

LUDMILA SOCCIO MONTEIRO

**COMPARAÇÃO DE DOIS MÉTODOS DE MENSURAÇÃO
DA PRESSÃO INSPIRATÓRIA MÁXIMA EM
PACIENTES COM E SEM ALTERAÇÕES DO NÍVEL
DE CONSCIÊNCIA**

CAMPINAS

2006

LUDMILA SOCCIO MONTEIRO

**COMPARAÇÃO DE DOIS MÉTODOS DE MENSURAÇÃO
DA PRESSÃO INSPIRATÓRIA MÁXIMA EM
PACIENTES COM E SEM ALTERAÇÕES DO NÍVEL
DE CONSCIÊNCIA**

*Dissertação de Mestrado apresentada à Pós-Graduação da
Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual
de Campinas, para obtenção do título de Mestre em
Cirurgia, área de concentração em Pesquisa Experimental*

ORIENTADOR: PROF. DR. SEBASTIÃO ARAÚJO

CAMPINAS

2006

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

Bibliotecário: Sandra Lúcia Pereira – CRB-8ª / 6044

M764c Monteiro, Ludmila Soccio
Comparação de dois métodos de mensuração da pressão inspiratória máxima em pacientes com e sem alterações do nível de consciência / Ludmila Soccio Monteiro. Campinas, SP : [s.n.], 2006.

Orientador : Sebastião Araújo
Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Ciências Médicas.

1. Desmame do Respirador. 2. Respiração Artificial. 3. Pressão Inspiratória Máxima. 4. Ventilação Mecânica. 5. Fluxo unidirecional. 6. Estado de consciência. 7. Desmame. I. Araújo, Sebastião. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. IV. Título.

Título em inglês : Comparison of two methods of measurement of maximal inspiratory pressure in patients with and without alterations of the level of conscience

Keywords: • Respiratory weaning
• Artificial respiration
• Maximal Inspiratory Pressure
• Mechanical ventilation
• Unidirectional flow
• Level of conscience
• Weaning

Área de concentração : Pesquisa Experimental

Titulação: Mestrado em Cirurgia

**Banca examinadora: Prof Dr Sebastião Araújo
Profa. Dra. Desanka Dragosavak
Profa. Dra. Eliane Zacharias**


Data da defesa: 10-11-2006

Banca examinadora da Dissertação de Mestrado

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Araújo

Membros:

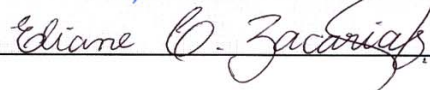
1. Prof. Dr. Sebastião Araújo



2. Prof^a. Dr^a. Desanka Dragosavac



3. Prof^a. Dr^a. Eliane Cristina Zacarias



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

Data: 10/11/2006

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais, Wilson Alves Monteiro e Maria Cecília Soccio Monteiro, pelo constante esforço para minha formação e pelo amor incondicional que me deram.

Aos meus irmãos, que sempre participaram como verdadeiros alicerces de tudo que sou.

Aos meus sobrinhos, pelo simples fato de existirem!

A Deus, por se mostrar em todos os momentos sempre ao meu lado.

Ao Prof. Dr. Sebastião Araújo, pela orientação, acompanhamento e paciência que dedicou a este trabalho e a mim. Pelas sugestões valiosas, conduzindo de forma coerente a construção deste trabalho.

À amiga e colega Cristina Aparecida Veloso Guedes, por ter me apresentado ao tema central e pelas sábias idéias que facilitaram sobremaneira a execução do meu projeto, e também por todo conhecimento que me tem transmitido desde 2003.

Ao Alberto, que mesmo à distância se fez presente, incentivando-me e dando força para que eu pudesse dar mais este passo importante na minha vida.

A todos os amigos de Tanabi, Campinas e São Paulo, que estiveram sempre ao meu lado, principalmente nos momentos de desânimo e dificuldade.

A todos os fisioterapeutas e médicos da UTI Adulto do HC da Unicamp pela colaboração direta ou indireta na realização deste trabalho.

	PAG.
RESUMO.....	<i>xiii</i>
ABSTRACT.....	<i>xv</i>
1- INTRODUÇÃO.....	17
2- OBJETIVOS.....	23
3- SUJEITOS E MÉTODO.....	25
3.1- População de estudo.....	26
3.2- Critérios de inclusão.....	26
3.3- Critérios de exclusão.....	27
3.4- Materiais.....	27
3.5- Protocolo de estudo.....	28
3.6- Análise estatística.....	30
4- RESULTADOS.....	32
5- DISCUSSÃO.....	43
6- CONCLUSÕES.....	55
7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
8- APÊNDICES.....	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	antes
ANOVA	análise de variância (<i>analysis of variance</i>)
AVCH	acidente vascular cerebral hemorrágico
BCP	broncopneumonia
bpm	batimentos por minuto
Ca	câncer
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
cmH ₂ O	centímetro de água
CO ₂	gás carbônico
CPT	capacidade pulmonar total
CRF	capacidade residual funcional
D	direita
DP	desvio padrão
DPOC	doença pulmonar obstrutiva crônica
EAP	edema agudo pulmonar
ECGL	escala de coma de Glasgow
FAB	ferimento por arma branca
FAF	ferimento por arma de fogo
FC	frequência cardíaca
FCM	Faculdade de Ciências Médicas
FiO ₂	fração inspirada de oxigênio

GCS	<i>Glasgow coma scale</i>
HC	Hospital das Clínicas
IAM	infarto agudo do miocárdio
ICC	insuficiência cardíaca congestiva
L ₀	comprimento de descanso muscular
LOC	<i>level of conscience</i>
μg/kg/min	micrograma por kilograma de peso por minuto
MM	método descrito por Marini et al. (1986)
mmHg	milímetros de mercúrio
MV	<i>mechanical ventilation</i>
n	número amostral
N ^o .	número
O ₂	oxigênio
P	pós
P _{0,1}	pressão de oclusão mensurada durante os 100 milisegundos iniciais da inspiração
PB	método oferecido pelo <i>software</i> do respirador <i>Puritan Benett 7200</i>
PCR	parada cardiorrespiratória
PEEP	pressão positiva no final da expiração
P _i	pressão de retração elástica dos pulmões
PE _{max}	pressão expiratória máxima
PE _{maxCPT}	pressão inspiratória máxima medida em nível da capacidade pulmonar total
PI _{max}	pressão inspiratória máxima
PI _{maxVR}	pressão inspiratória máxima medida em nível do volume residual
P _{musEXP}	pressão dos músculos expiratórios

P_{musINSP}	pressão dos músculos inspiratórios
PO	pós-operatório
P_{rs}	pressão de retração elástica do sistema respiratório
Pte	paciente
P_w	pressão de retração da caixa torácica
RVM	revascularização miocárdica
SDRA	síndrome do desconforto respiratório agudo
SpO_2	saturação periférica de oxigênio
T_4	quarta vértebra torácica
T_{20}	tempo de oclusão de vinte segundos
TCE	traumatismo craniencefálico
TEP	tromboembolismo pulmonar
T_{id}	tempo de oclusão por tempo indeterminado
TOT	tubo orotraqueal
TRAQ	traqueostomia
TRM	trauma raqui-medular
Tu	tumor
Tx	transplante
Unicamp	Universidade Estadual de Campinas
UTI	unidade de terapia intensiva
UTI-A	unidade de terapia intensiva adulto
VM	ventilação mecânica
VPS	ventilação com pressão de suporte
VR	volume residual

	PÁG.
Tabela 1- Características demográficas, pontuação na escala de coma de Glasgow (ECGL), diagnósticos principais, tempo de ventilação mecânica e tipos de vias aéreas dos pacientes.....	33
Tabela 2- Análise descritiva e comparações da idade (em anos) para os dois grupos.....	34
Tabela 3- Distribuição dos sexos nos grupos.....	34
Tabela 4- Análise descritiva e comparações do tempo de ventilação mecânica (em dias) para os dois grupos.....	34
Tabela 5- Análise descritiva e comparações das medidas de FC (bpm) e SpO ₂ (%) antes (A) da mensuração da PI _{max} , no grupo total (n = 28).....	35
Tabela 6- Análise descritiva e comparações das medidas de FC (bpm) e SpO ₂ (%) entre os momentos antes (A) e após (P) a mensuração da PI _{max} pelos métodos T ₂₀ e T _{id} , no grupo total (n = 28).....	35
Tabela 7- Análise descritiva e comparação da medida de PI _{max} (cmH ₂ O) pelos dois métodos, no grupo total (n = 28).....	36
Tabela 8- Análise descritiva e comparações do tempo necessário (em segundos) para a obtenção da PI _{max} pelo método T _{id} para os dois grupos (ECGL < 15 e ECGL = 15) e para o grupo total (n = 28).....	36
Tabela 9- Valores da FC (bpm) antes (A) e após (P) as medidas da PI _{max} pelo método T ₂₀ nos grupos ECGL < 15 (n = 14) e ECGL = 15 (n = 14).....	37

Tabela 10-	Valores da FC (bpm) antes (A) e após (P) as medidas da PI_{max} pelo método T_{id} nos grupos $ECGL < 15$ ($n = 14$) e $ECGL = 15$ ($n = 14$).....	38
Tabela 11-	Valores da SpO_2 (%) antes (A) e após (P) as medidas da PI_{max} pelo método T_{20} nos grupos $ECGL < 15$ ($n = 14$) e $ECGL = 15$ ($n = 14$).....	39
Tabela 12-	Valores da SpO_2 (%) antes (A) e após (P) as medidas da PI_{max} pelo método T_{id} nos grupos $ECGL < 15$ ($n = 14$) e $ECGL = 15$ ($n = 14$).....	40
Tabela 13-	Valores da PI_{max} (cmH ₂ O) pelos métodos T_{20} e T_{id} nos grupos $ECGL < 15$ ($n = 14$) e $ECGL = 15$ ($n = 14$).....	41

	PÁG.
Figura 1- Manovacuômetro MV-300, da marca Ger-Ar.....	28
Figura 2- Válvula unidirecional.....	28
Figura 3- Aferição da PI_{max}	30
Figura 4- Valores (média \pm DP) da FC (bpm), antes e após as medidas da PI_{max} pelo método T_{20} , em cada grupo (p-valor grupo = 0,5305; p-valor tempo = 0,0063 ; p-valor tempo*grupo = 0,8044).....	37
Figura 5- Valores (média \pm DP) da FC (bpm), antes e após as medidas de PI_{max} pelo método T_{id} , em cada grupo [p-valor grupo = 0,6308; p-valor tempo = 0,0002 (antes < após); p-valor tempo *grupo = 0,0945].....	38
Figura 6- Valores (média \pm DP) da SpO_2 (%), antes e após as medidas da PI_{max} pelo método T_{20} , em cada grupo (p-valor grupo = 0,3155; p-valor tempo = 0,0171; p-valor tempo*grupo = 0,0489).....	39
Figura 7- Valores (média \pm DP) da SpO_2 (%), antes e após as medidas da PI_{max} pelo método T_{id} , em cada grupo (p-valor grupo = 0,2309; p-valor tempo = 0,0061 ; p-valor tempo*grupo = 0,1253).....	40
Figura 8- Valores (média \pm DP) da PI_{max} (cmH ₂ O) obtidas pelos métodos T_{20} e T_{id} , em cada grupo, (p-valor grupo = 0,1415; p-valor método < 0,0001 ; p-valor método*grupo = 0,0034).....	41

RESUMO

Antecedentes. A aferição da pressão inspiratória máxima (PI_{max}) é um método efetivo para avaliação da força muscular inspiratória, usada também como método diagnóstico e como índice preditivo de desmame da ventilação mecânica. Porém, não existe consenso na literatura sobre o tempo de oclusão de vias aéreas necessário para se obter uma PI_{max} verdadeira durante o desmame da ventilação mecânica. **Objetivos.** Comparar dois métodos de mensuração da PI_{max} e avaliar se o nível de consciência interfere nos valores obtidos. **Métodos.** Vinte e oito pacientes de ambos os sexos, hemodinamicamente estáveis, sem sedação, com suporte ventilatório mecânico por tempo ≥ 48 horas, com parâmetros mínimos de desmame da ventilação, foram divididos em dois grupos: pacientes com pontuação na escala de coma de Glasgow (ECGL) = 15 e ECGL < 15. A aferição foi dividida em duas fases e, em cada fase, foram realizadas três mensurações com um intervalo de um minuto entre elas, obtendo-se assim a média entre as três: a via aérea foi ocluída com uma válvula unidirecional por 20 segundos ($PI_{max}T_{20}$), ou, por um tempo máximo de um minuto, se um platô de pressão inspiratória não fosse observado durante três inspirações consecutivas ($PI_{max}T_{id}$). Após um descanso de 15 minutos, foram realizadas novamente as mensurações na ordem previamente estabelecida (aleatória). **Resultados.** A média das medidas da $PI_{max}T_{id}$ ($55,8 \pm 25,0$ cmH₂O), no grupo total (n = 28), foi maior que a média das medidas da $PI_{max}T_{20}$ ($43,1 \pm 15,5$ cmH₂O), com $p = 0,002$, e o tempo médio para a obtenção da $PI_{max}T_{id}$ foi de $30,2 \pm 11$ segundos. Quando divididos em dois grupos, ECGL = 15 (n = 14) e ECGL < 15 (n = 14), esse tempo médio foi de $23,8 \pm 7,7$ e $36,7 \pm 10,0$ segundos, respectivamente ($p = 0,0019$). **Conclusões.** A $PI_{max}T_{id}$, neste grupo heterogêneo de pacientes em desmame da ventilação mecânica, mostrou valores superiores àqueles da $PI_{max}T_{20}$, especialmente naqueles com algum grau de comprometimento do estado de consciência (ECGL < 15), sugerindo que necessitem de um tempo maior de oclusão da válvula unidirecional para se atingir a PI_{max} real. Assim, o método comumente utilizado de 20s parece ser insuficiente para se mensurar a verdadeira PI_{max} em pacientes com ECGL < 15. Novos estudos são necessários, agora num grupo mais homogêneo de pacientes (exemplo: com comprometimento neurológico estrutural), para determinar se realmente há necessidade de um tempo de oclusão maior que 20 segundos, ou se os valores obtidos no presente estudo simplesmente representam uma supervalorização desta PI_{max} .

Palavras chaves: Desmame do Respirador; Pressão Inspiratória Máxima; Ventilação Mecânica; Estado de Consciência; Desmame.

ABSTRACT

Background. Maximum inspiratory pressure (PI_{max}) is an effective parameter for the evaluation of inspiratory muscular force and an useful predictive index during weaning from mechanical ventilation (MV). However, there is no consensus in the literature concerning the time of airway occlusion necessary to get a true PI_{max} during weaning from MV. **Objectives.** To compare two methods of PI_{max} measurement and to evaluate the influence of patients' level of conscience (LOC) on their values. **Methods.** Twenty eight patients of both sexes, hemodynamically stable, without sedation, with MV support for a time ≥ 48 hours and in a weaning process, were divided into two groups: patients with Glasgow coma scale score (GCS) = 15 and GCS < 15. PI_{max} measurement was done in two phases and, in each phase, three measures, with an interval of one minute between them, had been carried through, getting thus the average between the three ones: the airway was occluded with an unidirectional valve for 20 seconds ($PI_{max}T_{20}$), or, for a maximum time of one minute, if a plateau of inspiratory pressure was not observed during three consecutive inspirations ($PI_{max}T_{id}$). After a rest of 15 minutes, PI_{max} measurement had been carried through again in an order previously randomized. **Results.** The average of measures of the

$PI_{max}T_{id}$ (55.8 ± 25.0 cmH₂O), in the total group (n = 28), was greater than the average of the measures of the $PI_{max}T_{20}$ (43.1 ± 15.5 cmH₂O), with $p = 0.002$, and the average time for the attainment of the $PI_{max}T_{id}$ was of 30.2 ± 11 seconds. When divided in two groups, GCS = 15 (n = 14) and GCS < 15 (n = 14), the average times were of 23.8 ± 7.7 and 36.7 ± 10.0 seconds, respectively ($p = 0.0019$). **Conclusions.** $PI_{max}T_{id}$, in this heterogeneous group of patients in MV weaning, has shown greater values than those of $PI_{max}T_{20}$ especially in those with some degree of the state of LOC alteration (GCS < 15), suggesting that the formers need a longer time of airway occlusion with the unidirectional valve to reach the real PI_{max} . Thus, the method commonly used of 20 seconds seems to be insufficient to measure the true PI_{max} in patients with GCS <15. Further studies, now in a more homogeneous group of neurological patients (example: with structural neurological injury), are needed to verify if these patient are really dependent of a longer airway occlusion time to reach their real PI_{max} , or if the values that have been found in the present study simply represent an overestimation of this variable.

Key words: Ventilator Weaning; Maximal Inspiratory Pressure; Mechanical Ventilation; Level of conscience; Weaning.

1- INTRODUÇÃO

A aferição da pressão inspiratória máxima (PI_{max}) é um método efetivo para avaliação da força muscular inspiratória (Black e Hyatt, 1969), usada também como método diagnóstico (Black e Hyatt, 1971) e como índice preditivo de desmame da ventilação mecânica (Yang e Tobin, 1991). Para que os índices preditivos de desmame sejam úteis, eles devem ser mensuráveis com facilidade, por meio de técnicas e instrumentos simples, confiáveis e, principalmente, que possam ser aferidos à beira do leito. Dessa forma, a medida da PI_{max} preenche esses critérios, sendo freqüentemente aferida pelo fisioterapeuta com manobras simples, sem custos maiores e sem a necessidade de equipamentos sofisticados (Yang, 1993).

Rotineiramente, a realização das medidas consiste em utilizar um manômetro de pressão em um protocolo que, em geral, compreende as seguintes etapas (Azeredo, 2000):

1. o paciente é colocado na posição ortostática, sentado ou em uma postura semi-recurvada;
2. os lábios do paciente são pressionados contra um largo bocal achatado de borracha;
3. cliques apropriados são fixados ao nariz do paciente para evitar vazamentos;
4. após uma expiração forçada ao volume residual (VR), é solicitado ao paciente que inspire o mais profundo e rapidamente possível (manobra de *Müller*) para atingir a sua PI_{max} e mantê-la por mais de um segundo com o fluxo aéreo ocluído (Azeredo, 2000). O número usual de mensurações é três, sendo em geral considerado o melhor valor das três mensurações como aquele representativo da PI_{max} . Deve-se permitir pelo menos um minuto de repouso entre os esforços.

Existem estudos conduzidos em pacientes ambulatoriais, sem o uso de uma válvula unidirecional, mostrando que 10 ou mais manobras de aferição podem ser necessárias devido ao “efeito aprendizado” (Fiz et al., 1989). Os pacientes em ventilação mecânica são mais suscetíveis à fadiga, ao estresse respiratório, e também são pouco

cooperativos. Desse modo, os resultados em pacientes ambulatoriais podem não ser aplicáveis aos pacientes de UTI (Caruso et al., 1999).

As mensurações da PI_{\max} dependem da compreensão das manobras a serem executadas e da vontade do indivíduo em cooperar, realizando movimentos e esforços respiratórios realmente máximos. Dependem também do volume pulmonar em que foram feitas as mensurações e do correspondente valor da pressão de retração elástica do sistema respiratório (P_{rs}), que resulta da soma algébrica das pressões de retração elástica dos pulmões (P_l) e da caixa torácica (P_w). Quando o volume de ar contido nos pulmões é a CRF (capacidade residual funcional), a P_{rs} é nula, ou seja, o sistema respiratório encontra-se em posição de equilíbrio, não tendendo nem a se expandir, nem a se retrair. Para volumes pulmonares abaixo da CRF, como é o caso do VR, a P_{rs} é negativa, isto é, o sistema tende a se expandir, produzindo inspiração. Quando se mede a PI_{\max} , o valor obtido é a soma da pressão dos músculos inspiratórios (P_{musINSP}) com a P_{rs} , sendo ambas negativas (Souza, 2002).

A P_{rs} deveria ser algebricamente subtraída da $PI_{\max VR}$ e $PE_{\max CPT}$ para que sejam obtidos os verdadeiros valores da P_{musINSP} e P_{musEXP} , respectivamente. Isso não costuma ser feito e, em indivíduos normais, a $PI_{\max VR}$ superestima a P_{musINSP} em cerca de trinta por cento (Rochester, 1988).

O comprimento dos músculos respiratórios e sua força contrátil variam com o volume pulmonar. Os músculos expiratórios estão mais alongados e mais próximos do comprimento de descanso (L_0) em altos volumes pulmonares, e, inversamente, os músculos inspiratórios em baixos volumes pulmonares. A força contrátil dos músculos expiratórios é maior na capacidade pulmonar total (CPT) ou próxima dela, enquanto que a dos músculos inspiratórios é maior entre a capacidade residual funcional (CRF) e o volume residual (VR) (Rochester, 1988). A maioria dos músculos inspiratórios se encurta menos do que 20% entre o VR e a CPT, mas o diafragma encurta mais do que 40% (Braun et al., 1982; Whitelaw, 1987). A força contrátil do diafragma é excepcionalmente sensível às mudanças no volume pulmonar e da posição do músculo.

A magnitude da pressão inspiratória depende do esforço voluntário e do *drive* respiratório gerado pelo esforço. Durante esforços voluntários estáticos máximos o *drive* também é máximo (Gandevia e McKenzie, 1985). Na presença de fadiga da musculatura inspiratória, entretanto, o *drive* é submáximo (Bellemare e Bigland-Ritchie, 1987). O *drive* respiratório do diafragma também parece ser submáximo após cirurgias abdominais, provavelmente devido à inibição dos impulsos transmitidos pelo nervo frênico ao sistema nervoso central (Road et al., 1984). É possível, então, que, na presença de dor ou dispnéia, os pacientes não ativem maximamente seus músculos respiratórios e a força destes seja subestimada (Rochester, 1988).

As mensurações da PI_{max} são consideradas estimativas reais da força muscular inspiratória. Pessoas normais bem motivadas e pacientes ambulatoriais estáveis, portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), são capazes de ativar maximamente ou próximo do máximo suas musculaturas respiratórias durante a manobra de aferição da PI_{max} (Gandevia et al., 1990; Similowski et al., 1991). Entretanto, não é comum que pacientes criticamente enfermos, dependentes da ventilação mecânica, sejam capazes de ativar maximamente seus músculos inspiratórios durante a manobra de aferição da PI_{max} , porque estes podem não assimilar bem as instruções, podem estar sem energia ou não cooperativos. Assim, a mensuração da PI_{max} pode subestimar consideravelmente a força muscular em alguns pacientes (Multz et al., 1990).

Embora a PI_{max} em pacientes criticamente enfermos continue sendo usada como um indicador global da função da musculatura respiratória, a sua mensuração é altamente dependente de numerosas variáveis, que podem ser especialmente difíceis de controlar num ambiente de UTI. Baixos valores (exemplo: -15 cmH₂O) não são comumente associados com o sucesso do desmame da ventilação mecânica, mas valores superiores a -40 cmH₂O são freqüentemente preditivos do mesmo. Devido a esse questionável valor de predição, muitos a usam mais para seguir uma diretriz protocolar geral do que como parte definitiva de uma série de critérios (Clanton e Diaz, 1995).

Em um estudo onde a PI_{max} foi avaliada como critério para descontinuação da ventilação mecânica, em pacientes conscientes e sem uso de válvula unidirecional, utilizando-se os valores obtidos num único esforço inspiratório após uma expiração

forçada, ficou demonstrado que se o valor excedesse $-30 \text{ cmH}_2\text{O}$ o paciente poderia ter a assistência ventilatória descontinuada. Entretanto, se o valor obtido estivesse inferior a $-20 \text{ cmH}_2\text{O}$, o paciente não poderia manter uma adequada ventilação sem assistência. Valores entre -20 e $-30 \text{ cmH}_2\text{O}$ não permitiram predição acurada (Sahn e Lakshminarayan, 1973).

O método mais comum para mensurar a PI_{\max} é baseado na oclusão do fluxo de ar após uma expiração forçada, ou seja, próximo do volume residual, sendo geralmente considerado como representativo o maior valor obtido em três medidas consecutivas (Black e Hyatt, 1969; Black e Hyatt, 1971; Fiastro et al., 1988; Yang e Tobin, 1991).

Marini et al. (1986) descreveram um método em que a PI_{\max} foi mensurada com uma válvula unidirecional, onde uma baixa resistência foi usada para permitir seletivamente a exalação, enquanto a inspiração é bloqueada. Isso causava nos pacientes a iniciativa de sucessivos esforços, com volumes respiratórios cada vez menores, até atingir o volume residual, um fator conhecido que ajuda a gerar uma pressão mais negativa.

Wescott e Bendixen (1962) relataram a mensuração da PI_{\max} à beira do leito em pacientes cirúrgicos inconscientes após anestesia. Os autores definiram a PI_{\max} como a máxima pressão inspiratória gerada contra o fluxo aéreo totalmente ocluído e mantido por 30 segundos. Observaram que os pacientes puderam retornar à sala de recuperação respirando espontaneamente quando os valores obtidos de PI_{\max} se mostraram superiores a -20 mmHg (que corresponde a cerca de $-26,67 \text{ cmH}_2\text{O}$).

Outros autores avaliaram pacientes em laboratórios de função pulmonar (Black e Hyatt, 1969) e em UTI durante o desmame da ventilação mecânica (Fiastro et al., 1988), notando-se, contudo, amplas variações, e, em alguns casos, técnicas pobremente definidas para determinação da PI_{\max} . Alguns autores recomendam a exalação máxima antes da oclusão (volume residual) (Sahn e Lakshminarayan, 1973; Millbern et al., 1978; Fiastro et al., 1988), enquanto outros ocluem a via aérea na capacidade residual funcional (Westcott e Bendixen, 1962; Shapiro et al., 1985) ou recomendaram o uso da válvula unidirecional (Marini et al., 1986; Branson et al., 1989; Kacmarek, 1989).

Além disso, existem controvérsias sobre o número de respirações e o tempo de oclusão para a aferição da PI_{max} . As recomendações vão desde uma única respiração (Sahn e Lakshminarayan, 1973; Millbern et al., 1978) e o tempo de oclusão da via aérea até no mínimo 20 segundos (Marini et al., 1986).

A padronização da técnica é importante por várias razões: em um ambiente clínico, a PI_{max} é freqüentemente mensurada nos pacientes, e, em algumas ocasiões, várias vezes ao dia. Assim, se a mesma técnica não é empregada, tende a ser inútil a mensuração, e se uma técnica que subestima a verdadeira PI_{max} é usada, a decisão pode ser continuar com o suporte ventilatório quando o desmame seria o mais apropriado (Hess, 1989). Também, como salientado por Kacmarek et al. (1989), a falta de padronização na mensuração da PI_{max} constitui uma dificuldade para se comparar os resultados entre os estudos publicados, o quê, na verdade, é mais um obstáculo para a realização de pesquisas na avaliação desse tipo de procedimento. Esses aspectos controversos incluem o número de mensurações necessárias para garantir o valor máximo, o tempo para achar a PI_{max} , o uso de pré-oxigenação e/ou hiperventilação e o volume pulmonar em que a oclusão deve ser feita (Branson et al., 1989).

Como na prática clínica em nossa instituição haviam sido notadas grandes variações na técnica e nos resultados obtidos durante as medidas da PI_{max} , em conformidade com alguns relatos de literatura (Kacmarek et al., 1989; Manthous, 2002; Soo Hoo e Park, 2002), foi decidido estudar comparativamente dois métodos de mensuração da PI_{max} , com o uso de uma válvula unidirecional, em pacientes críticos submetidos à ventilação mecânica e em processo de desmame, e avaliar se o nível de consciência dos mesmos poderia interferir nas medidas.

É hipotético, portanto, que a mensuração com válvula unidirecional obtida através de três inspirações consecutivas com um valor platô de pressão negativa, sem ultrapassar o tempo de um minuto de oclusão do fluxo aéreo, apresente valores mais reais de PI_{max} que aqueles obtidos num tempo padrão pré-estabelecido, especialmente naqueles pacientes com algum grau de alteração do nível de consciência.

2- OBJETIVOS

O presente estudo teve por objetivos:

- 1) comparar dois métodos de mensuração da PI_{\max} , com válvula unidirecional, em pacientes submetidos à ventilação mecânica e em processo de desmame;
- 2) avaliar se o nível de consciência dos pacientes interfere nas medidas.

3- SUJEITOS E MÉTODO

3.1- População de estudo

A realização do presente estudo foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Faculdade de Ciências Médicas (FCM) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) sob parecer nº 303/2003. Um termo de consentimento livre e esclarecido, por escrito, foi obtido dos pacientes ou de seus familiares, após receberem orientações acerca dos procedimentos a serem efetuados e sobre os riscos e potenciais benefícios decorrentes da participação na pesquisa.

Tratou-se de um estudo prospectivo, randomizado, com uma amostragem de conveniência, em que foram incluídos 28 pacientes não consecutivos, de ambos os sexos, internados na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) do Hospital das Clínicas (HC) da Unicamp. A coleta de dados teve início em outubro de 2003 e término em julho de 2004.

3.2- Critérios de inclusão

Foram considerados aptos a participar do estudo pacientes de ambos os sexos que preenchessem os seguintes critérios:

- suporte ventilatório mecânico por tempo ≥ 48 horas;
- idade ≥ 18 anos;
- estáveis hemodinamicamente, sem uso de drogas vasoativas ou apenas com infusão de dopamina em dose $\leq 3\mu\text{g/kg/min}$;
- sem efeito importante de sedativos [sem uso de sedativos há mais de 24 horas (exceto analgesia)];
- com parâmetros mínimos de desmame do ventilador, definidos como: respiração espontânea; ventilação com pressão de suporte (VPS) = $10\text{ cmH}_2\text{O}$; pressão expiratória positiva final (PEEP) = $5\text{ cmH}_2\text{O}$ e fração inspirada de oxigênio (FiO_2) $\leq 0,4$.

3.3- Critérios de exclusão

Foram considerados critérios de exclusão para participação no estudo pacientes que se apresentassem:

- instáveis hemodinamicamente, ou em uso de drogas vasoativas em doses maiores ou tipos diferentes da referida anteriormente;
- com efeito provável ou importante de sedativos (uso de sedativos há menos de 24 horas ou pontuação na escala de Ramsay > 2) (Ramsay et al., 1974);
- com idade < 18 anos;
- grávidas ou em lactação.

3.4- Materiais

Os seguintes equipamentos e/ou materiais foram utilizados durante a realização do estudo:

- aparelho para aferição da pressão inspiratória máxima (PI_{max}), denominado manovacuômetro MV-300, da marca Ger-Ar, previamente calibrado (Figura 1);
- válvula unidirecional (Figura 2);
- peça em T para adaptação da válvula ao manovacuômetro;
- oxímetro de pulso NELLCOR INC., Hayward, Califórnia, USA;
- sonda de aspiração traqueal;
- luvas estéreis para aspiração de secreção traqueal.



Figura 1- Manovacuômetro MV-300, da marca Ger-Ar.

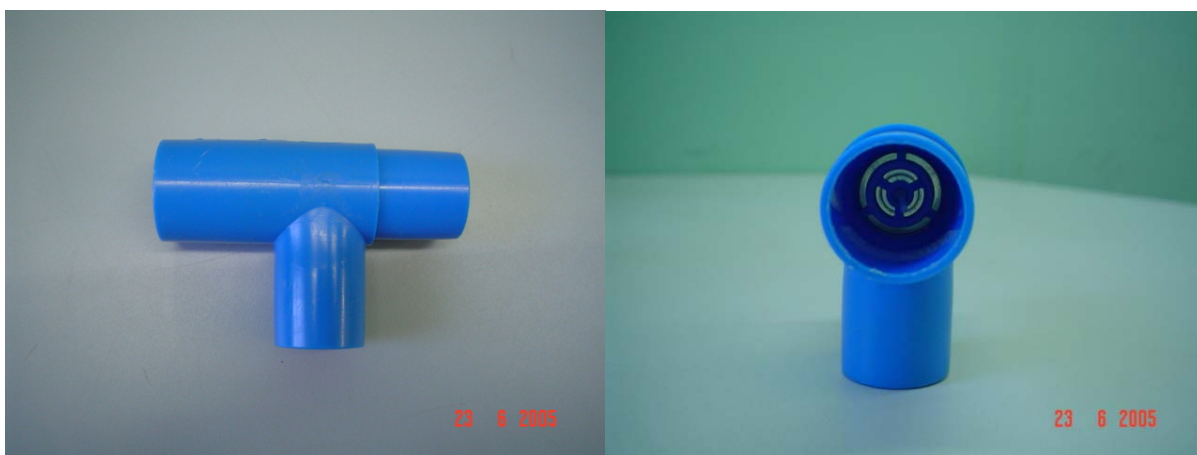


Figura 2- Válvula unidirecional.

3.5- Protocolo de estudo

Inicialmente, o nível de consciência dos pacientes foi avaliado com a aplicação da escala de coma de Glasgow (ECGL), conforme sugerido por Knaus et al. (1985) e Vincent e Berré (2005).

Foi então aplicado o método de aferição da PI_{max} , conforme descrito por Marini et al. (1986) e modificado por Monteiro et al. (2004), pela oclusão da via inspiratória por tempo variáveis (Figura 3).

A aferição foi dividida em duas fases e, em cada fase, foram realizadas três mensurações com um intervalo de um minuto entre elas, obtendo-se assim a média entre as três:

- T_{20} : tempo de oclusão de 20 segundos;
- T_{id} : tempo de oclusão indeterminado, limitado por três inspirações consecutivas com um valor platô de pressão negativa, porém sem ultrapassar um minuto de oclusão.

A higiene brônquica foi realizada dez minutos antes da aplicação do protocolo e a frequência cardíaca (FC) e a saturação periférica de oxigênio (SpO_2) foram monitorados imediatamente antes, durante e após o procedimento.

O procedimento de medida obedeceu às seguintes etapas:

- paciente na posição Fowler 45°;
- explicação do procedimento ao mesmo, quando em condições de entendimento;
- as medidas foram feitas por uma única pessoa (L.S.M.), sendo a ordem randomizada por uma moeda (cara – T_{20} ; coroa – T_{id}).

Após um descanso de 15 minutos, foram realizadas novamente as mensurações na ordem previamente estabelecida.



Figura 3- Aferição da PI_{max} .

3.6- Análise estatística

Os pacientes foram avaliados como um único grupo ($n = 28$) e também comparativamente após sua divisão em dois grupos: com alteração no nível de consciência ($ECGL < 15$; $n = 14$) e sem alteração do nível de consciência (pontuação na $ECGL = 15$; $n = 14$).

Foi realizada uma análise descritiva através de medidas de posição e dispersão para variáveis contínuas (idade, tempo de ventilação mecânica, T_{id} , FC, SpO_2 e PI_{max}) e tabelas de frequências para variáveis categóricas (sexo, pontuação na $ECGL$ e diagnósticos).

Para comparação de proporções foi utilizado o teste Exato de Fisher (sexo).

Para comparação de medidas contínuas avaliadas em dois momentos na mesma unidade amostral foi aplicado o teste de Wilcoxon para amostras relacionadas [FC T_{20} -antes (A) *versus* FC T_{id} -A; SpO_2 T_{20} -A *versus* SpO_2 T_{id} -A; FC T_{20} -A *versus* FC T_{20} -pós (P); SpO_2 T_{20} -A *versus* SpO_2 T_{20} -P; FC T_{id} -A *versus* FC T_{id} -P; SpO_2 T_{id} -A *versus* SpO_2 T_{id} -P; $PI_{max}T_{20}$ *versus* $PI_{max}T_{id}$ (grupo geral)].

Para comparação de medidas contínuas ou ordenáveis entre dois grupos independentes foi aplicado o teste de Mann-Whitney [idade, tempo de VM e tempo indeterminado (T_{id}) para os grupos de $ECGL < 15$ e $ECGL = 15$].

Para comparação dos grupos foi utilizada a ANOVA (análise de variância) para medidas repetidas. Foi aplicada a transformação por postos (*ranks*) nas medidas devido à variabilidade (FC T_{20} -A *versus* FC T_{20} -P para $ECGL < 15$ e $ECGL = 15$; FC Tid-A *versus* FC T_{id} -P para $ECGL < 15$ e $ECGL = 15$; SpO_2 T_{20} -A *versus* SpO_2 T_{20} -P para $ECGL < 15$ e $ECGL = 15$; SpO_2 Tid-A *versus* SpO_2 T_{id} -P para $ECGL < 15$ e $ECGL = 15$; PI_{max} T_{20} *versus* PI_{max} Tid para $ECGL < 15$ e $ECGL = 15$).

O nível de significância adotado para os testes estatísticos foi de 5% ($p < 0,05$).

4- RESULTADOS

As características demográficas, os diagnósticos principais, a pontuação na ECGL, o tempo de VM e os tipos de vias aéreas dos pacientes estão descritos na tabela 1.

Tabela 1- Características demográficas, pontuação na escala de coma de Glasgow (ECGL), diagnósticos principais, tempo de ventilação mecânica e tipos de vias aéreas dos pacientes.

Nº. Pte	Sexo	Idade (anos)	ECGL	Diagnóstico*	Tempo de VM (dias)	Tipo de via aérea**
1	M	45	6	IAM/EAP	6	TOT
2	M	55	10	AVCH	19	TRAQ
3	M	20	11	Politrauma/TCE	6	TOT
4	M	73	10	PO cirurgia cardíaca (RVM)	3	TOT
5	M	20	15	FAF/TRM (T4)/BCP	13	TRAQ
6	M	47	10	Encefalopatia hepática	3	TOT
7	F	56	15	IAM/EAP	2	TOT
8	F	49	15	Estado mal epilético/BCP	19	TOT
9	M	76	15	PO esvaziamento cervical (Ca epidermóide)	3	TOT
10	M	50	15	FAB tóraco-abdominal/BCP/SDRA	11	TOT
11	M	63	15	PO cirurgia cardíaca (RVM)	3	TOT
12	F	68	15	PO cirurgia cardíaca (RVM)	2	TOT
13	M	62	9	Politrauma/múltiplas fraturas	16	TRAQ
14	F	62	15	ICC/cardiopatia isquêmica/broncoespasmo	29	TRAQ
15	M	79	10	PO retossigmoidectomia (Ca)/TEP	13	TOT
16	M	65	15	Tx hepático/BCP	31	TRAQ
17	F	64	15	PO esofagectomia (megaesôfago chagásico)	3	TOT
18	M	59	6	Tx hepático/encefalopatia	19	TRAQ
19	M	64	15	PO neocistoplastia/sepsse	9	TOT
20	M	57	4	PO craniotomia base D (Tu acústico)	17	TRAQ
21	M	43	6	TCE/craniotomia descompressiva	13	TRAQ
22	M	52	15	PO esofagectomia (neoplasia)/BCP	11	TOT
23	M	37	15	Politrauma/BCP/SDRA	13	TRAQ
24	M	23	3	PO ressecção total craneofaringeoma	7	TRAQ
25	M	41	14	TCE	2	TOT
26	M	23	15	TCE/contusão pulmonar	11	TRAQ
27	M	69	13	IAM/choque cardiogênico	10	TOT
28	M	58	6	PO Tx renal/PCR	5	TOT

* AVCH: acidente vascular cerebral hemorrágico; BCP: broncopneumonia; Ca: câncer; D: direita; EAP: edema agudo pulmonar; FAB: ferimento por arma branca; FAF: ferimento por arma de fogo; IAM: infarto agudo do miocárdio; ICC: insuficiência cardíaca congestiva; PCR: parada cardiorrespiratória; PO: pós-operatório; RVM: revascularização miocárdica; SDRA: síndrome do desconforto respiratório agudo; TCE: traumatismo cranioencefálico; TEP: tromboembolismo pulmonar; TRM: trauma raqui-medular; Tu: tumor; Tx: transplante.

** TOT: tubo orotraqueal; TRAQ: traqueostomia.

A idade média dos pacientes foi $52,9 \pm 16,6$ anos, sendo 23 homens e cinco mulheres, e o tempo médio de VM foi de $10,7 \pm 7,8$ dias. Quando comparados por grupos (pontuação na ECGL < 15 *versus* ECGL = 15), os pacientes mostraram idades semelhantes (tabela 2), predomínio do sexo masculino no grupo ECGL < 15 (tabela 3) e iguais tempos de VM (tabela 4).

Tabela 2- Análise descritiva e comparações da idade (em anos) para os dois grupos.

Grupo	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
ECGL < 15	52,2	17,1	20,0	56,0	79,0
ECG L = 15	53,5	16,6	20,0	59,0	76,0

p-valor = 0,6791 (Mann-Whitney)

Tabela 3- Distribuição dos sexos nos grupos.

Sexo	Grupo		Total
	ECGL < 15	ECGL = 15	
Feminino	0	5	5
Masculino	14	9	23
Total	14	14	28

p-valor = **0,0407** (Fisher)

Tabela 4- Análise descritiva e comparações do tempo de ventilação mecânica (em dias) para os dois grupos.

Grupo	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
ECGL < 15	9,9	6,2	2,0	8,5	19,0
ECG L = 15	11,4	9,4	2,0	11,0	31,0

p-valor = 0,9816 (Mann-Whitney)

Os valores de FC e SpO₂ obtidos antes das medidas de PI_{max} pelos métodos T₂₀ e T_{id} foram comparáveis, não se observando diferenças estatisticamente significativas entre eles, como mostra a tabela 5.

Tabela 5- Análise descritiva e comparações das medidas de FC (bpm) e SpO₂ (%) antes (A) da mensuração da PI_{max}, no grupo total (n = 28).

Variável	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo	p-valor*
FC T ₂₀ -A	90,4	19,2	62,0	89,5	135,0	0,6058
FC T _{id} -A	91,0	20,6	60,0	88,0	138,0	
Dif (T ₂₀ - id)	-0,6	6,7	-18,0	-1,0	13,0	
SpO ₂ T ₂₀ -A	97,2	2,4	92,0	97,5	100,0	0,2100
SpO ₂ T _{id} -A	97,5	2,1	92,0	98,0	100,0	
Dif (T ₂₀ - id)	-0,3	1,2	-4,0	0,0	2,0	

* Teste de Wilcoxon para amostras relacionadas

As comparações dos valores da FC e da SpO₂ antes e após as medidas da PI_{max} pelos métodos T₂₀ e T_{id}, no grupo total (n = 28), mostraram aumento da FC (p < 0,0001) e uma queda na SpO₂ (p = 0,0077) com o método T_{id}. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas nos valores da SpO₂ (p = 0,0573) no método T₂₀, mas para a FC as comparações também mostraram um aumento nos valores médios dessa variável após a mensuração da PI_{max} pelo método T₂₀ (p = 0,0017) (tabela 6).

Tabela 6- Análise descritiva e comparações das medidas de FC (bpm) e SpO₂ (%) entre os momentos antes (A) e após (P) a mensuração da PI_{max} pelos métodos T₂₀ e T_{id}, no grupo total (n = 28).

Variável	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo	p-valor*
FC T ₂₀ -A	90,4	19,2	62,0	89,5	135,0	0,0017
FC T ₂₀ -P	97,9	19,7	63,0	95,5	134,0	
Dif (P - A)	7,5	12,5	-14,0	6,5	47,0	
SpO ₂ T ₂₀ -A	97,2	2,4	92,0	97,5	100,0	0,0573
SpO ₂ T ₂₀ -P	96,3	2,8	91,0	96,5	100,0	
Dif (P - A)	-0,9	2,1	-6,0	0,0	3,0	
FC T _{id} -A	91,0	20,6	60,0	88,0	138,0	< 0,0001
FC T _{id} -P	98,8	19,8	61,0	93,5	137,0	
Dif (P - A)	7,8	9,1	-9,0	6,0	31,0	
SpO ₂ T _{id} -A	97,5	2,1	92,0	98,0	100,0	0,0077
SpO ₂ T _{id} -P	96,1	3,2	89,0	96,5	100,0	
Dif (P - A)	-1,4	2,7	-9,0	-1,0	4,0	

* Teste de Wilcoxon para amostras relacionadas

No grupo total (n = 28), a média das medidas da $PI_{\max}T_{id}$ foi significativamente maior que a média das medidas da $PI_{\max}T_{20}$, como descrito na tabela 7.

Tabela 7- Análise descritiva e comparação da medida de PI_{\max} [(cmH₂O) (-)] pelos dois métodos, no grupo total (n = 28).

Variável	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo	p-valor*
$PI_{\max}T_{20}$	43,1	15,5	10,7	43,3	74,7	
$PI_{\max}T_{id}$	55,8	25,0	12,0	53,3	106,7	
Dif ($T_{id} - T_{20}$)	12,7	15,1	12,0	12,7	45,3	0,0002

* Teste de Wilcoxon para amostras relacionadas

No grupo total (n = 28), o tempo médio para a obtenção da $PI_{\max}T_{id}$ foi de $30,2 \pm 11$ segundos. Quando subdivididos em dois grupos, $ECGL < 15$ (n = 14) e $ECGL = 15$ (n = 14), esse tempo médio foi maior no primeiro grupo ($36,7 \pm 10,0$ *versus* $23,8 \pm 7,7$ segundos, respectivamente, p-valor = 0,0019) (Tabela 8).

Tabela 8- Análise descritiva e comparações do tempo necessário (em segundos) para a obtenção da PI_{\max} pelo método T_{id} para os dois grupos ($ECGL < 15$ e $ECGL = 15$) e para o grupo total (n = 28).

Grupo	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
$ECGL < 15$	36,7	10,0	20,0	36,7*	55,0
$ECGL = 15$	23,8	7,7	15,0	21,7	37,7
Grupo total	30,2	11,0	15,0	30,0	55,0

* p-valor = **0,0019** (Mann-Whitney)

As comparações das medidas ($FC T_{20}$, $FC T_{id}$, $SpO_2 T_{20}$, $SpO_2 T_{id}$ e PI_{\max}) entre os grupos ($ECGL < 15$ e $ECGL = 15$) foram feitas através do método ANOVA para medidas repetidas com transformação por postos, sendo mostradas, a seguir, em tabelas (9 a 13) e figuras (1 a 5).

Tabela 9- Valores da FC (bpm) antes (A) e após (P) as medidas da PI_{max} pelo método T_{20} nos grupos $ECGL < 15$ ($n = 14$) e $ECGL = 15$ ($n = 14$).

Grupo	Variável	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
ECGL < 15	FC T_{20} -A	93,7	21,7	65,0	90,0	135,0
	FC T_{20} -P	99,4	20,3	63,0	99,5	128,0
ECGL = 15	FC T_{20} -A	87,1	16,6	62,0	89,5	120,0
	FC T_{20} -P	96,4	19,9	67,0	91,5	134,0

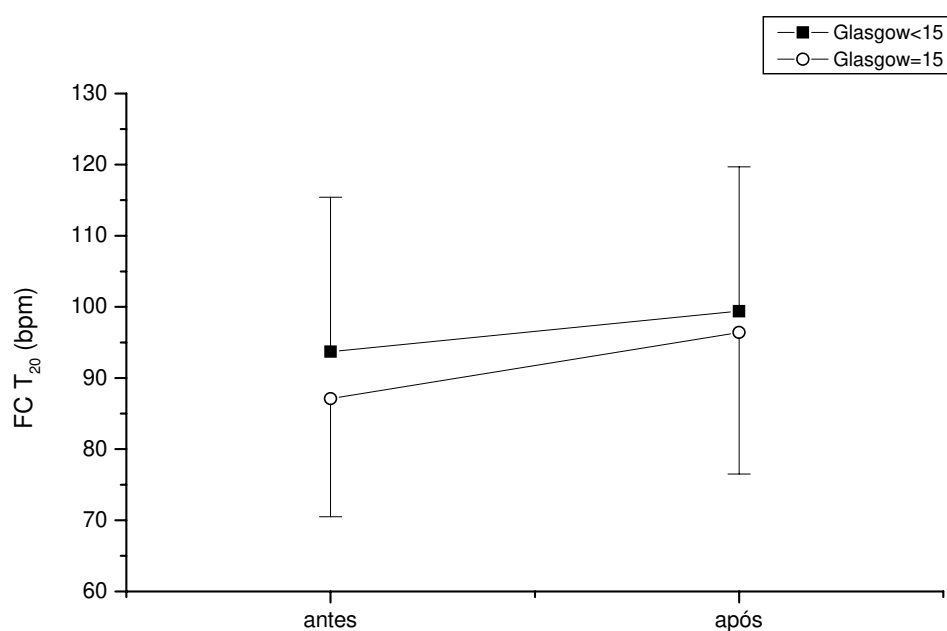


Figura 4- Valores (média \pm DP) da FC (bpm), antes e após as medidas da PI_{max} pelo método T_{20} , em cada grupo (p-valor grupo = 0,5305; p-valor tempo = **0,0063**; p-valor tempo*grupo = 0,8044).

Tabela 10- Valores da FC (bpm) antes (A) e após (P) as medidas da PI_{max} pelo método T_{id} nos grupos $ECG < 15$ ($n = 14$) e $ECG = 15$ ($n = 14$).

Grupo	Variável	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
ECGL < 15	FC T_{id} -A	94,8	23,6	60,0	93,0	138,0
	FC T_{id} -P	99,2	22,0	61,0	96,0	137,0
ECGL = 15	FC T_{id} -A	87,3	17,2	63,0	84,0	119,0
	FC T_{id} -P	98,4	18,1	77,0	93,5	136,0

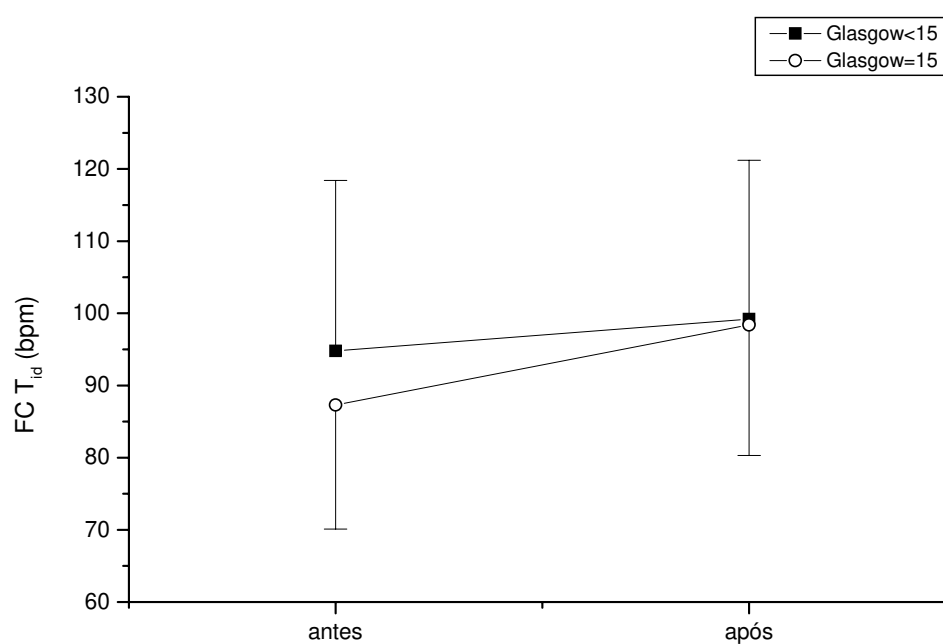


Figura 5- Valores (média \pm DP) da FC (bpm), antes e após as medidas de PI_{max} pelo método T_{id} , em cada grupo [p-valor grupo = 0,6308; p-valor tempo = **0,0002** (**antes < após**); p-valor tempo*grupo = 0,0945].

Tabela 11- Valores da SpO₂ (%) antes (A) e após (P) as medidas da PI_{max} pelo método T₂₀ nos grupos ECGL < 15 (n = 14) e ECGL = 15 (n = 14).

Grupo	Variável	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
ECGL < 15	SpO ₂ T ₂₀ -A	97,9	2,4	92,0	98,0	100,0
	SpO ₂ T ₂₀ -P	96,4	3,0	92,0	97,0	100,0
ECGL = 15	SpO ₂ T ₂₀ -A	96,5	2,2	93,0	96,5	100,0
	SpO ₂ T ₂₀ -P	96,2	2,7	91,0	96,0	100,0

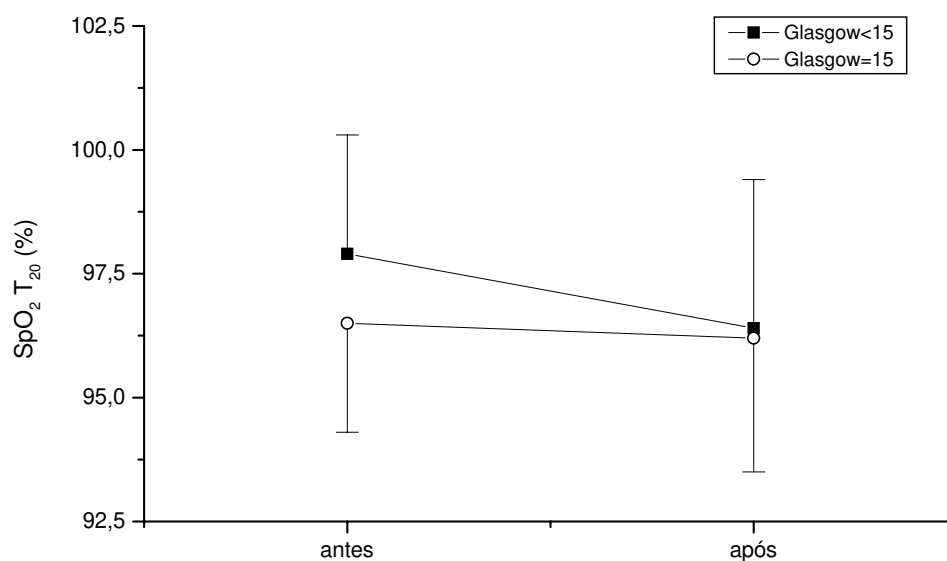


Figura 6- Valores (média ± DP) da SpO₂ (%), antes e após as medidas da PI_{max} pelo método T₂₀, em cada grupo (p-valor grupo = 0,3155; p-valor tempo = **0,0171**; p-valor tempo*grupo = **0,0489**).

Quando foram fixados os tempos (antes e após) e comparados os grupos (ECGL < 15 e ECGL = 15) não foram observadas diferenças estatisticamente significativas para os valores da SpO₂ pelo método T₂₀ antes e após das medidas da PI_{max} (p = 0,880 e p = 0,7956, respectivamente). Quando se fixaram os grupos e comparam-se os tempos, observou-se queda na SpO₂ estatisticamente significativa apenas para o grupo ECGL < 15 (p = 0,0085), e não para o grupo ECGL = 15 (p = 0,7241).

Tabela 12- Valores da SpO₂ (%) antes (A) e após (P) as medidas da PI_{max} pelo método T_{id} nos grupos ECGL < 15 (n = 14) e ECGL = 15 (n = 14).

Grupo	Variável	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
ECGL < 15	SpO ₂ T _{id} -A	98,1	2,4	92,0	99,0	100,0
	SpO ₂ T _{id} -P	96,3	3,4	89,0	96,0	100,0
ECGL = 15	SpO ₂ T _{id} -A	96,9	1,8	94,0	97,0	100,0
	SpO ₂ T _{id} -P	95,9	3,1	90,0	97,0	100,0

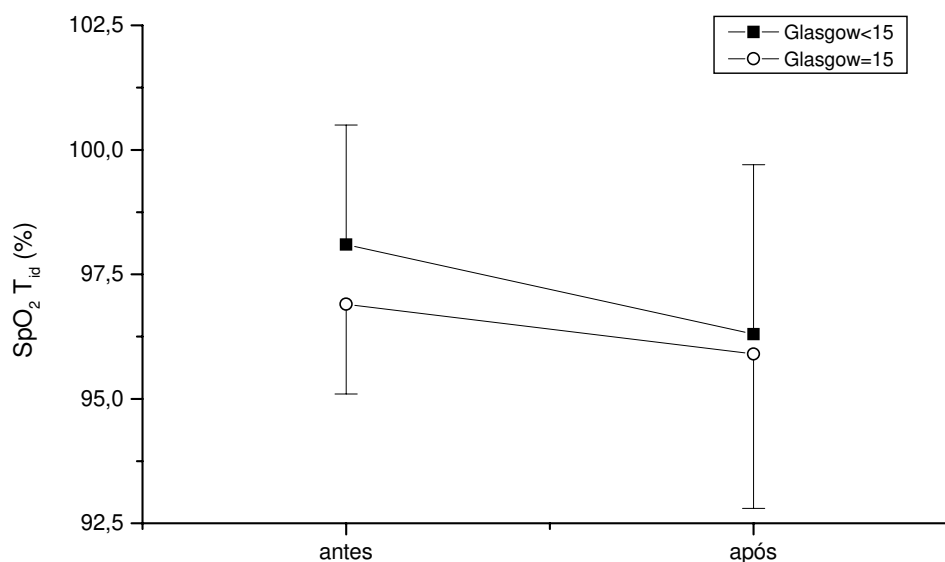


Figura 7- Valores (média ± DP) da SpO₂ (%), antes e após as medidas da PI_{max} pelo método T_{id}, em cada grupo (p-valor grupo = 0,2309; p-valor tempo = **0,0061**; p-valor tempo*grupo = 0,1253).

Tabela 13- Valores da PI_{\max} [(cmH₂O) (-)] pelos métodos T_{20} e T_{id} nos grupos ECGL < 15 (n = 14) e ECGL = 15 (n=14).

Grupo	Variável	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
ECGL < 15	$PI_{\max}T_{20}$	44,1	16,0	10,7	45,3	66,7
	$PI_{\max}T_{id}$	64,8	24,1	25,3	69,3	106,7
ECGL = 15	$PI_{\max}T_{20}$	42,2	15,5	18,7	40,7	74,7
	$PI_{\max}T_{id}$	46,8	23,5	12,0	40,0	97,3

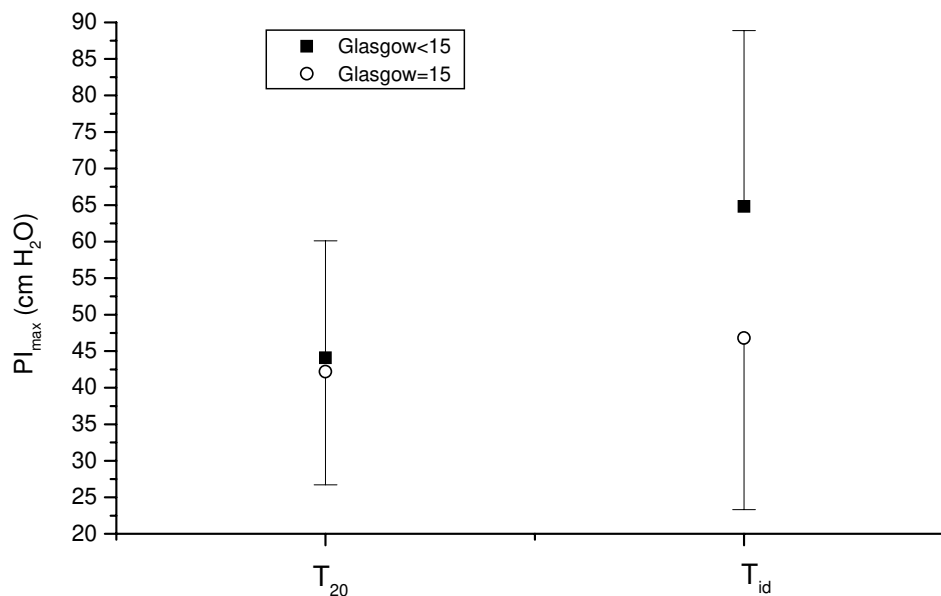


Figura 8- Valores (média \pm DP) da PI_{\max} [(cmH₂O) (-)] obtidas pelos métodos T_{20} e T_{id} , em cada grupo, (p-valor grupo = 0,1415; p-valor método < **0,0001**; p-valor método*grupo = **0,0034**).

Quando foram fixados os métodos (T_{20} e T_{id}) e comparados os grupos ($ECGL < 15$ e $ECGL = 15$), não foi observada diferença estatisticamente significativa para a medida da PI_{max} pelo método T_{20} ($p = 0,5205$), observando-se porém uma diferença significativa com o método T_{id} ($p = 0,04$).

Quando se fixaram os grupos e compararam-se os métodos, a medida da PI_{max} pelo método T_{id} mostrou valor significativamente maior em relação ao método T_{20} no grupo $ECGL < 15$ ($p = 0,0001$), o mesmo não ocorrendo no grupo $ECGL = 15$ ($p = 0,2153$).

5- DISCUSSÃO

A padronização de uma técnica de mensuração fidedigna da PI_{max} pode trazer como benefícios aos pacientes um menor tempo de ventilação mecânica, devido a uma não subestimação de seus valores reais (Kacmarek et al., 1989), e uma melhor avaliação da evolução do paciente em ventilação mecânica, especialmente durante o processo de desmame.

Uma das principais metas de ordem prática, quando da elaboração do presente protocolo de pesquisa, era a padronização da técnica de mensuração de PI_{max} no serviço de fisioterapia respiratória da Unidade de Terapia Intensiva de Adultos (UTI-A) do Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas (HC/Unicamp), já que não existe um consenso na literatura, e mesmo dentro de serviços específicos, sobre a melhor maneira de aferição da mesma em pacientes submetidos à ventilação mecânica. Assim, a padronização de uma determinada técnica e a sua incorporação como protocolo de aferição da PI_{max} em nosso serviço possibilitariam uma uniformidade de atuação dos profissionais, favorecendo uma melhor análise e visão da evolução do paciente, optando-se pela sua mensuração com válvula unidirecional em dois tempos, com o intuito de padronizá-la em nosso serviço.

Os métodos de mensuração da PI_{max} em pacientes avaliados em laboratórios de função pulmonar (Black e Hyatt, 1969) e em UTI durante o desmame da VM (Fiastro et al., 1988) têm se mostrado variados quanto às técnicas aplicadas para sua determinação, que não são claramente definidas. Alguns autores recomendam a exalação máxima antes da oclusão, ou seja, a partir do volume residual (Sahn e Lakshminarayan, 1973; Millbern et al., 1978; Fiastro et al., 1988); outros, a partir da capacidade residual funcional (Wescott e Bendixen, 1962), ou, ainda, recomendando o uso da válvula unidirecional para pacientes submetidos à ventilação mecânica (Marini et al., 1986; Branson et al., 1989; Kacmarek et al., 1989). Porém, controvérsias existem sobre o número de respirações e o tempo de oclusão a ser observado. As recomendações vão desde uma única respiração (Godfrey e Campbell, 1968; Sassoon et al., 1987) a 20 segundos no tempo mínimo de oclusão (Marini et al., 1986).

Marini et al. (1986) descreveram um método em que a PI_{max} foi mensurada com uma válvula unidirecional ocluída por 25 segundos (método II), sendo este método comparado com o da oclusão total do fluxo de ar no final da exalação (método I), também

pelo mesmo tempo. Os valores da PI_{max} encontrados com válvula unidirecional quase invariavelmente excederam aqueles achados sem o uso da válvula (média de variação = 34%, $p < 0,001$), presumivelmente porque volumes pulmonares menores melhoraram a *performance* dos músculos inspiratórios e aumentaram o esforço respiratório (*drive* respiratório). Os valores de pico para ambos os métodos foram encontrados no período de 20 a 25 segundos em nove pacientes no método I e em 12 pacientes no método II. Esse aumento no esforço respiratório pode ter sido causado pela inspiração bloqueada, portanto ineficaz para manter uma ventilação alveolar adequada (Sassoon et al., 1987).

A mensuração da PI_{max} com válvula unidirecional permite que mesmo os pacientes não colaborativos cheguem aproximadamente ao volume residual, aferindo-se, desse modo, a PI_{max} real. Porém, o tempo sugerido por Marini et al. (1986) pode subestimar os valores de PI_{max} em alguns pacientes, como no caso daqueles que não se encontram colaborativos devido a um rebaixamento do nível de consciência, situação relativamente freqüente em pacientes de UTI, especialmente nos casos de pacientes com afecções neurológicas traumáticas ou clínicas.

A utilização da válvula unidirecional assegura a iniciativa de sucessivos esforços em volumes pulmonares progressivamente menores, próximos do volume residual, um fator que ajuda a gerar pressões mais negativas (Rahn et al., 1946), pois a *performance* mecânica estará realçada (Black e Hyatt, 1971) pelo fato do diafragma estar em uma posição vantajosa para a contração máxima, e o *drive* respiratório também estará realçado (Mitchell e Berger, 1977).

O controle respiratório (*drive* respiratório) é modulado centralmente pela hipóxia e/ou hipercarbia e pelo volume pulmonar, e aumenta exponencialmente com a duração da apnéia. Entretanto, pessoas normais são expostas a concentrações idênticas de gás inspirado (dióxido de carbono - CO_2 e oxigênio - O_2), e, desse modo, a duração do tempo possível sem respirar (apnéia voluntária) é dependente apenas do volume pulmonar (Godfrey e Campbell, 1968). A duração desse tempo é maior em volumes pulmonares maiores, como por exemplo, na natação, em que, antes de mergulhar na água, inspira-se profundamente para que se possa permanecer mais tempo submerso sem respirar. Isto suporta o uso da válvula unidirecional, cuja intenção é prevenir a inspiração enquanto o

volume pulmonar é diminuído por esforços expiratórios sucessivos a um nível entre a CRF e o VR, não somente pelo efeito do diafragma, mas também como um possível estímulo do *drive* respiratório (Branson et al., 1989). Em contraste, quando a válvula unidirecional não é usada, o *drive* é mais dependente da colaboração do paciente do que da resposta fisiológica (Caruso et al., 1999).

De fato, Marini et al. (1986) têm sugerido que o estímulo do *drive* respiratório deve ser a contribuição mais importante em volumes pulmonares baixos do que a posição do diafragma. Assim, espera-se que a PI_{max} varie com a intensidade do *drive* respiratório, com o volume pulmonar, com o tempo de oclusão e com a força da musculatura respiratória.

Marini et al. (1986) não observaram diferença sistemática nos valores obtidos de PI_{max} entre os métodos para os pacientes que puderam cooperar com a manobra e aqueles incapazes de fazê-lo ($p > 0,05$), classificando como “alertas” os que responderam apropriadamente aos comandos verbais do pesquisador, e os demais, confusos ou comatosos, foram classificados como “não alertas”. No presente estudo utilizou-se a pontuação na ECGL para numerar este dado (nível de consciência), e tentar deixá-lo menos subjetivo. Deste modo, pode ter acontecido que alguns pacientes considerados “alertas” no estudo de Marini et al. (1986) não tivessem de fato pontuação 15 na ECGL, dificultando assim a comparação.

A ECGL é a escala clínica mais utilizada para avaliar o grau e duração dos distúrbios do nível de consciência e coma, validada especialmente em pacientes na fase aguda de traumatismo craniencefálico (Teasdale e Jennet, 1974). Os benefícios da aceitação internacional, da familiaridade, da facilidade na utilização e do alto grau de confiabilidade da ECGL contrapõem-se fortemente à introdução de métodos alternativos de avaliação do nível de consciência (Nell et al., 2000).

A pontuação na ECGL é obtida através da avaliação de três parâmetros: abertura ocular, resposta verbal e resposta motora, permitindo a classificação precoce e a avaliação do prognóstico da injúria neurológica severa. Em particular, é grandemente aceita, pois permite uma comunicação sucinta e acurada entre os atendentes

pré-hospitalares, paramédicos e auxiliares médicos (Finfer e Cohen, 2001), e também por ser relatada em um simples diagrama que tem sido usado tanto em unidades de neurocirurgia quanto em hospital geral (Teasdale e Jennet, 1974). Assim, pontuações na ECGL de 14-15 indicam injúria leve, 9-13 injúria moderada, enquanto que de 3-8 é classificada como severa (Finfer e Cohen, 2001).

Em pacientes gerais não neurológicos, a aplicação da ECGL para avaliar o nível de consciência pode ser questionada. Assim, em pacientes entubados, o componente verbal da ECGL não pode ser adequadamente avaliado, devendo ser omitido porque o paciente não pode falar, e o escore é seguido pela letra T (de tubo endotraqueal). Alguns preferem usar as recomendações do APACHE II (Knaus et al., 1985), em que um escore de 1 é dado quando se acredita que não teria nenhuma resposta verbal, um escore de 5 se uma resposta verbal normal é assumida, e um escore de 3 se a resposta verbal é questionável (Vincent e Berré, 2005). Esta é uma sugestão que foi adotada no presente estudo para se estimar o valor da pontuação na ECGL e, dessa forma, poder caracterizar numericamente o estado de consciência dos pacientes. Devido ao número relativamente pequeno de pacientes incluídos, optou-se pela divisão em apenas dois grupos: EGGL = 15 (pacientes totalmente alertas) e ECGL < 15 (pacientes com algum grau de alteração do nível de consciência).

A convenção mais comum (47%) em pacientes entubados, segundo o questionário empregado pelo estudo de Marion e Carlier (1994), onde 17 grandes centros de injúria cerebral e toda a equipe que compõe a neurocirurgia foram avaliados, foi utilizar uma designação não numérica, usualmente T. Entretanto, esta prática impede o cálculo de um escore inicial, e, desse modo, reduz o número de pacientes que podem ser incluídos em estudos baseados na ECGL. Vinte e três por cento de todos os sujeitos que responderam o questionário classificaram a resposta verbal baseados no momento pré-intubação (pré-hospital), e 22% colocaram escore = 1.

A mensuração da PI_{max} com o uso da válvula unidirecional tem a vantagem de aferir a força muscular inspiratória independentemente do estado mental, pois permite que mesmo os pacientes não colaborativos cheguem aproximadamente ao volume residual, aferindo-se, dessa forma, a pressão inspiratória máxima real. Porém, o tempo sugerido por

Marini et al. (1986) pode subestimar os valores de PI_{max} em alguns pacientes não colaborativos, e quase não há estudos com pacientes pobremente cooperativos.

Em outro estudo (Caruso et al., 1999), comparou-se o método descrito por Marini et al. (1986) com o método sem o uso da válvula unidirecional e oclusão por apenas um segundo, obtendo assim um pico de pressão negativa após expiração forçada. Os procedimentos foram repetidos pelo mesmo observador após 20 minutos para avaliação da reprodutibilidade. Os melhores valores de PI_{max} foram obtidos utilizando-se a válvula unidirecional, e o coeficiente de variação esforço-esforço foi similar entre os métodos e também após os 20 minutos. Os autores concluíram que o método com o uso da válvula unidirecional é o mais indicado. Esse estudo avaliou pacientes de uma UTI oncológica submetidos à ventilação mecânica por um período curto (média de 22,3 horas), e todos foram colaborativos com o procedimento, não sendo, portanto, avaliada a interferência do nível de consciência nos valores obtidos.

O método descrito por Marini et al. (1986) (MM) foi também comparado em outro estudo (Brooks et al., 1996) com o oferecido pelo *software* do respirador *Puritan Bennett 7200* (PB), que bloqueia o fluxo aéreo por três segundos. Os autores observaram que existiu uma grande consistência interna dentro de cada série de três mensurações com ambos os métodos: PB = 0,83 e MM = 0,94, e, independentemente das amostras, o teste *t* de Student mostrou diferença significativa na PI_{max} quando comparado o método PB ($-16 \pm 8,9\text{cmH}_2\text{O}$) ao MM ($-42 \pm 18,5\text{cmH}_2\text{O}$). Porém, não houve diferença estatisticamente significativa entre os métodos em termos de sucesso de extubação. Entretanto, cinco pacientes (25%) foram extubados no mesmo dia devido à obtenção satisfatória da PI_{max} com o método MM, pacientes estes que não teriam sido extubados se naquele dia somente o método PB tivesse sido usado. Dessa forma, conclui-se que o método PB subestima a PI_{max} verdadeira, sendo o método MM o melhor indicador de força muscular respiratória (Brooks et al., 1996).

Yamaguti et al. (2004) realizaram um estudo onde os objetivos foram comparar a PI_{max} obtida pelo método convencional e pelo método da válvula unidirecional em pacientes em processo de desmame de ventilação mecânica e avaliar o possível efeito

aprendizado. Foram avaliados 10 pacientes, com idade média de 44 ± 12 anos, todos estavam em processo de desmame de ventilação mecânica invasiva, conscientes e cooperativos, internados por um período de seis meses na UTI adulto. A PI_{max} foi medida pelos dois métodos de forma aleatória, sendo realizadas 10 mensurações com cada método. Os maiores valores obtidos nas 10 medidas ($PI_{max}10$) e nas três primeiras medidas ($PI_{max}3$) de cada método foram selecionados para análise estatística. A PI_{max} obtida pelo método convencional foi $-48,9 \pm 18,4$ cmH₂O e pela válvula unidirecional foi de $-62 \pm 19,8$ cmH₂O ($p < 0,003$). A $PI_{max}3$ e $PI_{max}10$ obtidas pelo método convencional foram, respectivamente, $-45,1 \pm 16,4$ cmH₂O e $-48,9 \pm 18,4$ cmH₂O ($p < 0,02$) e pela da válvula unidirecional, $-60,1 \pm 19,9$ cmH₂O e $-62 \pm 19,8$ cmH₂O ($p = 0,06$). Isto evidenciou que outras variáveis devem ser responsáveis por essa diferença, como o estímulo ao *drive* respiratório decorrente de fatores mecânicos pulmonares e metabólicos por retenção do dióxido de carbono, além da realização da manobra em volume pulmonar próximo ao volume residual, que fazem com que maiores valores sejam atingidos, utilizando-se o método da válvula unidirecional, conforme discutido por Caruso et al. (1999).

Yamaguti et al. (2004) também concluíram que o método da válvula unidirecional é o mais adequado para mensuração da PI_{max} em pacientes submetidos ao processo de desmame de ventilação mecânica invasiva, uma vez que produz maiores valores e não possui efeito aprendizado. Sendo assim, a realização de apenas três mensurações no método da válvula unidirecional foi suficiente para se obter o maior valor da PI_{max} . Os mesmos autores ainda afirmam que os resultados desse estudo podem ser generalizados para todos os tipos de pacientes em processo de desmame de ventilação mecânica, inclusive os não colaborativos (Yamaguti et al., 2004).

Truwit e Marini (1992) realizaram um estudo que, segundo eles, permitiu uma mensuração acurada da PI_{max} e com valores próximos do máximo, onde 22 pacientes críticos, entubados e cooperativos (habilidade de cooperação total avaliada pela administração de simples comandos e respostas a questões aritméticas simples) foram avaliados da seguinte maneira: nos primeiros 11 pacientes a $P_{0,1}$ (pressão de oclusão obtida durante os 100 milissegundos iniciais da inspiração) foi inicialmente mensurada, seguida da PI_{max} (válvula unidirecional ocluída por 20-25 segundos), mantendo os pacientes ignorantes

quanto ao procedimento, sendo-lhes apenas explicado que haveria dificuldade para respirar. Após cinco minutos de descanso e explicação sobre o procedimento da mensuração da PI_{max} , esta foi novamente mensurada. Nos outros 11 pacientes, primeiro foi mensurada a $P_{0.1}$, depois adicionou-se um espaço morto de aproximadamente um terço do volume corrente que o ventilador mecânico estava ofertando ao circuito deste, e, após um ou dois minutos, foi mensurada novamente a $P_{0.1}$, seguida da mensuração da PI_{max} sem explicação do procedimento. Após um descanso de cinco minutos e orientações quanto ao procedimento da mensuração da PI_{max} , esta foi novamente mensurada. Os resultados mostraram que houve diferença estatisticamente significativa entre todos os 22 pacientes orientados e não orientados quanto ao procedimento de mensuração da PI_{max} (p-valor = 0,001). O p-valor, quando foram comparados os pacientes orientados com os não orientados que não utilizaram o espaço morto, foi de 0,005, e, para os pacientes orientados e não orientados que utilizaram o espaço morto, este valor foi de 0,087. Os autores também observaram que pacientes com $P_{0.1} < 2$ cmH₂O (valor inicial, ainda não orientados quanto ao procedimento) tiveram valores de PI_{max} de $-37,22 \pm 23,64$ cmH₂O para os não orientados quanto ao procedimento e $-47,73 \pm 23,23$ cmH₂O para os orientados quanto ao procedimento com p-valor = 0,004, enquanto para aqueles com *drives* maiores os valores para os orientados e não orientados foram de $-60,67 \pm 20,82$ e $-63,81 \pm 19,22$ respectivamente (p-valor = 0,097). Os pacientes onde o espaço morto foi adicionado demonstraram uma menor, e não significativa estatisticamente, porcentagem de aumento com a orientação do procedimento, quando comparados com aqueles que não receberam o espaço morto (p-valor = 0,071). A porcentagem de melhora na PI_{max} com a orientação foi significativamente diferente para os pacientes com $P_{0.1} > 2$ cmH₂O *versus* aqueles com valores menores ou iguais a 2 cmH₂O (p-valor = 0,013).

A orientação alterou significativamente os valores da PI_{max} apenas para os que tinham *drives* respiratórios menores antes da mensuração, mas não para os pacientes com valores de $P_{0.1} > 2$ cmH₂O. Desse modo, mostraram que o uso do espaço morto substitui a necessidade de orientação do paciente quanto ao procedimento empregado para se chegar a valores maiores, podendo-se então utilizá-lo em pacientes com déficit no nível de consciência. Assim, os autores afirmam que a oclusão da válvula unidirecional por 20 – 25 segundos produz aproximadamente a mesma PI_{max} que a mensurada em pacientes

criticamente doentes e completamente cooperativos, se existe um *drive* respiratório suficiente ($P_{0.1} > 2 \text{ cmH}_2\text{O}$) anterior à oclusão. Se a $P_{0.1}$ for menor que $2 \text{ cmH}_2\text{O}$, o espaço morto pode ser adicionado para estimular o *drive* respiratório, desde que o estresse da possível asfixia passageira possa ser tolerado. Também relatam que o *drive* poderia ser aumentado pela redução do suporte ventilatório do paciente. Porém, esta técnica poderia resultar em fadiga da musculatura respiratória, enquanto que adicionando o espaço morto no paciente ventilado no modo assisto-controlado aumentaria o *drive* enquanto permite que todos os ciclos respiratórios sejam mecanicamente assistidos (Truwit e Marini, 1992).

Comparando as conclusões anteriores de Truwit e Marini (1992) com os resultados obtidos no presente estudo, podemos observar que, de uma maneira diferente, através de um tempo maior de oclusão, também se aumentou o *drive* respiratório. Porém, não avaliamos a $P_{0.1}$. Eles também encontraram maiores valores de PI_{\max} quando se utilizou o espaço morto, porém sem valor estatisticamente significativo quando comparado aos que não usaram (p-valor = 0,071). Também, no mesmo estudo, quando se comparou os orientados e não orientados quanto ao procedimento que usaram o espaço morto, o p-valor encontrado foi de 0,087, diferente do presente estudo, em que, quando se utilizou um tempo de oclusão da válvula unidirecional maior do que 20 segundos (T_{id}) para os pacientes com $ECGL < 15$, o p-valor foi igual a 0,001. Truwit e Marini (1992) questionam a possibilidade da fadiga muscular, mas pudemos evitá-la através do tempo de descanso adequado para se evitar fadiga de alta frequência (esforços repetitivos).

Alguns autores (Mathews e Gregg, 2000) afirmam que, ao se utilizar o método com válvula unidirecional, deve-se assegurar a restauração do volume pulmonar após o teste, fornecendo vários volumes correntes altos, seja através do mecanismo de suspiro do ventilador ou de um ressuscitador manual. Entretanto, isto não foi necessário nos pacientes aqui estudados, pelo fato de não terem apresentado alterações clinicamente significativas da FC nem da SpO_2 , exceto em um episódio isolado, quando um paciente apresentou uma queda na SpO_2 durante a aferição da PI_{\max} pelo método T_{id} , necessitando temporariamente de um pequeno aumento da FiO_2 . Porém, retornou rapidamente aos parâmetros anteriores, sem conseqüências clínicas adversas.

No presente estudo foi utilizado um período de descanso de 15 minutos entre os testes, porque a mensuração da PI_{max} é uma manobra que requer força e freqüentemente causa fadiga de alta freqüência, que é geralmente recuperada dentro de 10 minutos (Rochester, 1985). Desse modo, procurou-se abolir ou minimizar o risco de algum paciente entrar em fadiga muscular respiratória.

Como se pode observar na tabela 6, os valores de p foram estatisticamente significativos, no geral, para a FC T_{20} e T_{id} (antes < após; $p = 0,0017$ e $p < 0,0001$, respectivamente), mostrando que em ambos os métodos de aferição da PI_{max} a FC após foi maior que a FC inicial. Porém, essas variações, apesar de estatisticamente significativas, foram, em geral, menores que 10%, não tendo assim relevância clínica (a diferença entre a média da FC após em relação à FC antes foi de 7,5 bpm para o T_{20} e 7,8 bpm para o T_{id}). Para a SpO_2 , observou-se um p-valor significativo apenas para o T_{id} (p-valor = 0,0077), mas com o valor médio de diferença entre a SpO_2 após em relação a SpO_2 antes igual a -1,43% somente, o que também não reflete uma variação clinicamente importante.

Quando foram comparados os dois grupos (ECGL < 15 versus ECGL = 15), observou-se que para as variações da FC (valor após mensuração da PI_{max} em relação ao anterior), tanto no T_{20} quanto no T_{id} , foram estatisticamente significativas (p-valor = 0,0063 e 0,0002, respectivamente) em ambos os grupos. Para a SpO_2 , apenas o grupo ECGL < 15 mostrou uma diminuição de seus valores após a mensuração da PI_{max} no T_{20} (p-valor = 0,0085), e no método T_{id} houve uma diminuição na SpO_2 após a mensuração da PI_{max} T_{id} (p-valor = 0,0061), mas em ambos os grupos (ECGL = 15 versus ECGL < 15). Porém, essas diferenças não podem ser consideradas como clinicamente relevantes, da mesma forma que na avaliação global.

Para a PI_{max} , como pode ser visualizado na figura 5, observa-se uma diferença estatisticamente significativa quando se comparam os grupos (ECGL < 15 versus ECGL = 15) no T_{id} (p-valor = 0,04), e, dentro do grupo ECGL < 15, quando se comparam os métodos (T_{20} versus T_{id}) (p-valor = 0,0001), mostrando que o grupo ECGL < 15 necessitou de um tempo de oclusão (T_{id}) maior que o ECGL = 15 para que se chegasse ao valor da PI_{max} , sugerindo que, de fato, pacientes com comprometimento neurológico

necessitam de um tempo de oclusão maior do que 20 segundos para que a verdadeira PI_{\max} seja alcançada.

O fato do grupo $ECGL < 15$ ser composto por indivíduos apenas do sexo masculino não parece não ter influenciado os resultados, já que não houve grande diferença entre os valores da $PI_{\max}T_{20}$ para este grupo e o grupo com $ECGL = 15$.

Outra questão que pode ser levantada quando se comparam os resultados do presente estudo com aqueles de Marini et al. (1986) é que estes observaram a PI_{\max} por um tempo de 25 segundos no máximo, e afirmaram que em todos os pacientes analisados um platô foi observado entre 20 e 25 segundos de oclusão. Alguns pacientes, por exemplo, chegaram a este platô com 23,0 e 23,4 segundos de oclusão, restando apenas dois ou menos segundos para observar este platô. Segundo os mesmos pesquisadores, o resultado da PI_{\max} é influenciado pelo método e duração da oclusão em doentes graves.

Experimentalmente, Bendixen e Bunker (1962) utilizaram 28 cachorros anestesiados e traqueostomizados, onde realizaram a mensuração da força inspiratória durante oclusão completa do fluxo aéreo por 50 segundos no final da expiração. A influência de diferentes misturas de gases foi estudada pela mensuração da força inspiratória após um período de cinco segundos de inalação de ar ambiente, 100% de O_2 e 5%, 10% e 20% de CO_2 . Observou-se que a frequência respiratória e a pressão inspiratória aumentaram gradualmente e que o platô não foi achado dentro dos 50 segundos. O fator mais importante na promoção gradual do aumento na força inspiratória parece ser a retenção de CO_2 durante a oclusão, e este aumento na sua concentração causou um platô antecipado durante a oclusão. Em cachorros respirando ar ambiente antes da oclusão ocorreu dessaturação do sangue arterial, que seria indesejável na rotina clínica, mas observaram que se a mensuração fosse precedida pela inalação de 100% de O_2 a dessaturação era insignificante.

Quando se avaliam as médias das PI_{\max} (tabela 13), observa-se que o valor da $PI_{\max}T_{id}$ no grupo $ECGL < 15$ foi 31,94% maior que a $PI_{\max}T_{20}$ neste mesmo grupo, 27,8% maior que a $PI_{\max}T_{id}$ no grupo $ECGL = 15$, e 34,9% para a $PI_{\max}T_{20}$ deste mesmo grupo. Assim, a $PI_{\max}T_{id}$ no grupo $ECGL < 15$ foi em média 31,5% maior que todos os outros

valores de PI_{\max} . Estes achados estão de acordo com o que Rochester (1988) afirma, que a PI_{\max} medida próxima ao VR tende a aumentar seu valor em aproximadamente 30%. Desse modo, acredita-se que os 20 segundos preconizados por Marini et al. (1986) não permita que esta mensuração seja feita próxima do volume residual, realmente. Clanton e Diaz (1995) afirmam que se a PI_{\max} e a PE_{\max} forem baixas, como ocorre nos pacientes criticamente doentes, pode ser devido ao fato dessas mensurações serem feitas freqüentemente próximo da CRF, onde as forças elásticas dos pulmões e caixa torácica, que contribuem substancialmente para estes valores, são neutralizadas.

Antes de iniciarem a coleta dos dados, Marini et al. (1986) entrevistaram profissionais de 10 centros médicos universitários. Embora houvesse grande variação entre os métodos, principalmente para os pacientes não cooperativos, freqüentemente concordavam que a aferição deve ocorrer em volumes pulmonares baixos, mostrando que realmente existe uma tendência de aferir a PI_{\max} entre a CRF e o VR.

A média do T_{id} para o grupo ECGL = 15 foi de 23,8 segundos apenas, já que estes pacientes não toleravam tempo maior de oclusão, devido ao nível de consciência íntegro provavelmente, chegando mais rapidamente ao platô de três inspirações consecutivas máximas. Isto justifica o valor médio de $PI_{\max} T_{id}$ para o grupo ECGL = 15 não muito maior que as outras mensurações, enquanto que o T_{id} médio do grupo ECGL < 15 foi de 36,7 segundos. Desse modo, ainda não está claro se existe a necessidade de um tempo de oclusão maior para os pacientes com nível de consciência comprometido, já que os valores encontrados neste grupo heterogêneo de pacientes, com 20 segundos de oclusão, não se mostraram estatisticamente diferentes entre os dois grupos (ECGL < 15 e ECGL = 15), não permitindo afirmar com segurança que neste tempo chega-se a valores submáximos para os pacientes com ECGL < 15.

Assim, a hipótese de que existe uma diferença entre as $PI_{\max} T_{id}$ e $PI_{\max} T_{20}$ foi confirmada. Embora esta diferença tenha sido detectada num grupo heterogêneo de pacientes, verificou-se que ela é proveniente dos pacientes que apresentam algum grau de comprometimento do nível de consciência, o que indica a necessidade de estudos adicionais em subgrupos mais homogêneos de pacientes (exemplo: pacientes com lesões neurológicas primárias) para um maior esclarecimento da questão.

6- CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente estudo, de acordo com os objetivos propostos, permitem concluir que:

1. A $PI_{\max}T_{id}$, neste grupo heterogêneo de pacientes em desmame da ventilação mecânica, mostrou valores superiores àqueles da $PI_{\max}T_{20}$.
2. No grupo de pacientes com algum grau de comprometimento do estado de consciência ($ECGL < 15$), a $PI_{\max}T_{id}$ foi, em média, maior que para o grupo com $ECGL = 15$, sugerindo que pacientes com alterações do nível de consciência dependem mais da resposta fisiológica do organismo do que da cooperação, necessitando de um tempo maior de oclusão da válvula unidirecional para se atingir a PI_{\max} real.

Assim, com base nestes achados, há necessidade de novos estudos, agora num grupo mais homogêneo de pacientes, para se concluir em definitivo se pacientes com pontuação na $ECGL < 15$ necessitam de um tempo de oclusão maior do que 20 segundos para se chegar à verdadeira PI_{\max} , ou se os valores obtidos no presente estudo representam simplesmente uma supervalorização desta variável.

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Azeredo CAC. Métodos para avaliar a função muscular respiratória. In: Azeredo CAC. Fisioterapia respiratória no hospital geral. São Paulo: Manole; 2000. p. 399-402.

Bellemare F, Bigland-Ritchie B. Central components of diaphragmatic fatigue assessed by phrenic nerve stimulation. J Appl Physiol 1987; 62: 1307-16.

Bendixen HH, Bunker JP. Measurement of inspiratory force in anesthetized dogs. Anesthesiology 1962; 23: 314-23.

Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. Am Rev Respir Dis 1969; 99: 696-702.

Black LF, Hyatt RE. Maximal static respiratory pressures in generalized neuromuscular disease. Am Rev Respir Dis 1971; 103: 641-50.

Branson RD, Hurst JM, Davis KJR, Campbell R. Measurement of maximal inspiratory pressure: a comparison of three methods. Respir Care 1989; 34: 789-94.

Braun NMT, Arora NS, Rochester DF. Force-length relations of the normal human diaphragm. J Appl Physiol 1982; 53: 405-12.

Brooks, CW, Dennison F, Mishoe SC, Gillum R, Hall R, Taft A. A comparison of two different maximal inspiratory pressure procedures. Respir Care 1996; 41: 916. [Abstract]

Caruso P, Friedrich C, Denari, SDC, Ruiz SAL, Deheinzelin D. The unidirectional valve is the best method to determine maximal inspiratory pressure during weaning. Chest 1999; 115: 1096-101.

Clanton TL, Diaz PT. Clinical assessment of the respiratory muscles. Phys Ther 1995; 75: 983-95.

Fiaastro JF, Habibi MP, Shon BY, Campbell SC. Comparison of standard weaning parameters and the mechanical work of breathing in mechanically ventilated patients. Chest 1988; 94: 232-8.

Finfer SR, Cohen J. Severe traumatic brain injury. Resuscitation 2001; 48: 77-90.

Fiz JA, Montserrat JM, Picado C, Plaza V, Agusti-Vidal, A. How many maneuvers should be done to measure maximal inspiratory mouth pressure in patients with chronic airflow obstruction? Thorax 1989; 44: 419-21.

Gandevia SC, McKenzie DK. Activation of the human diaphragm during maximal static efforts. *J Physiol (Lond)* 1985; 367: 45-56.

Gandevia SC, McKenzie DK, Plassman BL. Activation of human respiratory muscles during different voluntary maneuvers. *J Physiol (Lond)* 1990; 428: 387-403.

Godfrey S, Campbell EJM. The control of breath holding. *Resp Physiol* 1968; 5: 385-400.

Hess, D. Measurement of maximal inspiratory pressure: a call for standardization. *Respir Care* 1989; 34: 857-9.

Kacmarek RM, Cycyk-Champman MC, Young-Palazzo PJ, Romagnoli DM. Determination of maximal inspiratory pressure: a clinical study and literature review. *Respir Care* 1989; 34: 868-78.

Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, Zimmerman JE. APACHE II: A severity of disease classification system. *Crit Care Med* 1985; 13: 818-29.

Manthous CA. The anarchy of weaning techniques. *Chest* 2002; 121: 1738-40. [Editorial]

Marini JJ, Smith TC, Lamb V. Estimation of inspiratory muscle strength in mechanically ventilated patients: measurement of maximal inspiratory pressure. *J Crit Care*, 1986; 1: 32-8.

Marion DW, Carlier PM. Problems with initial Glasgow Coma Scale assessment caused by pre-hospital treatment of patients with head injuries: results of a national survey. *J Trauma* 1994; 36: 89-95.

Mathews PJ, Gregg BL. Monitorização e controle do paciente na UTI. In: Scalan CL, Eilkins RL (ed). *Fundamentos da terapia respiratória de Egan*. 7^a ed, São Paulo: Manole; 2000. p. 975-6.

Millbern SM, Downs JB, Jumper LC, Model JH. Evaluation of criteria for discontinuing mechanical ventilatory support. *Arch Surg* 1978; 113: 1441-3.

Mitchell RA, Berger AJ. Neural regulation of respiration. *N Engl J Med* 1977; 297: 92-7, 138-43, 194-201.

Monteiro LS, Veloso CA, Araújo S, Figueiredo LC, Terzi RGG. Comparação de dois métodos de mensuração da pressão inspiratória máxima com o uso de uma válvula unidirecional. *Rev Bras Terap Intens* 2004; 16: 74-7.

Multz AS, Aldrich TK, Prezant DJ, Karpel JP, Hendler JM. Maximal inspiratory pressure is not a reliable test of inspiratory muscle strength in mechanically ventilated patients. *Am Rev Respir Dis* 1990; 142: 529-32.

Nell V, Phil D, Yates D, Kruger J. An extended Glasgow Coma Scale (GCS-E) with enhanced sensitivity to mild brain injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81: 614-7.

Rahn H, Otis AB, Chadwick LE, Wallace OF. The pressure-volume diagram of the thorax and lung. *Am J Physiol* 1946; 146: 161-78.

Ramsay MAE, Savege TM, Simpson BRJ, Goodwin R. Controlled sedation with alphaxalone-alphadolone. *Br Med J* 1974; 2: 656-9.

Road JD, Burgess KR, Whitlaw WA, Ford GT. Diaphragm function and respiratory response after upper abdominal surgery in dogs. *J Appl Physiol* 1984; 57: 576-82.

Rochester DF. The diaphragm: contractile properties and fatigue. *J Clin Invest* 1985; 75: 1397-402.

Rochester DF. Tests of respiratory muscle function. *Clin Chest Med* 1988; 9: 249-61.

Sahn SA, Lakshminarayan S. Bedside criteria for discontinuation of mechanical ventilation. *Chest* 1973; 63: 1002-5.

Sasson CS, TE TT, Maahute CK, Light R. Airway occlusion pressure: an important indicator for successful weaning in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1987; 135: 107-13.

Shapiro BA, Harrison RA, Kacmarek RM, Cane RD. Clinical application of respiratory care. 3 rd ed. Chicago: Year Book Medical Publishers; 1985 p.75.

Similowski T, Yan S, Gauthier AP, Malkclem PT, Bellemare F. Contractile properties of the human diaphragm during chronic hyperventilation. *N Engl J Med* 1991; 325: 917-23.

Soo Hoo GW, Park L. Variations in the measurement of weaning parameters – A survey of respiratory therapists. *Chest* 2002; 121: 1947-55.

- Souza RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. J Pneumol 2002; 28[Supl 3]: S155-65.
- Teasdale G, Jennet B. Assessment of coma and impaired consciousness. Lancet 1974, 2: 81-4.
- Truwit JD, Marini JJ. Validation of a technique to assess maximal inspiratory pressure in poorly cooperative patients. Chest 1992; 102: 1216-9.
- Vincent J-L, Berré J. Primer on medical management of severe brain injury. Crit Care Med 2005; 33: 1392-9.
- Westcott DA, Bendixen HH. Neostigmine as a curare antagonist: a clinical study. Anesthesiology 1962; 23: 324-32.
- Whitelaw WA. Shape and size of the human diaphragm in vivo. J Appl Physiol 1987; 62: 180-6.
- Yamaguti WPS, Alves LA, Kauss IAM, Galvan CCR, Brunetto AF. Comparação entre a pressão inspiratória máxima medida pelo método da válvula unidirecional e pelo convencional em pacientes submetidos ao processo de desmame da ventilação mecânica invasiva. Rev Bras Terap Intens 2004; 16: 142-5.
- Yang KL. Inspiratory pressure/maximal inspiratory pressure ratio: a predictive index of weaning outcome. Intensive Care Med 1993; 19: 204-8.
- Yang K, Tobin MJ. A prospective study of predicting outcome of trials of weaning from mechanical ventilation. N Engl J Med 1991; 324: 1445-50.

8- APÊNDICES

**Projeto de Pesquisa para Dissertação de Mestrado junto ao Departamento de
Cirurgia do Hospital de Clínicas da Universidade Estadual de Campinas.**

Aluna: Ludmila Soccio Monteiro
Orientador: Dr. Sebastião Araújo

FICHA DE COLETA DE DADOS

Nome:	Idade:
HC:	Data de admissão:
Diagnóstico:	Sexo:
Tempo de ventilação mecânica:	Ramsay: Glasgow:
FC t1 (antes):	FC t1 (após):
SpO ₂ t1 (antes):	SpO ₂ t1 (após):
FC t2 (antes):	FC t2 (após):
SpO ₂ t2 (antes):	SpO ₂ t2 (após):
PImáx T ₂₀ (t1):	PImáx T ₂₀ (t2):
PImáx T _{ID} (t1):	PImáx T _{ID} (t2):
Observações:	

“TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO”

Título da pesquisa: “Comparação entre dois protocolos de mensuração da pressão inspiratória máxima com válvula unidirecional”

Responsável pela pesquisa

Nome: Ludmila Soccio Monteiro

Telefone: (11) 7299-1716

Paciente

Nome:

Idade: R.G.: HC:

Endereço:

Responsável pelo paciente

Nome:

Idade: R.G.:

Endereço:

Grau de parentesco:

Justificativa e objetivo da pesquisa:

A justificativa da pesquisa é a padronização do método de verificação da força muscular inspiratória, que é força necessária para puxar o ar para dentro dos pulmões, através do manovacuômetro (aparelho que mede esta força muscular através da pressão gerada pelos músculos da respiração) junto a uma válvula unidirecional permitindo assim a exalação máxima, em pacientes necessitados de auxílio de ventiladores mecânicos durante a respiração, na Unidade de Terapia Intensiva do HC – UNICAMP. A técnica com melhores valores, entre as duas que empregaremos durante a pesquisa, será utilizada em nosso serviço para futuras medidas de pressão inspiratória máxima (maior pressão que os músculos da respiração podem fazer), sendo este o objetivo desta pesquisa.

Procedimentos a que o paciente será submetido:

Os pacientes serão submetidos a estas medidas em dois períodos em um único dia, com um intervalo de quinze minutos, e para cada método serão realizadas três medidas com intervalo de um minuto entre elas, obtendo-se assim a média entre as três. A força muscular será avaliada por um período de vinte segundos, e também por um tempo não determinado, porém limitado em um minuto se não tiver ocorrido antes deste tempo três inspirações consecutivas com um valor médio, sem uma variação significativa (platô) de pressão negativa, sendo posteriormente comparados os resultados.

Riscos e benefícios para o paciente:

Não existem riscos importantes para o paciente, e ele estará monitorado durante o procedimento, que será interrompido se ocorrer alguma alteração no quadro clínico. Como benefício, o paciente será melhor avaliado, podendo desta forma permanecer em ventilação por um tempo menor e assim evitar diversas complicações causadas pelo tempo prolongado de ventilação, como por exemplo menor risco de adquirir pneumonia.

Garante-se resposta a qualquer pergunta e esclarecimento a dúvidas, sendo que o paciente poderá deixar de participar da pesquisa a qualquer tempo, não havendo obrigação de se submeter a esta pesquisa, sem prejuízo no atendimento, no cuidado e tratamento pela equipe de fisioterapia do H.C.

Será mantido sigilo sobre as informações colhidas, zelando pela privacidade do paciente e haverá disponibilidade de tratamento médico e indenização a que tem direito por parte do órgão financiador em casos de danos que a justifiquem, diretamente causados pela pesquisa.

Na eventualidade de gastos adicionais, estes serão absorvidos pelo orçamento da pesquisa.

Comitê de ética em pesquisa: (19) 3788.8936

DATA: ____/____/____

Responsável/paciente

Responsável/pesquisa