14	15	53	-	-	Guillian-Barré
9	79	F	29	15	22	-	-	DPOC
10	40	M	2	15	6	-	1	BCP
11	38	M	17	15	51	-	-	BCP
12	61	F	23	14	13	1	1	BCP
13	53	F	18	9	2	1	1	EAP
14	20	M	19	8	2	-	-	Sepse
15	44	F	10	15	12	1	1	BCP
16	68	M	28	12	6	-	-	Sepse
17	65	M	35	15	3	-	-	PCR
18	39	M	16	15	23	1	1	Sepse-SARA
19	71	F	21	15	54	-	1	IC
20	47	M	11	15	29	-	-	Sepse
md (n°)	57		18	14	15	(8)	(11)	
DP	15		8	1	18			

VM= ventilação mecânica; CI = cardiopatia isquêmica; PCR = parada cardiorrespiratória; BCP = broncopneumonia; EAP = edema agudo de pulmão; DPOC = doença pulmonar obstrutiva crônica; IC = insuficiência cardíaca; SARA = síndrome do desconforto respiratório agudo; IRA = insuficiência respiratória aguda; md = média; DP = desvio padrão

Os parâmetros da VM, antes de o paciente ser submetido ao protocolo, apresentavam as seguintes características: PS de 12 ± 3 cmH₂O, PEEP de 5 ± 1 cmH₂O, FiO₂ de 36 ± 3 , V_T de 545 ± 193 ml, *f* de 21 ± 6 rpm e PIP de 19 ± 4 cmH₂O.

A descrição do comprometimento pulmonar dos pacientes previamente ao início do protocolo demonstrou, através da análise da última radiografia de tórax, em número (% do total) de quadrantes pulmonares comprometidos: (a) em relação a consolidações, 12 (60%) pacientes com nenhum, 2 (10%) com 1 e 6 (30%) com 2 quadrantes comprometidos; (b) em relação a infiltrados, 11 (55%) pacientes com nenhum, 1 (5%) com 1, 7 (35%) com 2 e 1 (5%) com 4 quadrantes comprometidos; (c) em relação ao derrame pleural, 8 (40%) pacientes com nenhum, 7 (35%) com derrame unilateral e 5 (25%) com derrame bilateral.

Variáveis de Troca Gasosa

Os valores totais de SaO₂ foram significativamente mais elevados durante a PS em todos os tempos. Não houve diferenças nos valores intragrupos entre as técnicas quando registrados nos três tempos diferentes. Os valores de PetCO₂ foram maiores em PS em relação à peça T nos três tempos. Não houve diferenças nos valores intragrupos quando registrados nos três tempos diferentes (vide Tabela 2).

Tabela 2 - Medidas dos parâmetros de troca gasosa dos 20 pacientes avaliados durante os modos de desmame: valores em média \pm desvio padrão

Parâmetro	Tempo	Peça T	PS	p^a
SaO ₂	0	95 \pm 2	97 \pm 1	0,001
	15	95 \pm 3	97 \pm 2	0,003
	30	95 \pm 3	97 \pm 1	0,001
p^b		0,517	0,750	
PetCO ₂	0	31 \pm 9	33 \pm 9	0,036
	15	32 \pm 9	34 \pm 9	0,046
	30	32 \pm 8	35 \pm 10	0,021
p^b		0,333	0,178	

PS = pressão de suporte; SaO₂ = saturação periférica de oxigênio (%); PetCO₂ = pressão parcial de CO₂ expirado (mmHg); p^a = teste T Student comparando PS e peça T; p^b = análise de variância (ANOVA) comparando os três momentos do estudo.

Variáveis Funcionais Respiratórias

Na comparação entre os dois modos de desmame, os valores de f foram significativamente menores em PS no tempo zero e no tempo quinze. Na comparação entre os tempos zero, quinze e trinta na PS, houve o aumento da f , porém sem atingir significância estatística. Nas demais situações não se registrou diferença estatisticamente significativa (vide Tabela 3).

Os valores de totais de V_E e V_T demonstraram aumento significativo quando submetidos a PS, nos três tempos, não havendo diferenças nas comparações intragrupos aos zero, quinze e trinta minutos.

Tabela 3 - Medidas dos parâmetros funcionais respiratórios dos 20 pacientes avaliados durante os modos de desmame: valores em média \pm desvio padrão

Parâmetro	Tempo	Peça T	PS	p^a
f	0	28 \pm 9	24 \pm 9	0,021
	15	30 \pm 10	25 \pm 8	0,004
	30	28 \pm 8	27 \pm 9	0,142
p^b		0,420	0,058	
V_E	0	8 \pm 3	11 \pm 4	0,001
	15	9 \pm 2	11 \pm 3	< 0,001
	30	9 \pm 3	12 \pm 4	0,001
p^b		0,333	0,178	
V_T	0	295 \pm 75	462 \pm 140	< 0,001
	15	304 \pm 80	455 \pm 77	< 0,001
	30	290 \pm 103	451 \pm 83	< 0,001
p^b		0,667	0,886	

PS = pressão de suporte; p^a = teste T Student comparando PS e peça T; f = frequência respiratória (respirações por minuto); p^b = análise de variância (ANOVA) comparando os três momentos do estudo; V_E = volume minuto (l/min); V_T = volume de ar corrente (ml).

Variáveis de Mecânica Respiratória

Os valores de WOB_{total} na comparação entre os dois modos de desmame demonstraram um aumento quando submetidos a PS, nos três tempos, o mesmo ocorrendo com os valores de totais de Paw . Não houve alterações significativas na comparação entre os tempos zero, quinze e trinta em cada técnica de desmame (vide Tabela 4).

É importante salientar que as medidas realizadas pelo Ventrak informam que, quando o paciente encontra-se no modo peça T, o valor registrado é o trabalho respiratório realizado pelo paciente ($WOB_{paciente}$), assim como, quando o paciente encontra-se sob o modo PS, o valor registrado é o trabalho respiratório realizado pela VM ($WOB_{mecânico}$).

Tabela 4 - Medidas dos parâmetros de mecânica respiratória dos 20 pacientes avaliados durante os modos de desmame: valores em mediana (intervalo interquartil 25-75)

Parâmetro	Tempo	Peça T	PS	p^a
WOB _{total}	0	0,18 (0,12–0,24)	0,70 (0,34–0,75)	0,022
	15	0,18 (0,15–0,26)	0,67 (0,42–0,75)	0,004
	30	0,16 (0,10–0,21)	0,65 (0,37–0,88)	0,045
p^b		0,888	0,950	
Paw	0	0,20 (0,10–0,40)	6,10 (4,02–7,35)	< 0,001
	15	0,20 (0,10–0,40)	5,80 (4,50–7,20)	< 0,001
	30	0,25 (0,20–0,62)	5,95 (4,67–6,65)	< 0,001
p^b		0,076	0,563	

p^a = análise estatística pelo teste de Wilcoxon comparando PS e peça T; WOB_{total} = trabalho respiratório total (Joules/litros) medido pelo Ventrak correspondendo, na peça T ao trabalho respiratório do paciente e, em PS, ao trabalho realizado pelo ventilador mecânico; p^b = análise estatística pelo teste de Friedman comparando os três momentos do estudo; Paw = pressão média em via aérea (cm H₂O).

Variáveis Cardiovasculares

Os valores de totais de *fc*, na comparação entre as técnicas peça T e PS, não apresentaram diferenças significativas entre os grupos (Tabela 5). Comparando separadamente os grupos cardíacos e não cardíacos (Tabela 6), os valores de *fc* foram significativamente menores em PS, no tempo trinta nos pacientes cardíacos. Tanto em peça T como em PS verificou-se que a *fc* era maior nos não cardíacos do que nos cardíacos. Os valores de totais de PAM, PAD, PAS e o valor numérico do segmento ST na comparação entre as técnicas PS e peça T não apresentaram diferenças significativas entre os grupos (Tabela 5). Comparando separadamente os subgrupos cardíacos e não cardíacos em PS e peça T, não houve diferenças significativas na PAS, PAM, PAD e no valor numérico do segmento ST (Tabela 6). Na comparação de cardíacos com não cardíacos (Tabela 6), quer em peça T quer em os, verificou-se *fc* mais elevada nos não cardíacos, com significância estatística.

Tabela 5 - Medidas dos parâmetros cardiovasculares dos 20 pacientes avaliados durante os modos de desmame: valores em média \pm desvio padrão

Parâmetro	Tempo	Peça T	PS	p^a
fc	0	94 \pm 17	93 \pm 20	0,638
	15	95 \pm 18	96 \pm 23	0,825
	30	97 \pm 18	97 \pm 24	0,926
p^b		0,894	0,878	
PAS	0	133 \pm 18	131 \pm 24	0,596
	15	137 \pm 25	134 \pm 23	0,262
	30	136 \pm 25	135 \pm 24	0,883
p^b		0,831	0,816	
PAD	0	72 \pm 16	69 \pm 13	0,285
	15	71 \pm 14	69 \pm 13	0,106
	30	73 \pm 13	72 \pm 14	0,650
p^b		0,704	0,202	
PAM	0	92 \pm 14	91 \pm 14	0,672
	15	93 \pm 14	91 \pm 15	0,565
	30	94 \pm 15	92 \pm 15	0,233
p^b		0,786	0,920	
ST	0	0,50 \pm 0,76	0,60 \pm 0,67	0,378
	15	0,55 \pm 0,85	0,60 \pm 0,71	0,738
	30	0,53 \pm 0,90	0,61 \pm 0,63	0,576
p^b		0,700	0,958	

p^a = teste T de Student comparando PS e peça T; fc = frequência cardíaca (bpm); p^b = análise de variância (ANOVA) comparando os três momentos do estudo; PAS = pressão arterial sistólica (mmHg); PAD = pressão arterial diastólica (mmHg); PAM = pressão arterial média (mmHg); ST = valor numérico de segmento ST em mm.

Tabela 6 - Medidas cardiovasculares em pacientes cardíacos e não cardíacos avaliados durante os modos de desmame: valores em média \pm desvio padrão

Parâmetro	Tempo	Não Cardíacos (n = 9)			Cardíacos (n = 11)		
		Peça T	PS	p^a	Peça T	PS	p^a
fc	0	105 \pm 18	105 \pm 22	1,000	85 \pm 11†	84 \pm 12‡	0,473
	15	105 \pm 18	111 \pm 23	0,088	87 \pm 13†	83 \pm 12‡	0,075
	30	105 \pm 21	114 \pm 2	0,058	90 \pm 13†	83 \pm 12‡	0,003
p^b		0,908	0,737		0,657	0,847	
PAS	0	132 \pm 20	126 \pm 22	0,111	134 \pm 17	136 \pm 26	0,724
	15	133 \pm 21	128 \pm 20	0,325	141 \pm 27	139 \pm 24	0,612
	30	128 \pm 21	131 \pm 25	0,545	142 \pm 27	138 \pm 24	0,420
p^b		0,647	0,118		0,247	0,181	
PAD	0	74 \pm 17	67 \pm 13	0,088	70 \pm 15	71 \pm 12	0,625
	15	70 \pm 16	66 \pm 14	0,104	72 \pm 14	72 \pm 13	0,749
	30	70 \pm 13	72 \pm 16	0,622	5 \pm 12	71 \pm 13	0,251
p^b		0,209	0,104		0,172	0,865	
PAM	0	94 \pm 18	87 \pm 15	0,125	91 \pm 12	93 \pm 12	0,437
	15	91 \pm 16	87 \pm 16	0,269	95 \pm 14	94 \pm 13	0,557
	30	89 \pm 16	90 \pm 18	0,860	98 \pm 14	93 \pm 13	0,192
p^b		0,706	0,962		0,501	0,977	
ST	0	0,79 \pm 0,58	0,87 \pm 0,59	0,594	0,27 \pm 0,85	0,39 \pm 0,68	0,506
	15	0,81 \pm 0,53	0,82 \pm 0,69	0,957	0,34 \pm 1,02	0,42 \pm 0,72	0,720
	30	0,80 \pm 0,57	0,72 \pm 0,61	0,695	0,31 \pm 1,09	0,53 \pm 0,67	0,695
p^b		0,953	0,315		0,731	0,057	

PS = pressão de suporte; p^a = teste T de Student comparando PS e peça T; fc = frequência cardíaca; p^b = análise de variância (ANOVA) comparando os três momentos do estudo; PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; PAM = pressão arterial média; ST = valor numérico de segmento ST em mm.

† = teste T de Student ($p < 0,05$) para Peça T comparando cardíacos *versus* não cardíacos;

‡ = teste T de Student ($p < 0,05$) para PS comparando cardíacos *versus* não cardíacos.

Obs: tanto em PS como em peça T, a fc foi maior nos não cardíacos que nos cardíacos.

Variáveis Eletrocardiográficas

Os valores totais de ocorrências de alterações no segmento ST, na comparação entre as técnicas PS e peça T, não demonstraram alterações significativas. Entretanto, na comparação entre os grupos cardíacos *versus* não cardíacos, ocorre-

ram mais alterações de segmento ST em pacientes cardiopatas (64%) do que nos não cardiopatas (22%) ($p < 0,05$) (vide Tabela 7).

Os valores totais de ocorrências de arritmias, na comparação entre as técnicas de desmame PS e peça T, não demonstraram alterações significativas. Na comparação entre os grupos cardíacos *versus* não cardíacos, a presença de arritmias foi mais freqüente nos cardiopatas (27%) do que nos não cardiopatas (11%), mas os valores não foram significativos.

Os valores totais de ocorrência de taquicardia sinusal (TS), na comparação entre as duas técnicas, não demonstraram alterações significativas. Entretanto, na comparação entre os grupos cardíacos *versus* não cardíacos, a TS ocorreu somente nos não cardiopatas, de forma igual nos dois modos de desmame. Dos 9 pacientes não cardiopatas, 5 (56%) apresentaram TS, enquanto os cardiopatas não demonstraram taquicardia.

Tabela 7 - Características das alterações do segmento ST e arritmias nos 20 pacientes avaliados durante o desmame: valores numéricos (% de ocorrências)

Características	Total (n = 20)		Cardíacos (n = 11)		Não cardíacos (n = 9)	
	PS	Peça T	PS	Peça T	PS	Peça T
Alterações de Segmento ST	9 (45)	9 (45)	7(64)	7(64)	2 (22) [†]	2 (22) [†]
Supradesnivelamento de ST	3 (15)	3 (15)	2 (18)	2 (18)	1 (11)	1 (11)
Infradesnivelamento de ST	2 (10)	2 (10)	2 (18)	2 (18)	0	0
Inversão de T	4 (20)	4 (20)	3 (27)	3 (27)	1 (11)	1 (11)
Arritmias	4 (20)	4 (20)	3 (27)	3 (27)	1 (11)	1 (11)
FA	2 (10)	2 (10)	1 (9)	1 (9)	1 (11)	1 (11)
ESV	1 (5)	1 (5)	1 (9)	1 (9)	0	0
ESSV	1 (5)	1 (5)	1 (9)	1 (9)	0	0
Taquicardia sinusal	5 (25)	5 (25)	0	0	5 (56) [‡]	5 (56) [‡]

PS = pressão de suporte; FA = fibrilação atrial; ESV = extra-sístoles ventriculares; ESSV = extra-sístoles supra-ventriculares; [†] = $p < 0,05$ pelo qui-quadrado (cardíacos *versus* não cardíacos); [‡] = $p < 0,01$ pelo qui-quadrado (cardíacos *versus* não cardíacos).

Obs: Os valores expressos representam o total de alterações eletrocardiográficas registradas nos momentos zero, quinze e trinta durante a realização das duas técnicas de desmame da VM.

DISCUSSÃO

Este trabalho, que se propunha a analisar os parâmetros de intercâmbio gasoso, mecânica respiratória e de monitorização cardiovascular durante o desmame da VM, utilizando as técnicas de PS e peça T, demonstrou que, em relação à troca gasosa, ocorreu o aumento da PaO_2 e $PetCO_2$ durante PS; quanto aos parâmetros funcionais respiratórios houve a diminuição da f e o aumento do V_E e V_T durante PS; no tocante às variáveis de mecânica respiratória, WOB e Paw estiveram mais elevados durante a PS; finalmente, no que diz respeito, aos parâmetros cardiovasculares, analisados, não houve alterações significativas na comparação entre PS e peça T.

Analisando separadamente os subgrupos cardíacos e não cardíacos em seus parâmetros cardiovasculares, observou-se diminuição da fc durante PS no tempo trinta para o subgrupo dos cardíacos. Na comparação de cardíacos com não cardíacos quer em peça T quer em PS, a fc mostrou-se mais elevada nos não cardíacos. Nos parâmetros eletrocardiográficos, os pacientes com doença cardíaca apresentaram alterações mais freqüentes de segmento ST bem como uma tendência a maior ocorrência de arritmias, sendo que a taquicardia sinusal ocorreu mais freqüentemente naqueles sem doença cardíaca.

Parâmetros de Troca Gasosa

Os resultados aqui apresentados foram coincidentes com os de alguns estudos prévios que demonstraram aumento da SaO_2 quando os pacientes são submetidos a PS em comparação com a peça T (18). Os índices de oxigenação se incluem sempre no conceito da insuficiência respiratória aguda necessário para a interrupção da VM. Para o início da desconexão, é necessário $SaO_2 > 90\%$, $PaO_2 > 60$ mmHg, com FiO_2 igual ou inferior a 0,4, ou uma relação $PaO_2 / FiO_2 > 200$ (25). Tobin e colaboradores (18) verificaram que a PaO_2 foi inferior no grupo de pacientes submetidos a respiração espontânea do que no de pacientes em VM. Chatila e colaboradores (26) constataram que pacientes que falharam no desmame da VM (utilizando peça T), apresentaram uma queda na saturação de oxigênio, evidenciando que a dessaturação de oxigênio pode dever-se mais à falência do desmame do que ser a causa dele.

De forma contrária a alguns trabalhos apresentados (27), o presente estudo demonstrou que a $PetCO_2$ esteve discreta mas significativamente maior quando na PS, mas o aumento permaneceu dentro dos níveis de normalidade. Num grupo de pacientes com insuficiência respiratória aguda, Pierce e colaboradores (27) demonstraram que a elevação dos níveis de PS causou diminuição da f , da $PetCO_2$ e do padrão respiratório assíncrono (27). Pelo fato de a capnografia ser um método não invasivo e contínuo, seu uso para avaliar a adequada ventilação durante o desmame da VM é atrativo, porém, até o presente momento, tal uso ainda não está definitivamente estabelecido. Para alguns autores, a $PetCO_2$ foi um importante preditor nas alterações da $PaCO_2$ que ocorrem durante o desmame da VM (28). Já num grupo de pacientes de pós-operatório de cirurgia cardíaca, a $PetCO_2$ mostrou-se um parâmetro preditivo incorreto nas alterações da $PaCO_2$ em 30% dos casos durante o desmame (29). Além disso, Drew e colaboradores (30) observaram, em um estudo piloto que, a utilização da $PetCO_2$ não encurtou o tempo para realizar a extubação, bem como não diminuiu o número de gasometrias arteriais que são realizadas quando o paciente é submetido ao desmame de VM.

Jubran e Tobin (31) demonstraram que os pacientes que falham em tentativas de desmame desenvolvem uma respiração rápida e superficial que, em conjunção com a sobrecarga mecânica, leva à remoção deficiente do dióxido de carbono, resultando em hipoventilação e troca gasosa ineficaz. Pelo mesmo mecanismo pode-se inferir que aumentos de volume minuto possam melhorar a eliminação do CO_2 . Nos pacientes ora avaliados, houve elevação do volume minuto bem como discreto aumento do $PetCO_2$.

Parâmetros Funcionais Respiratórios

Os resultados demonstraram uma diminuição da f nos momentos zero e quinze e aumento do V_T e V_E ao longo de todo o protocolo, quando os pacientes foram submetidos a PS, dados estes favoráveis à PS como método de desmame. Estes achados são coincidentes com os de Jubran e colaboradores (31) que verificaram diminuição significativa da f e aumento significativo do V_T e V_E quando os níveis de PS foram aumentados de 5 para 20 cmH_2O .

A frequência respiratória é um índice muito utilizado para predizer o desfecho do desmame, mas não discrimina adequadamente o sucesso da extubação. Tobin e colaboradores (18) observaram que pacientes que falharam no desmame mostraram diminuição do V_T e aumento da f . Já De Haven e colaboradores (32) encontraram que 105 de 509 pacientes extubados apresentavam, na pré-extubação, uma $f > 30$ mrpm e 97 deles foram extubados com sucesso, indicando que taquipnéia foi um índice sensível mas não suficientemente específico.

Esteban e colaboradores (33) constataram que a evolução clínica durante as tentativas de respiração espontânea, avaliada em seus parâmetros de f e SaO_2 , foi completamente diferente entre pacientes que falharam na tentativa e pacientes que toleraram o teste de 2 horas (peça T ou PS) com sucesso. Imediatamente após a descontinuação do suporte ventilatório, pacientes que falharam na prova de respiração espontânea mostraram f significativamente maior do que os que toleraram o período completo de 2 horas de peça T, tendo a SaO_2 sido significativamente mais baixa. Embora esses parâmetros não sejam preditivos de falência de extubação, é possível que em uma análise mais precisa do padrão respiratório, possam ser detectadas diferenças não refletidas nas medidas realizadas a cada 15 minutos.

Parâmetros de Mecânica Respiratória

Os valores de WOB_{total} na comparação entre os dois modos de desmame evidenciaram um aumento quando submetidos a PS, nos três tempos, o mesmo ocorrendo com os valores de totais de Paw . Não houve alterações significativas na comparação entre os tempos zero, quinze e trinta em cada técnica de desmame, para WOB_{total} e Paw .

Brochard e colaboradores (34) demonstraram que a PS pode ser utilizada para compensar o WOB adicional causado pela presença do TOT e válvula de demanda, mas o nível de pressão a ser utilizado difere substancialmente entre os pacientes, dependendo da presença ou ausência de doença respiratória.

Banner e colaboradores (35) verificaram que as medidas de WOB não se correlacionam com os parâmetros respiratórios funcionais (f , V_T e f/V_T) comumente utilizados à beira-de-leito para inferir o WOB e definir o nível de pressão a ser utilizado em pacientes submetidos a PS quando em desmame da VM.

De forma contrária a estudos referidos anteriormente (35-37), o presente trabalho demonstrou um WOB aumentado quando o paciente era submetido a PS, talvez em decorrência de um viés de mensuração. Acredita-se que o registro de WOB_{total} quando em PS expresse as medidas de trabalho respiratório realizado pelo paciente e pelo ventilador, entretanto não foi possível discriminar as medidas individuais de WOB, pois não foram utilizadas as medidas de pressão esofágica. Com base em estudos realizados anteriormente (38), ficou evidenciado que a medida realizada pelo Ventrak quando em PS representou o trabalho adicional imposto pela impedância dos circuitos, bem como o trabalho necessário para abrir a válvula de demanda do ventilador mecânico. O pneumotacógrafo conectado entre o TOT e o circuito (tanto em PS como em peça T) realizava as medidas de pressão média e de fluxo, identificando o trabalho resistivo da via aérea, mas não o trabalho externo executado pelos componentes elásticos da caixa torácica, onde estes somente podem ser quantificados com a instalação do balão esofágico.

Parâmetros Cardiovasculares

Na comparação entre PS e peça T, não houve alterações significativas nos parâmetros cardiovasculares analisados (PAS, PAM, PAD, segmento ST e *fc*). Na comparação dos subgrupos cardíacos e não cardíacos, ocorreu diminuição da *fc* nos cardíacos quando submetidos a PS no tempo trinta.

Esteban e colaboradores (33) demonstraram que, na evolução clínica de pacientes submetidos à prova de respiração espontânea, houve clara diferença nos parâmetros de *fc* e PAS entre os que falharam na tentativa de respiração espontânea [*fc* 100 (85 – 120 bpm); PAS 150 (125 a 180 mmHg)] e os que foram submetidos ao teste de 2 horas (peça T ou PS) com sucesso [*fc* 92 (85 – 105 bpm); PAS 135 (120 a 150 mmHg)]. Este estudo também demonstrou que ambos, peça T e PS, são métodos igualmente eficazes na prova de respiração espontânea antes da extubação em pacientes submetidos à VM com dificuldade de assumir a respiração espontânea. Os atuais resultados vêm ao encontro desse trabalho se se considerar que não foram vistas alterações importantes de *fc* e pressão arterial sistêmica durante PS ou peça T. Já em outro trabalho, ao contrário, Lemaire e colaboradores (12) haviam demonstrado que, em pacientes com DPOC e doença cardiovascular, a passagem da VM para a peça T resultava no aumento da pressão arterial sistêmica,

da *fc* e da pressão de oclusão da artéria pulmonar, sendo necessário o retorno à VM. Os resultados ora expostos mostraram discreta e não significativa tendência a aumento da *fc* nos dois métodos, sem alterar a pressão arterial.

Na comparação de cardíacos com não cardíacos em peça T, observou-se que a *fc* era significativamente maior nos não cardíacos. Tal achado pode ser explicado pelo fato de pelo menos 7 pacientes cardíacos estarem submetidos a tratamento com drogas específicas para o seu comprometimento cardiovascular que incluíam propranolol, digoxina, captopril, isossorbida e amiodarona, o mesmo não ocorrendo com o grupo dos não cardíacos.

Parâmetros Eletrocardiográficos

Nos parâmetros eletrocardiográficos, as alterações de segmento ST foram significativamente mais freqüentes nos cardíacos, e a ocorrência de taquicardia sinusal foi maior nos não cardíacos, tanto em PS como em peça T.

O aumento da sobrecarga cardíaca quando da passagem da VM para a respiração espontânea pode provocar alterações da perfusão miocárdica e isquemia (26, 39), levando à incapacidade de obter o sucesso no desmame. Rasanen e colaboradores (39) encontraram alterações eletrocardiográficas indicativas de isquemia miocárdica em 6 de 12 pacientes com infarto do miocárdio complicado por insuficiência respiratória e que necessitaram de VM. Hurford e Favorito (40) verificaram que 6 de 17 pacientes dependentes da VM que falharam no desmame exibiram alterações eletrocardiográficas evidenciando isquemia. Abalos e colaboradores (41) observaram isquemia na monitorização do segmento ST em 9% a 14% de pacientes com DAC quando em processo de desmame da VM após cirurgia não cardíaca. Chatila e colaboradores (26) também evidenciaram a presença de isquemia em 6% desses pacientes. Entretanto a isquemia foi detectada mais freqüentemente (10%) em pacientes com história de DAC e foi associada com a falência de desmame em 22% dos casos. Os trabalhos acima sugerem que a incidência de isquemia miocárdica pode estar sendo subestimada, devido ao fato de critérios eletrocardiográficos serem relativamente insensíveis na detecção da isquemia miocárdica (26, 42), suspeitando-se que muitos pacientes estejam falhando quando submetidos ao desmame da VM em razão de isquemias miocárdicas ocultas ou não bem detectadas nos traçados eletrocardiográficos.

Nesses estudos não foi realizada uma análise comparativa entre a peça T e PS.

Os achados do presente estudo confirmam os acima descritos, indicando o predomínio das alterações de segmento ST em pacientes cardíacos e demonstrando que os métodos de desmame são equivalentes, não havendo vantagens de um sobre o outro.

A ocorrência de TS significativamente maior nos não cardíacos pode ser explicada pelo fato de os pacientes cardíacos estarem submetidos a tratamento com drogas específicas para o seu comprometimento cardiovascular, o mesmo não ocorrendo com o outro grupo.

Arritmias foram observadas nos dois métodos e com maior frequência em cardiopatas, porém sem diferença significativa.

Limitações do Estudo

A interpretação dos resultados contidos neste estudo deve levar em consideração certas limitações metodológicas.

O tamanho da amostra ($n = 20$) foi aceito estatisticamente para a comparação entre PS e peça T, sem levar em conta a análise em subgrupos. No entanto, ao subdividirem-se os pacientes em cardíacos e não cardíacos, o número em cada subgrupo fica reduzido, podendo interferir com o poder de detecção de diferenças nos resultados. Esta pode ter sido a causa da não detecção de diferenças ao se comparar PS e peça T nos subgrupos de pacientes cardíacos ($n = 11$) e não cardíacos ($n = 9$).

Houve limitações técnicas, no que diz respeito aos equipamentos utilizados para a coleta dos resultados. Para a adequada e fidedigna coleta de dados para a análise de WOB é necessário que seja realizada a mensuração conjunta de pressão esofágica que, por ser um método invasivo, não foi previsto no delineamento do estudo. Este era um estudo que visava não interferir no manejo do paciente e buscava avaliar variáveis de menor complexidade possível e que não incluíssem nenhum procedimento invasivo para o paciente.

Outra limitação diz respeito à análise de variáveis cardiovasculares que incluíram apenas parâmetros clínicos simples e avaliação eletrocardiografia, o que também pode ter deixado de detectar alterações de menor magnitude.

Perspectivas Futuras

Para maiores esclarecimentos a respeito da avaliação dos parâmetros cardiorrespiratórios em pacientes criticamente enfermos submetidos aos modos de desmame PS e peça T, são necessários novos estudos:

- com tamanho da amostra maior para permitir a formação de subgrupos capazes de demonstrar possíveis diferenças;
- com monitorização respiratória mais sofisticada, incluindo sonda esofágica para medidas mais acuradas de WOB;
- com metodologia de avaliação cardiovascular mais sofisticada e com maior probabilidade de detecção de alterações cardiovasculares de menor magnitude, incluindo avaliação com Holter, cintilografia miocárdica e ecocardiografia.

CONCLUSÕES

Neste estudo ficou evidenciado que:

1) na comparação entre as técnicas de desmame: a) no modo PS ocorreu a melhora da oxigenação e melhora dos parâmetros funcionais respiratórios demonstrado pela diminuição da frequência respiratória pelo menos durante os primeiros 15 minutos e aumento do V_T e V_E ; b) ausência de diferenças nas variáveis cardiovasculares e eletrocardiográficas;

2) na comparação dos subgrupos cardíacos e não cardíacos, entre os primeiros se registrou: a) valores significativamente menores de f_c nos 30 minutos de PS, quando comparados à peça T; b) maior incidência de alterações de ST, menor ocorrência de taquicardia e tendência a uma maior ocorrência de arritmias. Já nos não cardíacos houve tendência a maior incidência de taquicardia.

BIBLIOGRAFIA

1. Vincent J, Bihari D, Suter P, Bruining H, White J, Nicolas-Chainone M, et al. The prevalence of nosocomial infection in intensive care units in Europe. Results of the European Prevalence of Infection in Intensive Care (EPIC). *JAMA* 1995;274:639-644.
2. Meade M, Cook D, Kernerman P, Bernard G. How to use an article about harm: the relationship between high tidal volumes, ventilating pressures, and ventilator-induced lung injury. *Crit Care Med* 1997;25:1915-1922.
3. Manthous C, Schmidt G, Hall J. Liberation from mechanical ventilation: a decade of progress. *Chest* 1998;114:886-901.
4. Hall J, Wood L. Liberation of the patient from mechanical ventilation. *JAMA* 1987;257(12):1621-1628.
5. Mancebo J. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J* 1996;9(9):1923-1931.
6. Brochard L, Rauss A, Benito S, Conti G, Mancebo J, Reiki N. Comparison of three methods of gradual withdrawal from mechanical ventilatory support during weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med* 1994;150(4):896-903.
7. Vallverdu I, Calaf N, Subirana M, Net A, Benito S, Mancebo J. Clinical characteristics, respiratory functional parameters, and outcome of two-hour T-piece trial in patients weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;158(6):1855-1862.
8. Esteban A, Alia I, Ibanez J, Benito S, Tobin M. Modes of mechanical ventilation and weaning: a national survey of Spanish hospitals. The Spanish Lung Failure Colaborative Group. *Chest* 1994;106:1188-1193.
9. Nevis M, Epstein S. Predictors of outcome for patients with COPD requiring invasive mechanical ventilation. *Chest* 2001;119(6):1840-1849.
10. Hess D. Perspectives on weaning from mechanical ventilation with a note on extubation. *Respir Care* 1987;87:167-171.
11. Bersten A, Rutten A, Vedig A, Skowronski G. Additional work of breathing imposed by endotraqueal tubes, breathing circuits, and intensive care ventilators. *Crit Care Med* 1989;17:671-677.
12. Lemaire F, Teboul J, Cinotti L, Giotto G, Abrouk F, Steg G, et al. Acute left ventricular dysfunction during unsuccessful weaning from mechanical ventilation. *Anesthesiology* 1988;69:171-179.

13. Nathan S, Ishaaya A, Korner S, Belman M. Prediction of minimal pressure support during weaning from mechanical ventilation. *Chest* 1993;103:1215-1219.
14. Fiastro J, Habib M, Quan S. Pressure support compensation for inspiratory work due to endotracheal tubes and demand continuous positive airway pressure. *Chest* 1988;93:499-505.
15. MacIntyre N. Respiratory function during pressure support ventilation. *Chest* 1986;89:677-683.
16. Yang K, Tobin M. A prospective study of indexes predicting the outcome of trials of weaning from mechanical ventilation. *N Engl J Med* 1991;324:1145-1150.
17. Ely E, Baker A, Dunagan D. Effect on the duration of mechanical ventilation of identifying patients of breathing spontaneously. *N Engl J Med* 1996;335:1864-1869.
18. Tobin M, Perez W, Guenter S. The pattern of breathing during succesful and unsuccessful trials of weaning from mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis* 1986;134:1111-1118.
19. Vitacca M, Vianello A, Colombo D, Clini E, Porta R, Bianchi L, et al. Comparision of two methods for weaning patients with chronic obstrutive pulmonary disease requiring mechanical ventilation for more yhan 15 days. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164:225-230.
20. Pinsky M. Breathing as exercise: the cardiovascular response to weaning from mechanical ventilation. *Intensive Care Med* 2000;26:1164-1166.
21. Sassoon C, Mahutte K. What you need to know about the ventilator weaning. *Respir Care* 1995;40:249-256.
22. Hewlett-Packard. HP Componente Monitoring System. In. 8 ed: HP Company; 1995.
23. Knauss W, Drapper E, Wagner D, Zimmerman J. APACHE II: a severity of disease classification system. *Crit Care Med* 1985;13:818-829.
24. Coplin W, Pierson D, Cooley K, Newel D, Rubenfeld G. Implications of extubation delay in brain-injured patients meeting standar weaning criteria. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;161:1530-1536.
25. Gilbert R, Keighley S. The arterial/alveolar oxygen tension ratio. An index of gas exchange aplicable to varying inspired oxygen concentration. *Am Rev Respir Dis* 1974;109:142-145.

26. Chatila W, Ani S, Guaglianone D, Jacob B, Amoateng-Adjepong Y, Manthous C. Cardiac ischemia during weaning from mechanical ventilation. *Chest* 1996;109:1421-1422.
27. Pierce J, Gerald K. Differences in end-tidal carbon dioxide and breathing patterns in ventilator-dependent patients using pressure support ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;3:276-281.
28. Healey C, Fedullo A, Swinburne A, Wahl G. Comparison of noninvasive measurements of carbon dioxide tension during withdrawal from mechanical ventilation. *Crit Care Med* 1987;15:764-767.
29. Hess D, Schlotag A, Levin B, Mathai J, Rexrode W. An evaluation of usefulness of end-tidal PCO_2 to aid weaning from mechanical ventilation following cardiac surgery. *Respir Care* 1991;36:837-843.
30. Drew K, Brayton M, Ambrose A, Bernard G. End-tidal carbon dioxide monitoring for weaning patients: a pilot study. *Dimensions of Critical Care Nursing* 1998;17:127-134.
31. Jubran A, Tobin M. Pathophysiologic basis of acute respiratory distress in patients who fail a trial of weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;155:906-915.
32. De Haven C, Kirton O, Morgan J, Hart A, Shatz D, Civetta J. Breathing measurements reduces false negative classification of tachypneic preextubation trials failures. *Crit Care Med* 1996;24:976-980.
33. Esteban A, Alia I, Gordo F, Fernandez R, Solsona J, Vallverdu I, et al. Extubation outcome after spontaneous breathing trials with T-Tube or Pressure Support Ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;156:459-465.
34. Brochard L, Rua F, Lorino H, Lemaire F, Harf A. Inspiratory pressure support compensates for the additional work of breathing caused by the endotracheal tube. *Anesthesiology* 1991;75:739-745.
35. Banner M, Kirby R, Kirton O, De Haven C, Blanch P. Breathing frequency and pattern are poor predictors of work of breathing in patients receiving pressure support ventilation. *Chest* 1995;108:1338-1344.
36. Shikora S, Bistrain B, Borlase B. Work of breathing: reliable predictor of weaning and extubation. *Crit Care Med* 1990;18:157-162.
37. Levy M, Miyasaki A, Langston D. Work of breathing as a weaning parameter in mechanically ventilated patients. *Chest* 1995;108:1018-1020.
38. Annat G, Viale J. Measuring the breathing workload in mechanically ventilated patients. *Intensive Care Med* 1990;16:418-421.

39. Räsänen J, Nikki P, Keikkilä J. Acute myocardial infarction complicated by respiratory failure: the effects of mechanical ventilation. *Chest* 1984;85:21-28.
40. Hurford W, Favorito F. Association of myocardial ischemia with failure to wean from mechanical ventilation. *Crit Care Med* 1995;23:1475-1480.
41. Abalos A, Leibowitz A, Distefano D, Halpern N, Iberti T. Myocardial ischemia during the weaning period. *Am J Crit Care* 1992;1:32-36.
42. Hurford W, Lynch K, Strauss H. Myocardial perfusion as assessed by Thallium-201 scintigraphy during discontinuation of mechanical ventilation in ventilated patients. *Anesthesiology* 1991;74:1077-1016.

ASSESSMENT OF CARDIORESPIRATORY CHANGES IN CRITICALLY-ILL PATIENTS IN TWO METHODS EMPLOYED FOR MECHANICAL VENTILATION WEANING

*Alexandre Doval da Costa, Marcelo de Mello Rieder,
Silvia Regina Rios Vieira*

Serviço de Medicina Intensiva
Hospital de Clínicas de Porto Alegre
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil

Correspondence to:

Dra. Silvia Regina Rios Vieira

Serviço de Medicina Intensiva
Hospital de Clínicas de Porto Alegre
Rua Ramiro Barcelos, 2350
Porto Alegre, RS – Brasil – 90035-003
Fone / Fax: (51) 32265716
e-mail: svvieira@terra.com.br

ASSESSMENT OF CARDIORESPIRATORY CHANGES IN CRITICALLY-ILL PATIENTS IN TWO METHODS EMPLOYED FOR MECHANICAL VENTILATION WEANING

SUMMARY

Introduction: Weaning is the process of transition from mechanical ventilation (MV) to spontaneous ventilation. Among the weaning techniques most utilized are T- Piece and Pressure Support (PS). Currently, the superiority of one technique compared to the other is not established, either for weaning success or for their effects on cardio-respiratory variables.

Objectives: To analyze gas exchange, respiratory mechanics and cardiovascular performance, during MV weaning, using SP and T-Piece techniques, and to compare these variables in subgroups of patients with heart disease or with no heart disease.

Materials and Methods: A randomized cross-over clinical trial comparing PS and T-Piece was performed. Twenty patients, aged 57 ± 15 years, 13 (65%) male and 7 (35%) female, who were on MV for a period ranging from 2 to 54 days were studied. The following were analyzed: peripheral oxygen saturation (SaO_2), end tidal dioxide pressure in the exhaled air (PetCO_2), respiratory rate (rr), tidal volume (V_T), minute ventilation (V_E), total work of breathing ($\text{WOB}_{\text{total}}$), mean airway pressure (P_{aw}), heart rate (hr), systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP) and mean blood pressure (MBP). Data were recorded at times zero, fifteen and thirty minutes after the start of the randomized weaning technique, with a 30 minutes resting interval before starting the second technique, Intra group and inter group comparisons were performed for the 20 patients. Patients were also grouped as having heart disease ($n = 11$) and not having heart disease ($n = 9$) and compared relative to cardiovascular parameters.

Results: The comparison between PS and T-Piece demonstrated that total SaO₂ and PetCO₂ were higher during PS, at all times ($p < 0.001$ and $p < 0.05$). As for *rr*, it was lower when subjected to PS at times zero and fifteen minutes ($p < 0.05$). V_E and V_T were increased while at SP, at all three times ($p < 0.001$). WOB_{total} values were higher during PS, in the three times ($p < 0.05$), as well as the total values of Paw ($p < 0.001$). There were no differences between PS and T-Piece, for the values of MBP, SBP, DBP and *hr*. The comparison between PS and T-Piece in patient with and with no heart disease has shown that total *hr* values in patients with heart disease were lower at time 30 in SP ($p < 0.05$), with no significant difference in the other measurements. *Hr* was greater in patients with no heart disease, both during SP and T-Piece ($p < 0.05$). Regarding electrocardiographic (EKG) variables, there were no differences between SP and T-Piece. When comparing patients with heart disease ($n = 11$) versus with no heart disease ($n = 9$), ST segment changes were observed more often in those with heart disease (64%) than in patients with no heart disease (22%) ($p < 0.05$). Arrhythmia has occurred in 27% of the patients with heart disease and 11% of those with no heart disease; sinus tachycardia was observed only in patients with no heart disease patients, in 5 (56%) of them ($p < 0.01$).

Conclusions: When comparing SP and T-Piece, the measurements of respiratory parameters and oxygenation showed better results with the use of SP. There were no significant differences in the measurements of cardiovascular and EKG parameters. When patients with and with no heart disease were compared, a reduction in *hr* at 30 minutes on PS was observed only in those with heart disease. Also, a greater number of ST segment changes, a smaller occurrence of sinus tachycardia and a trend toward a greater occurrence of arrhythmia in patients with heart disease were observed in both weaning modes.

INTRODUCTION

Most critically-ill patients in Intensive Care Units (ICU), require mechanical ventilation (MV). Thus, the costs of MV use are substantial, including the medical cost of morbidity and mortality due to pneumonia and to lung injury associated to MV (1), along with the additional cost of nursing, physical therapy and equipment (2). For these reasons, the team must be aware that the MV patient should be taken off it, as soon as possible, with adequate planning and safety (3) and, as the patient was treated for the cause that required MV, his/her release from the ventilator should be as fast as possible (4). For such release, or weaning, one can use the spontaneous ventilation test or the progressive removal (5). For the spontaneous ventilation test, the patient is subjected to non-assisted (T-Piece) ventilation or with minimal ventilatory support by continuous positive airway pressure (CPAP) or yet, a low level of Pressure Support (PS). Progressive removal is a gradual process in which the patient's ventilatory work is progressively reduced (4), a technique validated in 2 randomized clinical trials (6, 7), when approximately 75% of the patients tolerated the spontaneous ventilation test. Most patients that recover from an acute respiratory insufficiency episode, tolerate the spontaneous ventilation test (5), but when MV progressive withdraw is necessary, the time spent for weaning is significant, approaching 40% of the total length of stay on MV (8) or up to 60% in patients with chronic obstructive lung disease (COPD) (9).

In the T-Piece mode, considered the traditional MV weaning technique, assisted ventilation by MV alternates with spontaneous ventilation with known oxygen supplement, with progressive lengthening of the spontaneous ventilation, according to the clinical tolerance (10). This technique is of low circuit resistance, allowing recovery of muscle fatigue, but it may cause the increase in the work of breathing (WOB), due to the presence of an endotracheal tube (ETT), which may cause an excessive respiratory load (11). Other inconveniences include the lack of monitoring, the amount of time spent by the team, and the abrupt transition to the first spontaneous breath, which, at times, may be poorly tolerated (4) and the possibility of hemodynamic disorders due to increased pre-load, if the intrathoracic pressure

during spontaneous ventilation becomes too negative, or from hypo or hyper ventilation (12).

In the PS mode, the patient breaths spontaneously through the ventilator that offers a pre-determined inspiratory pressure, increasing the spontaneous tidal volume (V_T). The level of inspiratory pressure is chosen to maintain the respiratory frequency (f) between 20 and 25 breaths per minute (bpm), and gradually reduced until extubation. PS is useful to counterbalance the extra work imposed by ETT and for that reason the level of PS needed to reduce WOB is 7 a 8 cmH₂O. If the patient remains ventilating with the level of pressure he is considered read for the extubation (13, 14). PS requires less availability of team time, due to good monitoring, as well as by gradually reducing diaphragm activity, due to the pressure employed (15). Its main inconvenience is delivering an uncertain level of ventilation when there is an abrupt reduction in the patient's ventilating capacity.

There are many studies on the oxygenation parameters and respiratory mechanics as predictors of weaning success or failure (16, 17). There is great variability among the populations studied, different parameters evaluated and different success and failure criteria. This has created a great deal of confusion about this subject, with disperse results when these parameters are used in clinical practice, when MV weaning is usually guided according to medical criteria. (18).

Despite the great amount of studies on weaning, only a few have compared PS and T-Piece modes in regard to oxygenation and respiratory mechanics parameters (19) and in regard to cardiovascular changes (20). Also, there are only a few studies comparing the behavior of these variables in patients with or with no heart disease. Thus, this study intends to compare the performance of oxygenation indexes, ventilatory mechanics and cardiovascular parameters, as well as to identify the behavior of EKG monitoring when patients undergo PS and T-Piece modes of weaning. In addition, it intends to analyze the subgroups of patients with and with no heart disease, in regard to the behavior of these variables when undergoing the PS and T-Piece weaning modes.

MATERIALS AND METHODS

Study Population

This study was done in the first semester of 2001, in patients undergoing mechanical ventilation (MV) weaning, inpatients at the Intensive Medicine Service (ICU) of Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA).

This ICU is composed of two units of medico-surgical patients, with 24 beds (Area I with 11 beds and Area II with 13 beds), plus another unit for heart disease patients, with 9 beds. The patients who took part in this study were from the medico-surgical units.

Convenience sampling of patients on MV for more than 48 hours, considered fit for weaning by the ICU team, was done. The choice of patients for weaning followed the criteria usually employed by the routine physicians of the ICU, after the improvement or resolution of the condition that led to ventilatory failure in the patients, that included: : adequate gas exchange, indicated by $\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 \geq 200$ or PaO_2 greater than 60 mmHg, $\text{SaO}_2 \geq 90\%$, breathing at $\text{FiO}_2 \leq 0.40$, with $\text{PEEP} \leq 5 \text{ cmH}_2\text{O}$; Glasgow Coma Score greater than or equal to 11; body temperature $\leq 38^\circ \text{C}$; hemoglobin greater than 10 g/dl; physiological measurements of $rr \leq 35$ breaths/min, V_T on non-assisted breathing $> 5 \text{ ml/kg}$, negative ventilatory force ≤ -20 to $-25 \text{ cmH}_2\text{O}$; hemodynamic stability without the use of vasoactive drugs (dopamine, dobutamine or norepinephrine); or without the need of sedative agents (6, 7). Patients with hypotension ($\text{SBP} < 100 \text{ mmHg}$ or $\text{MBP} < 70 \text{ mmHg}$) due to hypovolemia or direct cardiovascular involvement, patients with severe intra cranial disease, patients with barotrauma, with chest tube and tracheostomy, patients using vasoactive drugs (dopamine, dobutamine or norepinephrine) and those using sedatives were excluded.

All the patients who took part in this study signed the Informed Consent Form; This study was approved by the Ethics Committee of the Research and Graduate Studies of Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Cardiorespiratory Measurements

To monitor ventilatory mechanics, a Ventrak 1500 monitor (Novamatrix Medical Systems, Wallingford, CT, USA) was used. This monitor processes the readings obtained by the flow-sensor (Disposable Flow Sensor, cat. N^o 6038, Novamatrix Medical Systems, Wallingford, CT, USA), used for continuous measurements, positioned in two ways: (1) between the end of the ETT and the ventilator circuit's Y part, when the patient was on MV on the PS mode; (2) between the end of the ETT and the T-Piece, when the patient was breathing spontaneously (Figure 1).

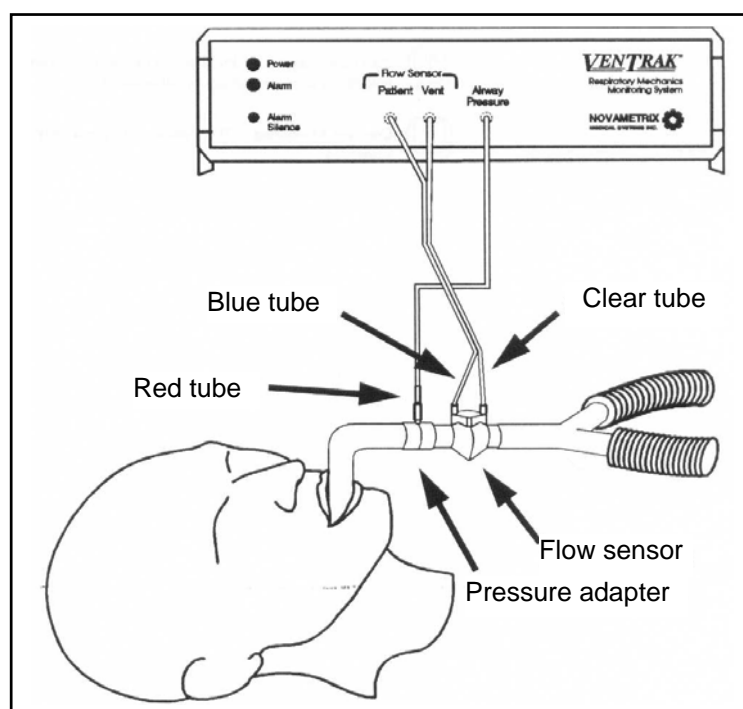


Fig. 1 - Ventrak assembly

The flow sensor works by converting gas flow into linear signal, identifying the circuit's flow and pressure differences to be processed by Ventrak 1500, which is coupled to a compatible portable IBM computer (Fujitsu, mod. 756 DX, Japan), by its serial port, using the software supplied by Novamatrix, for storing data and further analyzing them. Care was taken relative to the ETT, with the goal of avoiding

pulmonary secretions' deposits because, if the patient coughs, the elimination of secretions through the tube could be prejudicial to the flow sensor and to the acuity of the measurements (21). The pressure on the ETT was checked at the start of Ventrak 1500 measurements, avoiding the possibility of leaks of exhaled air, faltering the record of variables. Ventrak 1500 also has a flow and pressure calibration software, which is done at the start of each monitoring. Calibration using 100 ml Calibration Syringe was also done. (Model No 5510, Hans Rudolph, Kansas City, Mo., USA). The parameters recorded by Ventrak that were studied are: respiratory rate ($rr = \text{bpm}$), total work of breathing ($\text{WOB}_{\text{total}} = \text{J/l}$), tidal volume ($V_T = \text{ml}$), minute ventilation ($V_E = \text{l/min}$) and mean airway pressure ($P_{\text{aw}} = \text{cmH}_2\text{O}$). The readings of the variables processed by Ventrak 1500, were done in the portable computer screen and all records were saved in a computer file, during the protocol's weaning mode. The continuous graphic viewing of flow, pressure and volume curves are represented in three charts using the same computer screen and stored likewise, for improved visualization (Appendices 1 and 2).

WOB values are recorded by Ventrak and follow a selection criterion that needs the information of whether is on MV or not. When using T-Piece, the recorded work of breathing is performed by the patient, while when on PS, the recorded work of breathing is mainly performed by the mechanical ventilator.

The HP Multiparametric Modular Model 66S Monitor (Hewlett-Packard USA) was used for the non-invasive measurements of cardiorespiratory parameters and of those relative to gas exchange. The studied parameters recorded are; heart rate ($hc = \text{bpm}$); systolic blood pressure ($\text{SBP} = \text{mmHg}$); diastolic blood pressure ($\text{DBP} = \text{mmHg}$); mean blood pressure ($\text{MBP} = \text{mmHg}$); EKG; ST segment (elevation or depression); peripheral oxygen saturation ($\text{SaO}_2 = \%$ [percentage of oxygen in blood's hemoglobin]); partial pressure of CO_2 at the end off expiration ($\text{PetCO}_2 = \text{mmHg}$). All these parameters were recorded in a specific software, in the portable computer, as well as in a standard form, at the times designated by the protocol (Appendix 3).

Non-invasive blood pressure recordings were done by the HP 66S monitor, programmed to record SBP, DBP and MBP at each time point studied of both weaning modes.

For the records of SaO₂ and PetCO₂, monitoring modules, calibrated before each patient was studied. Both, the SaO₂ and the PetCO₂ modules use infrared rays. For oxymetry, the finger sensor was chosen, placed around the patients' index finger and properly attached, in order to avoid dislodging. The finger was properly cleaned, to avoid interference or transmission artifacts to the infrared signal emission, The PetCO₂ sensor is formed by the analyzer placed between the distal portion of the endotracheal tube and the mechanical ventilator Y, or the T-Piece, when in spontaneous ventilation in line with the Ventrak 1500 flow sensor. These measurements made by the SaO₂ and PetCO₂ modules were displayed continuously on the monitor's screen as was the graphic shape of the waveforms, informing the examiner about the quality of signals emitted by the sensors. Care with the PetCO₂ sensor is the same as with the Ventrak 1500 flow sensor, since they are aligned and placed in the cables distal portion of the ETT, prone to be involved by involuntarily expelled pulmonary secretions.

Heart ischemia was monitored by continuous EKG analysis of the ST segment, with a nominal response rate of 0.05 to 130 Hz, in the diagnostic mode, with 3 cables in the Standard Configuration, allowing the record of 3 leads (Manual HP 66S, Component Monitoring System (22), with the electrodes placed as such:

- **white electrode:** placed just under the clavicle next to the right shoulder;
- **black electrode:** electrode placed just under the clavicle next to the left shoulder;
- **red electrode:** placed in the left lower abdomen.

Baseline EKG was continuously displayed on the monitor screen and recorded at the end of the resting period and at times zero, fifteen and thirty minutes. EKG interpretation was not done as it was being recorded. All EKG tracings were later read by two cardiologists, blinded for the factor being studied. In the case of discordant interpretations, a third cardiologist was asked to give the final interpretation. The EKG tracings were analyzed, compared to those done at the end off the resting period and classified by the cardiologist as such:

- ST segment elevation or depression ≥ 1 mm;
- ST segment elevation or depression < 1 mm;
- T inversion;
- presence of sinus tachycardia or bradycardia;
- presence of arrhythmia (defining which);
- no alterations.

Besides the EKG tracings recorded in white paper, always done at the end of the resting period and at time points zero, fifteen and thirty minutes, the magnitude of ST segment elevation or depression as continuously identified on the monitor, was done. The EKG isoelectric point was determined 40 ms before the Q wave, and the ST segment was measured relative to the isoelectric point, 80 ms after point J. The HP66S monitor was set to have the alarm go off, as standardized, in case there were changes in the ST segment suggestive of ischemia, alerting the medical team that then, could take the appropriate measures.

Protocol

As this study was a cross-over, randomized clinical trial, each patient should undergo the two weaning modes: PS reduction and T-Piece. The choice of the implementation sequence was done by lottery, with sealed envelopes, containing the word for either method, which was then applied by the attending ICU intensive medicine physician.

All patients entering the study were being ventilated either on Servo 900C or on Servo 300C (Siemens-Elima, Solna, Suécia) in PS, before entering the protocol, when information um the clinical status of the patient was recorded: in standard forms: age, sex, APACHE Scale (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II) (23), length of time on MV, reason for being in the ICU, reason for being on MV, coexisting illnesses, Glasgow Scale (24) (Appendix 3).

MV recorded parameters previous to entry in the protocol included: ventilatory mode, level of PS, positive end expiratory pressure (PEEP), FiO_2 , V_T , rr and peak inspiratory pressure (PIP). The last blood gas analysis, prior to the entry in the protocol, was recorded. A chest X-Ray was recorded, as quadrants involvement relative to the presence or not of consolidation, infiltrates and pleural effusion.

Weaning Techniques

T-Piece

In this mode, the patient is disconnected from MV, with the ETT in place and oxygenation done through a T-Piece, with low resistance to air flow. The patient performs him/herself the inspiratory and expiratory efforts. The oxygen flow added to the T-Piece is necessary to maintain FiO_2 equilibrium, at an initial flow of, usually, 5 l/min.

Pressure Support

In this mode, patients breath spontaneously and at each respiratory cycle, the ventilator adds some predetermined positive pressure, synchronized with the patient's inspiratory effort. The pressure level is maintained until the ventilator detects a decrease at the end of the patient's inspiratory flow. When applied, PS was reduced to 10 cmH₂O, for all the patients in the study. PEEP was reduced to 0 cmH₂O, so that only PS effects would be observed.

Data Recording

As the first weaning mode was installed, recording of respiratory and cardiopulmonary parameters was started. All the study parameters were recorded by Ventrak 1500 and Multiparametric Modular Monitor HP 66S.at every time point described below:

Time Zero:

It's the starting point of the protocol. The patient is changed from the previous ventilation parameters, to the randomly chosen weaning mode. Recoding of parameters was done within the first 2 minutes after the chosen weaning mode was installed.

Time 15:

Fifteen minutes after the end of time Zero measurements, the records of time 15 were done.

Time 30:

Fifteen minutes after the end of time 15 measurements, the records of time 30 were done.

Time of Respiratory Rest:

At the end of 30 minutes of the first weaning mode, the patient was put back on mechanical ventilation for at least 30 minutes, in the same ventilation mode and at the same standards used before the protocol was started. This period is meant to allow respiratory rest to the patient and to restore the previous parameters to which he/she had been exposed before the first weaning mode

Criteria for Interrupting the Protocol

Respiratory rest not necessarily should be offered only at the end of the instituted weaning mode, but also, at any sign of respiratory distress, drop in SaO_2 ($< 88\%$), increase in rr (> 35 bpm) and fc (> 140 bpm), $\text{SBP} > 180$ mmHg or < 90 mmHg, agitation, change or reduction in the degree of alertness (6, 7).

Data Analysis

Patients were pooled for the comparisons of $rr, hc, V_E, V_T, \text{SaO}_2, \text{PetCO}_2, \text{SBP}, \text{DBP}, \text{MBP}, \text{WOB}, \text{Paw}$, magnitude of ST segment change and EKG at times zero, fifteen and thirty minutes on PS and T-Piece.

In another analysis, patients were divided as having heart disease (history of coronary arterial disease – CAD – or of heart failure – HF) or not. These subgroups were compared to one another on PS and on T-Piece, at all three studied times in regard to cardiovascular parameters ($hc, \text{SBP}, \text{MBP}$) and EKG tracing.

Statistical Analysis

The results of continuous variables with normal distribution are presented as mean \pm standard deviation (SD), those of non-parametric distribution, as medians (25-75 interquartile interval) and those of categorical variables, as ratios. Comparisons between weaning modes were done by Student's *t* test for paired samples or by the Wilcoxon test. Categorical variables were compared by the Chi-Square (χ^2) test. To compare the same variable in different time points (0,15 and 30 minutes) within each weaning technique, analysis of variance (ANOVA) for repeated measurements or the Friedman's test were employed. Significance was established as $p < 0.05$.

RESULTS

Clinical Features of the Patients

The clinical features of the patients included in the study are described in Table 1. The group was composed of 20 patients studied prospectively, with age of 57 ± 15 years, 13 (65%) were male and 7 (35%), female. They all had ETT and were being ventilated on PS and, prior to the entry in the protocol, had been on MV from 2 to 54 days.

Arterial blood gas analyses done within the hour previous to entering the protocol showed: $\text{pH} = 7.41 \pm 0.1$; $\text{PaCO}_2 = 39 \pm 12$ mmHg; $\text{HCO}_3 = 23 \pm 6$; $\text{PaO}_2 = 98 \pm 29$ mmHg, and SaO_2 de $97 \pm 2\%$.

Table 1 - Clinical Features of the 20 Patients who Entered the Study

PATIENT	AGE	SEX	APACHE	GLASGOW	MV DAYS	M.I. (PREVIOUS)	CARDÍACS	REASON A.L.I.
1	58	M	9	15	4	-	-	COPD
2	63	M	12	15	2	1	1	APE
3	58	F	22	15	8	1	1	APE
4	75	M	19	7	4	1	1	PNM
5	73	M	10	15	7	1	1	APE
6	68	F	13	15	4	-	1	PNM
7	74	M	26	15	3	-	-	Sepse
8	52	M	14	15	53	-	-	Guillian-Barré
9	79	F	29	15	22	-	-	COPD
10	40	M	2	15	6	-	1	PNM
11	38	M	17	15	51	-	-	PNM
12	61	F	23	14	13	1	1	PNM
13	53	F	18	9	2	1	1	APE
14	20	M	19	8	2	-	-	Sepse
15	44	F	10	15	12	1	1	PNM
16	68	M	28	12	6	-	-	Sepse
17	65	M	35	15	3	-	-	CRA
18	39	M	16	15	23	1	1	ARDS
19	71	F	21	15	54	-	1	HF
20	47	M	11	15	29	-	-	Sepse
md (n°)	57		18	14	15	(8)	(11)	
DP	15		8	1	18			

APE = acute pulmonary edema; ALI = acute lung injury; ARDS = acute respiratory distress syndrome; COPD = chronic obstructive pulmonary disease; CRA = cardiorespiratory arrest; HF = heart failure; MV = mechanical ventilation; MI = myocardial infarction; PNM = pneumonia;

MV parameters before the patients entered the protocol were the following: PS = 12 ± 3 cmH₂O, PEEP = 5 ± 1 cmH₂O, FiO₂ = 36 ± 3 , V_T = 545 ± 193 ml, $f = e$ 21 ± 6 bpm and PIP = 19 ± 4 cmH₂O.

The number of patients (% of the total) with lung quadrants involved by changes, as described on the last chest X-Ray taken before the patients entered the protocol, were: (a) for consolidations, 12 (60%) patients with none, 2 (10%) with 1 and 6 (30%) with 2 quadrants involved; (b) for infiltrates, 11 (55%) patients with none, 1 (5%) with 1, 7 (35%) with 2 and 1 (5%) with 4 quadrants involved; (c) for pleural effusion, 8 (40%) patients with none, 7 (35%) patients with unilateral effusion and 5 (25%) patients with bilateral effusion.

Gas Exchange Variables

Total SaO₂ during PS, at all times, was significantly greater. There were no differences between techniques, when the three different times were compared within each group. PetCO₂ was slightly but significantly greater, when on PS, relative to when on T-Piece, at all three times. There were no differences between the different times within each groups (Table 2).

Table 2 -Gas exchange parameters measurements of the 20 patients assessed at the weaning modes: values as means \pm standard deviation

Parameter	Time	T-Piece	PS	p^a
SaO ₂	0	95 \pm 2	97 \pm 1	0.001
	15	95 \pm 3	97 \pm 2	0.003
	30	95 \pm 3	97 \pm 1	0.001
p^b		0.517	0.750	
PetCO ₂	0	31 \pm 9	33 \pm 9	0.036
	15	32 \pm 9	34 \pm 9	0.046
	30	32 \pm 8	35 \pm 10	0.021
p^b		0.333	0.178	

PS = pressure support; SaO₂ = peripheral oxygen saturation (%); PetCO₂ = partial pressure of expired O₂; p^a = Student's T test comparing PS and T-Piece; p^b = analysis of variance (ANOVA) comparing the three study times.

Respiratory Function Variables

When comparing the two weaning modes, *rr* was significantly lower on PS at times zero and fifteen. When comparing time zero, time fifteen and time thirty on PS, there was a non-significant increase of *rr*. There were no significant differences in the other situations (Table 3).

Total V_E and V_T , were significantly greater on PS, not different when times 0,15 and 30 were compared within groups.

Table 3 -Measurements of respiratory function parameters of the 20 patients assessed during the weaning modes: values as mean \pm standard deviation

Parameter	Time	T-Piece	PS	p^a
<i>rr</i>	0	28 \pm 9	24 \pm 9	0.021
	15	30 \pm 10	25 \pm 8	0.004
	30	28 \pm 8	27 \pm 9	0.142
p^b		0.420	0.058	
V_E	0	8 \pm 3	11 \pm 4	0.001
	15	9 \pm 2	11 \pm 3	< 0.001
	30	9 \pm 3	12 \pm 4	0.001
p^b		0.333	0.178	
V_T	0	295 \pm 75	462 \pm 140	< 0.001
	15	304 \pm 80	455 \pm 77	< 0.001
	30	290 \pm 103	451 \pm 83	< 0.001
p^b		0.667	0.886	

rr = respiratory rate (breaths per minute); V_T = tidal volume (ml); V_E = minute ventilation (L/min); PS = pressure support; p^a = Student's *t* test comparing PS to T-Piece; p^b = analysis of variance (ANOVA) comparing the three study times.

Respiratory Mechanics Variables

When comparing WOB_{total} in the two weaning modes, PS and T-Piece, it was greater on PS, in the three studied times, which was also observed relative to total Paw . There were no significant changes when times zero, fifteen and thirty were compared within each weaning mode (Table 4).

It's important to stress that the measurements obtained by Ventrak have shown that when the patient is on T-Piece, the measured work of breathing is done by the patient (WOB_{patient}), as well as when the patient is on PS, the measured work of breathing is the one performed by MV ($WOB_{\text{mechanical}}$).

Table 4 -Measurements of parameters of respiratory mechanics of the 20 patients assessed during the weaning modes: values in medians (interquartile interval 25-75)

Parameter	Time	T-Piece	PS	p^a
WOB_{total}	0	0.18 (0.12–0.24)	0.70 (0.34–0.75)	0.022
	15	0.18 (0.15–0.26)	0.67 (0.42–0.75)	0.004
	30	0.16 (0.10–0.21)	0.65 (0.37–0.88)	0.045
p^b		0.888	0.950	
Paw	0	0.20 (0.10–0.40)	6.10 (4.02–7.35)	< 0.001
	15	0.20 (0.10–0.40)	5.80 (4.50–7.20)	< 0.001
	30	0.25 (0.20–0.62)	5.95 (4.67–6.65)	< 0.001
p^b		0.076	0.563	

WOB_{total} = total work of breathing total (Joules/liter) measured by Ventrak, on the T-Piece, corresponding to the patient's work of breathing and on PS to the work performed by the mechanical ventilator; Paw = mean airway pressure (cm H₂O); p^a = statistical analysis by Wilcoxon's Test, comparing PS and T-Piece; p^b = statistical analysis by Friedman's Test, comparing the three study times.

Cardiovascular Variables

Total *hr*, comparing the techniques of T-Piece and PS, was not significantly different between groups (Table 5) When comparing patients with and with no heart disease (Table 6), *hr* was significantly lower on PS, at time thirty minutes in patients with heart disease. Both on T-Piece and on PS, *hr* was higher in patients with no heart disease than in the ones with heart disease. Total MBP, DBP, SBP and the magnitude of ST segment changes, in the comparison between PS and T-Piece, were not significantly different (Table 5). Comparing the subgroups of patients with and with no heart disease, in separate, on PS and T-Piece, there were no significant

differences on SBP, MBP, DBP and the magnitude of the ST segment change (Table 6). When comparing patients with and with no heart disease (Table 6) either on T-Piece or on PS, patients with no heart disease have significantly higher *hr*.

Table 5 -Measurements of cardiovascular parameters of the 20 patients assessed during the weaning modes: values as mean \pm standard deviation

Parameter	Time	T-Piece	PS	p^a
<i>hr</i>	0	94 \pm 17	93 \pm 20	0.638
	15	95 \pm 18	96 \pm 23	0.825
	30	97 \pm 18	97 \pm 24	0.926
p^b		0.894	0.878	
SBP	0	133 \pm 18	131 \pm 24	0.596
	15	137 \pm 25	134 \pm 23	0.262
	30	136 \pm 25	135 \pm 24	0.883
p^b		0.831	0.816	
DBP	0	72 \pm 16	69 \pm 13	0.285
	15	71 \pm 14	69 \pm 13	0.106
	30	73 \pm 13	72 \pm 14	0.650
p^b		0.704	0.202	
MBP	0	92 \pm 14	91 \pm 14	0.672
	15	93 \pm 14	91 \pm 15	0.565
	30	94 \pm 15	92 \pm 15	0.233
p^b		0.786	0.920	
ST	0	0.50 \pm 0.76	0.60 \pm 0.67	0.378
	15	0.55 \pm 0.85	0.60 \pm 0.71	0.738
	30	0.53 \pm 0.90	0.61 \pm 0.63	0.576
p^b		0.700	0.958	

hr = heart rate (bpm); ST = magnitude of the ST segment in mm; SBP = systolic blood pressure (mmHg); DBP = diastolic blood pressure (mmHg); MBP = mean blood pressure (mmHg); p^a = Student's T test comparing PS and T-Piece; p^b = analysis of variance (ANOVA) comparing the three study times.

Table 6 - Cardiovascular measurements in patients with and with no heart disease assessed during the weaning modes: values as mean \pm standard deviation

Parameter	Time	No Heart Disease (n = 9)			Heart Disease (n = 11)		
		T-Piece	PS	p^a	T-Piece	PS	p^a
<i>hr</i>	0	105 \pm 18	105 \pm 22	1.000	85 \pm 11†	84 \pm 12‡	0.473
	15	105 \pm 18	111 \pm 23	0.088	87 \pm 13†	83 \pm 12‡	0.075
	30	105 \pm 21	114 \pm 2	0.058	90 \pm 13†	83 \pm 12‡	0.003
p^b		0.908	0.737		0.657	0.847	
SBP	0	132 \pm 20	126 \pm 22	0.111	134 \pm 17	136 \pm 26	0.724
	15	133 \pm 21	128 \pm 20	0.325	141 \pm 27	139 \pm 24	0.612
	30	128 \pm 21	131 \pm 25	0.545	142 \pm 27	138 \pm 24	0.420
p^b		0.647	0.118		0.247	0.181	
DBP	0	74 \pm 17	67 \pm 13	0.088	70 \pm 15	71 \pm 12	0.625
	15	70 \pm 16	66 \pm 14	0.104	72 \pm 14	72 \pm 13	0.749
	30	70 \pm 13	72 \pm 16	0.622	5 \pm 12	71 \pm 13	0.251
p^b		0.209	0.104		0.172	0.865	
MBP	0	94 \pm 18	87 \pm 15	0.125	91 \pm 12	93 \pm 12	0.437
	15	91 \pm 16	87 \pm 16	0.269	95 \pm 14	94 \pm 13	0.557
	30	89 \pm 16	90 \pm 18	0.860	98 \pm 14	93 \pm 13	0.192
p^b		0.706	0.962		0.501	0.977	
ST	0	0.79 \pm 0.58	0.87 \pm 0.59	0.594	0.27 \pm 0.85	0.39 \pm 0.68	0.506
	15	0.81 \pm 0.53	0.82 \pm 0.69	0.957	0.34 \pm 1.02	0.42 \pm 0.72	0.720
	30	0.80 \pm 0.57	0.72 \pm 0.61	0.695	0.31 \pm 1.09	0.53 \pm 0.67	0.695
p^b		0.953	0.315		0.731	0.057	

PS = pressure support; *hr* = heart rate; SBP = systolic blood pressure; DBP = diastolic blood pressure; MBP = mean blood pressure; ST = magnitude of the T segment in mm; p^a = Student's T test comparing PS and T-Piece; p^b = analysis of variance (ANOVA) comparing the three study times; † = Student's T test ($p < 0.05$) for T-Piece comparing patients with versus without heart disease; ‡ = Student's T test ($p < 0.05$) for PS comparing patients with versus without heart disease
Obs: both on PS and on T-Piece, *hr* was higher in patients with no heart disease.

EKG Variables

The total number of ST segment changes, when comparing the techniques of PS and T-Piece, was not significantly different. However, when comparing subgroups of patients with vs without heart disease, there were more changes of the ST segment in the patients with heart disease (64%) than in those with no heart disease (22%) ($p < 0.05$) (Table 7).

The total number of arrhythmias occurring, when comparing weaning techniques PS

and T-Piece, was not significantly different. When comparing patients with vs with no heart disease, arrhythmia was more frequent in patients with heart disease (27%) than in those with no heart disease (11%), but this difference was not significant.

The total number of episodes of sinus tachycardia, when comparing the weaning techniques PS and T-Piece, was not significantly different. However, when comparing patients with vs with no heart disease, sinus tachycardia has occurred only in patients with no heart disease, in the two weaning modes alike. Of 9 patients with no heart disease, 5 (56%) displayed sinus tachycardia, while none of the patients with heart disease did.

Table 7 -Characteristics of the ST segment changes and arrhythmia in the 20 patients assessed: number (% occurrence)

Characteristic	Total (n = 20)		Heart Disease (n = 11)		No Heart Disease (n = 9)	
	PS	T-Piece	PS	T-Piece	PS	T-Piece
ST Segment changes	9 (45)	9 (45)	7(64)	7(64)	2 (22) [†]	2 (22) [†]
ST Elevation	3 (15)	3 (15)	2 (18)	2 (18)	1 (11)	1 (11)
ST Depression	2 (10)	2 (10)	2 (18)	2 (18)	0	0
T Inversion	4 (20)	4 (20)	3 (27)	3 (27)	1 (11)	1 (11)
Arrhythmia	4 (20)	4 (20)	3 (27)	3 (27)	1 (11)	1 (11)
AF	2 (10)	2 (10)	1 (9)	1 (9)	1 (11)	1 (11)
VES	1 (5)	1 (5)	1 (9)	1 (9)	0	0
SVES	1 (5)	1 (5)	1 (9)	1 (9)	0	0
Sinus Tachycardia	5 (25)	5 (25)	0	0	5 (56) [‡]	5 (56) [‡]

PS = pressure support; AF = atrial fibrillation; VES = ventricular extrassystoles; SVES = supraventricular extrassystoles; [†] = $p < 0.05$ for Chi-Square (heart disease versus no heart disease); [‡] = $p < 0.01$ for Chi-Square (heart disease versus no heart disease)

Obs: Values represent the total number of EKG changes recorded at times zero, fifteen and thirty, during the performance of the two MV weaning techniques.

DISCUSSION

This study, which intended to analyze gas exchange, respiratory mechanics and cardiovascular monitoring parameter, during MV weaning, using PS and T-Piece, has demonstrated that, in regard to gas exchange parameters, PaO_2 and $PetCO_2$ were greater; in regard to respiratory function parameters, rr was lower, V_E and V_T greater during PS; in regard to respiratory mechanics variables, WOB and Paw were greater during PS; in regard to cardiovascular parameters analyzed, there were no significant differences when comparing PS and T-Piece.

When the subgroups of patients with and with no heart disease were separately analyzed, in the cardiovascular parameters, those with heart disease had lower rr on PS at time thirty. When comparing the subgroups of patients with and with no heart disease, both on T-Piece and on PS, hr was higher in those with no heart disease. In the EKG parameters, patients with heart disease showed more frequent ST segment changes and the finding of sinus tachycardia occurred more frequently in the ones with no heart disease.

Gas Exchange Parameters

Our results coincide with some earlier studies that demonstrated increased SaO_2 when patients are on PS compared to when they are on T-Piece (18). The oxygenation indexes are always included in the concept of cure from acute respiratory insufficiency, necessary for the interruption of MV. To begin disconnecting, it's required that $SaO_2 > 90\%$, $PaO_2 > 60$ mmHg, $FiO_2 \leq 0.4$, or $PaO_2 / FiO_2 > 200$ (25). Tobin and cols. (18) have demonstrated that PaO_2 was lower in a group of patients undergoing spontaneous ventilation than those undergoing MV. Chatila and cols. (26) have shown that patients who fail MV weaning (using the T-Piece), presented a lower oxygen saturation, implicating that oxygen unsaturation is more likely to occur as a consequence of weaning failure than being the cause of it. Contrary to one study (27), ours has demonstrated that $PetCO_2$ was slightly, but significantly higher when on PS, however, this increase was within the normal range. In a group of patients with acute respiratory insufficiency, Pierce and cols. (27) has demonstrated that increasing PS caused reduction of $PetCO_2$ and of the asynchronous respiratory pattern (27). Due to the fact that capnography is a non-

invasive method of continuous recording, its use for assessing whether ventilation is adequate during MV weaning is attractive, but up to now, this use is not definitively established. For some authors, $P_{et}CO_2$ was an important predictor of $P_{a}CO_2$ changes that occur during MV weaning (28). On the other hand, in a group of non-heart surgery post-op patients, $P_{et}CO_2$ was an incorrect predictive parameter for $P_{a}CO_2$ changes in 30% of the cases, during weaning (29). Also, Drew and cols. (30) have demonstrated, in a pilot study, that the use of $P_{et}CO_2$ did not shorten the time required for extubation, as well as it did not reduce the number of arterial blood gas tests performed when the patient undergoes MV weaning.

Jubran and Tobin (31) have shown that patients who fail in weaning trials, develop fast and shallow breathing that, along with the mechanical overload, cause deficient carbon dioxide removal, resulting in hypoventilation and inefficient gas exchange. By the same mechanism, one may infer that increasing minute ventilation may increase CO_2 elimination, increasing $P_{et}CO_2$. In our patients there was an increase in minute ventilation, and we think it might explain the increase in $P_{et}CO_2$.

Respiratory Function Parameters

Our results show reduction of rr at times 0 and 15 and increase of V_T and V_E throughout the entire protocol, when patients underwent PS, favoring PS as weaning method. These findings coincide with those of Jubran and cols. (31) who have demonstrated significant reduction of rr and significant increase of V_T and V_E when PS increased from 5 to 20 cmH_2O .

Respiratory rate is an index often used to predict the outcome of weaning, but it does not adequately discriminate the success of extubation. Tobin and cols. (18) have shown that patients who failed at weaning, had reduced V_T and increased rr . De Haven and cols. (32) have found that 105 of 509 extubated patients had $rr > 30$ bpm prior to extubation, and 97 of the 105 patients we successfully extubated, indicating that tachypnea was a sensitive index, but not too specific.

Esteban and cols. (33) have demonstrated that the clinical outcome during trials of spontaneous ventilation, assessed as rr and SaO_2 , was different in patient who failed or who successfully tolerated the 2 hours test (T-Piece or PS). Immediately after discontinuing ventilatory support, the patients who had failed the spontaneous ventilation had rr significantly higher than that of patients who had tolerated the full 2

hour period on T-Piece, and SaO_2 was significantly lower. Although these parameters are not predictive of extubation failure, it's possible that a more precise breath-to-breath, analysis of the respiratory pattern, could detect differences in the measurements taken at every 15 minutes.

Respiratory Mechanics Parameters

WOB_{total} values, when the two weaning modes, PS and T-Piece, were compared, were greater on PS, at the three study times, the same happening with total Paw . There were no significant differences in WOB_{total} and Paw when times zero, fifteen and thirty were compared in the same technique.

Brochard and cols. (34) have demonstrated that PS could be used to compensate the additional WOB caused by the presence of ETT and demand valve, but the pressure used differs substantially among patients, depending on the existence or not of respiratory illness.

Banner and cols. (35) have shown that there was no correlation between WOB measurements and respiratory function parameters (rr , V_T and rr/V_T), commonly used at bedside to infer WOB and to define the level of pressure to be used in patients undergoing PS at MV weaning.

Contrary to earlier studies (35-37), in our study, patients show higher WOB when undergoing PS. We believe there was some measuring bias. It's thought that WOB_{total} during PS expresses measurements of work of breathing done by the patient and by the ventilator, however, it was not possible to discriminate individual WOB measurements because we didn't use measurements of esophageal pressure. Based on earlier studies (38), it became evident that the measurement done by Ventrak when on PS represented the additional work imposed by the impedance of circuits, as well as the work necessary to open the mechanical ventilator demand valves. The pneumotachograph connected between the ETT and the circuit (PS or T-Piece), measured mean pressure and flow, identifying resistive airway work, but not identifying external work exerted by the elastic components of the chest wall, that can only be quantified by placing an esophageal balloon.

Cardiovascular Parameters

When comparing PS to T-Piece, there were no significant differences in the assessed cardiovascular parameters (SBP, MBP, DBP, ST segment and *hr*). When comparing subgroups of patients with or with no heart disease, *hr* was lower in the patients with heart disease on PS at time thirty minutes.

Esteban and cols. (33) have shown that there was a sharp difference in *hr* and SBP between patients who failed [*hr* 100 (85 – 120 bpm); SBP 150 (125 a 180 mmHg)] *versus* those who succeeded [*hr* 92 (85 – 105 bpm); SBP 135 (120 a 150 mmHg)] in the 2 h spontaneous ventilation test (T-Piece or PS). This study has also shown that both, T-Piece and PS, are methods equally efficacious on spontaneous ventilation test done prior to extubation of patients on MV with trouble resuming to spontaneous ventilation. Our results agree with these observations if one considers that no important *hr* and systemic blood pressure changes were found during PS or T-Piece. On the other hand, Lemaire and cols. (12) had demonstrated that in patients with COPD and cardiovascular disease, shifting from MV to T-Piece, resulted in increased systemic blood pressure, *hr* and pulmonary occlusion artery pressure, with necessary reinstatement of MV. Our results show a slight and non-significant trend of *hr* increase at weaning, with no changes in blood pressure.

Comparing patients with heart disease to those with no heart disease, on T-Piece, it was seen that *hr* was significantly higher in those with no heart disease. This finding may be explained by the fact the patients with heart disease were taking drugs specific for their condition, which included propranolol, digoxin, captopril, isosorbide and amiodarone that did not occur in the group with no heart disease.

Electrocardiographic Parameters

In the electrocardiographic parameters, the ST segment changes were significantly more frequent in patients with heart disease and the finding of sinus tachycardia was more frequent in the patients with no heart disease, both on PS and on T-Piece.

The increase in cardiac overload at the transition from MV to spontaneous ventilation may cause myocardial perfusion disorders and ischemia (26, 39) which cause the incapacity of successful weaning. Rasanen and cols. (39) have found EKG changes suggestive of myocardial ischemia in 6 of 12 patients with myocardial infarction complicated by respiratory insufficiency, who need MV. Hurford and Favorito (40)

have shown that 6 of 17 patients dependent of MV who failed at weaning, had significant EKG changes suggestive of ischemia. Abalos and cols. (41) have demonstrated ischemia by ST segment monitoring in 9% to 14% of patients with CAD while on MV weaning after non-heart surgery. Chatila and cols. (26) have also shown the presence of ischemia in 6% of such patients. However, ischemia was detected more often (10%) in patients with history of CAD and it was associated to failure in weaning in 22% of these patients. The studies above suggest the incidence of myocardial ischemia may be underestimated, due to the fact that EKG criteria are relatively insensitive for detection of myocardial ischemia (26, 42), with the suspicion that many patients who fail at MV weaning due to the existence of occult myocardial ischemia or poorly detected on the EKG tracings. It was not possible to compare T-Piece and PS in these analysis.

Our findings confirm the studies described above, demonstrating the majority of ST segment changes in patients with heart disease, with no beneficial effect of one weaning mode relative to the other.

The significantly higher occurrence of sinus tachycardia in patient with no heart disease may be explained by the fact that the patients with heart disease were taking drugs specific for their condition, what didn't happen to those with no heart disease.

We observed the occurrence of arrhythmia in either method and with greater, but not significant, frequency in patients with heart disease

Study Limitations

The interpretation of the results obtained in this study must take into account certain methodological limitations.

The sample size ($n = 20$) was statistically acceptable for the comparison between PS and T-Piece, not taking the subgroups in consideration. However, by subdividing patients as with or with no heart disease, the reduced number in each group may interfere with the power to detect differences in the results.

This might have been the cause of non-detection of differences when PS and T-Piece were compared in the subgroups of patients with ($n = 11$) and with no ($n = 9$) heart disease.

There were technical limitations, relative to the equipment used for the collection of results. For an adequate and reliable data collection for the analysis of WOB, it's

necessary to joint measurement of esophageal pressure that, for being invasive, was not foreseen in the study design. This was a study that aimed at non interfering in patient's management and only assessed variables of as low complexity as possible. That didn't include invasive procedures to the patient.

Another limitation relates to the analysis of the cardiovascular variables, which only included simple clinical parameters and EKG analysis, that may not have been able to detect smaller changes.

Future Perspectives

For further understanding about the assessment of cardiorespiratory parameters in critically-ill patients undergoing the PS and T-Piece weaning modes, the following are necessary:

- new studies with larger sample size (n) to allow subgrouping with the power for discerning possible differences;
- new studies with more sophisticated respiratory monitoring, including esophageal baloon for more accurate WOB measurements;
- new studies with more sophisticated methods of cardiovascular assessment and with greater likelihood of detecting cardiovascular changes of lesser magnitude, including Holter, myocardial scintigraphy and or echocardiography.

CONCLUSIONS

This study shows:

- 1) in the comparison between the weaning techniques: a) on the PS mode, there was oxygenation improvement and improvement of functional respiratory parameters as show by lower respiratory rate, at least at the earlier fifteen minutes, and increase of V_T and V_E ; b) no differences in cardiovascular and electrocardiographic variables;
- 2) when subgroups of patients with and with no heart disease were compared, it was seen that, in the first subgroup: a) *hr* values at 30 minutes where significantly lower in PS comparing with T-piece; b) there was greater incidence of ST segmenges, smaller occurrence of sinus tachycardia and a trend toward a greater incidence to arrhythmia. In those with no heart disease, there was a greater incidence of sinus tachycardia.

REFERENCES

1. Vincent J, Bihari D, Suter P, Bruining H, White J, Nicolas-Chainone M, et al. The prevalence of nosocomial infection in intensive care units in Europe. Results of the European Prevalence of Infection in Intensive Care (EPIC). *JAMA* 1995;274:639-644.
2. Meade M, Cook D, Kernerman P, Bernard G. How to use an article about harm: the relationship between high tidal volumes, ventilating pressures, and ventilator-induced lung injury. *Crit Care Med* 1997;25:1915-1922.
3. Manthous C, Schmidt G, Hall J. Liberation from mechanical ventilation: a decade of progress. *Chest* 1998;114:886-901.
4. Hall J, Wood L. Liberation of the patient from mechanical ventilation. *JAMA* 1987;257(12):1621-1628.
5. Mancebo J. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J* 1996;9(9):1923-1931.
6. Brochard L, Rauss A, Benito S, Conti G, Mancebo J, Reiki N. Comparison of three methods of gradual withdrawal from mechanical ventilatory support during weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med* 1994;150(4):896-903.
7. Vallverdu I, Calaf N, Subirana M, Net A, Benito S, Mancebo J. Clinical characteristics, respiratory functional parameters, and outcome of two-hour T-piece trial in patients weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;158(6):1855-1862.
8. Esteban A, Alia I, Ibanez J, Benito S, Tobin M. Modes of mechanical ventilation and weaning: a national survey of Spanish hospitals. The Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Chest* 1994;106:1188-1193.
9. Nevis M, Epstein S. Predictors of outcome for patients with COPD requiring invasive mechanical ventilation. *Chest* 2001;119(6):1840-1849.
10. Hess D. Perspectives on weaning from mechanical ventilation with a note on extubation. *Respir Care* 1987;87:167-171.
11. Bersten A, Rutten A, Vedig A, Skowronski G. Additional work of breathing imposed by endotracheal tubes, breathing circuits, and intensive care ventilators. *Crit Care Med* 1989;17:671-677.
12. Lemaire F, Teboul J, Cinotti L, Giotto G, Abrouk F, Steg G, et al. Acute left ventricular dysfunction during unsuccessful weaning from mechanical ventilation. *Anesthesiology* 1988;69:171-179.

13. Nathan S, Ishaaya A, Korner S, Belman M. Prediction of minimal pressure support during weaning from mechanical ventilation. *Chest* 1993;103:1215-1219.
14. Fiastro J, Habib M, Quan S. Pressure support compensation for inspiratory work due to endotracheal tubes and demand continuous positive airway pressure. *Chest* 1988;93:499-505.
15. MacIntyre N. Respiratory function during pressure support ventilation. *Chest* 1986;89:677-683.
16. Yang K, Tobin M. A prospective study of indexes predicting the outcome of trials of weaning from mechanical ventilation. *N Engl J Med* 1991;324:1145-1150.
17. Ely E, Baker A, Dunagan D. Effect on the duration of mechanical ventilation of identifying patients of breathing spontaneously. *N Engl J Med* 1996;335:1864-1869.
18. Tobin M, Perez W, Guenter S. The pattern of breathing during succesful and unsuccessful trials of weaning from mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis* 1986;134:1111-1118.
19. Vitacca M, Vianello A, Colombo D, Clini E, Porta R, Bianchi L, et al. Comparision of two methods for weaning patients with chronic obstrutive pulmonary disease requiring mechanical ventilation for more yhan 15 days. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164:225-230.
20. Pinsky M. Breathing as exercise: the cardiovascular response to weaning from mechanical ventilation. *Intensive Care Med* 2000;26:1164-1166.
21. Sassoon C, Mahutte K. What you need to know about the ventilator weaning. *Respir Care* 1995;40:249-256.
22. Hewlett-Packard. HP Componente Monitoring System. In. 8 ed: HP Company; 1995.
23. Knauss W, Drapper E, Wagner D, Zimmerman J. APACHE II: a severity of disease classification system. *Crit Care Med* 1985;13:818-829.
24. Coplin W, Pierson D, Cooley K, Newel D, Rubenfeld G. Implications of extubation delay in brain-injured patients meeting standar weaning criteria. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;161:1530-1536.
25. Gilbert R, Keighley S. The arterial/ alveolar oxygen tension ratio. An index of gas exchange aplicable to varying inspired oxygen concentration. *Am Rev Respir Dis* 1974;109:142-145.

26. Chatila W, Ani S, Guaglianone D, Jacob B, Amoateng-Adjepong Y, Manthous C. Cardiac ischemia during weaning from mechanical ventilation. *Chest* 1996;109:1421-1422.
27. Pierce J, Gerald K. Differences in end-tidal carbon dioxide and breathing patterns in ventilator-dependent patients using pressure support ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;3:276-281.
28. Healey C, Fedullo A, Swinburne A, Wahl G. Comparison of noninvasive measurements of carbon dioxide tension during withdrawal from mechanical ventilation. *Crit Care Med* 1987;15:764-767.
29. Hess D, Schlotag A, Levin B, Mathai J, Rexrode W. An evaluation of usefulness of end-tidal PCO_2 to aid weaning from mechanical ventilation following cardiac surgery. *Respir Care* 1991;36:837-843.
30. Drew K, Brayton M, Ambrose A, Bernard G. End-tidal carbon dioxide monitoring for weaning patients: a pilot study. *Dimensions of Critical Care Nursing* 1998;17:127-134.
31. Jubran A, Tobin M. Pathophysiologic basis of acute respiratory distress in patients who fail a trial of weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;155:906-915.
32. De Haven C, Kirton O, Morgan J, Hart A, Shatz D, Civetta J. Breathing measurements reduces false negative classification of tachypneic preextubation trials failures. *Crit Care Med* 1996;24:976-980.
33. Esteban A, Alia I, Gordo F, Fernandez R, Solsona J, Vallverdu I, et al. Extubation outcome after spontaneous breathing trials with T-Tube or Pressure Support Ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;156:459-465.
34. Brochard L, Rua F, Lorino H, Lemaire F, Harf A. Inspiratory pressure support compensates for the additional work of breathing caused by the endotracheal tube. *Anesthesiology* 1991;75:739-745.
35. Banner M, Kirby R, Kirton O, De Haven C, Blanch P. Breathing frequency and pattern are poor predictors of work of breathing in patients receiving pressure support ventilation. *Chest* 1995;108:1338-1344.
36. Shikora S, Bistrain B, Borlase B. Work of breathing: reliable predictor of weaning and extubation. *Crit Care Med* 1990;18:157-162.
37. Levy M, Miyasaki A, Langston D. Work of breathing as a weaning parameter in mechanically ventilated patients. *Chest* 1995;108:1018-1020.
38. Annat G, Viale J. Measuring the breathing workload in mechanically ventilated patients. *Intensive Care Med* 1990;16:418-421.

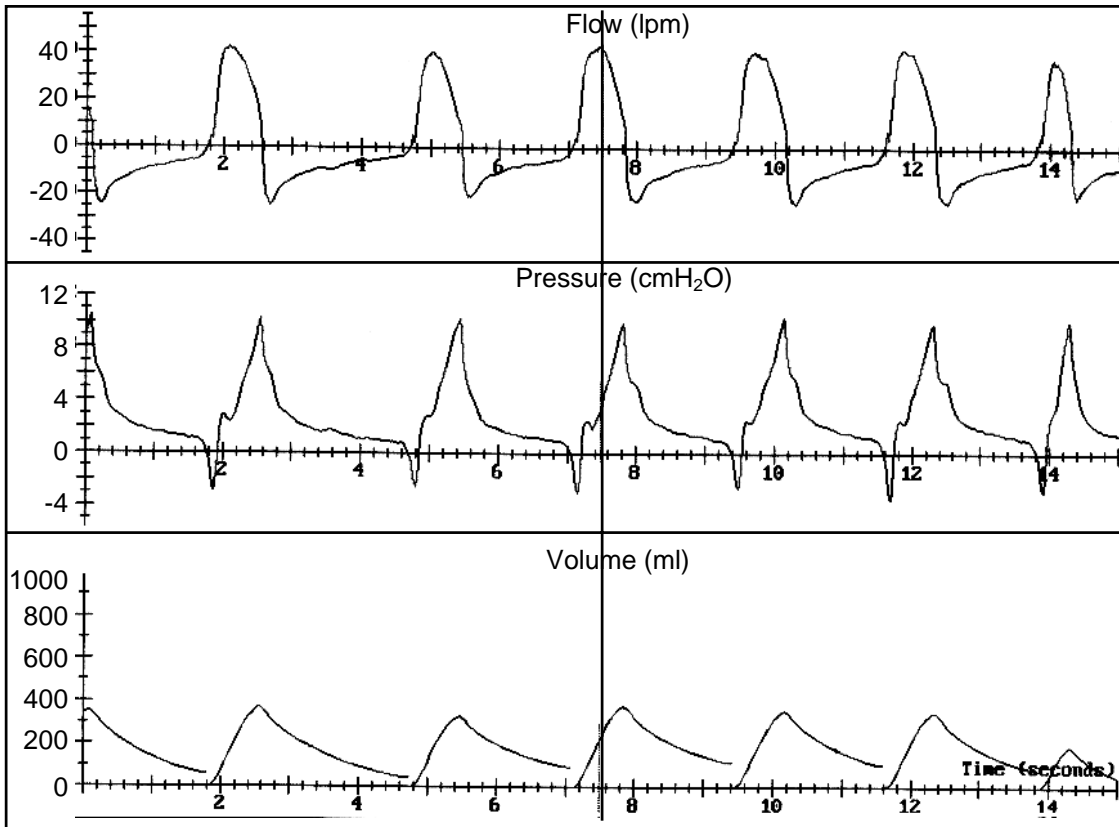
39. Räsänen J, Nikki P, Keikkilä J. Acute myocardial infarction complicated by respiratory failure: the effects of mechanical ventilation. *Chest* 1984;85:21-28.
40. Hurford W, Favorito F. Association of myocardial ischemia with failure to wean from mechanical ventilation. *Crit Care Med* 1995;23:1475-1480.
41. Abalos A, Leibowitz A, Distefano D, Halpern N, Iberti T. Myocardial ischemia during the weaning period. *Am J Crit Care* 1992;1:32-36.
42. Hurford W, Lynch K, Strauss H. Myocardial perfusion as assessed by Thallium-201 scintigraphy during discontinuation of mechanical ventilation in ventilated patients. *Anesthesiology* 1991;74:1077-1016.

ANEXOS

ANEXO 1

Name: _____ Location: _____ HCPA Weight (kg): _____ Time: _____ 18:13
 ID Code> _____ 865720/7 D.O.B: _____ 16/01/2001 Date : _____ 01/16/01 Duration : _____ 0 :02
 PS minuto 15
 Ruler Date: 01/16/01 Ruler Time: 18:12:44

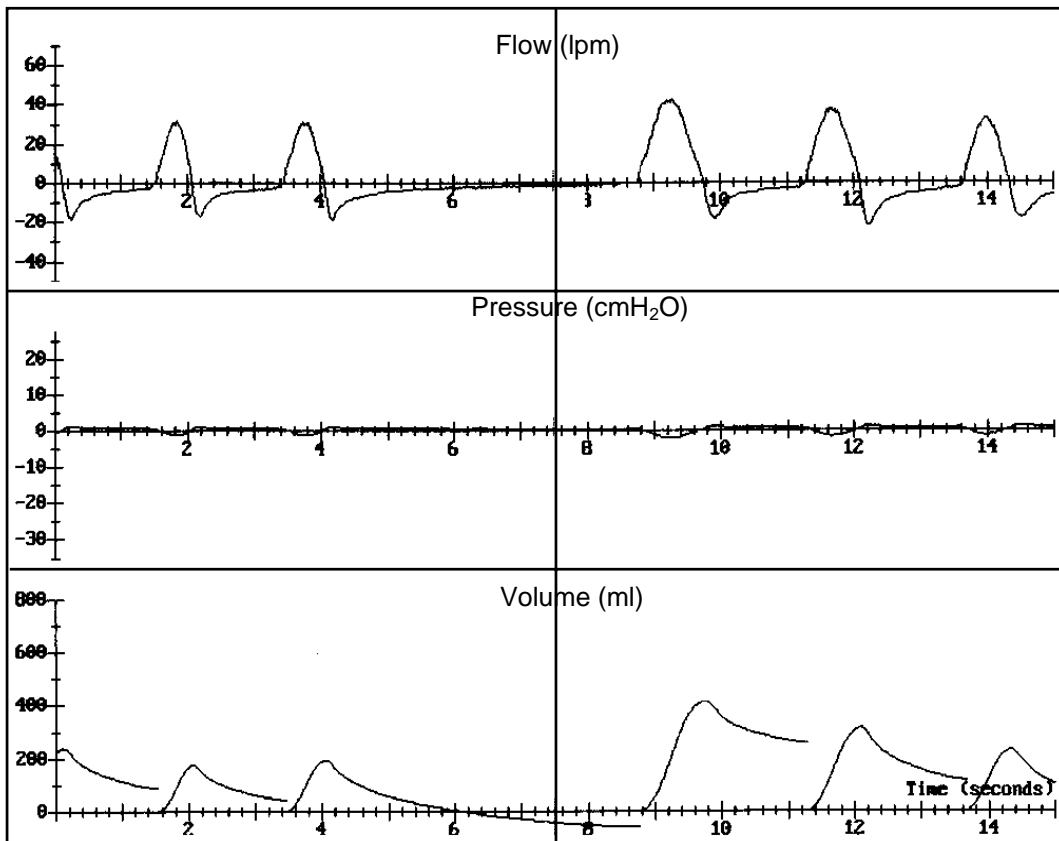
Minute Vent-Total (L): _____ 9.35	Compliance-Dyn (ml/cmH2O): _____ 41.7	Work-Patient (J/L): _____ 0.000
Minute Vent-Spont (L) : _____ 1.01	Peak Exp Flow (L/min) : _____ 16.7	I:E Ratio: _____ 2.91
Resp. Rate (b/min): _____ 25	Mean Airway Pressure (cmH2O): _____ 1.7	Pressure-0.1 (cmH2O): _____ -3.7
Tidal Vol-Spont (ml): _____ 252.5	Peak Insp Press (cmH2O): _____ 10.5	Inspired Vol (ml): _____ 0.0
Tidal Vol-Mech (ml): _____ 397.3	PEEP (cmH2O): _____ 1.1	Expired Vol (ml): _____ 0.0
Tidal Vol-corr (ml/kg): _____ 0.00	PEEP-auto (cmH2O): _____ 1.1	Mechanical?: _____ Yes
Resistance (cmH2O/L/S): _____ 20.7	Work-Mechanical (J/L): _____ 0.357	



ANEXO 2

Name: _____ Location: _____ HCPA Weight (kg): _____ Time: _____ 17:28
ID Code> _____ 865720/7 D.O.B: _____ 16/01/2001 Date : _____ 01/16/01 Duration : _____ 0 :02
Ayre minute 15
Ruler Date: 01/16/01 Ruler Time: 17:28:35

Minute Vent-Total (L): _____ 5.16	Compliance-Dyn (ml/cmH2O): _____ 0.0	Work-Patient (J/L): _____ 0.165
Minute Vent-Spont (L) : _____ 5.16	Peak Exp Flow (L/min) : _____ 17.9	I:E Ratio: _____ 2.77
Resp. Rate (b/min): _____ 28	Mean Airway Pressure (cmH2O): _____ 0.3	Pressure-0.1 (cmH2O): _____ -0.7
Tidal Vol-Spont (ml): _____ 184.2	Peak Insp Press (cmH2O): _____ 0.0	Inspired Vol (ml): _____ 0.0
Tidal Vol-Mech (ml): _____ 0.0	PEEP (cmH2O): _____ 0.5	Expired Vol (ml): _____ 0.0
Tidal Vol-corr (ml/kg): _____ 0.00	PEEP-auto (cmH2O): _____ 0.0	Mechanical?: _____ No
Resistance (cmH2O/L/S): _____ 0.0	Work-Mechanical (J/L): _____ 0.000	



ANEXO 3

FICHA DE MONITORIZAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA

Nome: _____ Prontuário: _____
 Idade: _____ Sexo: M () F () APACHE internação: _____
 Data internação CTI: _____ Data alta CTI: _____ Óbito: S _____ N _____
 Tempo ventilação mecânica: _____
 Motivo internação CTI: _____
 Motivo da VM: _____
 Patologias básicas: _____
 Data do protocolo: _____

Glasgow: Abertura ocular:	Resposta verbal:	Resposta motora	Sintomas
1. nenhuma	1. nenhuma	1. nenhuma	Dor: _____
2. dor	2. sons	2. descerebração	Desconforto: _____
3. chamado	3. palavras	3. decorticação	Dispnéia: _____
4. espontânea	4. confuso	4. flexão inespecífica	
	5. orientado	5. localiza dor	
		6. obedece	

Drogas em uso: S ou N
 Corticóide () Opióides () Bloqueadores Neuromusculares () Benzodiazepínicos ()

Gasometria	basal	30min
PH:	_____	_____
PaCO ₂ :	_____	_____
HCO ₃ :	_____	_____
PaO ₂ :	_____	_____
Sat:	_____	_____

PARÂMETROS PR- MEDIDAS

Modo ventilatório prévio a P.S.: _____
 Pressão de suporte: _____
 PEEP: _____
 FiO₂: _____
 VAC: _____
 FR VM: _____
 Pressão de Pico: _____

Raio X tórax:
 Consolidações N 1 2 3 4
 infiltrado N 1 2 3 4
 Derrame pleural N unilateral bilateral
 Sinais de má tolerância: _____
 Índice Cardiotorácico _____
 Sinais de má tolerância _____

ECG ECOCARDIO

MÉTODO						
PARÂMETROS	Min 0	15 Min	30 Min	Min 0	15 Min	30 Min
<i>f</i>						
<i>fc</i>						
PA						
V _E						
V _T						
SaO ₂						
PetCO ₂						
Raw						
Cdin						
Auto-PEEP						
WOB						
Paw						
Pimáx						

Retorno a ventilação: N S data: _____ hora: _____ tempo: _____ Motivo: _____

