CORINNE TANIGUCHI

**Redução automática versus manual da
pressão de suporte no desmame de
pacientes em pós-operatório:
estudo controlado e randomizado**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo para a obtenção do
título de Doutor em Ciências

Área de concentração: Pneumologia
Orientadora: Profa. Dra. Carmem Silvia Valente Barbas

São Paulo
2008

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Taniguchi, Corinne

Redução automática versus manual da pressão de suporte no desmame de
pacientes em pós-operatório : estudo controlado e randomizado / Corinne
Taniguchi. -- São Paulo, 2008.

Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Departamento de Cardio-Pneumologia.

Área de concentração: Pneumologia.

Orientadora: Carmem Sílvia Valente Barbas.

Descritores: 1.Desmame do respirador 2.Algoritmos 3.Terapia assistida por
computador 4.Unidades de terapia intensiva 5.Sistemas de apoio a decisões clínicas
6.Avaliação de resultados (cuidados de saúde)

USP/FM/SBD-246/08

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais:
Flávia Yoriko Taniguchi e
Célio Taniguchi

AGRADECIMENTOS

Esta tese se tornou possível devido ao amor, incentivo de toda minha família. Agradeço meu pai, Célio Taniguchi por sua infinita sabedoria e paciência (e correção do português), minha matriz racional e do saber; minha mãe Flávia Taniguchi, sempre com a palavra certa, no momento certo, mulher de garra, força de vontade, força de vida, minha matriz energética e emocional; meu irmão Eric, por todo seu entusiasmo; minha irmã Lúcia pelo apoio; minha pequenina Yuka, por ser ela; meu irmão Denis, por seu conhecimento em informática; e minha futura irmã Kátia.

Agradeço meu futuro marido, meu companheiro, por todos os cafés, chás e horas sentado ao meu lado, para o caso de eu “precisar de algo”, pela correção do *paper* em inglês e pelo incentivo nas horas certas.

Agradeço também meus amigos por todo incentivo e compreensão.

Agradeço ao Professor Mário Terra e ao Dr. Rogério de Souza, assim como toda a disciplina de pneumologia pela possibilidade de realizar a pós-graduação.

Agradeço à equipe da secretaria da Pneumo por todo o apoio.

Agradeço a toda equipe da Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Albert Einstein, aos médicos, equipe de enfermagem, fisioterapia e secretaria, sem a qual não conseguiria realizar este trabalho. Agradeço muito à equipe de fisioterapia sempre pronta a ajudar, em especial a Cilene e a Raquel por todo esforço em não perder nenhum paciente para o estudo,

incentivando todos os demais a fazerem o mesmo; obrigada também pelas dispensas no momento de escrever a tese.

Um agradecimento muito especial à minha orientadora, Dra. Carmem, por sua infinita paciência, generosidade e orientação, por me acolher tão carinhosamente e tornar este sonho possível.

NORMATIZAÇÃO ADOTADA

Esta tese está de acordo com:

Referências: adotado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver)

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2004.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

SUMÁRIO

Lista de siglas	
Lista de símbolos	
Lista de figuras	
Lista de quadros	
Lista de tabela	
Resumo	
Summary	
1 INTRODUÇÃO	02
1.1 Desmame da ventilação mecânica	04
1.2 Demanda ventilatória	04
1.3 Capacidade ventilatória	07
1.4 Relação entre demanda e capacidade ventilatória	09
1.5 Parâmetros clínicos necessários para o desmame	10
1.6 Etapas do desmame da ventilação mecânica	13
1.7 Métodos ventilatórios de desmame	15
1.8 Protocolos de desmame	19
1.9 Ventilação de alça fechada	22
1.9.1 Ventilação assistida proporcional (PAV)	25
1.9.2 Assistência ventilatória ajustada neurologicamente (NAVA)..	26
1.9.3 Sistema baseado em conhecimento (KBS)	28
1.9.4 Ventilação de suporte adaptativo (ASV)	29
1.9.5 Ventilação de frequência mandatória	31
2 HIPÓTESE DO ESTUDO	36
3 OBJETIVOS	38
4 MÉTODOS	41
4.1 Local e época de realização do estudo	41
4.2 Delineamento do estudo	43
4.3 Casuística	44
4.3.1 População estudada	44
4.3.2 Seleção dos pacientes para o estudo e critérios de inclusão.	44
4.3.3 Critérios de exclusão	45
4.4 Procedimentos	45
4.5 Desmame manual	49
4.6 Desmame automático	52
4.7 Coleta de dados	54
4.8 Análise estatística	56
5 RESULTADOS	58

5.1 Características clínicas e demográficas	58
5.2 Tempo de desmame	61
5.3 Evolução dos grupos quanto aos parâmetros medidos ao longo do tempo	65
5.3.1 Comparação da evolução dos grupos quanto à pressão de suporte (PS) nos primeiros 180 minutos (3 horas)	66
5.3.2 Comparação da evolução dos grupos quanto ao volume corrente nos primeiros 180 minutos (3 horas)	68
5.3.3 Comparação da evolução dos grupos quanto à frequência respiratória nos primeiros 180 minutos (3 horas)	69
5.3.4 Comparação da evolução dos grupos quanto à frequência respiratória sobre volume corrente (FR/VC) nos primeiros 180 minutos (3 horas)	70
5.3.5 Comparação da evolução dos grupos quanto à fração inspirada de oxigênio (FiO ₂) nos primeiros 180 minutos (3 horas)	71
5.3.6 Comparação da evolução dos grupos quanto à saturação de oxigênio (SpO ₂) nos primeiros 180 minutos (3 horas)	72
5.3.7 Comparação da evolução dos grupos quanto à pressão positiva expiratória final (PEEP) nos primeiros 180 minutos (3 horas)	73
5.4 Pacientes excluídos	74
5.5 Reintubação e ventilação não-invasiva	76
6 DISCUSSÃO	79
7 CONCLUSÕES	96
7.1 Quanto ao tempo de desmame	96
7.2 Quanto aos valores medidos ao longo do desmame	96
7.3 Quanto à necessidade de reintubação e ventilação não invasiva .	97
8 PERSPECTIVAS FUTURAS	99
9 REFERÊNCIAS	101

LISTA DE SIGLAS

ASV	<i>Adaptive Support Ventilation</i> ou Ventilação de suporte adaptivo
AVE	Acidente vascular encefálico
BIPAP	<i>Bi-level positive airway pressure</i> ou Pressão positiva em vias aéreas nas vias aéreas
C _{di}	Complacência dinâmica
CO ₂	Gás carbônico
CPAP	<i>Continuous Positive Airway Pressure</i> ou Pressão positiva contínua em vias aéreas
CROP	<i>Compliance x Rate x Oxygenation x Pressure</i> ou Complacência x Frequência x Oxigenação x Pressão
CV	Capacidade vital
EtCO ₂	Concentração de gás carbônico no final da expiração
FiO ₂	Fração inspirada de oxigênio
FR	Frequência respiratória
GAR	Grupo de assistência respiratória
IMV	<i>Intermittent Mandatory Ventilation</i> ou Ventilação mandatória intermitente
IPT	Índice de pressão tempo
KBS	<i>Knowledge-based System</i> ou Sistema baseado em conhecimento
MRV	<i>Mandatory Rate Ventilation</i> ou Ventilação de frequência mandatória
NAVA	<i>Neurally Adjusted Ventilatory Assistance</i> ou Ventilação assistida com ajuste neural
P	Pressão média
P0.1	Pressão de oclusão aos 100 milissegundos do início da inspiração
P0.1 estimado	P0.1 após estimulação com gás carbônico
PaCO ₂	Pressão parcial arterial de gás carbônico
PaO ₂	Pressão parcial arterial de oxigênio
PAO ₂	Pressão parcial alveolar de oxigênio

PAV	<i>Proportional Assist Ventilation</i> ou Ventilação assistida proporcional
PC	Pressão controlada
PEEP	<i>Positive End Expiratory Pressure</i> ou Pressão positiva expiratória final
pH	Potencial de hidrogênio
Pimáx	Pressão inspiratória máxima isométrica
PS	Pressão de suporte
SDRA	Síndrome do desconforto respiratório no adulto
SIMV	<i>Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation</i> ou Ventilação sincronizada mandatória intermitente
SIRS	Síndrome da resposta inflamatória sistêmica
SpO ₂	Saturação de oxigênio
TEP	Trombo embolismo pulmonar
Ti	Tempo inspiratório
Ttot	Tempo total do ciclo respiratório
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
UTIA	Unidade de Terapia Intensiva Adulto
VC	Volume corrente
Vem	Volume de espaço morto
VNI	Ventilação não invasiva
VVM	Ventilação voluntária máxima

LISTA DE SÍMBOLOS

cmH ₂ O	Centímetros de água
cpm	Ciclos por minuto
J	Joule
L	Litro
kg	Quilograma
min	Minuto
mL	Mililitro
mmHg	Milímetros de mercúrio
rpm	Respirações por minuto
<	Menor
≤	Menor ou igual
>	Maior
≥	Maior ou igual
±	Mais ou menos
=	Igual
x	Multiplicado

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Ventilador mecânico Servo 900C	43
FIGURA 2 -	Monitor do Ventilador Taema-Horus	46
FIGURA 3 -	Vista do ventilador Taema-Horus	46
FIGURA 4 -	Gráfico de caixa de tempo de desmame por grupos	55
FIGURA 5 -	Histograma do tempo de desmame do grupo manual	56
FIGURA 6 -	Histograma do tempo de desmame do grupo automático	57
FIGURA 7 -	Perfis médios - Pressão de suporte	59
FIGURA 8 -	Perfis médios - Volume corrente	61
FIGURA 9 -	Perfis médios - Frequência respiratória	62
FIGURA 10 -	Perfis médios - Frequência respiratória sobre volume corrente	63
FIGURA 11 -	Perfis médios - Fração inspirada de oxigênio	64
FIGURA 12 -	Perfis médios - Saturação de oxigênio	65
FIGURA 13 -	Perfis médios - Pressão positiva expiratória final	66
FIGURA 14 -	Tempo de desmame do grupo automático referente aos pacientes incluídos e excluídos	69

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 -	Parâmetros ventilatórios ao chegar na UTI	41
QUADRO 2 -	Parâmetros ventilatórios quando o paciente inicia esforço respiratório.....	42
QUADRO 3 -	Critérios de desmame da ventilação mecânica	44
QUADRO 4 -	Critérios de extubação	45

LISTA DE TABELA

TABELA 1 -	Tempo de desmame do grupo de pacientes excluídos por motivo relacionados ao modo MRV	68
------------	--	----

RESUMO

Taniguchi C. *Redução automática versus manual da pressão de suporte no desmame de pacientes em pós-operatório: estudo prospectivo, controlado e randomizado* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2008. 116p.

INTRODUÇÃO: A redução automática da pressão de suporte (PS) baseada na frequência respiratória, ou MRV (*mandatory rate ventilation*) é um modo ventilatório disponível no ventilador Taema-Horus. A hipótese do estudo é que o MRV utilizado no desmame é tão efetivo quanto o desmame manual em pacientes em pós-operatório na unidade de terapia intensiva (UTI). **MÉTODOS:** Ao chegar à UTI, após a cirurgia, os pacientes eram randomizados em dois grupos: desmame manual ou automático. O desmame manual consistiu na redução manual da PS a cada 30 minutos mantendo a relação frequência respiratória sobre volume corrente menor do que 80, até a PS de 5-7 cmH₂O. O desmame automático baseou-se na frequência respiratória alvo de 15 respirações por minuto (o ventilador diminui automaticamente, a PS em 1 cmH₂O a cada 4 ciclos respiratórios, se o paciente mantiver a frequência respiratória abaixo deste valor). O objetivo primário do estudo foi comparar a duração do processo de desmame. Secundariamente verificamos o nível de PS, frequência respiratória, volume corrente, índice de frequência respiratória sobre volume corrente, pressão positiva expiratória final, fração inspirada de oxigênio e saturação de oxigênio requeridos durante o processo de desmame. Verificamos também necessidade de reintubação e necessidade de ventilação não invasiva nas primeiras 48 horas após a extubação. **RESULTADOS:** Não houve diferença estatística significativa entre os 53 pacientes selecionados em cada grupo quanto ao sexo ($p=0,541$), idade ($p=0,585$) e tipo de cirurgia ($p=0,172$). Dezenove pacientes foram excluídos durante o protocolo (quatro no grupo manual e quinze no grupo automático, $p<0,05$). Nove pacientes do grupo automático foram excluídos do protocolo por não se adaptarem ao modo de desmame automático. Oitenta e sete pacientes concluíram o estudo, quarenta e nove pacientes foram desmamados manualmente e trinta e oito automaticamente. A duração do processo de desmame foi de $205,41\pm181,27$ minutos (de 30 a 840 minutos) no grupo manual, e $157,33\pm129,98$ minutos (de 30 a 545 minutos) no grupo automático. Não houve diferença estatística significante quanto ao tempo de desmame entre os dois grupos. O nível de PS foi maior ($p<0,001$) e frequência respiratória foi menor ($p=0,0098$) no modo MRV comparado ao modo manual, durante o processo de desmame. Não houve necessidade de reintubação em nenhum dos grupos. Houve necessidade de ventilação não invasiva em dois pacientes do grupo manual ($p=0,505$), ambos sofreram cirurgia cardíaca. **CONCLUSÃO:** A redução automática da PS foi efetiva e pode ser utilizada no desmame de pacientes no pós-operatório na unidade de terapia intensiva, se o paciente se adaptar ao algoritmo do MRV.

Descritores: 1.DESMAME DO RESPIRADOR 2.ALGORITMOS 3.TERAPIA ASSISTIDA POR COMPUTADOR 4.UNIDADES DE TERAPIA INTENSIVA 5.SISTEMAS DE APOIO A DECISÕES CLÍNICAS 6.AVALIAÇÃO DE RESULTADOS (cuidados de saúde)

SUMMARY

Taniguchi C. *Automatic versus manual pressure support reduction in the weaning of post-operative patients: a randomized controlled trial* [thesis]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2008. 116p.

Introduction: Automatic pressure support reduction based on a target respiratory frequency or MRV is available in the TAEMA-HORUS ventilator for the weaning process in the ICU setting. We hypothesized that MRV is as effective as manual weaning in post-operative ICU patients. **Methods:** There were 106 patients selected, in the post-operative period in a prospective, randomized, controlled protocol. When the patients arrived in the ICU after surgery, they were randomly assigned to traditional weaning, consisted of the manual reduction of pressure support every thirty minutes, keeping the RR/TV(L) < 80 till 5-7 cmH₂O of PSV. Alternatively, they were assigned to automatic weaning, referring to MRV set with a respiratory frequency target of 15 breaths per minute (the ventilator automatically decreased the PSV level by 1 cmH₂O every 4 respiratory cycles, if the patients RR was less than 15 per minute). The primary endpoint of the study was the duration of the weaning process. Secondary endpoints were levels of pressure support, respiratory rate, tidal volume (mL), RR/VT (L), PEEP levels FiO₂ and SpO₂ required during the weaning process, the need for reintubation and the need for non-invasive ventilation in the 48 hours after extubation. **Results:** There were no statistically significant differences between the 53 patients selected for each group regarding gender (p=0.541), age (p=0.585) and type of surgery (p=0.172). Nineteen patients were excluded during the trial (4 in the PSV group and 15 in the MRV group, p<0.05). Eighty-seven patients concluded the study, forty-nine patients were weaned manually and thirty-eight automatically. The weaning duration process was 205.41 ± 181.27 minutes (30 to 840 minutes) for the manual group and 157.33 ± 129.98 minutes (30 to 545 minutes) for MRV group (p=0.167). PSV levels were significantly higher and RR was lower in MRV compared to that of the PSV manual reduction (p<0.05). Reintubation was not required in either group. NIV was necessary for two patients, in the manual group after cardiac surgery (p=0.505). **Conclusion:** The automatic reduction of pressure support was effective and can be useful for weaning patients in the post-operative period in the ICU, if the patient is receptive to the MRV algorithm.

Trial registration number: CONEP BRAZIL NUMBER 372/06

Keywords: 1. VENTILATOR WEANING 2. ALGORITHMS 3. THERAPY
COMPUTER-ASSISTED 4. INTENSIVE CARE UNITS 5. DECISION
SUPPORT SYSTEMS 6. OUTCOME ASSESSMENT (health care)

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Milhares de pacientes estão sendo ventilados mecanicamente todos os dias ao redor do mundo. A ventilação mecânica habitualmente é programada de acordo com a fisiopatologia das doenças que acometem o sistema respiratório. Técnicas mais recentes de ventilação mecânica não invasiva vêm diminuindo a necessidade de intubação e suporte ventilatório mecânico invasivo e complicações associadas a esta como volutrauma e biotrauma, necessidade de sedação, pneumonia associada à ventilação mecânica assim como o aumento dos custos¹. São dois os motivos principais pelos quais se mantém um paciente em ventilação mecânica: a doença de base (doença pulmonar obstrutiva crônica, fibrose, insuficiência cardíaca congestiva, entre outros), com necessidade contínua de pressão positiva nas vias aéreas e ou fatores impostos pela equipe, como o atraso no reconhecimento de que o paciente está apto ao desmame ventilatório, ou ainda a dissincronia da ventilação mecânica, sobrecarregando a musculatura respiratória e retardando a retirada do suporte ventilatório¹.

As tendências atuais do suporte ventilatório mecânico visam a diminuição do período que os pacientes necessitam permanecer em ventilação mecânica invasiva², utilizando-se de estratégias, como por exemplo, o uso de ventilação não invasiva e de monitorização contínua e diária do paciente intubado. Assim, avaliações do desmame mais rápido da ventilação mecânica como a tentativa de ventilação espontânea uma vez ao

dia^{3, 4}, técnicas mais sofisticadas para sua realização e protocolos de desmame automáticos da ventilação mecânica vêm sendo instituídos para facilitar a retirada do paciente do suporte ventilatório mecânico com qualidade e segurança^{5, 6}. Atrasos no processo de desmame e a necessidade de reintubação dos pacientes estão associados ao aumento de morbi-mortalidade⁷⁻⁹, assim como ao aumento de custos¹⁰. Os efeitos adversos mais comuns relacionados à ventilação mecânica são¹¹: distúrbios hemodinâmicos, necessidade de sedação, lesão traqueal, pneumonia associada à ventilação mecânica, aumento no índice de úlcera de estresse e sangramento, escaras de decúbito, fraqueza muscular e barotrauma. Assim, a programação da ventilação mecânica e protocolos monitorizados de desmame¹²⁻¹⁵ são obrigatórios nas modernas Unidades de Terapia Intensiva (UTI) com o intuito de tornar a ventilação mecânica segura e eficaz, associada à mínimas complicações, que devem ser sempre monitorizadas e reduzidas¹⁶.

Por outro lado, a extubação prematura pode levar a problemas como a perda da proteção de vias aéreas, estresse cardiovascular, troca gasosa inadequada e fadiga muscular^{7, 17}. Da mesma forma, o insucesso da extubação e a necessidade de reintubação podem também aumentar o risco de pneumonia associada à ventilação mecânica¹⁸⁻²¹.

Frente a estas possibilidades, o desmame da ventilação mecânica deve ser criterioso o bastante para não ser prematuro, nem demore mais tempo que o necessário.

1.1. Desmame da ventilação mecânica

A grande maioria dos pacientes que necessitam de assistência ventilatória mecânica pode ser fácil e rapidamente retirada do ventilador mecânico assim que o quadro de insuficiência aguda do sistema respiratório estiver revertido²². Este é o caso da maioria dos pacientes submetidos a cirurgias, onde a intubação e ventilação mecânica se fazem necessárias, durante a anestesia geral. Estas podem ser retiradas assim que o paciente recobrar o nível de consciência, a força e a *endurance* muscular, necessárias para manutenção da ventilação espontânea. A opção por uma determinada técnica ventilatória nem sempre é fundamental, com trabalhos prospectivos e randomizados mostrando que a técnica da prova do tubo T e ou pressão de suporte são igualmente eficazes para o desmame do paciente da ventilação mecânica, devendo ser ambas utilizadas e otimizadas²².

A causa fundamental do insucesso do desmame normalmente está associada à capacidade ventilatória diminuída e a demanda ventilatória aumentada.

1.2.Demanda ventilatória

Os principais fatores que estão relacionados à demanda ventilatória são a produção de gás carbônico (CO₂), consumo de oxigênio, espaço morto, o *drive* respiratório e a mecânica ventilatória²³. O aumento da produção de CO₂ aumenta a demanda respiratória, pois o sistema respiratório é o responsável pela eliminação do CO₂ e conseqüente

manutenção de seus níveis no sangue. Para a eliminação do CO_2 é necessário o aumento da ventilação alveolar, o que pode sobrecarregar a musculatura respiratória²².

O aumento da produção de CO_2 está relacionado a fatores como febre, dor, agitação psicomotora, sepse, queimadura e trauma graves. Estes fatores são responsáveis também pela taquipnéia, aumentando ainda mais a atividade da musculatura respiratória, o que leva a um aumento da produção de CO_2 . Outro fator que pode aumentar a produção de CO_2 é a administração de sobrecarga calórica, principalmente na forma de carboidratos. Portanto, para o controle adequado da produção de CO_2 , deve-se estar atento à dieta do paciente, ao manuseio da dor, da temperatura e da sedação para que o desmame ventilatório seja alcançado com sucesso.

Fatores que levam ao aumento do espaço morto²³ também devem ser controlados para não aumentar a demanda ventilatória. Fatores particulares de cada paciente como obstruções brônquicas, edemas pulmonares, possíveis trombozes do sistema vascular e hipotensões devem ser controlados. Assim como fatores relacionados ao ventilador mecânico, como o aumento do comprimento das traquéias do ventilador. Acreditava-se que o valor de razão entre espaço morto e volume corrente (V_{em}/V_C) acima de 60% era preditivo de insucesso no desmame, porém vários pacientes com estes valores já foram extubados com sucesso²³.

Estímulos neurogênicos, psicogênicos ou metabólicos podem ser responsáveis pelo aumento da demanda respiratória, através do aumento do *drive* respiratório. Fatores como lesões do sistema nervoso central, reflexos

pulmonares exacerbados (por exemplo, no edema pulmonar) e doenças da caixa torácica podem mudar o ponto de equilíbrio do *drive* respiratório em relação ao CO₂, aumentando o volume minuto desnecessariamente. Outros fatores que aumentam o *drive* respiratório são: a hipotensão, febre, sepse, falta de interação paciente-ventilador, acidose prolongada, infusão de aminoácidos em grande quantidade, hipoxemia e aumento da concentração hidrogeniônica. Estes fatores devem ser considerados durante a avaliação para o desmame da ventilação mecânica.

A demanda ventilatória é também observada como o produto da ventilação-minuto e trabalho respiratório²³. O trabalho respiratório é definido como o produto da pressão e do volume requeridos por litro de volume gasoso que entra e sai do sistema ventilatório. Os fatores até o momento citados aumentam a demanda ventilatória à medida que aumentam a ventilação-minuto. Deve-se considerar também os fatores que aumentam o trabalho respiratório. Estes fatores estão relacionados às condições mecânicas que determinam quanto trabalho é necessário por litro de ventilação. Deve-se otimizar a complacência e diminuir a resistência pulmonar para uma adequada ventilação. A complacência pode ser otimizada através de prevenção do colapso alveolar (por exemplo, com o uso de pressão positiva expiratória final), através da redução da pressão capilar com diminuição do edema pulmonar (balanço hídrico adequado, melhora do inotropismo cardíaco, manutenção da saturação de oxigênio a níveis adequados), e evitando a hiperinsuflação pulmonar (evitando-se a ocorrência de auto-PEEP). A resistência pulmonar pode ser diminuída com

o uso de broncodilatadores (quando necessário) e higiene brônquica, evitando-se diminuição excessiva de volumes pulmonares, responsáveis pelo colapso dinâmico de vias aéreas terminais. Deve-se também ter o cuidado de não aumentar a resistência externa ao pulmão, isto é, circuitos ventilatórios e tubo endotraqueal inadvertidamente finos ou longos.

1.3. Capacidade ventilatória

A capacidade ventilatória pode ser limitada pelo *drive* respiratório e pela capacidade do sistema músculo-esquelético. A insuficiência do *drive* respiratório não é uma condição muito freqüente durante o desmame, estando relacionado à alcalose metabólica, privação do sono, lesão neurológica ou agentes farmacológicos como drogas anestésicas. O insucesso do desmame está mais frequentemente relacionado à incapacidade do sistema músculo-esquelético em atender à demanda necessária para a adequada ventilação alveolar. A diminuição da capacidade de gerar pressão inspiratória está relacionada à diminuição de força muscular, *endurance* muscular e da eficiência e coordenação muscular.

Dentre as causas da diminuição de força e *endurance* muscular podemos citar:

- Hipotrofia muscular: devido à desnutrição ou atrofia por desuso;
- Hipocontratilidade muscular: devido a distúrbios metabólicos como a hipofosfatemia, hipocalcemia, hipermagnesemia e a hipercarbica grave;

- Diminuição do fluxo sanguíneo diafragmático: devido às situações de baixo débito ou choque séptico;
- Problemas neuro-musculares: devido ao uso prolongado de agentes curarizantes ou a polineuropatia do paciente grave;
- Doenças neuro-musculares;
- Fadiga muscular: causado por sobrecarga de trabalho muscular, podendo ser revertido com o repouso de 24 a 48 horas;
- Exaustão muscular: causada também por sobrecarga de trabalho muscular, podendo causar lesão nas fibras musculares e levando à alteração da contratilidade muscular.

Os fatores relacionados à força e *endurance* muscular podem ser na maioria dos casos revertidos com um programa de treinamento muscular. Não há consenso quanto ao melhor programa de treinamento, pois os fatores a serem manipulados ainda são muito subjetivos. O treinamento muscular deve envolver exercícios respiratórios alcançando o limiar de fadiga, por curtos períodos de tempo e intercalados por períodos de descanso²³.

Outros fatores que estão relacionados à capacidade ventilatória são a coordenação e eficiência ventilatória. Sabe-se que a eficiência da contração muscular depende do comprimento ideal da fibra muscular e do local de sua origem e inserção. A hiperinsuflação pulmonar, por exemplo, leva ao encurtamento das fibras musculares, levando à redução do raio da curvatura da cúpula diafragmática o que leva à diminuição da eficiência de sua contratilidade. Além disso, a hiperinsuflação aumenta o trabalho respiratório

devido ao aumento de pressões elásticas. Sendo assim, deve-se usar técnicas ventilatórias que minimizem a hiperinsuflação pulmonar.

A incoordenação respiratória ocorre quando há inabilidade de contrações musculares sinérgicas, isto é, há contração de grupos musculares com funções opostas, simultaneamente. Este fenômeno pode ser observado quando o paciente está em respiração espontânea, em condições de sobrecarga respiratória como em situações de ansiedade, frequência respiratória elevada ou fadiga muscular. A incoordenação é responsável por movimentos respiratórios pouco eficazes e maior trabalho respiratório, sendo prejudicial ao processo de desmame da ventilação mecânica. O motivo da incoordenação deve ser identificado e corrigido para que o desmame dê prosseguimento²³.

1.4. Relação entre demanda e capacidade ventilatória

Alguns autores²⁴ têm utilizado o índice de pressão-tempo (IPT) como uma tentativa de quantificar a demanda e capacidade ventilatória. Este índice relaciona a capacidade máxima de gerar pressão (capacidade ventilatória) com a intensidade e a duração da contração muscular (demanda ventilatória). Traduzindo-se na equação: $IPT = P/P_{\text{máx}} \times T_i/T_{\text{tot}}$ onde P é a pressão média desenvolvida a cada respiração, $P_{\text{máx}}$ é a pressão inspiratória máxima isométrica, T_i é o tempo despendido na inspiração e T_{tot} é o tempo total do ciclo respiratório. Quanto menor a relação, maior chance o paciente tem de um desmame com sucesso, e quanto mais alto o seu valor, maior o risco do paciente entrar em fadiga

muscular. Um índice maior do que 0,15 a 0,20 indica maior chance do paciente evoluir com fadiga muscular ao longo do processo de desmame da ventilação mecânica. Para um maior sucesso, portanto, o paciente deve ter valores de $P_{\text{máx}}$ e ou T_{tot} mais elevados do que a P e ou T_i .

1.5. Parâmetros clínicos necessários para o desmame

Uma vez que o paciente encontra-se estável e tem o motivo que o levou à necessidade de ventilação mecânica resolvido, a equipe deve pensar no desmame da ventilação mecânica. O guia de desmame da ventilação mecânica, baseado em evidências, realizado por diversas sociedades americanas²⁵ traz recomendações que devem ser consideradas para o desmame da ventilação mecânica. O paciente em questão deverá:

- Ter as lesões pulmonares estáveis ou resolvidas;
- Ter a troca gasosa adequada com baixa pressão expiratória final (PEEP menor que 5 a 8 cmH₂O) e baixa fração inspirada de oxigênio (FiO₂ menor que 40 a 50%);
- Estar hemodinamicamente estável (sem necessidade significativa de drogas vasopressoras);
- Ser capaz de respirar espontaneamente.

Estes fatores devem ser avaliados diariamente para verificar a possibilidade de desmame da ventilação mecânica, com exceção dos pacientes em pós-operatórios que têm uma recuperação respiratória geralmente mais rápida e a avaliação deve ser realizada com mais frequência (a cada hora).

Outros fatores também devem ser levados em consideração para avaliação do provável sucesso do desmame da ventilação mecânica^{11, 23}:

- Estabilidade cardiovascular: a musculatura diafragmática necessita de bom débito cardíaco para um funcionamento adequado e satisfatória oferta de oxigênio;
- Estabilidade da mecânica respiratória: devem ser evitados e tratados o broncoespasmo, o edema pulmonar, as atelectasias, e secreção pulmonar;
- Estabilidade das trocas gasosas: recomenda-se que o paciente tenha uma saturação de oxigênio acima de 90% com uma fração inspirada de oxigênio menor do que 40%. Não há limites pré-estabelecidos para a PaCO_2 , porém não deverá haver grandes variações durante o processo de desmame, normalmente a PaCO_2 deve estar abaixo de 55 mmHg e o pH acima de 7,3;
- Estabilidade hidroeletrolítica: evitar acidoses ou alcaloses;
- Estabilidade do centro respiratório: quadros neurológicos e metabólicos devem estar estáveis;
- Pressão Inspiratória máxima (Pimáx): deve ser menor que -25 cmH₂O;
- Ventilação voluntária máxima (VVM): deve ser maior do que duas vezes o volume-minuto basal;
- Capacidade vital (CV): deve ser maior do que 10 mL/kg.

Estes índices são úteis dentro do contexto do processo de desmame da ventilação mecânica num treinamento muscular por

exemplo, porém, se mostram aquém do desejável para uma predição acurada do sucesso ou insucesso de desmame^{26, 27}.

Alguns autores têm utilizado a estimativa do trabalho respiratório por litro de ventilação, ou trabalho por minuto como uma estimativa de demanda ventilatória. Os valores acima de 1,4 J/L ou 1,6 J/min predizem o insucesso do desmame.

Outros índices têm demonstrado maior aplicabilidade clínica na análise do equilíbrio demanda e capacidade ventilatória²³. Muitos destes índices levam em consideração apenas alguns parâmetros clínicos que parecem ser marcadores específicos de uma relação de demanda e capacidade ventilatória intolerável. Na prática, estes índices mostraram-se os mais acurados, no momento, para o sucesso ou insucesso do desmame. São eles:

- P0.1/Pimáx: é a relação entre a pressão de oclusão aos 100 milissegundos do início da inspiração e a pressão inspiratória máxima. Os valores acima de 8 a 15%, dependendo da doença pulmonar de base, predizem o insucesso do desmame;
- P0.1 estimulado/P0.1: é a relação entre a P0.1 após estimulação com gás carbônico (elevação de 10mmHg na PaCO₂) e a basal. Valores inferiores a 1,3 predizem o insucesso;
- FR/VC: é a frequência respiratória (ciclos/minuto) sobre o volume corrente (litros). Valores superiores a 105 predizem o insucesso do desmame com grande certeza, refletindo a fadiga diafragmática

quando paciente respira em padrão superficial e rápido. Devido à sua praticidade, este índice vem sendo utilizado na prática clínica^{28,29};

- CROP: do inglês “*compliance x rate x oxygenation x pressure*”, calculado pela fórmula $C_{din} \times P_{im\acute{a}x} \times PaO_2/PAO_2 \times 1/FR$, onde C_{dyn} é a complacência dinâmica (mL/cmH₂O), $P_{im\acute{a}x}$ é a pressão inspiratória máxima (cmH₂O), PaO_2 é a pressão parcial arterial de oxigênio (mmHg), PAO_2 é a pressão parcial alveolar de oxigênio (mmHg) e FR é a frequência respiratória (ciclos/minuto). Valores inferiores a 13 predizem o insucesso do desmame²⁸.

1. 6. Etapas do desmame da ventilação mecânica

Atualmente tem se sugerido dividir o processo de desmame em várias etapas¹⁶:

1. Avaliação para um possível desmame: todo paciente em ventilação mecânica deverá ser avaliado para a possibilidade de desmame, isto é, se o paciente é capaz de manter uma troca gasosa adequada, $PaO_2/FIO_2 > 200$, $PaCO_2 < 55$ mmHg com volume minuto de 7 L/min, com pH > 7,35 e se tem *drive* respiratório e força muscular adequados. Todo paciente em ventilação mecânica deve ser avaliado para um possível desmame. No entanto, muitos morrem antes desta fase ser atingida e muitos permanecem em suporte ventilatório prolongado. Cerca de 10 a 30% dos pacientes em ventilação mecânica não conseguem atingir condições mínimas de desmame^{29,30}.

2. Verificação se o paciente já está apto para iniciar o desmame: é muito importante que a equipe responsável pela monitorização do suporte

ventilatório das Unidades de Terapia Intensiva pensem na possibilidade de desmame toda vez que um paciente em ventilação mecânica é avaliado. Vários estudos mostram que pacientes ventilados mecanicamente por uma semana ou mais, podem ser extubados nas 24 horas que se seguem a primeira avaliação de possibilidade de desmame^{3,31}.

3. Mensuração de índices preditivos de desmame e sua correta interpretação. Parâmetros de desmame como FR/VC (L) e se necessário medidas de Pimax , P0.1, complacência e resistência, além de avaliação clínica e radiológica e da troca gasosa devem ser realizadas e avaliadas caso a caso para a decisão de iniciar o desmame.

4. Diminuição do suporte ventilatório. Deverá ser realizada prova de diminuição do suporte ventilatório como teste de ventilação espontânea diária para verificação se o paciente é capaz de manter a ventilação espontânea. Este teste deverá ser feito com 5-7 cmH₂O de pressão de suporte e 5 cmH₂O de PEEP por 30 minutos a 2 horas para verificação de tolerância.

5. Extubação: Se o paciente não apresentar desconforto ou piora da troca gasosa durante a realização do teste de ventilação espontânea, este poderá ser extubado do ventilador mecânico. Se o paciente apresentar desconforto e ou deterioração da troca gasosa, este deverá voltar para o suporte ventilatório mecânico e nova tentativa deverá ser realizada após 24 horas.

6. Suporte ventilatório após extubação. O uso ventilatório não invasivo deverá ser utilizado para pacientes em ventilação mecânica por mais de 72

horas e naqueles hipercápnicos e com insuficiência cardíaca para diminuição de reintubação e mortalidade destes pacientes^{32,33}.

7. Reintubação: nos pacientes que apresentarem deterioração da troca gasosa com sinais de fadiga respiratória deverão ser imediatamente reintubados e reinstituída a ventilação mecânica invasiva, pois o retardo na reintubação ou manutenção de ventilação não invasiva prolongada poderão aumentar a mortalidade neste grupo de pacientes.

1.7. Métodos ventilatórios de desmame

Existem vários métodos de desmame da ventilação mecânica. A maioria visa à retirada gradual do auxílio ventilatório.

O desmame através do tubo-T é o mais difundido dos métodos de desmame devido à sua simplicidade²². Inicia-se por curtos períodos de prova de 5 a 10 minutos que são aumentados gradualmente por 30 a 120 minutos. Os principais problemas relacionados ao método são: a mudança brusca de assistência ventilatória especialmente danosa para pacientes cardiopatas; a sobrecarga de trabalho imposta pelo tubo endotraqueal; a falta de pressão expiratória residual que pode levar ao colapso alveolar; a falta de monitorização e alarmes fornecidos pelo ventilador mecânico; e a falta de controle da fração inspirada de oxigênio oferecida¹¹.

Utiliza-se o modo ventilatório SIMV (do inglês *synchronized intermittent mandatory ventilation* ou ventilação mandatória intermitente sincronizada) para garantir uma ventilação mínima em indivíduos

relativamente instáveis. É recomendável a sua utilização associada ao uso de PEEP (*positive end expiratory pressure* ou pressão positiva expiratória final) ou de CPAP (“continuous positive airway pressure” ou pressão positiva contínua em vias aéreas) com o intuito de evitar a sobrecarga de trabalho relacionado às válvulas de demanda e ao padrão alternante de fluxo e assistência inspiratória. A alternância da assistência inspiratória é responsável pela ativação do centro respiratório, portanto, esta modalidade dificilmente permite o repouso muscular adequado²³.

A ventilação em pressão de suporte^{23,31,34} (PS) é um modo ventilatório que pode ser utilizado no desmame da ventilação mecânica. Inicia-se o desmame com uma PS maior (suficiente para gerar 6 a 8 mL/kg de peso), reduzindo o auxílio gradualmente de acordo com a tolerância do paciente. A tolerância é avaliada de acordo com a frequência respiratória e o uso da musculatura respiratória³⁵⁻³⁸. Geralmente, quando o paciente encontra-se taquipneico (com frequência respiratória maior do que 30 rpm, ou utilizando musculatura acessória, é um indício de fadiga da musculatura diafragmática, sendo necessário o aumento da PS, isto é, aumento da assistência ventilatória. Outro índice que pode ser utilizado como parâmetro para ajuste da PS é a FR/VC. Valores acima de 105 indicam que há necessidade de retrocesso na diminuição da PS.

Quando se alcança níveis de PS de 5 a 7 cmH₂O, com boa tolerância do paciente, pode-se proceder à extubação, sem necessidade de períodos em tubo-T³¹. Este valor de PS é somente o suficiente para vencer a resistência oferecida pela prótese e circuitos ventilatórios, simulando

portanto, a condição que o paciente enfrentará quanto estiver extubado. Na utilização da PS é necessário também o uso da PEEP.

Os dois modos ventilatórios mais populares são o tubo-T e a PS²². Um estudo controlado e randomizado mostrou a superioridade do tubo-T em relação ao SIMV e à PS e mostrou também que a tentativa de tubo-T uma vez ao dia acelera o processo de desmame^{3,39}. Um estudo do mesmo período⁴⁰ com trezentos pacientes em ventilação mecânica mostrou que os pacientes que foram submetidos à tentativa de tubo-T por duas horas, apresentaram tempo de desmame mais curto do que o grupo que foi ventilado em IMV (*intermittent mandatory ventilation* ou ventilação mandatória intermitente) sozinho ou em combinação com PS. Outro estudo controlado e randomizado mostrou a superioridade da PS comparado ao tubo-T e ao SIMV³¹. A tentativa de PS foi realizada uma vez ao dia e mostrou-se eficiente na diminuição do trabalho imposto aos músculos respiratórios. Acredita-se que a diferenças nos resultados estão provavelmente relacionados à maneira em que o método de desmame é aplicado. Por exemplo, o desmame em tubo-T é mais rápido do que a PS quando a tentativa de tubo-T é realizada uma vez ao dia. Enquanto que o desmame em tubo-T é mais lento do que com a PS quando a tentativa de tubo-T é múltipla e por longo período de tempo.

O uso da PEEP ou do CPAP em níveis baixos (de 4 a 7 cmH₂O) têm se mostrado úteis no processo de desmame. O emprego da prótese ventilatória nos pacientes sob ventilação mecânica costuma eliminar o efeito fisiológico da glote, suprimindo seu efeito no retardo dos fluxos expiratórios,

suprimindo portanto, o nível de PEEP fisiológica (por volta de 4-5 cmH₂O), levando ao colapso alveolar. Estudos mostraram que poucas horas no tubo-
t, em ventilação espontânea, são suficientes para causar o aumento do “shunt pulmonar”, que é revertido somente com o uso de PEEP ou CPAP⁴¹. Por conseguinte, o uso de PEEP é recomendado em todas as situações onde há risco de colapso alveolar, principalmente nos casos de pós-operatórios de cirurgias abdominais⁴², pós-operatórios de cirurgias cardíacas, doenças neuro-musculares, convalescença da síndrome do desconforto respiratório no adulto, pancreatites agudas, instabilidades torácicas, entre outras.

Nos últimos anos, vários modos de suporte ventilatório têm sido desenvolvidos no intuito de ajustar os valores de assistência ventilatória do paciente baseado em um ou mais parâmetros respiratórios medidos. Nestes modos ventilatórios, é possível que o desmame da ventilação mecânica ocorra de forma automática através de um sistema de *feedback*. O *mandatory rate ventilation* (MRV) é uma destas modalidades.

Muitos estudos têm sido realizados no intuito de descobrir qual método de desmame seria o mais rápido ou o melhor para o paciente. Porém, o que tem se mostrado mais importante é a tentativa de ventilação espontânea o mais cedo possível. A tentativa pode ser realizada todos os dias após o início do processo de desmame. Ely e cols⁴⁰ mostraram que a tentativa diária de ventilação espontânea diminui o período de ventilação mecânica. Symirnios e cols⁶ concluíram que é de extrema importância a identificação e a resolução rápida dos problemas do desmame, que é

possível ser realizada através de um sistemático acesso médico e de um trabalho multidisciplinar organizado. O objetivo maior é o reconhecimento de que o paciente está pronto para a extubação o mais rápido possível^{11,43}. Estudos têm mostrado que a duração da ventilação mecânica depende de um acesso sistemático, durante o período de desmame, da redução dos níveis de assistência para a tentativa de ventilação espontânea^{12,15,40}.

1.8. Protocolos de desmame

O cuidado ao paciente crítico é caracterizada pela alta morbidade, custos e variabilidade. Em vista deste fato, a literatura tem demonstrado grande interesse na tentativa de normatizar o cuidado ao paciente, no intuito de melhorar o cuidado, o resultado e o uso dos recursos atuais⁴⁴.

Os sistemas de assistência à decisão, como os guias de conduta e os protocolos, têm envolvido estratégias de normatizar o tratamento, principalmente reduzindo a variabilidade da prática clínica. Os guias de conduta e protocolos devem ser baseados em evidências, e quando necessário, por reais opiniões de especialistas; eles representam a aspiração de garantir algum grau de consistência no tratamento de paciente para paciente; e quando implementado adequadamente, eles oferecem meios de fornecer um mínimo de tratamento normatizado^{45,46}.

Vários estudos randomizados e prospectivos têm mostrado que o uso do protocolo, como estratégia de tratamento, pode diminuir a variação e os custos na medicina intensivista, pode melhorar a aderência às intervenções baseadas em evidência, melhorando assim, a morbidade e a mortalidade de

pacientes críticos⁴⁷⁻⁵⁰. As áreas em que os protocolos têm se mostrado úteis incluem o uso da sedação, o uso de bloqueadores neuro-musculares e o manejo da ventilação mecânica.

Por outro lado, alguns críticos aos protocolos argumentam que a medicina baseada em evidências pode também ser praticada sem o uso de protocolos, havendo a preocupação de que o protocolo promove uma atitude de livro de receitas, diminuindo a capacidade crítica, de julgamento e de aprendizagem da equipe⁴⁴. As controvérsias quanto a efetividade dos protocolos estão provavelmente relacionados à pouca aderência e ao conseqüente impacto limitado dos mesmos⁴⁴. Foram realizados estudos para verificar as barreiras da aderência em protocolos e guias de conduta. Os resultados encontrados foram: falta de consciência, disciplina, familiaridade ou concordância da equipe ; falta de boas expectativas em relação aos resultados; a inércia da prática anterior; e barreiras externas, a possibilidade de um protocolo ou guia de conduta ser inconveniente, confuso ou de difícil aplicabilidade^{51,52}.

Os protocolos podem também funcionar como ferramenta de ensino⁴⁴. Desde que os protocolos sejam rigorosamente revisados e baseados em evidências, estes podem promover a qualidade e a normatização do tratamento. Podem também especificar a importância das variáveis a serem consideradas e das regras, para o seu uso na tomada de decisões, nos diversos níveis de assistência e diversos plantões, especialmente em se tratando da ventilação mecânica⁴⁴.

Alguns estudos mostram que os protocolos de desmame diminuem o tempo de desmame quando comparados à prática clínica usual^{6,15,53,54}, enquanto outros, em outras condições, mostraram que os protocolos têm valor limitado⁵⁵, sendo os motivos provavelmente relacionados ao descrito anteriormente.

De uma maneira geral os protocolos de desmame, através da padronização clínica, tem o potencial de melhorar a transição de estudos clínicos para a prática clínica, melhorando assim os resultados². Chia e col⁴⁴ concluem em seu estudo que os protocolos de ventilação mecânica mostram ser melhores para o cuidado do paciente, diminuindo o tempo de ventilação mecânica. Os guias de conduta e protocolos não são a panacéia, mas sim uma tentativa, embora imperfeita, de trazer o melhor tratamento para o paciente. Deve ser vista como uma ferramenta dinâmica, em evolução, que pode prover um ponto de referência de comparação ou mensuração, que necessita de constante refinamento, sempre que a literatura traz a evidência de novas estratégias mostrando eficiência e ou eficácia.

1.9.Ventilação de alça fechada

Na ventilação em alça fechada, os próprios valores medidos pelo ventilador são utilizados para o ajuste de parâmetros ventilatórios. É uma ventilação de *feedback* contínuo em que os valores medidos são

constantemente atualizados para um novo ajuste (também constante) do ventilador mecânico.

O primeiro emprego da ventilação em alça fechada se deu em 1957⁵⁶. Os autores utilizaram a concentração de gás carbônico no fim da expiração (EtCO₂) para regular a pressão negativa exercida pelo ventilador de pulmão de aço. O raciocínio por eles utilizado foi o mesmo utilizado atualmente para justificar o uso de uma ventilação de alça fechada. Cada paciente tem uma constituição pulmonar e torácica diferente, portanto, não há como garantir ventilação alveolar com uma pressão pré-determinada para todos os pacientes⁵⁷. Como resultado, os pacientes são geralmente assitados mais do que o necessário, dificultando posteriormente, o desmame da ventilação mecânica. Por isso, seria válido o desenvolvimento de um mecanismo que pudesse controlar o ventilador de forma automática e constante para a manutenção da adequada ventilação alveolar, de acordo com as particularidades do paciente, como a variação de complacência dos pulmões, a resistência de vias aéreas, o espaço morto e as necessidades metabólicas.

Inicialmente, a ventilação em alça fechada foi desenvolvida para manter os gases sanguíneos à níveis normais, tendo assim um objetivo fisiológico⁵⁷. No entanto, há outras razões para a utilização da ventilação em alça fechada, como melhorar a qualidade e a segurança da ventilação e expandir as limitações tecnológicas dos modos ventilatórios existentes. Existem várias técnicas de alça fechada desenvolvidas nos ventiladores desde os meados dos anos 50⁵⁸. A maioria utiliza somente uma variável. Os

parâmetros ajustados são vários: EtCO₂ utilizado para ajustar a ventilação mecânica⁵⁹; controle da pressão traqueal utilizado para ajustar a pressão assistida no intuito de diminuir o trabalho respiratório relacionado à resistência⁶⁰; ventilação minuto utilizada para ajustar pressão inspiratória, tempo inspiratório e expiratório e frequência respiratória⁶¹; oxigenação arterial utilizada para ajustar a fração inspirada de oxigênio^{58,62}; e pressão de oclusão nos primeiros 0,1 segundos (P0,1) aplicada para controlar a pressão de suporte⁶³. As variáveis da ventilação de alça fechada não são controladas apenas pelo clínico como também há parâmetros medidos pelo próprio ventilador, ditas como variáveis condicionadas, que mudam o parâmetro resultante do ventilador mecânico⁶⁴.

A busca de métodos para promover a segurança e a qualidade tornou-se de grande importância, especialmente num ambiente complexo e de alta tecnologia como a unidade de terapia intensiva (UTI). Por ser um ambiente complexo, a UTI está mais sujeita aos erros e ocorrências adversas. Além do ambiente, na UTI, os pacientes são geralmente mais graves, com convalescença de múltiplos órgãos, de grande complexidade, necessitando que a equipe multiprofissional realize vários testes, planos e tome decisões constantemente⁶⁵. Em geral, quanto mais problemas o paciente tem, são necessários mais testes, monitorizações e tratamentos aumentando ainda mais o risco relacionado aos procedimentos.

Outro fator a ser observado é que as pessoas tem uma habilidade limitada para incorporar dados e informações nas tomadas de decisões. Isto vai de encontro com as centenas de informações e variáveis que se

encontram na prática clínica⁶⁶. O desencontro entre estas duas variáveis contribui para variações desnecessárias na prática clínica, erros clínicos e pouca aderência aos guias de conduta. Neste contexto foram criados protocolos, guias de conduta, opiniões de especialistas e de forças tarefa para auxiliar no processo de decisão⁶⁷, porém com eficiência limitada. Girard e col² define o protocolo como o meio termo entre o desmame ventilatório aleatório e o desmame computadorizado. Esta graduação varia do desmame aleatório guiado por um clínico, de forma autônoma, passando pelo processo de *check list*, protocolo e finalmente, o modo mais automatizado, o algoritmo computadorizado. Existe ainda a possibilidade do uso de computadores de mão utilizados para a aplicação de um protocolo de desmame, mostrando-se mais eficaz do que a aplicação do protocolo de desmame com o uso de papel para a documentação do mesmo⁶⁸.

A ventilação com ajustes automáticos vem de encontro com a tentativa de aumentar a qualidade e a segurança do paciente, influenciando positivamente para diminuir a complexidade das operações e diminuir a sobrecarga na clínica, para assim proporcionar uma prática ótima de medicina.

São vários modos de ventilação de alça fechada já criados e disponíveis comercialmente atualmente. Iremos citar os mais utilizados. São eles o *proportional assist ventilation* (PAV) ou ventilação assistida proporcional, o *neurally adjusted ventilatory assistance* (NAVA) ou assistência ventilatória ajustada neurologicamente, o *knowledge-based system* (KBS) ou sistema baseado em conhecimento, o *adaptive support*

ventilation (ASV) ou ventilação de suporte adaptivo, assim como o *mandatory rate ventilation* (MRV) ou ventilação de frequência mandatória, foco deste estudo.

As respectivas funções de cada modo de ventilação de alça fechada necessitam de mais investigações⁵⁷. Não há estudos comparando os diferentes sistemas de alça fechada, pois cada um deles envolve diferentes objetivos. O NAVA e o PAV estão mais relacionados à interação paciente-ventilador, o KBS e o MRV estão relacionados ao ajuste da pressão de suporte e o ASV está relacionado ao ajuste do modo passivo e espontâneo ventilatório.

1.9.1. Ventilação assistida proporcional (PAV)

O PAV é um modo ventilatório regulado a pressão e foi descrito pela primeira vez por Younes e cols⁶⁹. A pressão inspiratória de vias aéreas é titulada em cada respiração pelo ventilador, proporcionalmente ao fluxo inspiratório que é utilizada como parâmetro de esforço respiratório. O ajuste proporcional de pressão em vias aéreas através do fluxo inspiratório é realizada pela equipe. Nesta modalidade ventilatória é a equipe que decide qual a proporção de ajuda que o paciente vai receber, de acordo com a complacência pulmonar e resistência de vias aéreas. Esta ajuda, ou proporção é chamada de fator de ganho. Younes relata como vantagens do modo ventilatório: o maior conforto respiratório; redução do pico de pressão inspiratório; menor ventilação desnecessária; preservação e melhora dos reflexos do paciente, assim como melhor controle comportamental e

homeostático, pois o ventilador funcionaria como extensão da sua própria musculatura respiratória; e melhora da eficiência da pressão negativa exercida para a ventilação. Em uma revisão, Branson e col⁷⁰ não conseguiram encontrar nenhum benefício com o uso do PAV sugerindo apenas que o modo ventilatório proporciona maior conforto respiratório e sincronia paciente-ventilador. Quando o fator de ganho é superestimado ou quando há vazamento no circuito, pode haver instabilidade do modo ventilatório, por isso posteriormente, foi incorporado um recurso para o registro de complacência e resistência contínuas, para a adaptação do fator de ganho continuamente. Estudos preliminares sugerem ter havido melhora na instabilidade ventilatória⁷¹.

1.9.2. Assistência ventilatória ajustada neurologicamente (NAVA)

Este modo ventilatório de alça fechada visa a interação paciente-ventilador em ventilação espontânea. A interação paciente ventilador é um tópico complexo que envolve a interação entre esforço do paciente, disparo do ventilador, nível de assistência ventilatória e sedação⁷². A assincronia paciente-ventilador pode aumentar a duração da ventilação mecânica⁷². Com o intuito de diminuir a assincronia paciente-ventilador, criou-se um modo ventilatório em que a inspiração é deflagrada pelo impulso neurológico do diafragma.

O sistema NAVA foi recentemente implementado comercialmente, ainda em fase experimental no Brasil. Um cateter com dois conjunto de eletrodos, muito sensíveis, é introduzido no esôfago distal, captando os

sinais de estímulos neurais do diafragma. O estímulo captado é amplificado e utilizado para o ajuste da pressão inspiratória em vias aéreas. A amplificação, ou assistência de pressão inspiratória, corresponde a um aumento dos estímulos neurais captados pelos eletrodos, e podem ser ajustados pela equipe. É um modo ventilatório que visa a sincronia paciente-ventilador, pois a resposta (pressão gerada na assistência ventilatória) é imediata. No ventilador sem o sistema NAVA, a pressão inspiratória em vias aéreas é liberada através da captação do esforço inspiratório (pressão ou fluxo), ao passo que com o NAVA, o estímulo que deflagra a inspiração é o estímulo neural diafragmático. Sendo assim, a pressão inspiratória é liberada mais rapidamente, praticamente ao mesmo tempo em que o paciente realmente realiza o esforço inspiratório⁷³⁻⁷⁵.

Sinderby e col⁷⁴ relata que o PAV e o NAVA parecem ser superiores do que os modos convencionais de ventilação mecânica em termos de entrega da assistência ventilatória e da sincronia com o esforço exercido pelo paciente.

1.9.3. Sistema baseado em conhecimento (KBS)

No KBS, dados monitorizados do paciente são interpretados em tempo real para o ajuste da PS no intuito de manter valores de frequência respiratória, volume corrente e EtCO₂ a níveis pré-determinados. Este intervalo de dados aceitáveis é chamado de zona de conforto^{43,57}. A passagem da modalidade controlada para o modo KBS e vice-versa deve

ser realizado de modo manual. O nível de pressão de suporte é ajustado automaticamente, diminuindo a PS gradativamente, chegando a níveis mínimos quando o paciente está apto a realizar a tentativa de ventilação espontânea. Quando o teste de respiração espontânea é bem sucedido, o ventilador sugere a possibilidade de extubação. O princípio foi desenvolvido utilizando um mecanismo controlado por computador do ventilador Hamilton®⁷⁶ e posteriormente incorporado pelo ventilador da Draeger®^{43,77}. Estudos iniciais mostram que o tempo em que o paciente mantém-se em padrões da ventilação na zona de conforto é maior utilizando o KBS quando comparado a ajustes manuais da PS⁷⁸. A respiração de conforto é definida como a ventilação que pode variar a frequência respiratória de 15 a 30 rpm (e a até 34 rpm em pacientes neurológicos), o volume corrente deve ser acima de um determinado valor e a EtCO₂ abaixo de determinado valor estipulados pela equipe⁷⁹. O nível de pressão de suporte é automaticamente ajustado para as necessidades do paciente e evolui com a diminuição da mesma, à medida que o paciente tem capacidade para o desmame até parâmetros de extubação. Estudos têm mostrado a redução do tempo em que o paciente ventila em níveis excessivos de trabalho respiratório⁷⁸, assim como a sua utilidade em ventilar pacientes de forma segura por períodos prolongados⁷⁹. Um estudo⁷⁷, comparou de forma controlada e randomizada, em pacientes em ventilação prolongada, o uso de KBS, com o uso de PS reduzida manualmente no desmame da ventilação mecânica. O KBS foi capaz de identificar os pacientes aptos à extubação em 51% dos casos, com a taxa de reintubação de 29%. Lellouche et cols⁴³, num estudo controlado e

randomizado multicêntrico, comparou de maneira controlada e randomizada, o KBS com o desmame manual da PS. O desmame com o uso do KBS diminuiu o tempo de desmame de 5 para 3 dias ($p=0,01$) e o tempo total de ventilação mecânica de 12 para 7,5 dias ($p=0,003$). Não houve diferença quanto à taxa de reintubação ($p=0,4$). Lellouche et cols⁴³ concluem que o KBS pode ser um método de desmame eficiente em pacientes ventilados por mais que 24 horas e não tão fáceis de desmamar, reduzindo o tempo de desmame e ventilação mecânica. As limitações do modo KBS são as interrupções do sistema por problemas relacionados ao ventilador, ou a parada voluntária do uso do modo KBS devido à piora clínica do paciente que necessita então de ventilação assistida controlada. Outro problema identificado foi o ocasional não funcionamento do sensor de EtCO₂, fazendo com que a passagem para o modo PS seja necessária.

1.9.4. Ventilação de suporte adaptativa (ASV)

A ASV foi introduzida em 1994 por Laubscher et cols⁸⁰ e é baseada na idéia de um grupo japonês que propôs escolher um volume corrente e uma frequência respiratória em que haveria o mínimo de trabalho respiratório. O ASV é designado para acomodar não somente os pacientes em ventilação passiva, como também os pacientes que respiram ativamente. O ASV reconhece o esforço respiratório do paciente passando automaticamente de modo mandatório de pressão controlada para o modo de pressão de suporte.

No ASV os ajustes iniciais^{81,82} são o peso ideal do paciente, o volume minuto desejado e o pico de pressão máximo permitido. O algoritmo interno então, determina a melhor frequência respiratória em combinação com o volume corrente, de acordo com a mecânica respiratória do paciente⁸³. Inicia-se então, em pressão controlada. Os parâmetros ventilatórios são constantemente ajustados de acordo com mudanças na mecânica respiratória⁸⁴. Cada vez que o paciente realiza uma ventilação espontânea o algoritmo interno muda automaticamente, do modo de pressão controlada para pressão de suporte, deixando a frequência respiratória sob o controle do paciente. Se a frequência respiratória cai mais do que o valor ótimo, o ventilador retorna novamente para o modo controlado. O nível de pressão de suporte é constantemente adaptado para o volume minuto ajustado. Se o paciente torna-se taquipneico, sugerindo uma insuficiência respiratória⁸⁵, a pressão de suporte é automaticamente aumentada. Por outro lado, o ASV diminui progressivamente a pressão de suporte se a frequência respiratória e o volume corrente mantêm-se a níveis adequados, até o paciente estar apto à retirada da ventilação mecânica. Um estudo prospectivo de Arani e cols^{86,87} verificou a performance do ASV em várias condições pulmonares. Coletou-se diariamente os valores de ajustes ventilatórios, o padrão respiratório, valores dos gases sanguíneos e condições clínicas pulmonares, classificados em: síndrome do desconforto respiratório no adulto (SDRA) e lesão pulmonar aguda; doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC); rigidez pulmonar; ou falência respiratória aguda. Verificou-se que no modo passivo, o volume corrente era mais alto e a frequência respiratória era mais baixa,

quando se utilizava o ASV, em pacientes com DPOC comparado à ventilação do paciente com a SDRA. Porém no modo espontâneo não houve diferença nos ajustes ventilatórios relacionados à ventilação nas diversas doenças pulmonares. Os autores concluem que num modo passivo, ou controlado, o ventilador é capaz de realizar as diferentes combinações de volume corrente e frequência respiratória, para o ajuste à mecânica respiratória do paciente.

1.9.5. Ventilação de frequência mandatória (MRV)

O modo que se utilizou no presente estudo para o desmame da ventilação mecânica é chamado de *mandatory rate ventilation* (MRV). Um modo ventilatório em pressão de suporte.

Este modo foi utilizado pela primeira vez em 1988 e consiste numa ventilação de ajuste automático que regula a pressão de suporte através de um algoritmo baseado na frequência respiratória alvo durante o processo de desmame da ventilação mecânica. A frequência respiratória alvo representa a frequência respiratória que o paciente deverá manter durante o processo de desmame. Em cada ciclo respiratório, o ventilador compara a frequência respiratória média realizada pelo paciente com a frequência respiratória alvo. A média da frequência respiratória é obtida nos últimos quatro ciclos respiratórios, com o limite de três ciclos por minuto. Se a frequência respiratória média é menor do que a frequência respiratória alvo, a pressão de suporte é diminuída automaticamente em 1 cmH₂O. Ao passo que, se a

freqüência respiratória média for maior do que a freqüência respiratória alvo, a pressão de suporte aumenta automaticamente em 1 cmH₂O.

O modo ventilatório foi criado baseado na teoria de que existe uma relação indireta entre a freqüência respiratória e o nível de auxílio ventilatório. Se utilizarmos um nível de pressão de suporte adequado, o trabalho respiratório diminui⁸⁸. No caso da utilização de um nível de pressão de suporte superestimado, o volume corrente aumenta, o trabalho respiratório diminui e a freqüência respiratória também diminui. Existe uma relação inversa entre o volume corrente e a freqüência respiratória³⁵, assim como entre a pressão de suporte e a freqüência respiratória. Baseado neste contexto, a freqüência respiratória é utilizada como parâmetro de ajuste automático da pressão de suporte. Desta forma, este modo ventilatório é considerado como sendo segura para pacientes estáveis^{89,90}. Quando a pressão de suporte é ajustada de forma correta, a freqüência respiratória varia entre o valor fisiológico de 15 e 25 respirações por minuto (rpm), e o paciente respira confortavelmente. Níveis de pressão de suporte menores do que o paciente necessita, aumentam o trabalho respiratório e aumentam a freqüência respiratória⁸⁵. O oposto também ocorre no caso de apnéia. Chopin e cols⁹¹ fazem um alerta quanto ao efeito residual do anestésico que pode diminuir a freqüência respiratória, o que diminuiria a pressão de suporte precocemente e conseqüentemente também a ventilação minuto. Porém, no modo MRV há uma ventilação de *backup* em volume controlado, não permitido a hipoventilação dos pacientes submetidos a esta modalidade ventilatória.

Há poucos trabalhos publicados a respeito da modalidade MRV. Em um estudo de Garcia Pérez e cols⁹² foi comparado três métodos de desmame em pressão de suporte. Estudou-se quarenta e oito pacientes em pós-operatório que foram ventilados por 12 a 48 horas. As três formas de desmame foram: redução da pressão de suporte conforme determinavam os médicos sem restrição de tempo (vinte e três pacientes); pressão de suporte diminuída em 50% do valor inicial com avaliações de 15 em 15 minutos (doze pacientes); e a utilização do MRV com frequência respiratória alvo de 25 rpm (treze pacientes). Os pacientes eram desmamados até um valor de pressão de suporte de 5 cmH₂O quando todos os pacientes foram submetidos a uma tentativa de tubo-T antes da extubação. Os ventiladores utilizados para o protocolo foram o Servo 300® (Maquet®) para a diminuição manual da pressão de suporte enquanto o desmame em MRV foi realizado no ventilador Horus® (Air Liquide®). O MRV mostrou-se mais rápido para a extubação quando comparado aos outros dois métodos de desmame ($p=0,005$), porém o estudo foi pequeno.

Nos últimos anos surgiram técnicas sofisticadas de desmames automáticos da ventilação mecânica, como o MRV. Porém com falta de dados clínicos sobre sua eficácia na prática clínica. Portanto, decidimos realizar um protocolo prospectivo, controlado e randomizado comparando a técnica de MRV com a técnica habitual de diminuição progressiva da pressão de suporte, em pacientes em pós-operatório imediato na Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Israelita Albert Einstein.

2. HIPÓTESE DO ESTUDO

2. HIPÓTESE DO ESTUDO:

A técnica de desmame em MRV deve ser segura e eficaz no desmame de pacientes em pós-operatório quando comparada à técnica habitual de diminuição gradativa da pressão de suporte.

3. OBJETIVOS

3. OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é comparar dois modos de desmame da ventilação mecânica através de um protocolo prospectivo, controlado e randomizado. É feita a comparação de dois modos de desmame em ventilação de pressão suporte, um modo de desmame automático da pressão de suporte chamado “mandatory rate ventilation” (MRV) e o modo de desmame manual da pressão de suporte, realizada pela equipe da unidade de terapia intensiva adulto (UTIA).

Objetivo primário:

1. Duração do processo de desmame, do momento em que o paciente inicia o esforço inspiratório ao momento em que é extubado.

Objetivo secundário:

1. Níveis de pressão de suporte (PS), volume corrente (VC), frequência respiratória (FR), índice de frequência respiratória sobre volume corrente (FR/VC (L)), pressão positiva expiratória final (PEEP), saturação de oxigênio (SpO₂), e fração inspirada de oxigênio (FiO₂) necessários durante o processo de desmame da ventilação mecânica.
2. Necessidade de reintubação nas primeiras quarenta e oito horas.

3. Necessidade de ventilação não invasiva (VNI) nas primeiras quarenta e oito horas.

4. MÉTODOS

4. MÉTODOS

4.1 Local e época de realização do estudo

O presente estudo foi realizado na Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Beneficente Israelita Albert Einstein e idealizado junto à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, entre 28 de agosto de 2002 e 17 de janeiro de 2004. Sendo apresentado na forma de pôster na conferência internacional organizado pela *American Thoracic Society*⁹³.

O estudo teve delineamento prospectivo, randomizado e controlado, com a mensuração e comparação do tempo de desmame da ventilação mecânica, realizados de dois modos diferentes. A redução do nível de pressão de suporte manual, realizada pela equipe da Unidade de Terapia Intensiva comparada à redução do nível de pressão de suporte realizada pelo ventilador mecânico através de um dispositivo automático e computadorizado.

O Projeto de Pesquisa bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foram submetidos e aprovados pela Comissão de Ética em Pesquisa do Hospital Israelita Albert Einstein em 29 de julho de 2002, com número de Processo CEP/ Einstein: 61/02, assim como pela Comissão de Ética e Pesquisa do Hospital das Clínicas e Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, com o número: 372/06.

O consentimento era obtido assim que o paciente internava na UTI (o Termo de consentimento livre e esclarecido encontra-se em apêndice A), após explicarem-se os procedimentos e os riscos envolvidos na realização do protocolo clínico para o familiar ou o responsável legal. Em seguida à obtenção do consentimento, o paciente poderia então ser randomizado.

Antes do início do estudo a equipe da UTI foi treinada quanto ao ventilador Taema- Horus® que fornece o modo ventilatório que permite o ajuste automático da pressão de suporte, o *mandatory rate ventilation* (MRV).

Durante o período do estudo, foi disposto na secretaria da Unidade de Terapia Intensiva, uma pasta com os detalhes do projeto, impressos de coleta de dados e impressos de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, e também o material para a randomização do pacientes.

4.2 Delineamento do estudo

4.3 Casuística

4.3.1 População estudada

A população estudada foi de pacientes com mais que 18 anos de idade, em pós-operatório, sem doenças pulmonares, sem instabilidade hemodinâmica e ou cardiológica e ou neurológica. Optou-se por estudar esta população de pós-operatórios, sem restrição quanto ao tipo de cirurgia, no intuito de futuramente poder aplicar, ou não, o modo de desmame em todos os tipos de pós-operatórios, sem atrelar a nenhum tipo de cirurgia. Optou-se por estudar uma população sem doenças pulmonares para que este fator não interferisse na ventilação mecânica. O paciente não necessitaria de ajustes ventilatórios específicos para o seu tipo de doença pulmonar, focando o estudo nos ajustes ventilatórios relacionados ao desmame da ventilação mecânica. Da mesma forma, estudou-se pacientes estáveis sob o ponto de vista hemodinâmico, cardíaco e neurológico para que estes fatores não interferissem no modo ventilatório ou no tempo de desmame.

4.3.2 Seleção dos pacientes para o estudo e critérios de inclusão

Cento e cinquenta e oito pacientes foram avaliados para a inclusão no protocolo de estudo. Os pacientes eram pós cirúrgicos cardíacos, torácicos, abdominais e outros, que chegassem à UTI em intubação oro - traqueal e ventilação mecânica. Estes pacientes deveriam ter mais de dezoito anos de idade e o termo de consentimento livre e esclarecido assinado.

4.3.3 Critérios de exclusão

Pacientes com doença pulmonar prévia, instabilidade hemodinâmica, cardíaca, ou neurológica ou que recusassem a participar do estudo foram previamente excluídos. Foram excluídos também os pacientes que deram entrada na UTI quando o ventilador mecânico Taema Horus® estava em uso, pois havia somente um ventilador disponível, impossibilitando a randomização e seu uso em outro paciente. Durante o desmame foram excluídos do estudo os pacientes que evoluíram com instabilidade hemodinâmica, doença pulmonar e agitação psicomotora. Optou-se também, excluir os pacientes usuários importante de drogas.

4.4 Procedimentos

A secretaria da Unidade de Terapia Intensiva tem como rotina avisar sobre todas as reservas de leito para a equipe de enfermagem e de fisioterapia. Desta forma, sabia-se previamente à internação, sobre os pacientes que seriam admitidos em pós-operatório. A equipe de fisioterapia entrava em contato com os familiares, que estavam aguardando o término da cirurgia para obtenção do consentimento livre e esclarecido. Após o acordo da família em participar do estudo, era realizada a randomização através de envelopes fechados e os fisioterapeutas eram informados do grupo ao qual o paciente iria ser ventilado

durante o pós-operatório, para o preparo do ventilador mecânico pertinente. Uma vez decidido se o paciente iria ser desmamado manualmente (Servo 900C®) ou de forma automática (Taema-Horus®), preparava-se o recinto referente ao leito do paciente, aguardando o mesmo com o ventilador limpo e testado.

No momento em que o paciente chegava à unidade, era conectado ao ventilador eleito e ventilado em modo controlado, pois ainda estava sob efeito anestésico. Ambos os grupos foram inicialmente ventilados da mesma forma (Quadro 1), em pressão controlada (PC) o suficiente para manter o volume corrente (VC) de 8 mL/kg (mililitros por quilograma de peso), com frequência respiratória (FR) de 15 respirações por minuto (rpm) , pressão positiva expiratória final (PEEP) de 5 cmH₂O e fração inspirada de oxigênio (FiO₂) o suficiente para que a Saturação de oxigênio (SpO₂) fosse acima de 95% (por cento).

Quadro 1 : Parâmetros ventilatórios ao chegarem à UTI	
Grupo I (Manual)	Grupo II (Automático)
PC suficiente para VC=8ml/kg FR=15rpm FiO ₂ Suficiente para SpO ₂ >95% PEEP=5cmH ₂ O	PC suficiente para VC=8ml/kg FRalvo=15rpm, FRmín=15rpm FiO ₂ Suficiente para SpO ₂ >95% PEEP=5cmH ₂ O

Quadro 1: Parâmetros ventilatórios ajustados quando o paciente chegou à UTIA, ainda sob efeito sedativo.

Assim que o paciente iniciava esforço inspiratório anotavam-se a data e horário. O grupo I ou grupo manual era ventilado com pressão de suporte (PS) o suficiente para que o VC mantivesse em 8mL/kg, e o índice de FR/VC (rpm/L) fosse menor do que oitenta. Os valores de PS eram, então, diminuídos a cada 30 minutos, de acordo com os valores de VC e FR/VC. Mantinham-se a PEEP e a FiO₂ conforme quadro 2.

O grupo II ou grupo automático (MRV), por sua vez, foi ventilado com o valor inicial de PS o suficiente para que o VC se mantivesse em 8mL/kg, e o índice de FR/VC fosse menor do que oitenta, com limite de PS máxima de 25 cmH₂O. Frequência respiratória alvo de 15 rpm e frequência respiratória mínima de 8 rpm (abaixo do valor de 8rpm o ventilador passava para o modo de volume controlado). Dava-se a diminuição automática dos valores de PS de acordo com a frequência respiratória do paciente. Também se mantiveram a PEEP e a FiO₂ conforme quadro 2.

Quadro 2 : Parâmetros ventilatórios quando o paciente inicia esforço respiratório	
Grupo I (Manual) PS suficiente para VC=8ml/kg FR/VC(L) < 80 Diminuir PS de 30 em 30 minutos Mantendo FR/VC(L) < 80 e VC=8ml/kg	Grupo II (Automático) PS inicial para VC=8ml/kg PS máxima= 25 cmH ₂ O FR alvo=15rpm, FRmín=8 rpm Diminuição automática da PS

Quadro 2: Parâmetros ventilatórios ajustados quando o paciente iniciava esforço inspiratório, portanto ventilando em PS.

O paciente era desmamado progressivamente, de modo manual no grupo I, pela equipe da UTIA e de modo automático, no grupo II, através do algoritmo do sistema computadorizado de diminuição da PS.

Procedia-se à extubação quando a PS estivesse entre 5 e 7 cmH₂O, PEEP de 5 cmH₂O, FiO₂ menor ou igual a 40%, com a SpO₂ acima de 95 %, índice de FR/VC menor do que oitenta, sem instabilidade hemodinâmicas ou arritmias cardíacas. Anotava-se (Apêndice B) a data e horário da desintubação. Desta forma obteve-se o tempo necessário para a diminuição da pressão de suporte, do início da ventilação espontânea para o momento da extubação.

Era também anotada a necessidade de ventilação não invasiva ou reintubação nas primeiras 48 horas.

O impresso de anotações contemplava também a anotação da droga utilizada para a sedação, assim como o horário de administração, sendo a analgesia e sedação realizadas pelas equipes anestésicas de rotina do hospital, não tendo interferência da equipe responsável pelo protocolo de desmame. Como não foi possível recuperar exatamente as doses de sedação administradas para cada paciente, cada doente tem reação individual a mesma quantidade de droga administrada e foram utilizadas diversas drogas diferentes, os dados referentes as drogas anestésicas não foram utilizados neste estudo.

4.5 Desmame manual

O desmame manual é o desmame realizado pela equipe da Unidade de Terapia Intensiva, já descrito como rotina no hospital. O ventilador mecânico utilizado foi o Servo 900C® que permite a ventilação em modo pressão controlada (PC) e pressão de suporte (PS). O ventilador funciona parte com um sistema pneumático e parte eletrônico.

Figura1 : Ventilador mecânico Servo 900C®

O paciente é eleito para o desmame quando preenche critérios listados no Quadro 3. Estes critérios foram determinados pelo grupo de assistência respiratória (GAR) da UTI do hospital e obedecidos neste estudo. Os pacientes deste estudo não podiam apresentar doença pulmonar prévia, instabilidade hemodinâmica e ou complicações clínicas ou cirúrgicas decorrentes da operação realizada.

Quadro 3: Critérios de desmame da ventilação mecânica

- Causa da insuficiência respiratória revertida;
- Estabilidade neurológica, sem sedação, alerta e cooperativo, coma vigil (deglutição e tosse adequados), Glasgow >12;
- Hemodinamicamente estável com baixas doses de drogas vasoativas;
- Broncoespasmo/ edema pulmonar / atelectasia sob controle;
- Ausência de secreção pulmonar copiosa;
- Ausência de sangramento, isquemia, arritmia;
- Ausência de distúrbios hidroeletrólíticos;
- Sem evidência radiológica de comprometimento pulmonar recente;
- Sem retenção de CO₂; DPOC: PaCO₂<50 mmHg com pH > 7,35;
- Volume minuto < 12 L/min;
- PaO₂/FiO₂ > 200. PaO₂>80 mmHg com FiO₂<40%.

Após o paciente iniciar esforço inspiratório, cumprindo os critérios descritos acima, o modo ventilatório era alterado para pressão de suporte (PS) conforme o Quadro2.

Neste modo ventilatório, o ventilador Servo 900C® dispunha de monitorização de volume minuto mínimo, apnéia, pressão inspiratória máxima e concentração de oxigênio.

Os parâmetros ventilatórios eram diminuídos sempre que possível, de 30 em 30 minutos até alcançar os parâmetros de extubação. O paciente era então extubado assim que alcançasse os parâmetros e se cumprisse os critérios também determinados pela rotina do hospital. Estes critérios encontram-se no Quadro 4.

Quadro 4: Critérios de extubação
<ul style="list-style-type: none">• VC > 5 ml/kg;• Capacidade Vital entre 10 a 25 mL/kg;• FR/VC <100;• FiO₂ <40%;• PEEP 5 a 8 cmH₂O;• Volume Minuto <12 L/min;• Pressão Inspiratória Máxima < -20;
Considera-se sucesso de desmame 48 horas após extubação, se não houver necessidade de reintubação ou ventilação não invasiva

No presente estudo não se mediu a capacidade vital nem a pressão inspiratória máxima, pois eram pacientes de pós-operatório imediato, sem doença pulmonar prévia, sugerindo assim que o paciente não teria alterações nestes valores.

4.6 Desmame automático

O desmame automático foi realizado utilizando-se o ventilador mecânico Taema-Horus®, através do modo ventilatório *mandatory rate ventilation* (MRV).

Figura 3: Vista do ventilador Taema-Horus®

Figura 2 : Monitor do ventilador Taema-Horus®

Quando o paciente iniciava o esforço inspiratório, utilizou-se os parâmetros para o desmame automático da ventilação mecânica listados no Quadro 2.

A PS inicial era o suficiente para que o volume corrente fosse de 8 mL/kg. Baseado na frequência respiratória alvo a PS subia ou descia automaticamente. A frequência respiratória alvo é a “frequência respiratória objetivo”. A cada ciclo ventilatório, o ventilador compara a frequência respiratória alvo com a média da frequência respiratória do paciente nos últimos quatro ciclos ventilatórios, com uma margem de mais ou menos três ciclos respiratórios. Se a média da frequência respiratória realizada pelo paciente superar a frequência respiratória alvo, a PS elevará automaticamente em 1 cmH₂O.

Neste estudo, a frequência respiratória alvo era de 15 rpm, somando-se a margem de 3 rpm, temos que: se a frequência respiratória média fosse maior do que 18 rpm, a PS aumentaria em um ponto. Se a frequência respiratória média, realizada pelo paciente, fosse menor do que a frequência respiratória alvo, a PS diminuiria em 1 cmH₂O. No presente estudo, se a frequência respiratória média fosse menor do que 12 rpm, a PS abaixaria em um ponto. A frequência respiratória, portanto, determinou a diminuição ou aumento da PS. As alterações de auxílio ventilatório se davam se o paciente mantivesse a frequência respiratória maior ou menor do que a frequência respiratória alvo ($\pm$ 3 rpm) por quatro ciclos ventilatórios consecutivos.

Caso a frequência respiratória do paciente fosse elevada por dor, agitação ou qualquer outro motivo, a PS elevar-se-ia até a PS máxima, determinada por nós em 25 cmH₂O. Caso a frequência respiratória fosse muito baixa (frequência respiratória abaixo de 8 rpm, determinada pelo estudo), o

ventilador entraria em modo ventilatório de *back up* em volume controlado, no valor de 8 mL/kg conforme ajuste inicial da ventilação mecânica e frequência respiratória de 12 rpm. Os demais valores como a PEEP e FiO₂ mantiveram-se constantes. Se o paciente mantivesse a frequência respiratória entre 8 e 15 rpm a PS diminuiria gradativamente. Quando o paciente atingisse os valores adequados para a extubação, proceder-se-ia à mesma, seguindo os mesmos critérios utilizados para a extubação no grupo de desmame manual.

A vigilância deste modo ventilatório faz-se principalmente com os alarmes de frequência respiratória máxima, volume expiratório máximo e mínimo. O aparelho ainda conta com alarmes de volume corrente máximo e mínimo, volume minuto máximo e mínimo, pressão inspiratória máxima e mínima e concentração de oxigênio.

4.7 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada através de dois impressos. O primeiro impresso (Apêndice B) continha os seguintes dados:

- Etiqueta com o nome, sexo, data de nascimento e prontuário do paciente.
- A que tipo de cirurgia o paciente havia sido submetido: cardíaca, torácica, abdominal, outros.
- Sedação recebida: medicamento, dose e horário.
- Data e horário da chegada do paciente na unidade de terapia intensiva.
- A qual grupo o paciente havia sido randomizado.

- Data e horário do início do esforço inspiratório.
- Data e horário da extubação.
- Necessidade de reintubação nas primeiras quarenta e oito horas.
- Necessidade de Ventilação Não Invasiva nas primeiras quarenta e oito horas.
- Se houvesse exclusão do paciente após o início do protocolo, anotávamos o motivo da exclusão.

Após a passagem para PS (grupo I - desmame manual) ou MRV (grupo II - desmame automático) foram anotados, de 30 em 30 minutos, em ambos os grupos (Apêndice C) os seguintes parâmetros:

- Horário
- Pressão de suporte (PS)
- Frequência respiratória (FR)
- Volume corrente (VC)
- Índice de frequência respiratória sobre volume corrente (FR/VC)
- Fração inspirada de oxigênio (FiO₂)
- Saturação de oxigênio (SpO₂)
- Pressão positiva expiratória final (PEEP)

4.8 Análise Estatística

Para o cálculo do tamanho da amostra realizou-se um estudo piloto de quarenta pacientes. O cálculo foi baseado nas médias do tempo de desmame e respectivos desvios padrão observados no estudo piloto. Considerando um desvio padrão de 110 minutos, nível de significância de 5% e poder do teste de 80%, estimou-se que para detectar uma diferença entre os grupos de pelo menos 60 minutos seriam necessários oitenta e dois pacientes (quarenta e um em cada grupo).

As variáveis contínuas foram resumidas em médias $\pm$ desvio padrão. As variáveis categóricas foram resumidas em frequências e porcentagens. O Qui-quadrado e o teste T de *Student* foram utilizados para comparar os dois grupos levando em consideração variáveis categóricas e contínuas. Para a avaliação da variação dos itens anotados de trinta em trinta minutos ao longo do tempo, foi utilizado o ANOVA de medidas repetidas *two-way* (para verificação do efeito do grupo, efeito do tempo e efeito de interação). O nível de significância foi 0,05. O pacote estatístico utilizado para todas as análises foi o SPSS, versão 11.0.

5. RESULTADOS

5. RESULTADOS

5.1 Características clínicas e demográficas

No período de 28 de agosto de 2002 a 17 de janeiro de 2004 deram entrada na unidade de terapia intensiva adulto (UTIA) cento e cinquenta e oito pacientes em pós-operatórios de cirurgias cardíacas, torácicas, abdominais e outras.

Destes, foram excluídos um total de cinquenta e dois pacientes na admissão da UTIA, conforme a contagem a seguir. Catorze pacientes foram excluídos do estudo devido a indisponibilidade do ventilador mecânico (Taema-Horus®) no momento da randomização. Trinta e oito pacientes foram excluídos do estudo devido a apresentarem doença pulmonar prévia, instabilidade hemodinâmica (57,9% dos pacientes) e/ou cardíaca e/ou neurológicas). Instabilidade hemodinâmica foi definida como presença de choque séptico, choque cardiogênico, choque hipovolêmico, infarto agudo do miocárdio, fibrilação atrial, sepse, hemorragia e parada cardio-respiratória impossibilitando o desmame da ventilação mecânica. Além destes, doze pacientes (31,6% dos trinta e oito pacientes foram excluídos previamente devido ao diagnóstico) foram excluídos por doenças pulmonares tais como a doença pulmonar obstrutiva crônica, asma, pneumonia, edema agudo de pulmão e síndrome do desconforto respiratório no adulto. Foram excluídos ainda, dois pacientes (5,3% dos trinta e oito pacientes excluídos previamente

devido ao diagnóstico) por instabilidade neurológica tal como acidente vascular encefálico (AVE) e coma. Um paciente (2,6% dos trinta e oito pacientes excluídos previamente devido ao diagnóstico) foi excluído por síndrome da resposta inflamatória sistêmica (SIRS) tendo que permanecer intubado devido ao diagnóstico. Optou-se por excluir também um paciente (2,6% dos trinta e oito pacientes excluídos previamente devido ao diagnóstico) usuário importante de drogas.

Como resultado, foram selecionados cento e seis pacientes para o estudo, sendo que cinqüenta e três pacientes foram randomizados para o grupo de desmame manual e outros cinqüenta e três para o grupo de desmame automático.

Foram quarenta e um pacientes pós cirurgia cardíaca (38,7% do total), quinze no grupo manual (28,3% do grupo manual) e vinte e seis no grupo automático (49,1% do grupo automático). Houve cinco pacientes pós cirurgia torácica (4,7% do total), três no grupo manual (5,7% do grupo manual) e dois no grupo automático (3,8% do grupo automático). A maioria dos pacientes, cinqüenta e dois pacientes, foram submetidos à cirurgia abdominal (49,1%), trinta e um pacientes no grupo manual (58,5%) e vinte e três no grupo automático (39,6%). Oito pacientes foram submetidos à outras cirurgias (7,5%), quatro pacientes no grupo manual (7,5%) e quatro pacientes no grupo automático (7,5%). As “outras cirurgias” referiram-se à quatro cirurgias ortopédicas, duas cirurgias vasculares, um debridamento em paciente que sofreu queimadura e uma traqueoplastia. Não houve diferença

estatística significativa quanto ao tipo de cirurgia entre os dois grupos ($p=0,172$) no teste de Qui-quadrado com um nível de significância de 0,05.

A idade média do grupo manual foi de 61 ± 13 anos de idade, variando entre 86 e 25 anos. A idade média do grupo automático foi de 62 ± 14 anos de idade variando entre 97 e 24 anos de idade. Não houve diferença estatística significativa quanto ao tipo de cirurgia entre os dois grupos ($p=0,585$).

Quanto ao sexo, no grupo manual foram dezessete pacientes do sexo feminino (32,1%) e trinta e seis do sexo masculino (67,9%). No grupo automático foram vinte pacientes do sexo feminino (37,7%) e trinta e três pacientes do sexo masculino (62,3%). Não houve diferença estatística significativa quanto ao tipo de cirurgia entre os dois grupos ($p=0,541$).

Após a seleção dos pacientes para o protocolo, houve dezenove pacientes excluídos no início ou ao longo do processo de desmame da ventilação mecânica. Houve uma recusa de participação no estudo (grupo manual) e uma exclusão por não autorização do médico assistente. (grupo automático).

Sete pacientes evoluíram com instabilidade hemodinâmica durante o desmame da ventilação mecânica, sendo três no grupo de desmame manual e quatro no grupo de desmame automático. Um paciente do grupo automático foi excluído ao longo do processo de desmame, mantendo-se intubado por suspeita de tromboembolismo pulmonar. Houve, ainda, nove pacientes do grupo automático que foram excluídos por agitação

psicomotora (seis por alcance da pressão de suporte máxima definida pelo modo ventilatório MRV, durante o processo de desmame). Ainda tivemos três pacientes que estavam respirando confortavelmente porém a PS não diminuía. Portanto, dos dezenove pacientes excluídos, quatro foram do grupo manual equivalente a 7,5% e quinze foram do grupo automático o que equivale a 28,3%. De acordo com o teste de Qui-quadrado houve uma diferença significativa entre os dois grupos ($p=0,05$), com mais exclusões no grupo automático durante o processo de desmame..

Desta forma, dos cento e cinquenta e oito pacientes em pós-operatório, cento e seis foram selecionados para o estudo e oitenta e sete participaram efetivamente e concluíram o estudo, com quarenta e nove pacientes no grupo manual e trinta e oito pacientes no grupo automático.

5.2 Tempo de desmame

O tempo de desmame, compreendido entre o início do esforço inspiratório à extubação, teve a média de $205,4 \pm 181,3$ minutos (mínimo de 30 e máximo de 840 minutos) no grupo manual. O tempo de desmame no grupo automático foi de $157,3 \pm 130,0$ minutos (mínimo de 30 minutos e máximo de 545 minutos). A diferença média foi de 48 minutos ($I.C.(95\%) = [-20; 117]$), porém, a um nível de significância de 5%, não houve diferença entre os grupos quanto ao tempo de desmame ($p=0,167$).

Figura 4 : Gráfico de caixa de tempo de desmame por grupos

Figura 4 : Gráfico de caixa (*box-plot*) de tempo de desmame em minutos nos dois grupos: manual e automático ($p=0,167$). As médias estão indicadas com pontos vermelhos.

Figura 5 : Histograma do tempo de desmame no grupo manual

Figura 5: Histograma da distribuição do tempo de desmame (minutos) dos pacientes no grupo manual.

Figura 6 : Histograma do tempo de desmame o grupo automático

Figura 6 : Histograma da distribuição do tempo de desmame (minutos) dos pacientes no grupo automático.

Em ambos os grupos houve pacientes que foram extubados nos primeiros 30 minutos, um paciente em cada grupo (representando 2,0% do grupo manual e 2,6% do grupo automático). O mesmo ocorreu aos 40 minutos, sendo extubado um paciente em cada grupo (representando 4,1% do grupo manual e 5,3% do grupo automático). Na primeira hora foram extubados dez pacientes (20,4%) do grupo manual e seis pacientes (15,8%) do grupo automático. Até a segunda hora foram extubados vinte e dois pacientes (44,9%) do grupo manual e vinte e três pacientes (60,5%) no grupo automático. Até a terceira hora foram extubados trinta pacientes

(61,2%) do grupo manual e trinta (79%) do grupo automático. Até a quarta hora foram extubados trinta e sete pacientes (75,5%) do grupo manual e trinta e três (86,8%) do grupo automático. Até a quinta hora foram extubados quarenta e um pacientes (83,7%) do grupo manual e trinta e três (86,8%) do grupo automático.

5.3 Evolução dos grupos quanto aos parâmetros medidos ao longo do tempo

Para comparar a evolução dos pacientes nos dois grupos, foi utilizado um modelo de Análise de Variância (ANOVA) com medidas repetidas. Neste tipo de análise avaliou-se a significância de 3 efeitos: interação entre grupo e tempo (que indica se o comportamento dos dois grupos é semelhante ao longo do tempo), efeito de grupo (comparação entre manual e automático) e efeito de tempo (comparação dos valores nos instantes 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos).

5.3.1 Comparação da evolução dos grupos quanto à pressão de suporte (PS) nos primeiros 180 minutos (3horas)

Figura 7: Perfis Médios – Pressão de suporte

Figura 7 : Gráfico de perfis médios mostra a variação da pressão de suporte média (PS) ao longo do tempo em minutos, nas primeiras três horas do processo de desmame da ventilação mecânica. A PS variou entre 9,5 e 14,8 cmH₂O no grupo automático e entre 7,1 e 11 cmH₂O no grupo manual nas três primeiras horas. Os valores de abscissa abaixo da escala de tempo, referem-se ao número de pacientes ainda em desmame ao longo do tempo.

Para comparar a evolução dos pacientes nos dois grupos quanto à PS foi utilizado um modelo de Análise de Variância (ANOVA) com medidas repetidas. A análise indicou que a evolução dos dois grupos era semelhante (efeito de interação entre grupo e tempo não significativo, $p=0,902$). Isto indica que as diferenças entre os dois grupos independem do tempo, ou seja, pode-se fazer uma comparação de um modo global (não é necessário fazer a comparação em cada momento de avaliação).

Houve efeito de grupo ($p<0,001$), isto é, existem diferenças significantes entre as médias de PS medidas em pacientes com desmame manual e automático. Qualquer que seja o momento de avaliação, em média, a PS é maior no grupo de pacientes com desmame automático.

O efeito de tempo também foi significativo ($p<0,001$), o que indica que existem variações importantes na PS ao longo do tempo (primeiros 180 minutos). Para localizar em que momentos ocorrem estas variações, foram construídos contrastes ortogonais. Nesta análise observou-se que, independentemente do tipo de desmame, houve redução significativa da PS no período de 30 para 60 minutos ($p<0,001$). A partir dos 90 minutos, a PS média permaneceu constante ($p=0,746$ para a diferença entre 90, 120, 150 e 180 minutos) e significativamente menor que a PS medida aos 30 minutos ($p<0,001$) e aos 60 minutos ($p=0,002$).

5.3.2 Comparação da evolução dos grupos quanto ao volume corrente nos primeiros 180 minutos (3horas)

Figura 8 : Perfis Médios – Volume corrente

Figura 8 : Gráfico de perfis médios mostra a variação do volume corrente (VC) ao longo do tempo em minutos, nas primeiras três horas do processo de desmame da ventilação mecânica. O VC médio variou entre 540,2 e 595,8 mililitros no grupo manual e entre 523,8 e 603,6 mililitros no grupo automático nas três primeiras horas. Os valores de abscissa abaixo da escala de tempo, referem-se ao número de pacientes ainda em desmame ao longo do tempo.

Nenhum dos efeitos foi significativo ao nível usual de 0,05 (efeito de tempo $p=0,204$ e efeito de interação de grupo e tempo $p=0,726$). Vale notar que o valor de p para o efeito de grupo foi muito próximo ao limite ($p=0,057$), indicando que os valores médios de VC são menores no grupo de desmame automático.

5.3.3 Comparação da evolução dos grupos quanto à frequência respiratória nos primeiros 180 minutos (3horas)

Figura 9: Perfis Médios – Frequência respiratória

Figura 9: Gráfico de perfis médios mostra a variação da frequência respiratória (FR) ao longo do tempo em minutos, nas primeiras três horas do processo de desmame da ventilação mecânica. A FR média variou entre 15,8 e 17,7 rpm no grupo manual e entre 14,7 a 15,8 rpm no grupo automático ao longo das três primeiras horas. Os valores de abscissa abaixo da escala de tempo, referem-se ao número de pacientes ainda em desmame ao longo do tempo.

Não houve efeito de interação (perfis semelhantes nos dois grupos), com $p=0,935$, nem efeito de tempo (variações não significativas ao longo do tempo), $p=0,579$. O efeito de grupo foi significativo, com $p=0,01$, o que permite concluir que, de um modo geral, as médias de FR foram menores no grupo de desmame automático.

5.3.4 Comparação da evolução dos grupos quanto à frequência respiratória sobre o volume corrente (FR/VC) nos primeiros 180 minutos (3horas)

Figura 10 : Perfis Médios – Frequência respiratória sobre volume corrente (FR/VC)

Figura 10: Gráfico de perfis médios mostra a variação da frequência respiratória sobre Volume corrente em litros (FR/VC) ao longo do tempo em minutos, nas primeiras três horas do processo de desmame da ventilação mecânica. O índice FR/VC médio variou entre 27,8 e 36,8 no grupo manual e entre 26,6 a 30,7 no grupo automático ao longo das três primeiras horas. Os valores de abscissa abaixo da escala de tempo, referem-se ao número de pacientes ainda em desmame ao longo do tempo.

Para o índice de frequência respiratória sobre volume corrente nenhum dos efeitos foi estatisticamente significativo. O efeito de grupo teve $p=0,097$, o efeito de tempo teve $p=0,171$ e o efeito de interação teve $p=0,801$.

5.3.5 Comparação da evolução dos grupos quanto à fração inspirada de oxigênio (FiO₂) nos primeiros 180 minutos (3horas)

Figura 11: Perfis Médios – Fração inspirada de oxigênio (FiO₂)

Figura11 : Gráfico de perfis médios mostra a variação da fração inspirada de Oxigênio (%) ao longo do tempo em minutos, nas primeiras três horas do processo de desmame da ventilação mecânica. A fração inspirada de Oxigênio (%) média variou entre 31,9 e 33,8% no grupo manual e entre 30,9 e 35,7% no grupo automático ao longo das três primeiras horas. Os valores de abscissa abaixo da escala de tempo, referem-se ao número de pacientes ainda em desmame ao longo do tempo.

Para o fração inspirada de oxigênio não houve efeito de interação ($p=0,444$) nem de grupo ($p=0,244$). O efeito de tempo foi estatisticamente significativo ($p < 0,001$) indicando que, em ambos os grupos, em média ocorre uma redução nos valores de FiO₂ ao longo do tempo.

5.3.6 Comparação da evolução dos grupos quanto à saturação de oxigênio (SpO₂) nos primeiros 180 minutos (3horas)

Figura 12: Perfis Médios – Saturação de oxigênio (SpO₂)

Figura 12: Gráfico de perfis médios mostra a variação da Saturação de Oxigênio (SpO₂) ao longo do tempo em minutos, nas primeiras três horas do processo de desmame da ventilação mecânica. A SpO₂O média variou entre 98,6 a 98,9% no grupo manual e entre 98,4 e 98,9% no grupo automático ao longo das três primeiras horas. Os valores de abscissa abaixo da escala de tempo, referem-se ao número de pacientes ainda em desmame ao longo do tempo.

Para a saturação de O₂, nenhum dos efeitos foi estatisticamente significativo. No efeito de grupo obtivemos um valor de p de 0,860, no efeito de tempo p=0,773 e no efeito de interação p=0,961.

5.3.7 Comparação da evolução dos grupos quanto à pressão positiva expiratória final (PEEP) nos primeiros 180 minutos (3horas)

Figura 13: Gráfico de perfis médios mostra a variação da pressão positiva expiratória final (PEEP) ao longo do tempo em minutos, nas primeiras três horas do processo de desmame da ventilação mecânica. A PEEP média variou entre 5,6 e 6,1 cmH₂O no grupo manual e entre 5,0 e 5,3 cmH₂O no grupo automático ao longo das três primeiras horas. Os valores de abscissa abaixo da escala de tempo, referem-se ao número de pacientes ainda em desmame ao longo do tempo.

Nos dois grupos, não houve variações significativas da PEEP ao longo do tempo. A PEEP não variou ao longo do tempo ($p=0,427$) e não houve efeito de interação ($p=0,877$). Durante todo o período de observação, os valores médios do grupos de desmame automático foram menores do que no grupo de desmame manual ($p< 0,001$). Embora estatisticamente tenha havido diferença significativa entre a PEEP utilizado nos dois grupos, esta diferença não é importante sob o ponto de vista clínico.

5.4 Pacientes excluídos

Como citado anteriormente, após a seleção do paciente para o protocolo, dezenove foram excluídos no início ou ao longo do processo de desmame da ventilação mecânica.

No grupo manual houve uma recusa de participação no estudo (excluído logo no início) e três exclusões ao longo do processo de desmame por instabilidade hemodinâmica.

No grupo automático houve uma recusa de participação por parte do médico assistente e catorze exclusões ao longo do estudo. Além destes, houve uma exclusão por suspeita de trombo embolismo pulmonar (TEP), quatro exclusões por instabilidade hemodinâmica e nove exclusões relacionados ao modo ventilatório MRV (a PS não caia ou subia até alcançar a PS máxima).

Totalizaram-se, quatro pacientes no grupo manual e quinze pacientes no grupo automático. Considerando-se apenas os pacientes que foram excluídos por motivos previamente definidos no delineamento do estudo, ter-se-iam quatro pacientes excluídos no grupo manual e seis pacientes no grupo automático, mas esta diferença não é estatisticamente significativa ($p=0,506$). Porém, considerando os nove pacientes do grupo automático que foram excluídos devido a não adaptação ao método de desmame, houve estatisticamente, mais pacientes excluídos no modo automático do que no modo manual ($p=0,05$).

Estudamos, portanto o comportamento deste grupo de nove pacientes do grupo automático que foram excluídos do estudo.

Tabela 1: Tempo de desmame do grupo de pacientes excluídos por motivos relacionados ao modo MRV

Paciente	Tipo de cirurgia	Tempo (minutos) entre início do esforço e mudança para PS	Tempo (minutos) entre início do esforço e extubação
1	RM	60	228
2	Transplante hepático	90	258
3	Colectomia	60	288
4	Traqueoplastia (estenose)	150	222
5	Pericardiectomia	60	168
6	Debridamento- queimado	6	330
7	TX hepático	450	642
8	TX hepático	240	330
9	TX hepático	120	498
	Média	137,3	329,3
	Desvio padrão	135,2	150,3
	Mínimo-máximo	5min – 7h30min	2h50min – 10h39min

Tabela 1: Tempo (em minutos) entre o início do esforço e passagem para pressão de suporte (PS sem o modo MRV); e início do esforço e extubação nos pacientes com desmame automático

O grupo de pacientes excluídos teve, em média maior tempo de desmame do que os trinta e nove pacientes em desmame automático que foram incluídos no estudo (tempo médio de desmame de $329 \pm 150,3$ versus 157 ± 130 minutos) com $p=0,001$.

Figura 14 : Tempo de desmame do grupo automático referente aos pacientes incluídos e excluídos

Figura 14: Tempo de desmame em minutos dos pacientes do grupo de desmame automático, divididos em pacientes incluídos e pacientes excluídos no estudo.

Considerando o grupo total de quarenta e oito pacientes em desmame automático (trinta e nove pacientes incluídos e nove excluídos), ter-se-iam um tempo médio de desmame de $189,6 \pm 148,7$ minutos. Comparando este resultado com os quarenta e nove pacientes em desmame manual (tempo médio de 205 ± 181 minutos), não há diferença estatisticamente significativa ($p=0,373$).

5.5 Reintubação e Ventilação Não Invasiva

Não houve necessidade de reintubação em nenhum paciente em nenhum dos grupos. Um paciente necessitou de uso de CPAP (pressão positiva contínua nas vias aéreas) e um paciente necessitou de BIPAP® (uso de dois níveis de pressão em ventilação não invasiva). Ambos eram do

grupo de desmame manual e ambos foram submetidos à cirurgia cardíaca ($p=0,505$).

6. DISCUSSÃO

6. DISCUSSÃO

Neste estudo verificou-se a aplicabilidade de um sistema de desmame automático e computadorizado, comparando-o de forma prospectiva e randomizada, ao sistema manual de redução dos níveis de pressão de suporte, em pacientes adultos, sem doenças pulmonares prévias, no período pós operatório, na UTIA. Observou-se que o sistema automático foi capaz de evoluir o desmame dos pacientes em pós-operatório de maneira segura e em tempo semelhante ao desmame manual realizado habitualmente na UTIA do Hospital Israelita Albert Einstein. O grupo que foi submetido ao desmame automático apresentou níveis médios de pressão de suporte mais altos e frequências respiratórias mais baixas. No grupo automático mais pacientes tiveram que ser excluídos por não se adaptarem ao modo ventilatório MRV, porém a inclusão e exclusão destes pacientes não alterou o tempo de desmame se comparado ao modo manual.

No presente estudo, não se observou diferença no tempo médio de desmame dos pacientes ventilados no modo MRV quando comparado ao desmame manual. Porém em estudo multicêntrico e randomizado, Lellouche F e cols⁴³ mostraram que o protocolo de desmame computadorizado (sistema KBS), para pacientes admitidos por mais que 24 horas na UTI, comparado com o desmame controlado por médicos, pode reduzir o tempo de ventilação mecânica, assim como o tempo de internação na UTI.

Neste protocolo, estudamos apenas pacientes em pós-operatório, uma população com menos doenças respiratórias, comorbidades, que podem ser mais facilmente desmamados da ventilação mecânica e ter uma extubação bem sucedida. A segurança observada durante o protocolo automático poderá permitir que estes pacientes evoluam mais rapidamente para desmame e sejam extubados mais rapidamente durante a rotina habitual das unidades de Terapia Intensiva, onde ocorrem intercorrências e urgências que podem dificultar a aplicação do desmame manual habitual.

O protocolo de desmame computadorizado não depende da *expertise* ou da disponibilidade da equipe da UTIA. No MRV, a PS é ajustada dependendo do valor de FR medida pelo ventilador⁹¹. A ventilação em alça fechada é considerada como uma ventilação capaz de promover uma ventilação mais flexível, pois os níveis de assistência ventilatória são continuamente ajustados pelo sistema automático e computadorizado⁵⁷.

Embora o tempo médio de desmame da ventilação mecânica do modo automático tenha sido menor em 48 minutos, neste protocolo, a duração do desmame (do início do esforço inspiratório até a extubação) foi estatisticamente similar em ambos os grupos ($p=0,167$). No grupo manual a variação do tempo de desmame foi maior, variando entre 30 e 840 minutos, enquanto no grupo automático o tempo variou entre 30 e 545 minutos. Houve quatro pacientes com tempo de desmame maior que 545 minutos (o maior tempo de desmame no grupo automático) no grupo manual. Os quatro pacientes sofreram cirurgias abdominais e tiveram tempo de desmame de 600, 605, 720 e 840 minutos.

Dentre as quatro cirurgias abdominais três eram cirurgias de transplante hepático. Pela nossa experiência, estes pacientes, algumas vezes, demoram a acordar após o procedimento cirúrgico, provavelmente devido à encefalopatia hepática associada à hepatopatia^{94,95}. Embora este fato seja uma hipótese do motivo do desmame ventilatório mais longo, este não influenciou no resultado da comparação do tempo de desmame de ambos os grupos, uma vez que, estatisticamente, não houve diferença entre os grupos quanto ao tipo de cirurgia ao qual o paciente se submeteu.

A maior frequência de pacientes extubados deu-se por volta dos 100 minutos em ambos os grupos, mesmo período onde observamos uma queda mais acentuada dos níveis de pressão de suporte, que talvez indique a boa evolução do desmame destes pacientes. Houve um paciente em cada grupo que foi extubado nos primeiros trinta minutos de desmame. Estes pacientes já chegaram acordados do centro cirúrgico, sendo imediatamente colocados em ventilação mecânica em modos PS e MRV, sendo extubados a seguir. Na realidade estes pacientes já chegaram à UTIA praticamente prontos para serem extubados, mas este fato não interferiu nos resultados uma vez que houve um paciente em cada grupo nestas condições.

Em relação ao tempo de desmame, observou-se que até a terceira hora foram extubados trinta pacientes (61,2%) do grupo manual e trinta (79%) do grupo automático. Assim, mais da metade dos pacientes em pós-operatório foram extubados nas primeiras três horas. O restante requereu tempos de 3 a 14 horas, mostrando que são necessários estudos para verificação dos motivos de retardo de desmame nos pacientes em pós-

operatório (anestesia excessiva, analgesia excessiva, co-morbidades e ou outras doenças associadas).

Os níveis de pressão de suporte foram constantemente mais altos no grupo automático do que no grupo manual ($p < 0,001$). Houve também variação importante da PS em ambos os grupos ao longo do tempo nos primeiros 180 minutos. Houve queda significativa da PS no período de 30 a 60 minutos ($p < 0,001$), no período de 30 a 90 minutos ($p < 0,001$) e também em relação aos 60 minutos para os 90 minutos ($p = 0,002$). A partir dos 90 minutos a PS manteve-se mais constante ($p = 0,746$) comparados aos 120, 150 e 180 minutos. Portanto a queda maior da PS se deu até os 90 minutos em ambos os grupos. Provavelmente este é o tempo médio necessário para a maioria dos pacientes acordarem após a sedação requerida no procedimento cirúrgico, manterem um drive e mecânica respiratória adequados, assim como ficarem estáveis para o processo de extubação.

A pressão de suporte foi diminuída automaticamente até a pressão de 5 a 7 cmH₂O, porém a variação da pressão de suporte foi grande durante o processo de desmame. A pressão de suporte, em alguns pacientes, ao invés de cair gradativamente, tiveram seu valor aumentado durante o processo de desmame para depois decrescer e atingir a pressão de suporte para extubação. Este aumento da assistência respiratória se deu, na maioria dos casos, devido ao despertar gradativo do paciente. Nem todos os pacientes despertam tranquilamente, em sua plena consciência, o que explica a oscilação de FR e consequentemente da PS. No processo de desmame manual a PS foi gradativamente diminuída pela equipe da UTIA, até alcançar

valores para a extubação. No caso do controle manual, o decréscimo de assistência ventilatória ocorreu de acordo com a avaliação momentânea do paciente e não ciclo por ciclo ventilatório, acarretando em menos ajustes ventilatórios. Contudo, nestes pacientes em pós-operatório imediato, estáveis e sem doença pulmonar pregressa, o ajuste ventilatório de 30 em 30 minutos (tempo estabelecido pelo protocolo e que pode ter contribuído para a otimização do tempo de desmame no grupo manual) não prejudicou o tempo de desmame nem mesmo os desfechos dos pacientes, uma vez que o tempo de desmame manual foi semelhante ao do desmame automático e não houve necessidade de reintubação em nenhum dos grupos.

Ao definirmos a FR alvo em 15 rpm no desmame automático, a PS necessária para manter a FR abaixo deste valor, foi maior no grupo automático do que o valor de PS do grupo manual, que era ajustado de acordo com o valor do índice de FR/VC menor que 80. Em consequência, os valores médios de FR foram menores no grupo automático ($p=0,01$) do que no grupo manual. O valor médio da FR no grupo automático variou entre 14,7 rpm e 15,8 rpm, mostrando a eficiência adequada do sistema automático em manter a frequência respiratória alvo programada. Enquanto que no grupo manual, este valor variou entre 15,8 rpm e 17,7 rpm nas primeiras três horas analisadas, mostrando que a frequência alvo utilizada no estudo, foi ajustada no limite inferior dos parâmetros habituais desta população. Com a FR alvo em 15 rpm, a PS foi maior no grupo automático. Isto é, se a frequência respiratória fosse maior do que 15 rpm, a PS

aumentava, portanto, os pacientes com FR acima de 15 rpm tinham o valor da PS alta. Os pacientes que completaram o estudo no modo MRV realizavam uma frequência respiratória mais baixa do que 15 rpm, o que diminuía a PS. Os pacientes que mantiveram FR acima deste valor, não conseguiram diminuir os níveis de PS ou alcançaram os valores de PS máxima (25 cmH₂O), sendo transferidos para o modo ventilatório de PS com desmame manual e excluídos do protocolo por não se adaptarem à modalidade MRV. Desta forma, os dados obtidos na análise mostram, no desmame automático, que os pacientes tinham uma FR mais baixa comparativamente ao grupo manual, onde a frequência respiratória só foi levada em consideração através de um dado indireto (FR/VC) para o ajuste dos parâmetros ventilatórios. A PS, por sua vez, foi mais baixa no grupo manual, uma vez que ajustávamos seu valor de acordo com o VC e índice de FR/VC e não somente através do valor da FR.

O volume corrente por sua vez, manteve-se constante ao longo do tempo ($p=0,204$) variando entre 540,2 e 595,8 mililitros no grupo manual e entre 523,8 e 603,6 mililitros no grupo automático nas primeiras três horas. A diferença entre os dois grupos não foi estatisticamente significativa, porém o nível de p foi 0,057, indicando que os valores médios de volume corrente tiveram uma tendência a serem menores no grupo de desmame automático. Como descrito previamente, o grupo automático manteve valores médios de PS maiores do que o grupo manual, o que não justificaria a tendência de volumes correntes menores a não ser que a mecânica respiratória fosse pior e ou a força muscular menor neste grupo de pacientes. Ou ainda, como os

grupos foram ventilados com ventiladores de marcas diferentes pode ter havido discrepâncias nos valores mensurados de volume corrente expirado (calibrações e ou medidas de volume corrente diferentes).

Por outro lado observou-se uma concordância das médias de volume corrente ao longo do tempo, com os valores que foram utilizados para o ajuste do nível de assistência ventilatória no grupo manual. Utilizou-se o valor de FR/VC para o ajuste do valor de PS no grupo manual, portanto, com valores mais altos de VC e valores mais baixos de FR/VC, o paciente estava mais apto ao desmame da ventilação mecânica. O valor de PS era, então, diminuído pela equipe. Assim, quanto maior o VC no grupo manual, maiores eram as chances de desmame. O mesmo não ocorreu no grupo automático que não levou este parâmetro em consideração para a diminuição da PS.

O valor médio de PEEP no grupo manual variou entre 5,6 cmH₂O e 6,1 cmH₂O, enquanto que no grupo automático variou entre 5 cmH₂O e 5,3 cmH₂O nas primeiras três horas. Esta diferença foi significativa sob o ponto de vista estatístico ($p < 0,0001$), porém na prática clínica, esta diferença não tem real importância.

Não houve diferença significativa entre os dois grupos quanto aos valores médios, ao longo do desmame, nas três primeiras horas, de: índice de FR/VC, FiO₂ e SpO₂. Não houve diferença significativa entre os dois grupos nem tão pouco ao longo do tempo, mantendo-se estáveis nas três primeiras horas.

Um importante ponto a ser considerado é o número de pacientes que foram excluídos durante o estudo, no grupo de desmame automático. Quinze pacientes foram excluídos no grupo automático contra quatro no grupo manual, havendo diferença significativa quanto aos pacientes excluídos nos dois grupos durante a realização do protocolo ($p=0,05$). No grupo manual ocorreu uma recusa em participar do estudo e três exclusões ao longo do estudo por instabilidade hemodinâmica. No grupo automático, um paciente foi excluído por recusa do médico em participar do protocolo, um paciente foi excluído por suspeita de trombo embolismo pulmonar (TEP), quatro pacientes foram excluídos por instabilidade hemodinâmica e nove pacientes foram excluídos por razões relacionadas à modalidade MRV de desmame automático.

Levando-se em consideração apenas os motivos de exclusão contemplados no estudo (doença pulmonar, recusa ou instabilidades hemodinâmica), teríamos apenas quatro exclusões no grupo manual e seis exclusões no grupo automático, não havendo diferença significativa quanto aos pacientes excluídos nos dois grupos ($p=0,506$). Porém, houve mais nove pacientes excluídos no grupo automático, totalizando quinze pacientes, tornando a diferença entre os grupos, quanto à exclusão, significativa ($p=0,05$).

Isto se deu devido aos pacientes excluídos por motivos relacionados ao modo ventilatório MRV. Em três pacientes, embora não apresentassem desconforto respiratório, a PS não abaixava para os níveis de extubação (pós-operatórios de transplante hepático, Pericardiectomia e traqueoplastia)

e em seis pacientes a pressão de suporte máxima foi alcançada (três transplantes hepáticos, uma revascularização do miocárdio, uma colectomia e um debridamento em paciente queimado). Os pacientes que alcançaram a PS máxima (estipulada pelo protocolo em 25 cmH₂O) eram pacientes agitados, confusos ou com dor.

Este grupo teve um tempo médio de desmame maior do que o grupo de pacientes incluídos no grupo de desmame automático (trinta e nove pacientes). A média de tempo de desmame do grupo automático foi de 157,3 ± 130,0 (com mínimo de 30 minutos e máximo de 545 minutos) enquanto que a média do tempo de desmame do grupo excluídos do desmame automático foi de 329,3 ± 150,3 minutos (com mínimo de 168 e máximo de 642 minutos), sendo esta diferença estatisticamente significativa (p=0,0012).

Portanto, para o grupo de pacientes que se adaptaram ao modo ventilatório MRV, o modo de desmame é tão rápido quanto ao desmame manual porém, aos que não se adaptam ao modo ventilatório o tempo de desmame foi mais demorado. Acreditamos que este fato pode ter ocorrido por dois motivos: o tempo em que estes pacientes foram ventilados em MRV aumentou o tempo de desmame; e/ou estes pacientes já iriam ter um tempo de processo de desmame aumentado devido às suas particularidades como ansiedade, confusão e dor, processos estes que podem ser mais amplamente avaliados no desmame manual. Retirando estes pacientes do protocolo e da análise estatística, acabamos obtendo um valor de tempo de desmame comparativamente otimizado para o grupo de desmame automático.

Portanto, numa segunda análise, incluímos estes pacientes na amostra do grupo automático. O valor de tempo de desmame médio encontrado foi de $189,6 \pm 148,7$ minutos, 32,3 minutos a mais do que o tempo do grupo automático sem os pacientes que não se adaptaram à modalidade ventilatória. Contudo, ao comparar este novo dado ao tempo médio de desmame do grupo manual ($205,4 \pm 181$ minutos), não houve diferença do ponto de vista estatístico ($p=0,373$), sendo que a diferença entre os dois grupos foi de 15,8 minutos, o que é pouco significativo sob o ponto de vista clínico.

Ainda numa segunda análise, observamos em quanto tempo os nove pacientes excluídos foram transferidos para outra modalidade ventilatória para serem desmamados da ventilação mecânica, devido a não se adaptarem ao modo MRV. Os pacientes foram transferidos para a modalidade PS, com desmame manual, caso não se adaptassem ao modo MRV. Os três pacientes que não diminuíram a PS mesmo com padrão respiratório satisfatório, foram passados para o modo PS em média 110 minutos após o início do esforço inspiratório. Os seis pacientes que alcançaram a PS máxima (25 cmH₂O) por repetidas vezes também foram excluídos do protocolo após em média 151 minutos. Estes pacientes eram os agitados e confusos, portanto abaixavam a FR e consequentemente a PS quando estavam calmos, mas aumentaram várias vezes a PS até chegarem à PS máxima. A equipe então diminuía os valores da PS, respeitando os 8 mL/kg, porém o paciente voltava a alcançar a PS máxima. Ocorrido este fato por algumas vezes (não determinado pelo protocolo), a equipe decidia tirar o

paciente do protocolo e desmamá-lo no modo manual visando a segurança do paciente assim como otimizando a conduta frente ao seu estado clínico. O total de nove pacientes excluídos devido à não adaptação ao MRV foram transferidos para o modo PS com desmame manual em média com 137 minutos de tentativa de desmame no modo MRV. Acreditamos portanto, de acordo com nossa experiência, que os pacientes que não se adaptam ao MRV nas primeiras duas horas de desmame não irão ser bem sucedidos nesta modalidade de desmame da ventilação mecânica.

Por conseguinte, podemos concluir que o modo automático, embora diminua a pressão de suporte de acordo com o algoritmo interno, deve ser acompanhado de perto pelo fisioterapeuta, pois não atinge o seu objetivo na totalidade de pacientes. Nesta modalidade devemos ficar atentos quanto à adaptação do paciente à mesma, pois foi significativo o número de pacientes que não respondem bem a este tipo de desmame. Os pacientes que atingiram o valor de pressão de suporte máxima eram pacientes que acordavam agitados e confusos não conseguindo responder satisfatoriamente aos comandos dos cuidadores. Neste tipo de paciente o desmame automático não se mostrou o mais indicado.

Ao se iniciar este estudo, frente à reclamação dos cirurgiões de que o processo de desmame do paciente no pós-operatório era muito demorado, gostaríamos de averiguar se um modo computadorizado, portanto supostamente mais rápido nas tomadas de decisões, proporcionaria um desmame mais rápido do paciente. O desmame automático se mostrou tão rápido quanto o desmame manual. Atrelado a isso, também imaginamos que

se o desmame automático fosse tão rápido e seguro quanto o desmame manual, a equipe poderia utilizar o tempo que não necessitaria despende no desmame automático, em outras atividades como, por exemplo, dispor de mais tempo para os pacientes em desmame difícil ou ventilação prolongada. Assim, após a realização deste protocolo sugerimos que os pacientes colocados em MRV com o ajuste da pressão suporte máxima em 25 cmH₂O e que disparem o alarme de PS máxima devem ter seus parâmetros de FR alvo reajustados e ou retirados do modo MRV e colocados o mais rapidamente possível em PS.

Talvez, nestes nove pacientes em que o MRV não se mostrou eficaz, a frequência respiratória alvo deveria ser maior do que 15 rpm que foi o valor fisiológico escolhido, lembrando que o valor de FR alvo de 15 rpm tinha uma margem de mais ou menos 3 rpm. Isto é, a PS reduzia quando o paciente realizava uma FR menor do que 12 rpm e tinha seu valor aumentado quando a FR fosse maior do que 18 rpm. Portanto, ao invés da esperada diminuição da PS, o nível de assistência aumentou.

Lellouche e cols⁴³ em seu trabalho definiram uma zona de conforto, no modo KBS, estabelecida primariamente como uma frequência respiratória que pode variar livremente entre 15 e 30 rpm. Assim, o estabelecimento de uma zona de conforto, ao invés de parâmetros rígidos, pode ser a indicação futura dos melhores protocolos automáticos de desmame da ventilação mecânica.

Dojat e cols⁷⁸, em outro estudo de desmame automático definiram como “ventilação aceitável” uma frequência respiratória entre 12 e 28 rpm

para e evolução clínica de uma modalidade ventilatória em PS controlada por computador.

Em um estudo piloto de vinte crianças, comparando desmame computadorizado com desmame dirigido por médicos, Jouvét e col⁹⁶ tiveram três pacientes que não conseguiram ser desmamados no modo computadorizado de alça fechada. Todos os três exacerbaram suas doenças pulmonares, sendo que um teve que passar para o modo ventilatório habitual devido à agitação causada pela alta variação de frequência respiratória e volume corrente. De acordo com a experiência do grupo de Jouvét, o desmame através de um sistema de alça fechada não é adequada para pacientes com episódios incontroláveis de agitação, especialmente os pacientes com traqueomalácia e crianças abaixo da idade de 2 anos sem sedação. Consequentemente, este tipo de desmame pode não ser a melhor solução. Eles também relatam que o estudo piloto indica que esta forma de ventilação em que a tomada de decisão é realizada pelo computador mostra-se confiável para uma pequena população e necessita de validação para uma amostra maior de pacientes.

Os algoritmos de redução de pressão de suporte disponíveis em ventiladores micro processados disponíveis na UTI atualmente devem ser estudados minuciosamente para serem bem aplicados. A escolha de uma frequência respiratória de 15 rpm pode ter sido abaixo do nível ideal para o funcionamento adequado do algoritmo do MRV para a totalidade de nossos pacientes. Pois mesmo nos pacientes do grupo automático que concluíram o estudo, a flutuação de PS foi maior do que no grupo manual.

Observando os casos de exclusão no grupo automático, quando os pacientes não conseguiram concluir o estudo, a maioria foi devido à modalidade MRV. Seria aconselhável que houvesse ajustes ventilatórios mais detalhados disponíveis, ou que contemplassem a situação específica daquele paciente, para que o ventilador se adaptasse às necessidades dos mesmos.

Alguns sistemas computadorizados de desmame da ventilação mecânica como o sistema Smart Care® incorporado aos ventiladores Dräger®, permite mais parâmetros para o ajuste ventilatório. Além de uma zona de conforto de frequência respiratória, apresenta a possibilidade de incorporação da monitorização de P0.1, VC e ETCO₂ e ainda realização de testes de ventilação espontânea diários para a programação da retirada do paciente da ventilação mecânica.

No modo manual, a adequação da ventilação mecânica ao paciente ocorre através de ajustes individuais, realizados pela equipe da UTIA. Portanto, permite ajustes que deverão ser feitos de acordo com a mecânica pulmonar, troca gasosa e adaptação daquele paciente àquela situação específica, não estando atrelado a um valor restrito como a frequência respiratória. O modo automático não permite ser ajustado da mesma forma, a não ser que o algoritmo respiratório seja programado de acordo com os parâmetros de mecânica respiratória e troca gasosa e permita a adaptação individual de cada paciente ao protocolo, caracterizando-se como algoritmos inteligentes de desmame da ventilação mecânica. Wysocki e cols⁵⁷, em uma revisão de ventilação de alça-fechada, indica que este tipo de

ventilação tem se tornado mais freqüente e que os estudos disponíveis no momento, já suportam a hipótese de que o paciente se beneficiaria com a mesma. Em sua opinião, nas unidades de terapia intensiva ao redor do mundo guiadas pelo triunvirato de custo-eficácia, qualidade e segurança, este modo ventilatório será inevitável. Porém, relacionado especificamente ao desmame da ventilação mecânica, recomenda que mais estudos devam ser realizados, quanto ao desmame automático e computadorizado, antes do seu uso universal.

Outro ponto que deve ser notado é que durante o estudo, a equipe estava disponível para ajustar os parâmetros ventilatórios a cada trinta minutos no modo manual de desmame da ventilação mecânica. Porém na realidade, a UTI não dispõe desta facilidade na prática diária, pois os demais atributos da equipe não permitem que a mesma esteja a beira leito ajustando os parâmetros ventilatórios a cada trinta minutos. Outros estudos mostraram que o julgamento clínico está longe de ser perfeito e pode até mesmo prolongar o tempo de ventilação mecânica ^{35,97}. De certa forma, pode-se dizer que o tempo de desmame foi otimizado comparado à prática usual da nossa UTI. Estudos têm mostrado que o fator determinante para o desmame ventilatório mais rápido é a pronta identificação da capacidade de ventilação espontânea do paciente³ e portanto, pronto desmame e extubação.

Deve ser destacado que nenhum dos pacientes envolvidos no estudo necessitaram de reintubação e somente dois pacientes no grupo manual necessitou de ventilação não invasiva (sem diferença estatística entre os

dois grupos, com $p=0,505$), ambos sofreram cirurgia cardíaca. Esta população de pacientes cardíacos são pacientes que são mais propensos a necessitarem de ventilação não invasiva após a extubação^{98,99}. A literatura, inclusive, sugere o uso de ventilação não invasiva profilaticamente após a extubação destes pacientes para garantir o sucesso do desmame¹⁰⁰⁻¹⁰². Ambos os grupos, após as exclusões já discutidas tiveram a mesma taxa de sucesso de desmame.

7. CONCLUSÕES

7. CONCLUSÕES

7.1 Quanto ao tempo de desmame

A duração do tempo de desmame manual da pressão de suporte foi semelhante ao tempo de desmame automático da pressão de suporte ($p=0,167$) em pacientes em pós-operatório, ventilados mecanicamente que se adaptaram ao algoritmo do MRV.

7.2 Quanto aos valores medidos ao longo do desmame

Os níveis médios de pressão de suporte foram maiores no grupo de desmame automático ($p<0,001$), enquanto os valores médios de frequência respiratória foram menores ($p=0,01$) no mesmo grupo. Não houve diferença estatística nas médias dos valores de volume corrente, FR/VC, FiO₂ e SpO₂. Houve diferença estatística quanto ao valor médio de PEEP entre os dois grupos ($p<0,001$), porém esta diferença não foi importante sob o ponto de vista clínico.

7.3 Quanto à necessidade de reintubação e ventilação não Invasiva

Não houve necessidade de reintubação em nenhum dos grupos. Houve necessidade de ventilação não invasiva em dois pacientes do grupo manual ($p=0,505$), ambos sofreram cirurgia cardíaca.

8. PERSPECTIVAS FUTURAS

8. PERSPECTIVAS FUTURAS

A utilização de ventilação em alça fechada vem sendo cada vez mais freqüente nas unidades de terapia intensiva. Os estudos disponíveis no momento, já suportam a hipótese de que o paciente se beneficiaria com a mesma, pois é um modo ventilatório que além do ajuste automático de parâmetros ventilatórios, possui mais recursos de monitorização, sendo, portanto, teoricamente mais seguros. Porém, quanto ao seu uso em desmame da ventilação mecânica, recomenda-se que mais estudos devam ser realizados.

Através deste estudo pôde-se avaliar que há necessidade de ajustes automáticos mais complexos, maleáveis e em maior número para a adaptação em diversos tipos de população. Há necessidade de ajustes mais finos, que contemplem as diversas situações clínicas.

Observa-se desta forma, a necessidade de criação de novos algoritmos para o ajuste automático dos parâmetros ventilatórios. Um fator que auxiliaria no estudo de novos algoritmos seria a pesquisa do motivo pelo qual o paciente não se adapta a este tipo de desmame.

9. REFERÊNCIAS

9. REFERÊNCIAS

1. MacIntyre N. Discontinuing mechanical ventilatory support. *Chest*. 2007;132:1049-56.
2. Girard TD, Ely W. Protocol-driven ventilator weaning : reviewing the evidence. *Clin Chest Med*, 2008; 29: 241-52.
3. Esteban A, Frutos F, Tobin MJ et al. A comparison of four methods of weaning patients from mechanical ventilation. *N Engl J Med*. 1995;332(6):345-50.
4. Ely EW, Baker AM, Dunagan DP et al. Effect on the duration of mechanical ventilation of identifying patients capable of breathing spontaneously. *N Engl J Med*. 1996;335(25):1864-69.
5. Maede M, Guyatt G, Griffith L, et al. Introduction to a series of systematic reviews of weaning from mechanical ventilation. *Chest*. 2001;120:396-9.
6. Smyrnios NA, Connolly A, Wilson MM, et al. Effects of a multifaceted, multidisciplinary, hospital-wide quality improvement program on weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med*. 2002; 30(6):1224-30.
7. Epstein SK, Ciubotaru RL, Wong JB: Effect of failed extubation on the outcome of mechanical ventilation. *Chest* 1997; 112:186–192.

-
8. Lassence A, Alberti C, Azoulay E, et al. Impact of unplanned extubation and reintubation after weaning on nosocomial pneumonia risk in the intensive care unit. *Anesthesiology*. 2002;97(1):149-56.
 9. Tothaar RC, Epstein SK. Extubation failure: magnitude of the problem, impact on outcomes, and prevention. *Curr Opin Crit Care*. 2003;9:59-66.
 10. Holcomb BW, Wheeler AP, Ely EW. New ways to reduce unnecessary variation and improve outcomes in the intensive care unit. *Curr Opin Crit Care*. 2001, 7:304–31.
 11. Eskandar N, Apostolakos MJ. Weaning from mechanical ventilation. *Critical Care Clinics*. 2007;23:263-74.
 12. Kollef MH, Shapiro SD, Silver P et al. A randomized controlled trial of protocol directed vs physician directed weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med*. 1997;25:567-74.
 13. Esteban A, Alf I, Ibañez J et al. Modes of mechanical ventilation and weaning: a national survey of Spanish hospitals; the Spanish lung failures collaborative group. *Chest*. 1994;106:1188-93.
 14. Esteban A, Anzueto A, Alfa I et al. How is mechanical ventilation employed in the intensive care unit? An international utilization review. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000;161:1450-58.
 15. Ely EW, Meade MO, Haponik EF, et al. Mechanical ventilators weaning protocols driven by nonphysician health-care

- professionals: evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*. 2001; 120:454S–463S.
16. Tobin MJ, Jubran A. Weaning from mechanical ventilation. In Tobin MJ, 2ª edição. *Principal & Practice of Mechanical ventilation*. New-York: Mc-Graw Hill; 2006. 1185-1220.
17. Laghi F, Cattapan SE, Jubran A, et al. Is weaning failure caused by low frequency fatigue of the diaphragm? *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;167:120-7.
18. Niederman MS, Craven DE. Guidelines for the management of adults with hospital-acquired, ventilator-associated, and healthcare-associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med*. 2005; 171:388–416.
19. Torres A, Carlet J. Ventilator-associated pneumonia. *Eur Respir J* 2001; 17:1034–1045.
20. Rothaar RC, Epstein SK. Extubation failure: magnitude of the problem, impact on outcomes, and prevention. *Curr Opin Crit Care*. 2003;9:59-66.
21. de Lassence A, Alberti C, Azoulay E, et al. Impact of unplanned extubation and reintubation after weaning on nosocomial pneumonia risk in the intensive care unit: a prospective multicenter study. *Anesthesiology*. 2002;97(1):148-56).
22. Barbas CSV, Amato PMDP, Lorenzi Filho G et al. In Pneumologia: atualização e reciclagem. São Paulo: Editora Atheneu; 1996. 263-70.

-
23. Hoelz C, Junior MR, Silva CSM et al. Desmame da ventilação mecânica. In Elias Knobel. *Condutas do paciente grave*. 3ª. Edição. São Paulo: Editora Atheneu;2006. 515-25.
 24. Koga T, Watanabe K, Sno M, et al. Breathing intolerance index. *Am J Phys Med Rehabil*. 2006; 85(1):24-30.
 25. MacIntyre NR, Cook DJ, Ely EW et al. Evidence-based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support. A collective task force facilitated by American College of Chest Physicians; the American association for Respiratory Care; and American College of Critical Care Medicine. *Chest*. 2001;120(suppl):375S-95S.
 26. Meade M, Guyatt G, Cook D, et al. Predicting success in weaning from mechanical ventilation. *Chest*. 2001;120:400-24.
 27. Epstein SK. Controversies in weaning from mechanical ventilation. *J Inten Care Med*. 2001;16(6): 270-86.
 28. Yang KL, Tobin MJ. A prospective study of indexes predicting the outcome of trial of weaning from mechanical ventilation. *N Engl J Med*. 1991; 324:1445-50.
 29. Epstein SK. Evaluation of the rapid shallow breathing index in the clinical setting. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995;152:545-49.
 30. Kollef MH, Shapiro SD, Silver P et al. A Randomized, controlled trial of protocol-directed versus physician-directed weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med*. 1997; 25: 567-74.

-
31. Brochard L, Rauss A, Benito S et al. Comparison of three methods of gradual withdrawal from ventilatory support during weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med.* 1994; 150: 896-903.
 32. Rosinha SRPO, Lobo SMA, Shanches HS, et al. The use of noninvasive ventilation after weaning of acute respiratory failure prevent re-intubation and decrease hospital mortality. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;165(8):A686.
 33. Nava S, Ambrosino N, Nicolino MD. Noninvasive mechanical ventilation in the weaning of patients with respiratory failure due to chronic obstructive pulmonary disease. A randomized controlled trial. *Annals of Internal Medicine.* 1998;128(9): 721-28.
 34. Hess DR. Liberation from mechanical ventilation: weaning the patient or weaning old-fashioned ideas? *Crit Care Med.* 2002;30(9): 2154-5.
 35. Laghi F; Karamchandani K, Tobin, MJ. Influence of ventilator settings in determining respiratory frequency during mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999;160(5): 1766-70.
 36. Tanios MA, Nevins ML, Hendra KP, et al. The use of weaning parameters prolongs mechanical ventilation time. *Chest.* 2001;120(4): 190S-191S.
 37. Tobert DG, Simon PM, Stroetz RW, et al. The determinants of respiratory rate during mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997;155:485-92.

-
38. Tobin MJ, Perez W, Guenther SM, et al: The pattern of breathing during successful and unsuccessful trials of weaning from mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis.* 1986;134:1111-8.
 39. Esteban A, Alia I, Gordo F, et al: Extubation outcome after spontaneous breathing trial with T-piece or pressure support ventilation. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997; 156: 459-465.
 40. Ely EW, Baker AM, Dunagan DP et al. Effect on the duration of mechanical ventilation of identifying patients capable of breathing spontaneously. *N Engl J Med.* 1996;335:1864-9.
 41. Slutsky AS, Hudson LD. PEEP or No PEEP - Lung Recruitment May Be the Solution. *N Engl J Med.* 2006;354(17):1839-41.
 42. Wetterslev J, Hansen EG, Roikjaer O, et al. Optimizing perioperative compliance with PEEP during upper abdominal surgery: effects on perioperative oxygenation and complications in patients without preoperative cardiopulmonary dysfunction. *European Journal of Anaesthesiology.* 2001;18(6):358-365.
 43. Lellouche F, Mancebo J, Jolliet P, et al. A multicenter randomized trial of computer-driven protocolized weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care.* 2006; 174: 894-900.

-
44. Chia JY, Clay AS. Effects of respiratory-therapist driven protocols on house-staff knowledge and education of mechanical ventilation. *Clin Chest Med*. 2008; 29:313-21.
 45. Ibrahim EH, Kollef MH. Using protocols to improve the outcomes of mechanically ventilated patients. Focus on weaning and sedation. *Critical Care Clinics*. 2001;17(4):989-1001.
 46. Morris AH. Treatment algorithms and protocolized care. *Curr Opin Crit Care*. 2003;9(3):236-40.
 47. Morris AH. Decision support and safety of clinical environments. *Qual Saf Health Care*. 2002;11(1):69-75.
 48. Holcomb BW, Wheeler AP, Ely EW. New ways to reduce unnecessary variation and improve outcomes in the intensive care unit. *Curr Opin Crit Care*. 2001;7(4):304-11.
 49. Hammond JJ. Protocols and guidelines in critical care: development and implementation. *Curr Opin Crit Care*. 2001;7(6):464-8.
 50. Chatburn RL, Deem S. Respiratory controversies in the critical care setting. Should weaning protocols be used with all patients who receive mechanical ventilation?. *Respiratory Care*. 2007;52(5):609-19.

-
51. Timmermans S, Mauck A. The promises and pitfalls of evidence-based medicine. *Health Affairs*. 2005;24(1):18-28.
52. Cabana MD, Rand CS, Powe NR, et al. Why don't physicians follow clinical practice guidelines? A framework for improvement. *JAMA*. 1999;282(15):1458-65.
53. Cohen IL, Bari N, Strosberg MA, et al. Reduction of duration and cost of mechanical ventilation in an intensive care unit by use of a ventilatory management team. *Critical Care Medicine*. 1991;19(10):1278-84.
54. Wood G, MacLeod B, Moffatt S. Weaning from mechanical ventilation: physician-directed vs a respiratory-therapist-directed protocol. *Respiratory Care*. 1995;40(3):219-24.
55. Krishnan JA, Moore D, Robeson C, et al. A prospective, controlled trial of a protocol-based strategy to discontinue mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2004;169(6):673-8.
56. Saxton GA Jr, Myers G. A servomechanism for automatic regulation of pulmonary ventilation. *J Appl Physiol*. 1957;11(2):326-8 apud Wysocki M, Brunner JX. Closed-loop ventilation: an emerging standard of care? *Critical Care Clinics*. 2007;23:223-40.

-
57. Wysocki M, Brunner JX. Closed-loop ventilation: an emerging standard of care? *Critical Care Clinics*. 2007;23:223-40.
58. Tehrany F, Rogers M, Lo T, et al. A Dual Closed-loop control system for mechanical ventilation. *J Clin Monit*. 2004; 18:111-29.
59. Martinoni EP, Pfister CA, Standler KS, et al. Model-based control of mechanical ventilation: design and clinical validation. *Br J Anaesth*. 2004;92:800-7.
60. Banner MJ, Blanch PB, Gabrielli A. Tracheal pressure control provides automatic and variable inspiratory pressure assist to decrease the imposed resistive work of breathing. *Crit Care Med*. 2002;30(5):1106-11.
61. Tassaux D, Dalmas E, Gratadour P, et al. Patient-ventilator interactions during partial ventilatory support: a preliminary study comparing the effects of adaptive support ventilation with synchronized intermittent mandatory ventilation plus inspiratory pressure support. *Crit Care Med*. 2002;30:801-7.
62. Tehrany F, Rogers M, Lo T. Closed-Loop control of the inspired fraction of oxygen in mechanical ventilation. *J Clin Monit*. 2002;17:367-76.
63. Iotti GA, Brunner J, Braschi A, et al. Closed-loop control of airway occlusion pressure at 0.1 second ($P_{sub 0.1}$) applied to pressure-support ventilation: Algorithm and application in intubated patients. *Crit Care Med*. 1996;24(5):771-9.

-
64. Branson RD. Techniques for automated feedback control of mechanical ventilation. *Seminar in Respiratory and Critical Care Medicine*. 2000; 21(3): 203-9.
65. Boyle D, O'Connell D, Platt F, et al. Iatrogenic complications in adult intensive care units: a prospective two-center study. *Crit Care Med*. 2006;34(5):1532-7.
66. Morris AH. Developing and implementing computerized protocols for standardization of clinical decisions. *Annals of Internal Medicine*. 2000;132(5):373-83.
67. Morris AH, Rational use of computerized protocols in the intensive care unit. *Crit Care*. 2001;5(5):249-54.
68. Iregui M, Ward S, Clinikscale D, et al. Use of a handheld computer by respiratory care practitioners to improve the efficiency of weaning patients from mechanical ventilation. *Crit Care Med*. 2002; 30:2038-43.
69. Younes M. Proportional assist ventilation, a new approach to ventilatory support. Theory. *Am Rev Respir Dis*. 1992;145(1):114-20.
70. Branson RD, Johannigman JA. What is the evidence base for newer ventilation modes? *Respir Care*. 2004;49(7):742-60.

-
71. Kondili E, Prinianakis G, Alexopoulou C, et al. Respiratory load compensation during mechanical ventilation-proportional assist ventilation with load-adjustable gain factor versus pressure support. *Intensive Care Med.* 2006;32(5):692-9.
72. Sinderby C, Beck J. Proportional assist ventilation and neurally adjusted ventilatory assist- Better approaches to patient ventilator synchrony? *Clin Chest Med.* 2008;29:329-42.
73. Allo J, Beck JC, Brander L, et al. Influence of neurally adjusted ventilatory assist and positive end-expiratory pressure on breathing pattern in rabbits with acute lung injury. *Crit Care Med.* 2006;34:2997–3004.
74. Sinderby C, Beck J, Spahija J. Inspiratory muscle unloading by neurally adjusted ventilatory assist during maximal inspiratory efforts in healthy subjects. *Chest.* 2007; 131:711–7.
75. Spahija J, Beck J, Marchie M. Closed-loop control of respiratory drive using pressure-support ventilation- target drive ventilation. *Am J Respir Crit Care Med.* 2005;171:1009-14.
76. Dojat M, Harf A, Touchard D et al. Evaluation of a knowledge-based system providing ventilatory management and decision for extubation. *Am J Respir Crit Care Med.* 1996;153(3):997-1004.

-
77. Bouadma L, Lellouche F, Cabello B et al. Computer-driven management of prolonged mechanical ventilation and weaning: a pilot study. *Intensive Care Med.* 2005;31(10):1446-50.
78. Dojat M, Harf A, Touchard D, et al. Clinical evaluation of a computer-controlled pressure support mode. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000;161:1161-6.
79. Dojat M, Brochard L, Lemire F. et al. A knowledge-based system for assisted ventilation of patients in intensive care units. *Int J Clin Monit Comput.* 1992;9:239-250.
80. Laubscher TP, Fruitger A, Falconi S et al. Automatic selection of tidal volume, respiratory frequency, and minute ventilation in intubated ICU patients as start up procedure for closed-loop controlled ventilation. *Int J Clin Monit Comput.* 1994;11(1): 19-30.
81. Tehrani F, Rogers M, Lo T, et al. A dual closed-loop control system for mechanical ventilation. *Journal of Clinical Monitoring & Computing.* 2004;18(2):111-29.
82. Brunner JX, Iotti GA. Adaptive Support Ventilation (ASV). *Minerva Anestesiologica.* 2002;68(5):365-8.
83. Tassoux D, Dalmas E, Gratadour P, et al. Patient-ventilator interactions during partial ventilatory support: a preliminary study

comparing the effects of adaptive support ventilation with synchronized intermittent mandatory ventilation plus inspiratory pressure support. *Crit Care Med.* 2002; 30(4):801-7.

84. Petter AH, Chioléro RL, Cassina T, et al. Automatic “Respirator/Weaning” with Adaptive Support Ventilation: The Effect on Duration of Endotracheal Intubation and Patient Management. *Anesth Analg.* 2003;97:1743–50.

85. Brochard L, Rua F, Lorino H, et al. Inspiratory pressure support compensates for the additional work of breathing caused by the endotracheal tube. *Anesthesiology.* 1991;75:739–45.

86. Arnal JM, Wysocki M, Nafati C, et al. Automatic selection of breathing pattern using adaptive support ventilation. *Intensive Care Med.* 2008;34(1):75-81.

87. Arnal JM, Nafati C, Wysocki M, et al. Utilization of adaptive support ventilation (ASV) in a polyvalent intensive care unit. *Intensive Care Med.* 2004;30:S84.

88. Banner MJ, Kirby RR, MacIntyre NR. Patients and ventilator work of breathing and ventilatory muscle loads at different levels of pressure support ventilation. *Chest.* 1991; 100:531-6.

-
89. Bachmann PV, Annat G, Delafosse B, et al. Mandatory rate ventilation during the period of weaning. *Anesthesiology*. 1991. 75(suppl): A253.
90. Langevin, B; Robert, D. Mandatory frequency pressure support ventilation during the weaning process. *Resp na Crit Care Med*. 1994. 149.
91. Chopin C, Chambrin MC. Les bucles d'asservissement en assistance ventilatoire. In: Brochard L, Mancebo J (eds). *Reanimation Ventilation artificielle, Principes et applications*. Paris : Arnnet, 1994: 199-213.
92. Garcia-Pérez ML, Juste J, Marti F, et al. Comparison of three protocols for rapid weaning from mechanical ventilation in post-operative patients. *Crit Care Med*. 1999;27(12):A108.
93. Taniguchi C, Cavaleiro LV, Rodrigues MJr, et al. Automatic pressure support reduction is effective in weaning pos-operative patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 2004;169(7):A121
94. Zeneroli ML, Venturini I, Avallone R, et al. Hepatic encephalopathy in liver transplant recipients precipitated by benzodiazepines present in transfused blood¹. *Transplantation*. 1996;62(6):764-7.

-
95. Cordoba Juan, Minguez B. Hepatic Encephalopathy. *Seminars in Liver Disease. Complications of Cirrhosis*. 2008;28(1):70-80.
 96. Jouvett P, Farges C, Hatzakis G, et al. Weaning children from mechanical ventilation with a computer-driven system (closed-loop protocol): A pilot study. *Pediatr Crit Care Med*. 2007;8(5):425-32.
 97. Stroetz RW, Hubmayr RD. Tidal volume maintenance during weaning with pressure support. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995;152:1034-40.
 98. Stefano N, Cesare G, Francesco F, et al. Noninvasive ventilation to prevent respiratory failure after extubation in high-risk patients. *Crit Care Med*. 2005;33(11):2465-2470.
 99. Gil B, Frutos-Vivar F, Esteban A. Deleterious Effects of Reintubation of Mechanically Ventilated Patients. *Clinical Pulmonary Medicine*. 2003;10(4):226-230.).
 100. Ferrer M, Bernadich O, Alarcon A, et al. Noninvasive Ventilation During Weaning From Mechanical Ventilation. *Clinical Pulmonary Medicine*. 2002;9(5):279-283.
 101. Ferrer M, Valencia M, Nicolas JM, et al. Early Noninvasive Ventilation Averts Extubation Failure in Patients at Risk. *Am J Respir Crit Care Med*. 2006;173:164–70.

-
102. Nava S, Gregoretti C, Fanfulla F, et al. Noninvasive ventilation to prevent respiratory failure after extubation in high-risk patients. *Crit Care Med.* 2005; 33:2465–2470.

10. APÊNDICES

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

INFLUÊNCIA DA DIMINUIÇÃO AUTOMÁTICA DA PRESSÃO SUPORTE NO DESMAME DA VENTILAÇÃO MECÂNICA EM PÓS-OPERATÓRIO: ESTUDO PROSPECTIVO, CONTROLADO E RANDOMIZADO.

1. INTRODUÇÃO:

Você está convidado, na qualidade de responsável pelo paciente abaixo discriminado, a participar, voluntariamente, no estudo supra citado. Este estudo é voltado aos pacientes em desmame do ventilador mecânico, no pós-operatório de cirurgias cardíacas, abdominais e torácicas, entre outras. Serão estudados 20 pacientes, que serão desmamados da pressão positiva, proporcionado pelo ventilador mecânico, de maneira automática ou manual. Todos os pacientes receberão tratamento preconizado para sua condição clínica.

Este estudo será realizado no centro de terapia intensiva do Hospital Israelita Albert Einstein na cidade de São Paulo, num período de dois anos (outubro de 2001 a outubro de 2003).

2. PROPOSTA DE ESTUDO;

Comparar de maneira prospectiva, controlada e randomizada, o tempo gasto para desmame e a extubação dos pacientes em pós-operatório entre: redução da PS por dispositivo automático e computadorizado (disponível no ventilador TAEMA) e a redução manual, realizada pela equipe da CTI.

3. QUALIFICAÇÕES DO PARTICIPANTE:

- O paciente deve ter, no mínimo, 18 anos de idade completos.
- Deve estar sob ventilação mecânica, em pós operatório.
- O paciente não deve ter doença pulmonar pregressa.

O paciente ou seu responsável poderá recusar a participação do estudo em qualquer momento, sem que haja qualquer prejuízo ao paciente.

4. PROCEDIMENTO DO ESTUDO:

Caso o paciente participe deste estudo, em pós-operatório de cirurgia cardíaca, torácica, abdominal entre outras, chegará à CTI-adulto em intubação traqueal, assim, necessitando de ventilação mecânica. Será colocado em ventilação mecânica no ventilador Servo 900C ou no ventilador Taema. Os pacientes fazendo uso de ambos ventiladores iniciarão a ventilação mecânica em modo ventilatório onde o aparelho

controla a respiração do paciente, o suficiente para o mesmo ventilar adequadamente.. Quando o paciente começar a exercer esforço respiratório (detectável em ambos os aparelhos), iniciar-se-á o processo de desmame da ventilação mecânica. O aparelho será passado para um modo ventilatório em que o paciente controla a respiração, recebendo ajuda do aparelho. A ajuda será então, gradativamente diminuída, sempre respeitando as necessidades ventilatórias do paciente. O paciente que estiver ventilando no aparelho Servo 900C, terá o nível de ajuda ventilatória diminuída pela equipe da CTI-adulto de 30 em 30 minutos. Enquanto o paciente que estiver ventilando no aparelho Taema terá a ajuda diminuída de maneira computadorizada, automática do aparelho, de maneira segura.

Quando o paciente estiver respirando em ajuda mínima (simulando a respiração espontânea, sem a cânula traqueal), ocorrerá a extubação. Recebendo em seguida, oxigenioterapia, para manter oxigenação adequada..

Ambos os grupos receberão suporte ventilatório, caso necessário, após a extubação.

Assim como serão submetidos aos mesmos procedimentos, variando apenas o modo de desmame do ventilador mecânico, sendo de modo manual ou automático, dependendo do aparelho usado.

5. RISCOS

O estudo, *per se*, não oferece riscos adicionais àqueles pertinentes ao tratamento e monitoração de sua doença. Os procedimentos adotados são práticas comuns do tratamento intensivo de pacientes graves. Em nenhum momento o paciente deixará de receber qualquer tratamento que seja considerado o mais apropriado para aquela condição.

6. PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA

A participação é absolutamente voluntária neste estudo. Você pode recusar a participação deste paciente ou interromper a participação do mesmo a qualquer momento, sem que este sofra qualquer penalidade ou perda de qualquer benefício.

7. QUESTÕES

Se você tiver qualquer questionamento, dúvidas sobre seus direitos ou necessitar informações adicionais, queira contatar Dra. Carmen Sílvia Valente Barbas. Este profissional ou qualquer outro da equipe do estudo, estará disponível para prestar esclarecimento sempre que necessário.

8. SIGILO

As informações obtidas com este estudo serão divididas apenas com o médico assistente e com comitê de ética deste hospital. Após a conclusão deste estudo, os resultados serão divulgados em uma revista médica especializada sem a identificação dos pacientes.

9. ADENDO

O consentimento para a participação deste estudo será solicitado ao próprio paciente quando a condição clínica deste permitir. Na impossibilidade do próprio paciente consentir sua participação, um familiar próximo, ou responsável legal assumirá a responsabilidade do paciente em questão.

10. ASSINATURAS

Para ser incluído neste estudo, o paciente ou seu representante legal deve assinar esta página. Para fazer isto, você deve estar de acordo com o seguinte:

Você deve ter lido e entendido todas as informações contidas neste TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.

Nome do paciente

DATA:

Assinatura do paciente ou responsável legal

DATA:

Assinatura da pessoa que obteve o consentimento

DATA

Assinatura do investigador (caso não tenha assinado acima)

DATA

APÊNDICE B**DELINEAMENTO DO ESTUDO E COLETA DE DADOS:**

*Pacientes em pós-operatório:

Cirurgia cardíaca _____

Cirurgia torácica _____

Cirurgia abdominal _____

Outros: _____

Etiqueta do paciente

Admissão na UTI: data: ____/____/____ Hora: ____:____

*Sedação recebida:

Droga 1: _____ dose: _____ Hora: ____:____,____:____

Droga 2: _____ dose: _____ Hora: ____:____,____:____

Droga 3: _____ dose: _____ Hora: ____:____,____:____

Droga 4: _____ dose: _____ Hora: ____:____,____:____

RANDOMIZAÇÃO:**Grupo I**

PS suficiente para VC=8mL/kg

FR/VC<80

Diminuir OS gradativamente

Mantendo FR/VC<80

Grupo II

PS inicial suficiente para

VC=8mL/kg

PS máxima=25cmH₂O

FR alvo= 15, FRmínima= 8

Diminuição automática da PS

Quando paciente iniciar esforço inspiratório:

Data: ____/____/____ Hora: ____:____

Quando PS entre 5 e 7, PEEP=5cmH₂O, FIO₂=40% com SpO₂> 95%, FR/VC(L)<80
paciente estável hemodinamicamente sem arritmias, prosseguir extubação.

*Extubação: Data: ____/____/____ Hora: ____:____

*Reintubação nas primeiras 48 horas: Sim: _____ Não: _____

Motivo: _____

*VNI nas primeiras 48 horas: Sim: _____ Não: _____

Motivo: _____

APÊNDICE C

Avaliação	PS	VC	FR	FR/VC (L)	FiO₂	SpO₂	PEEP
1	PS:	VC:	FR:	FR/VC:	FiO ₂ :	SpO ₂ :	PEEP:
2	PS:	VC:	FR:	FR/VC:	FiO ₂ :	SpO ₂ :	PEEP:
3	PS:	VC:	FR:	FR/VC:	FiO ₂ :	SpO ₂ :	PEEP:
4	PS:	VC:	FR:	FR/VC:	FiO ₂ :	SpO ₂ :	PEEP:
5	PS:	VC:	FR:	FR/VC:	FiO ₂ :	SpO ₂ :	PEEP:
6	PS:	VC:	FR:	FR/VC:	FiO ₂ :	SpO ₂ :	PEEP:
7	PS:	VC:	FR:	FR/VC:	FiO ₂ :	SpO ₂ :	PEEP:
8	PS:	VC:	FR:	FR/VC:	FiO ₂ :	SpO ₂ :	PEEP:
9	PS:	VC:	FR:	FR/VC:	FiO ₂ :	SpO ₂ :	PEEP:
10	PS:	VC:	FR:	FR/VC:	FiO ₂ :	SpO ₂ :	PEEP:
11	PS:	VC:	FR:	FR/VC:	FiO ₂ :	SpO ₂ :	PEEP:
12	PS:	VC:	FR:	FR/VC:	FiO ₂ :	SpO ₂ :	PEEP:
13	PS:	VC:	FR:	FR/VC:	FiO ₂ :	SpO ₂ :	PEEP:
14	PS:	VC:	FR:	FR/VC:	FiO ₂ :	SpO ₂ :	PEEP:
15	PS:	VC:	FR:	FR/VC:	FiO ₂ :	SpO ₂ :	PEEP:
16	PS:	VC:	FR:	FR/VC:	FiO ₂ :	SpO ₂ :	PEEP:
17	PS:	VC:	FR:	FR/VC:	FiO ₂ :	SpO ₂ :	PEEP:
18	PS:	VC:	FR:	FR/VC:	FiO ₂ :	SpO ₂ :	PEEP:
19	PS:	VC:	FR:	FR/VC:	FiO ₂ :	SpO ₂ :	PEEP:
20	PS:	VC:	FR:	FR/VC:	FiO ₂ :	SpO ₂ :	PEEP: