

Avaliação da Aplicação do Índice de Tobin no Desmame da Ventilação Mecânica após Anestesia Geral*

Evaluating the Use of the Tobin Index When Weaning Patients from Mechanical Ventilation after General Anesthesia

Nara de Cássia Mantovani¹, Lúcia Maria Martins Zuliani², Daniela Tiemi Sano², Daniel Reis Waisberg³, Israel Ferreira da Silva, TSA⁴, Jaques Waisberg⁵

RESUMO

Mantovani NC, Zuliani LMM, Sano DT, Waisberg DR, Silva IF, Waisberg J — Avaliação da Aplicação do Índice de Tobin no Desmame da Ventilação Mecânica após Anestesia Geral.

JUSTIFICATIVA E OBJETIVO: O índice preditivo de descontinuação da ventilação mecânica é parâmetro de prognóstico de desmame. O objetivo deste estudo foi avaliar a aplicação do índice de Tobin antes da extubação traqueal em pacientes submetidos à anestesia geral.

MÉTODO: Foram analisados 80 pacientes, 40 (50%) homens e 40 (50%) mulheres submetidos a colecistectomia sob anestesia geral. A média de idade foi $57,7 \pm 12,4$ (33 a 82 anos) e a média do peso corpóreo foi $70,85 \pm 11,07$ (48 a 90 kg). Trinta e sete (46,2%) pacientes eram tabagistas. O índice de Tobin foi obtido pela relação entre frequência respiratória e volume corrente em ciclos/litro/minuto ($c.L^{-1}.min^{-1}$). Foram estudadas as variáveis: idade, peso, tabagismo, risco anestésico-cirúrgico, duração do procedimento, volume corrente expirado e frequência respiratória pós-operatória, tempo de permanência na recuperação pós-anestésica, ocorrências clínicas intra-operatórias e gravidade das ocorrências clínicas após extubação. Foram utilizados testes estatísticos paramétricos e não-paramétricos, e análise de regressão logística univariada e múltipla.

RESULTADOS: A idade ($p = 0,019$), peso corpóreo ($p = 0,006$), tabagismo ($p = 0,014$), risco anestésico ($p = 0,0001$), volume corrente ($p < 0,0001$), frequência respiratória ($p < 0,0001$), tempo de permanência na recuperação pós-anestésica ($p < 0,0001$) e ocorrências clínicas pós-extubação ($p < 0,0001$) influenciaram de forma signifi-

cativa o índice de Tobin. As variáveis independentes com risco de insucesso do desmame ventilatório foram idade avançada e o peso corpóreo elevado ($p = 0,023$).

CONCLUSÕES: O desmame ventilatório pós-operatório com índice de Tobin $\geq 80 c.L^{-1}.min^{-1}$ e $< 100 c.L^{-1}.min^{-1}$ apresentou risco elevado de ocorrências clínicas pós-extubação traqueal. Nos pacientes com índice de Tobin $\geq 80 c.L^{-1}.min^{-1}$, a idade avançada e o peso corpóreo elevado constituíram variáveis independentes de risco para o insucesso do desmame da ventilação mecânica.

Unitermos: CIRURGIA, Abdominal: colecistectomia; COMPLICAÇÕES: extubação traqueal; VENTILAÇÃO: controlada mecânica.

SUMMARY

Mantovani NC, Zuliani LMM, Sano DT, Waisberg DR, Silva IF, Waisberg J — Evaluating the Use of the Tobin Index When Weaning Patients from Mechanical Ventilation after General Anesthesia.

BACKGROUND AND OBJECTIVES: The predictive index for discontinuing mechanical ventilation is a prognostic parameter. The objective of this study was to evaluate the use of the Tobin index before tracheal extubation in patients undergoing general anesthesia.

METHODS: Eighty patients, 40 (50%) men and 40 (50%) women undergoing cholecystectomy under general anesthesia were analyzed. The mean age of the patients was 57.7 ± 12.4 (33 to 82 years) and mean body weight was 70.85 ± 11.07 (48 to 90 kg). Thirty-seven patients (46.2%) were smokers. The Tobin index was obtained through the relationship between respiratory rate and tidal volume in cycles/Liter/minute ($c.L^{-1}.min^{-1}$). Age, weight, smoking, anesthetic-surgical risk, duration of the procedure, expired tidal volume, and postoperative respiratory rate, length of time in the recovery room, intraoperative clinical intercurrents and severity of the clinical intercurrents after extubation were studied. Parametric and non-parametric statistical tests, and analysis of univariate and multiple logistic regression were used.

RESULTS: Age ($p = 0.019$), body weight ($p = 0.006$), smoking ($p = 0.014$), anesthetic risk ($p = 0.0001$), tidal volume ($p < 0.0001$), respiratory rate ($p < 0.0001$), length of time in the recovery room ($p < 0.0001$), and post-extubation clinical intercurrents ($p < 0.0001$) had a significant influence in the Tobin index. The independent variables with risk of failure to wean included advanced age and elevated body weight ($p = 0.023$).

CONCLUSIONS: Weaning patients off mechanical ventilation in the postoperative period with a Tobin Index $\geq 80 c.L^{-1}.min^{-1}$ and $< 100 c.L^{-1}.min^{-1}$ was associated with elevated risk of postoperative clinical intercurrents after extubation. Patients with a Tobin index $\geq 80 c.L^{-1}.min^{-1}$, advanced age and increased body weight were independent variables of risk of failure to discontinue mechanical ventilation.

Key Words: COMPLICATIONS: tracheal extubation; VENTILATION: mechanical controlled; SURGERY, Abdominal: cholecystectomy.

*Estudo realizado no Hospital Nossa Senhora de Fátima da Sociedade Portuguesa de Beneficência de São Caetano do Sul, SP e no Departamento de Cirurgia da Faculdade de Medicina do ABC, Santo André, SP

1. Fisioterapeuta; Encarregada do Serviço de Fisioterapia do Hospital Nossa Senhora de Fátima da Sociedade Portuguesa de Beneficência de São Caetano do Sul
2. Graduanda, Faculdade de Medicina do ABC
3. Graduando, Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
4. Diretor do Serviço de Anestesiologia e Co-Responsável pelo CET-SBA do Hospital do Servidor Público Estadual de São Paulo Francisco Morato de Oliveira
5. Professor Assistente, Disciplina de Cirurgia do Aparelho Digestivo, Faculdade de Medicina do ABC

Apresentado (**Submitted**) em 12 de dezembro de 2006
Aceito (**Accepted**) para publicação em 21 de agosto de 2007

Endereço para correspondência (**Correspondence to**)
Dr. Jaques Waisberg
Rua das Figueiras, 550/134 — Jardim
09080-300 Santo André, SP
E-mail: jaqueswaisberg@uol.com.br

© Sociedade Brasileira de Anestesiologia, 2007

INTRODUÇÃO

Na maioria dos pacientes, o processo de transição da ventilação mecânica para a ventilação espontânea pode ser realizado sem complicações importantes. Porém, nos pacientes que apresentam dificuldades na descontinuação da ventilação mecânica, esse processo pode se tornar desafiador^{1,2}. O sucesso do desmame ventilatório implicará índice menor de complicações decorrentes do tempo menor de permanência dos pacientes sob ventilação mecânica e abreviação do período de internação nas unidades de terapia intensiva, além de evitar as dificuldades de reintubação decorrentes das possíveis complicações da intubação naso- e traqueal³⁻⁵.

Tobin e col.⁶ propuseram método prático, eficiente e não-invasivo para obtenção de indicador da previsão do sucesso ou insucesso no desmame do ventilador mecânico. Esse indicador foi denominado índice de respiração rápida e superficial (IRS ou índice de Tobin) e estabelece relação fisiológica entre a frequência respiratória (*f*) e o volume corrente expirado (VCE) expresso em L.min⁻¹.

A lógica desse índice está no fato de que quanto melhor a complacência e maior a força inspiratória, associadas à adequada troca gasosa e menor frequência respiratória, maior a probabilidade de sustentar a ventilação espontânea indefinidamente^{1,6}. Esses mesmos autores demonstraram que os pacientes que falharam no desmame apresentavam padrão respiratório característico, observado logo após a desconexão da ventilação mecânica, e denominado índice de ventilação rápida (*f* maior que 30 respirações por minuto) e superficial (VCE menor que 0,3 L). Nos valores superiores a 100 ciclos.Litro⁻¹.minuto⁻¹ (c.L⁻¹.min⁻¹), havia associação com insucesso no desmame em 86% e sucesso em 10% dos pacientes⁷⁻¹⁰.

Demonstrou-se boa reprodutibilidade de parâmetros clássicos de desmame realizados com técnicas corretas à beira do leito, sobretudo quando foram avaliados os índices que estimam o padrão ventilatório com o VCE e a frequência respiratória, como o índice de Tobin, apontado como um dos parâmetros com maior acurácia em prever o prognóstico do desmame ventilatório¹¹⁻¹³. Embora a precisão desse índice seja melhor do que os demais testes de extubação mais utilizados¹⁴⁻¹⁹ foram observados 20% de resultados falsos-positivos, isto é, a relação *f*/VCE prediz sucesso na extubação, porém o paciente não consegue manter autonomia ventilatória adequada, necessitando de reintubação, ou, então, apresenta complicações clínicas relacionadas com o processo de extubação²⁰⁻²⁴.

O objetivo deste estudo foi avaliar a aplicação do índice de Tobin com valores entre 80 e 100 c.L⁻¹.min⁻¹ ou menores que 80 c.L⁻¹.min⁻¹ antes da extubação traqueal em pacientes submetidos a anestesia geral.

MÉTODOS

O projeto de pesquisa do presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Nossa Senhora

de Fátima da Sociedade Portuguesa de Beneficência de São Caetano do Sul. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi adequadamente explicado e assinado pelos pacientes participantes deste estudo.

Neste estudo prospectivo, foram analisados 80 pacientes, 40 (50%) homens e 40 (50%) mulheres, internados para a realização de colecistectomia eletiva por via convencional para tratamento de colecistopatia calculosa não-complicada, sob anestesia geral, no período de julho de 2004 a janeiro de 2005. Todos os procedimentos foram realizados pela mesma equipe de cirurgiões e anesthesiologistas. Todos os pacientes operados foram submetidos à anestesia geral balanceada, precedida de 7,5 mg ou 15 mg de midazolam uma hora antes da indução anestésica. A técnica anestésica constou de propofol (2 mg.kg⁻¹), fentanila (5 a 10 µg.kg⁻¹) e atracúrio (0,4 mg.kg⁻¹), seguida de intubação traqueal e oferta de isoflurano em concentrações alveolares adequadas para a manutenção de plano anestésico satisfatório, em mistura de oxigênio e óxido nítrico de 50% a 70% da fração inspirada desse último. Doses adicionais de atracúrio (1/4 da dose inicial) foram ministradas para a manutenção de bloqueio neuromuscular e a reversão do mesmo foi realizada com atropina (1 mg) e neostigmina (2 mg) ao final do procedimento. A analgesia pós-operatória foi complementada com dipirona (30 mg.kg⁻¹) e cetoprofeno (100 mg) ministrados por via venosa, na presença de evidência de dor com escore maior ou igual a 5 pela Escala Analógica Visual. Os procedimentos e agentes utilizados na indução anestésica, manutenção da anestesia e na recuperação do paciente após a suspensão dos anestésicos foram os mesmos para todos os pacientes do estudo.

A incisão de laparotomia utilizada foi longitudinal mediana em todos os pacientes. Foi realizada colangiografia intra-operatória em 20 (25%) dos pacientes, que resultou normal em todos eles. Não foi utilizada drenagem percutânea da cavidade peritoneal.

Foram considerados critérios de inclusão: pacientes submetidos a operações eletivas com anestesia geral e intubação traqueal, supressão da sedação e do bloqueio neuromuscular no pós-operatório imediato, estabilidade hemodinâmica, ausência de sepse e temperatura axilar menor ou igual a 37°C. Foram considerados critérios de exclusão: índice de Tobin menor que 100 c.L⁻¹.min⁻¹, presença de acidente vascular encefálico, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), atelectasia pulmonar ou alteração dos campos pleuropulmonares na radiografia torácica nas incidências pósterior-anterior e perfil, pacientes traqueostomizados, escala de coma de Glasgow menor ou igual a 7 e broncoespasmo no momento do desmame. A presença de DPOC foi constatada pelos resultados do exame clínico, prova de função pulmonar, radiografia torácica e gasometria arterial.

Dos pacientes desse estudo, 43 (53,8%) não eram tabagistas e 37 (46,2%) faziam uso habitual do cigarro. Os que eram tabagistas foram orientados a suspender o fumo no momento da constatação da necessidade do tratamento cirúrgico.

Os pacientes foram classificados de acordo com o risco operatório em risco baixo ou elevado. Os com risco baixo eram os que apresentam pontuação I ou II da classificação da American Society of Anesthesiologists (ASA), ao passo que os com risco elevado exibiam pontuação III ou IV da classificação da ASA.

Os critérios observados pelo anestesiológico momentos antes de realizar a retirada da cânula traqueal após o término do procedimento cirúrgico foram: capacidade de respirar espontaneamente, presença de reflexos protetores de vias aéreas, capacidade de obedecer a ordens simples, estabilidade hemodinâmica, saturação de oxigênio maior que 90% com fração inspirada de oxigênio de 0,21, ausência de manifestações de bloqueio neuromuscular residual verificada pelo estimulador de nervo periférico, força inspiratória máxima menor que -25 cm de água, VCE menor que 7 mL.kg⁻¹, capacidade vital menor que 10 mL.kg⁻¹, índice de Tobin menor que 100 c.L⁻¹.min⁻¹, relação PaO₂/FIO₂ maior que 200 e PaCO₂ menor que 40 mmHg. A presença de bloqueio neuromuscular residual foi indicada pela presença de diplopia ou disfagia, a incapacidade de protruir a língua e manter o aperto de mão ou a elevação da cabeça por, pelo menos, cinco segundos^{25,26}.

Desmame foi definido como o processo de afastamento gradual do paciente do suporte ventilatório^{18,19}. Ao término da intervenção cirúrgica e com o paciente despertando ao comando ou completamente acordado, o desmame era iniciado ainda na sala de operação. O paciente era posicionado em decúbito dorsal horizontal com o dorso elevado em 15°, com oferta de oxigênio a 100% para manutenção do nível de saturação de oxigênio (SatO₂) maior ou igual a 95%. Realizou-se a mudança do modo básico controlado da ventilação mecânica para o modo básico da ventilação mandatória intermitente sincronizada (SIMV) e seguido do modo de ventilação com pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP). Alguns pacientes eram conduzidos do modo básico controlado da ventilação mecânica diretamente para CPAP, sem passar pelo modo SIMV. O paciente permanecia nessas condições até apresentar incursões respiratórias espontâneas com frequência de 12 a 16 respirações por minuto para permitir a extubação. Após esse período, o ventilômetro (Wright Respirometer, modelo Ferrais Mark 8), era conectado à cânula do paciente ou à válvula expiratória do ventilador do aparelho de anestesia durante um minuto, sendo excluídas as mensurações após esforços significativos, como durante a aspiração traqueal e a tosse, verificando-se, assim, o VCE expirado em litros e a *f* em respirações por minuto (rpm) indicada pelo capnógrafo. A partir desses valores foi aplicada a fórmula f/VCE (L.min⁻¹) obtendo-se o índice de Tobin. Esse índice foi considerado satisfatório para o início dos procedimentos do desmame ventilatório, quando menor que 100 c.L⁻¹.min⁻¹. Os valores maiores que 100 c.L⁻¹.min⁻¹ apontavam para a extubação com resultados insatisfatórios. Os pacientes foram divididos em dois grupos: Grupo I, com índice de Tobin menor que 80 c.L⁻¹.min⁻¹ (índice de Tobin

baixo) e Grupo II, com índice de Tobin igual ou superior a 80 c.L⁻¹.min⁻¹ e menor que 100 c.L⁻¹.min⁻¹ (índice de Tobin elevado).

Além do parâmetro obtido pelo índice de Tobin, foram observados e considerados os seguintes critérios para que a extubação não se realizasse: frequência respiratória menor que 35 rpm, saturação de oxigênio inferior a 95%, frequência cardíaca superior a 140 batimentos por minuto (bpm), pressão arterial sistólica superior a 180 mmHg ou inferior a 90 mmHg e presença de sudorese intensa ou dor. Na presença de um desses critérios, o paciente retornava ao ventilador mecânico no modo básico.

Após a extubação, o paciente permanecia na sala de recuperação pós-anestésica (SRPA) por período variável, onde era instalada máscara aberta de oxigênio, com fluxo de 3 L.min⁻¹, recebendo alta da SRPA após atingir o escore 10 na escala de Aldrete-Kroulik.

No processo de desmame ventilatório, os dados referentes ao diagnóstico, quadro clínico, parâmetros do ventilador mecânico e o valor do índice de Tobin foram anotados em ficha de avaliação. Com a obtenção desses dados, foi aplicada a relação f/VCE , sendo considerado satisfatório valor inferior a 100 c.L⁻¹.min⁻¹.

A extubação foi considerada bem-sucedida quando o paciente apresentava, no período pós-extubação imediato, ausência de ocorrências clínicas representadas por sudorese, desconforto respiratório com ou sem alteração gasométrica e alteração cardiovascular com ou sem repercussão hemodinâmica. Caso o paciente apresentasse alguma dessas ocorrências clínicas, a extubação não era considerada bem-sucedida.

Foram estudadas as seguintes variáveis: idade, peso corpóreo, tabagismo, risco anestésico-cirúrgico pré-operatório pela classificação da ASA, duração do procedimento anestésico-cirúrgico, volume corrente e frequência respiratória após o término da operação, índice de Tobin, tempo de permanência na sala de recuperação pós-anestésica, ocorrências clínicas intra-operatórias e ocorrências clínicas e sua gravidade no período pós-extubação.

Foram considerados como ocorrências clínicas leves os distúrbios respiratórios pouco expressivos; ocorrências moderadas foram caracterizadas como alterações cardiovasculares sem repercussão hemodinâmica ou os distúrbios respiratórios com modificações gasométricas. Foram classificadas como graves as ocorrências clínicas respiratórias com desconforto intenso ou eventos cardiovasculares com repercussão hemodinâmica.

As variáveis qualitativas foram apresentadas com seus valores relativos e absolutos e as variáveis quantitativas, com seus valores de tendência central e de dispersão. Para verificar a associação entre índice de Tobin e as variáveis qualitativas utilizou-se o teste do Qui-quadrado. Para as variáveis quantitativas, a homogeneidade das variâncias foi verificada pelo teste de Levene e a normalidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Para as variáveis que apresentaram

homogeneidade e normalidade adequadas foram utilizados teste paramétrico (teste *t*) para a comparação dos grupos estudo e controle. Na ausência de normalidade e homogeneidade foi utilizado teste não-paramétrico (teste *U* de Mann-Whitney). As variáveis que exibiram significância pela regressão logística univariada foram submetidas à análise pela regressão logística múltipla. No modelo de regressão logística foram utilizadas como variáveis dependentes os valores do índice de Tobin abaixo de 80 c.L⁻¹.min⁻¹ ou igual ou superior a 80 c.L⁻¹.min⁻¹ e menor que 100 c.L⁻¹.min⁻¹, e como variáveis independentes, aquelas que se mostraram significativas na análise pela regressão logística univariada. O nível de significância adotado foi de 5%.

RESULTADOS

A média de idade foi de 57,7 ± 12,4 anos (33 a 82 anos). A média do peso corpóreo foi de 70,85 ± 11,07 kg (48 a 90 kg). No Grupo I, a média de idade foi de 54,50 ± 11,65 anos (33 a 82 anos) e o peso médio foi de 67,48 kg ± 11,03 (48 a 90

kg). No Grupo II, a média de idade foi de 60,97 ± 12,44 anos (33 a 82 anos), e o peso médio foi de 74,23 ± 10,15 kg (52 a 90 kg).

O Grupo I, com índice de Tobin inferior a 80 c.L⁻¹.min⁻¹ (índice de Tobin baixo), e o Grupo II, com índice de Tobin igual ou superior a 80 c.L⁻¹.min⁻¹ e menor que 100 c.L⁻¹.min⁻¹ (índice de Tobin elevado), apresentaram diferença significativa em relação às seguintes variáveis: idade, peso corpóreo, tabagismo, risco anestésico (ASA), volume corrente, frequência respiratória, índice de Tobin, tempo de permanência na SRPA e ocorrências clínicas no período pós-extubação. As variáveis que não apresentaram diferenças significativas foram a duração do procedimento anestésico, as ocorrências clínicas intra-operatórias e a gravidade das ocorrências clínicas pós-extubação (Tabela I).

Durante o período intra-operatório observou-se nove (11,25%) pacientes com broncoespasmo controlado satisfatoriamente com medicação, sendo quatro (10%) no Grupo I e cinco (12,5%) no Grupo II. Essa diferença não apresentou significância estatística (p = 0,72).

Tabela I – Características das Variáveis Estudadas nos Pacientes Submetidos à Colectomia Eletiva sob Anestesia Geral Balanceada

Variáveis	Grupo I		Grupo II		p
		Média ± DP		Média ± DP	
Idade (anos)	33 – 82	54,5 ± 11,6	33 – 82	60,9 ± 12,4	0,019 (*)
Peso corpóreo (kg)	48 – 90	67,5 ± 11,0	52 – 90	74,2 ± 10,1	0,006 (*)
Tabagismo	13 (32,5%)		24 (60,0%)		0,014 (*)
Risco anestésico (ASA)					0,0001 (*)
Baixo: ASA I ou II	n = 36 (90%)		n = 20 (50%)		
Alto: ASA III ou IV	n = 4 (10%)		n = 20 (50%)		
Duração do procedimento anestésico (min)	40 – 70	51,25 ± 7,48	40 – 95	55,50 ± 17,05	0,046 (NS)
Volume corrente (L.min ⁻¹)	157 – 695	398,05 ± 136,28	150 – 320	256,25 ± 45,47	< 0,001 (*)
Frequência respiratória (rpm)	6 – 20	13,65 ± 3,42	3 – 27	22,10 ± 3,97	< 0,0001 (*)
Índice de Tobin (c.L ⁻¹ .min ⁻¹)					< 0,001 (*)
Inferior a 80 c.L ⁻¹ .m ⁻¹	16 – 69,3	37,66 ± 14,30			
Entre 80 e 100 c.L ⁻¹ .m ⁻¹				86,31 ± 4,95	
Tempo de permanência na SRPA (min)	50 – 120	78,75 ± 14,83	65 – 200	111,75 ± 38,12	< 0,0001 (*)
Ocorrências clínicas					
Intra-operatórias	n = 4 (10%)		n = 5 (12,5%)		0,72 (NS)
No período pós-extubação	n = 10 (25%)		n = 31 (77,5%)		< 0,0001 (*)
Gravidade pós-extubação					
Leve	n = 10 (25%)		n = 20 (64,5%)		0,08 (NS)
Moderada	–		n = 5 (16,1%)		
Grave	–		n = 6 (19,4%)		

n = número de pacientes; NS = não significativo; (*) = significativo.

Quarenta e um (51,2%) pacientes apresentaram ocorrências clínicas no período pós-extubação assim distribuídas: taquipnéia, 26 (63,4%); insuficiência respiratória, seis (14,6%); disritmia cardíaca, cinco (12,2%); e bradipnéia, quatro (9,8%). Trinta e nove (48,8%) pacientes não tiveram esses eventos. Observou-se que no Grupo I, 30 pacientes (75%) não apresentaram intercorrências clínicas pós-extubação, ao passo que dez (25%) as exibiram. No Grupo II, verificou-se que 31 pacientes (77,5%) tiveram ocorrências clínicas pós-extubação e nove (22,5%) não as tiveram. O número de intercorrências clínicas pós-extubação dos pacientes do Grupo II foi significativamente maior do que as do Grupo I ($p < 0,0001$). Não houve necessidade de reintubação em nenhum dos pacientes que apresentaram ocorrências clínicas no período pós-extubação.

Trinta (37,5%) pacientes apresentaram ocorrências clínicas pós-extubação classificadas como leves, cinco (6,3%) pacientes como moderadas e seis (7,5%) pacientes como graves. No Grupo I, dez (25%) pacientes apresentaram intercorrências clínicas ao passo que no Grupo II, 32 (80%) as tiveram. No Grupo I houve dez intercorrências pós-extubação, todas classificadas como leves. No Grupo II, ob-

servaram-se 20 (64,5%) pacientes com intercorrências leves, cinco (16,1%) pacientes com intercorrências moderadas e seis (19,4%) pacientes apresentaram intercorrências graves. Essa diferença apresentou tendência à significância ($p = 0,08$).

A média do índice de Tobin foi de $62,0 \pm 26,7$ c.L⁻¹.min⁻¹ (16 a 100 c.L⁻¹.min⁻¹). No Grupo I, a média do índice de Tobin foi de $37,66 \pm 14,30$ (16 a 69,3 c.L⁻¹.min⁻¹) e no Grupo II, foi de $86,31 \pm 4,95$ c.L⁻¹.min⁻¹ (80 a 100 c.L⁻¹.min⁻¹). Esses valores apresentaram diferença estatística significativa ($p < 0,001$). A análise da regressão logística univariada mostrou significância e risco de apresentar insucesso de desmame ventilatório para idade, peso corpóreo e tabagismo. Concernente às demais variáveis, a análise pela regressão logística univariada não mostrou significância (Tabela II).

A análise conjunta pela regressão logística múltipla da idade e peso corpóreo foi significativa para a ocorrência de insucesso do desmame ventilatório. Em relação à associação da idade, do peso corpóreo e do tabagismo, ou da associação da idade, do peso e da frequência respiratória, a análise pela regressão logística múltipla não foi significativa para insucesso no desmame ventilatório (Tabela II).

Tabela II – Verificação do Risco de Insucesso da Extubação dos Pacientes Submetidos à Colectomia Eletiva sob Anestesia Geral Balanceada pela Análise da Regressão Logística Univariada

Variáveis	Valor p	Risco	Intervalo de confiança
Idade	0,002 (*)	4,314	1,692 – 10,995
Peso corpóreo	0,002 (*)	4,333	1,696 – 11,069
Tabagismo	0,015 (*)	3,115	1,247 – 7,781
Risco anestésico (ASA)	NS	–	–
Duração do procedimento anestésico	NS	–	–
Volume corrente	NS	–	–
Frequência respiratória	NS	–	–
Tempo de permanência na SRPA	NS	–	–
Ocorrências clínicas intra-operatórias	NS	–	–
Ocorrências clínicas no período pós-extubação	NS	–	–
Gravidade das ocorrências clínicas pós-extubação	NS	–	–

NS = não significativo; (*) = significativo; SRPA = sala de recuperação pós-anestésica.

Tabela III – Verificação do Risco de Insucesso da Extubação dos Pacientes Submetidos à Colectomia Eletiva sob Anestesia Geral Balanceada pela Análise da Regressão Logística Multivariada

Variáveis	Valor p	Risco	Intervalo de confiança
Idade e peso corpóreo	0,023 (*)	3,151	1,170 – 8,481
Peso corpóreo, idade e tabagismo	0,066 (NS)	–	0,938 – 7,420
Idade, peso corpóreo e frequência respiratória	0,088 (NS)	–	0,845 – 11,474

NS = não significativo; (*) = significativo.

DISCUSSÃO

Enquanto na prática médica a maioria dos pacientes submetidos a operações sob anestesia geral balanceada é facilmente extubada, parcela deles permanece em desmame ventilatório prolongado^{20,21}.

Nenhum dos critérios atuais de extubação é considerado preditor absoluto e, sim, diretrizes para a extubação segura, alertando para a probabilidade de sucesso ou fracasso no desmame ventilatório²²⁻²⁴.

A atenção tem se voltado para o padrão respiratório (frequência e volume corrente) como guia para o curso e o prognóstico do desmame. A principal vantagem dessas medidas é que elas podem ser estimadas à beira do leito com aparelhagem simples (ventilômetro), de baixo custo operacional e serem facilmente reproduzíveis. A falha do desmame da ventilação mecânica é atribuída ao resultado do desequilíbrio entre a capacidade dos músculos respiratórios e a demanda respiratória. A relação entre frequência respiratória e volume corrente (índice de respiração superficial) durante respiração espontânea aumenta quando há esse desequilíbrio, podendo essa relação prever o sucesso ou falha do desmame da ventilação mecânica⁶⁻⁹.

O cálculo do índice de Tobin pode ser facilmente realizado pelo anestesiológista, enfermeira ou terapeuta respiratório em torno de dez minutos e não necessita de nenhuma determinação laboratorial. Esse índice pode ser útil na diminuição da tentativa de desmame prematuro e na eliminação do atraso em desmamar pacientes que potencialmente são capazes de prescindir do apoio ventilatório. Mais importante, os componentes para o cálculo do índice de Tobin podem servir para indicar à equipe médica problemas nos cuidados ao paciente que precisem ser corrigidos para facilitar o processo de desmame.

No presente estudo observou-se que o índice de Tobin, como parâmetro de retirada de ventilação mecânica, pode ser medido pelo método utilizado que foi seguro, bem aceito pelos pacientes e não apresentou complicações associadas. Os anestésicos habitualmente influenciam o índice de Tobin devido à ação depressora respiratória, podendo alterar a frequência respiratória e o volume corrente²⁶⁻³⁰. Neste estudo, não houve influência dos agentes anestésicos no índice de Tobin, porque, no momento da sua mensuração, os medicamentos anestésicos estavam em níveis residuais no organismo, e após a administração de antagonista do bloqueio neuromuscular, o desmame foi prosseguido em situação na qual os anestésicos tinham níveis plasmáticos mínimos de atuação. Nesse cenário, minimizou-se a eventual influência dessas substâncias na frequência respiratória e no volume corrente. Desde que não haja doença de base, como doenças neurológicas ou neuromusculares primárias, anormalidades estruturais do arcabouço torácico, hiperinsuflação^{26,27,31-33} ou ainda alterações metabólicas que possam alterar a mecânica respiratória, o índice de Tobin, nas condições do presente estudo, não foi influenciado pelos

agentes anestésicos no momento adotado para sua medição, isto é, ao término da intervenção cirúrgica, quando a oferta de oxigênio foi de 100% para manutenção do nível de saturação de oxigênio (SatO₂) igual ou maior que 95%, e com o paciente apresentando incursões respiratórias espontâneas, com frequência de 12 a 16 respirações por minuto.

O índice de Tobin abaixo de 100 c.L⁻¹.min⁻¹ é considerado um dos parâmetros para a realização da extubação de pacientes submetidos à anestesia geral. No presente estudo, procurou-se avaliar as intercorrências clínicas pós-extubação relacionadas com os valores do índice de Tobin situados entre 80 e 100 c.L⁻¹.min⁻¹ e abaixo de 80 c.L⁻¹.min⁻¹.

Emmerich e col.¹⁹ observaram que a eficácia do índice de Tobin foi abaixo da esperada, revelando ser tão ou mais insensível e/ou inespecífico que os outros índices preditivos. Porém, esses autores estudaram pacientes com insuficiência respiratória aguda e submetidos à ventilação mecânica prolongada em terapia intensiva. Destarte, tais pacientes, pela própria natureza da sua condição, apresentavam morbidades graves que os conduziram à insuficiência respiratória. Por outro lado, os pacientes da presente casuística não tinham insuficiência respiratória prévia ou outras afecções graves e foram submetidos à ventilação mecânica por terem sido operados sob anestesia geral por doença não-complicada. Nessas circunstâncias, observou-se que o índice de Tobin foi considerado eficaz na predição de complicações clínicas após a extubação.

No presente estudo, o risco anestésico da ASA foi significativamente menor no grupo de pacientes com índice de Tobin abaixo de 80 c.L⁻¹.min⁻¹ em relação aos que apresentavam índice de Tobin entre 80 e 100 c.L⁻¹.min⁻¹. Esse resultado provavelmente refletiu a presença de comorbidades associadas nos pacientes com índice de Tobin elevado. É possível que tais afecções tenham se tornado fatores limitadores mais consistentes no processo de extubação, elevando a frequência respiratória e/ou diminuindo o volume corrente. Além disso, a idade mais avançada e o peso corpóreo maior constituíram, no presente estudo, fatores de risco independentes para o surgimento de ocorrências clínicas do período pós-extubação.

Em relação à duração do procedimento anestésico, o atual estudo apontou que embora esse período tenha sido menor no grupo com índice de Tobin inferior a 80 c.L⁻¹.min⁻¹, ele não foi significativamente diferente do grupo com índice de Tobin entre 80 e 100 c.L⁻¹.min⁻¹. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de não ter havido dificuldades técnicas intraoperatórias nos dois grupos de pacientes.

O valor médio do volume corrente foi maior nos pacientes com índice de Tobin menor quando comparado com os pacientes com índice de Tobin mais elevado. O fato de haver predominância significativa de pacientes tabagistas no grupo com índice de Tobin elevado e o fato de que o hábito de fumar provoca diminuição da elasticidade do tecido pulmonar provavelmente concorreram para esses resultados. Além disso, o estudo apontou que a média do peso corpóreo pré-

operatório foi muito maior nos pacientes com índice de Tobin entre 80 e 100 c.L⁻¹.min⁻¹, contribuindo para a redução do volume corrente nesse grupo.

Os pacientes com índice de Tobin mais elevado apresentaram frequência respiratória maior do que aqueles com índice de Tobin mais baixo. Esse resultado pode indicar reserva ventilatória menor no grupo de pacientes com índice de Tobin entre 80 e 100 c.L⁻¹.min⁻¹. Além disso, nesse mesmo grupo, o tempo de permanência na sala de recuperação pós-anestésica foi significativamente maior, indicando maior dificuldade no retorno das condições fisiológicas da respiração.

A única ocorrência clínica intra-operatória observada nos pacientes desse estudo foi o broncoespasmo, que acometeu nove (11,25%) pacientes. Esse evento foi controlado de forma adequada com tratamento medicamentoso. Como não houve diferença significativa na incidência do broncoespasmo entre os grupos, o aparecimento dessa complicação provavelmente está desvinculado da condição ventilatória do paciente.

Por outro lado, as ocorrências clínicas no período pós-extubação foram significativamente menores no grupo com índice de Tobin inferior a 80 c.L⁻¹.min⁻¹ em relação aos com índice de Tobin entre 80 e 100 c.L⁻¹.min⁻¹. Esse resultado aponta que, no presente estudo, o índice de Tobin pode ser considerado preditor de ocorrências clínicas após a extubação. Tobin e col. sustentaram que pacientes com índices abaixo de 100 c.L⁻¹.min⁻¹, porém acima de 80 c.L⁻¹.min⁻¹ apresentariam índices baixos de complicações pós-extubação. É possível que a diferença nos resultados do presente trabalho e os de outros autores⁷⁻⁹ seja atribuída ao fato de que esses últimos estudaram pacientes sob ventilação mecânica prolongada e, na sua maioria, portadores de DPOC. Por outro lado, os pacientes estudados na presente casuística não eram portadores de DPOC e a ventilação mecânica não foi considerada prolongada, uma vez que a média de sua duração foi de 53,4 ± 12,3 minutos.

No tocante à gravidade dos eventos clínicos, os pacientes com índice de Tobin entre 80 e 100 c.L⁻¹.min⁻¹ (Grupo II) tiveram complicações pós-extubação graves com mais frequência do que aqueles com índice de Tobin abaixo de 80 c.L⁻¹.min⁻¹. Esse resultado pode refletir as diferentes condições biodemográficas (idade e peso corpóreo) e/ou hábitos (tabagismo) entre os dois grupos de pacientes. Esse evento apresentou tendência à significância e é possível que com maior número de pacientes nos grupos tal diferença alcançasse expressão estatística.

A regressão logística univariada identificou três variáveis de risco de ocorrências de desmame ventilatório: idade, peso corpóreo e tabagismo. Na análise pela regressão logística múltipla, foram identificadas duas variáveis de risco independentes: a idade e o peso corpóreo.

Nos pacientes com índice de Tobin entre 80 e 100 c.L⁻¹.min⁻¹, o tabagismo foi muito maior do que naqueles com índice de Tobin menor que 80 c.L⁻¹.min⁻¹. Provavelmente, a presença

de tabagismo causa diminuição da capacidade pulmonar devido ao desenvolvimento da fibrose pulmonar por ele induzida e, assim, dificultando o retorno às condições ventilatórias prévias.

Os pacientes com índice de Tobin entre 80 e 100 c.L⁻¹.min⁻¹ apresentaram peso corpóreo significativamente maior em relação aos com índice de Tobin menor. O peso corpóreo mais elevado prejudica a incursão respiratória por causa da maior quantidade de gordura visceral no abdome, elevando a frequência respiratória e reduzindo o volume corrente e, dessa forma, elevando o índice de Tobin.

Da mesma maneira, a idade mais avançada, em decorrência da diminuição da frequência respiratória e do volume corrente conseqüentes ao aumento da fibrose pulmonar²⁴, pode ter contribuído para a incidência de valores do índice de Tobin entre 80 e 100 c.L⁻¹.min⁻¹ nos pacientes do presente estudo.

Este estudo permitiu sugerir que o índice de Tobin com valores situados entre 80 e 100 c.L⁻¹.min⁻¹ pode ser preditivo de ocorrências clínicas no período pós-extubação em pacientes submetidos a anestesia geral. Valores do índice de Tobin inferiores a 80 c.L⁻¹.min⁻¹ devem ser alcançados para que o risco de ocorrências clínicas após a extubação seja minimizado, sobretudo nos pacientes idosos, obesos e tabagistas.

Os resultados deste estudo podem ser utilizados para realização de outras investigações e para conhecimento por parte dos profissionais envolvidos no processo de interrupção da ventilação mecânica, da importância da análise de índices preditivos, como o índice de Tobin, para o sucesso da descontinuação da ventilação mecânica e do processo de extubação do paciente.

Evaluating the Use of the Tobin Index When Weaning Patients from Mechanical Ventilation after General Anesthesia

Nara de Cássia Mantovani; Lúcia Maria Martins Zuliani; Daniela Tiemi Sano; Daniel Reis Waisberg; Israel Ferreira da Silva, TSA, M.D.; Jaques Waisberg, M.D.

INTRODUCTION

In most patients the transition from mechanical to spontaneous ventilation can be done without important complications. However, in patients who experience breathing difficulties during the discontinuation of mechanical ventilation, this process can be challenging^{1,2}.

The successful discontinuation of mechanical ventilation implies a reduction in complications caused by the reduced time patients remain under mechanical ventilation and

decreases the length of stay in intensive care units: besides it avoids re-intubation difficulties due to possible complications of nasal and tracheal intubation³⁻⁵.

Tobin et al.⁶ proposed a practical, effective, and non-invasive method to obtain the predictive index of success or failure of discontinuing mechanical ventilation. This index was called index of rapid and superficial respiration (IRS or Tobin index) and establishes the physiological relationship between the respiratory rate (f) and expired tidal volume (V_T), expressed in $L \cdot \text{min}^{-1}$.

This index is based on the fact that better complacency and greater inspiratory effort associated with adequate gas exchange and reduced respiratory rate, are associated with greater probability of maintaining spontaneous ventilation indefinitely^{1,6}. The same authors demonstrated that patients who failed discontinuation of mechanical ventilation presented a characteristic respiratory pattern observed immediately after disconnecting it, called rapid (f greater than 30 breaths per minute) and superficial (V_T smaller than 0.3 L) ventilation index. Values higher than 100 cycles.Liter⁻¹.minute⁻¹ ($c.L^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) were associated with failure of discontinuing mechanical ventilation in 86% and success in 10% of the patients⁷⁻¹⁰.

Good reproducibility of classical weaning parameters with similar bedside techniques was demonstrated, especially when indexes that estimate the ventilatory pattern using V_T and respiratory rate, such as the Tobin index, which is deemed to be the most accurate to predict the prognosis of wean¹¹⁻¹³, were evaluated. Although the accuracy of this index is better than the other extubation tests frequently used¹⁴⁻¹⁹, 20% of false positive results were observed, i.e., the relationship f/V_T predicted a successful extubation but the patient could not maintain adequate ventilatory autonomy and had to be re-intubated, or presented clinical complications related with the extubation process²⁰⁻²⁴.

The objective of this study was to evaluate the use of the Tobin index with values between 80 and 100 $c.L^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ or lower than 80 $c.L^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ before extubation in patients undergoing general anesthesia.

METHODS

This study was approved by the Ethics Committee on Research of the Hospital Nossa Senhora de Fátima da Sociedade Portuguesa de Beneficência de São Caetano do Sul. Patients signed an informed consent after it was properly explained to them.

In this prospective study, 80 patients were analyzed, 40 (50%) males and 40 (50%) females admitted for elective conventional cholecystectomy for the treatment of uncomplicated biliary lithiasis under general anesthesia from June 2004 to January 2005. Every procedure was performed by the same surgical and anesthesiology teams. All patients underwent general balanced anesthesia preceded by the administration of 7.5 mg or 15 mg of midazolam one hour

before anesthetic induction. The anesthetic technique consisted of propofol ($2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), fentanyl ($5 \text{ to } 10 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$), and atracurium ($0.4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), followed by tracheal intubation and administration of adequate alveolar concentrations of isoflurane, as a mixture of oxygen and nitrous oxide, with an inspired fraction of 50% to 70% of the later, for maintenance of a satisfactory anesthetic plane. Additional doses of atracurium (1/4 of the initial dose) were administered to maintain the neuromuscular blockade, and its reversion was achieved with the administration of atropine (1 mg) and neostigmine (2 mg) at the end of the procedure. Postoperative analgesia was complemented with intravenous dypirone ($30 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) and ketoprofen (100 mg) in the presence of pain equal or greater than five by the Visual Analogue Scale. Procedures and agents administered during the induction, maintenance and recovery of the patient after discontinuing the anesthetics were the same for every patient in the study.

A longitudinal, median incision was used in all patients. Intraoperative cholangiography was performed in 20 (25%) patients, and was normal in all of them. Percutaneous drainage of the peritoneal cavity was not used.

The inclusion criteria were: patients undergoing elective surgeries with general anesthesia and tracheal intubation, suppression of sedation and neuromuscular blockade in the immediate postoperative period, hemodynamic stability, absence of sepsis, and axillary temperature equal or lower than 37°C . Exclusion criteria included: Tobin index below 100 $c.L^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, presence of stroke, chronic obstructive pulmonary disease (COPD), atelectasis, or pleuropulmonary alterations in the PA and lateral chest X-rays, patients with tracheostomies, with Glasgow coma scale equal or lower than seven, and bronchospasm at the time of wean. The presence of COPD was determined by the results of the clinical exam, pulmonary function tests, chest X-rays, and arterial blood gases.

Of the patients included in this study, 43 (53.8%) were non-smokers and 37 (46.2%) were smokers. Smokers were instructed to stop smoking when the need of surgery was detected.

Patients were classified according to the operative risk as low or elevated risk. Patients with low operative risk included the ones who received a score of I or II of the American Society of Anesthesiologists (ASA) scale, whereas elevated risk included those with scores of III or IV of the ASA.

The criteria observed by the anesthesiologist just before extubation included: ability to breath spontaneously, presence of protective reflexes of the airways, ability to obey simple commands, hemodynamic stability, oxygen saturation greater than 90% with a inspired oxygen fraction of 0.21, absence of residual neuromuscular blockade determined by the peripheral nerve stimulator, maximal inspiratory pressure below $-25 \text{ cm H}_2\text{O}$, VE below $7 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1}$, vital capacity below $10 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1}$, Tobin index below 100 $c.L^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, ratio $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ greater than 200, and PaCO_2 below 40 mmHg. Residual neuromuscular blockade was indicated by the presence of

diplopia or dysphagia, incapacity to protrude the tongue and to maintain the hand closed or head elevated for, at least, five seconds^{25,26}.

Wean was defined as the process of gradually taking the patient off ventilatory support^{18,19}. At the end of the surgery, and with the patient awake when called or completely awake, the wean was initiated in the surgery room. The patient was placed in horizontal dorsal decubitus with the dorsum at a 15° elevation, and with 100% oxygen to maintain oxygen saturation (SatO₂) equal or greater than 95%. Controlled mechanical ventilation was changed to synchronized intermittent mandatory ventilation (SIMV) followed by continuous positive airways pressure (CPAP). Some patients were changed from controlled ventilation directly to CPAP, without the intermediate step of SIMV. The patient remained in those conditions until he/she achieved spontaneous ventilation at a rate of 12 to 16 breaths per minute to allow extubation. After this period, the ventilometer (Wright Respirometer, Ferrais Mark 8 model) was connected to the cannula of the patient or to the expiratory valve of the ventilator of the anesthesia device for a minute, and the measurements after significant efforts were excluded, such as those obtained during tracheal aspiration and coughing, and determining the VE, in liters, and *f*, in breaths per minute (bpm), were recorded as indicated by the capnograph. With those values, the formula f/VE (L.min⁻¹) was applied to obtain the Tobin index (f/Vt). This index was considered satisfactory to begin wean procedures when below 100 c.L⁻¹.min⁻¹. Values greater than 100 c.L⁻¹.min⁻¹ were considered an indication of extubation with unsatisfactory results.

Patients were divided in two groups: Group I, with a Tobin index below 80 c.L⁻¹.min⁻¹ (low Tobin index), and Group II, with a Tobin index equal or above 80 c.L⁻¹.min⁻¹ and below 100 c.L⁻¹.min⁻¹ (elevated Tobin index).

Besides the parameter obtained by the Tobin index, the following criteria for failed extubation were observed: respiratory rate below 35 bpm, oxygen saturation below 95%, heart rate above 140 beats per minute (bpm), systolic blood pressure above 180 mmHg or below 90 mmHg, and the presence of severe sudoresis or pain. In the presence of any one of those criteria, controlled mechanical ventilation was reinstated.

After extubation, the patient remained in the recovery room for a variable period, where opened oxygen mask with a flow of 3 L.min⁻¹ was placed, and the patient was discharged from the recovery room after achieving a score of 10 in the Aldrete-Kroulik scale.

During wean procedures, data regarding the diagnosis, clinical evaluation, ventilator parameters, and Tobin index were recorded on the evaluation form. With those data, the ratio f/V_T was applied, and a value below 100 c.L⁻¹.min⁻¹ was considered satisfactory.

Extubation was considered successful when the patient did not develop, in the immediate post-extubation period, clinical intercurrents, such as sudoresis, respiratory discomfort

with or without changes in arterial blood gases, and cardiovascular changes with or without hemodynamic repercussions. If the patient developed any one of them, extubation was not considered successful.

The following variables were studied: age, body weight, smoking history, preoperative anesthetic-surgical risk as determined by the ASA classification, duration of the procedure, tidal volume and respiratory rate at the end of the surgery, Tobin index, length of stay in the recovery room, intraoperative clinical occurrences, and clinical occurrences and their severity after extubation.

Inexpressive respiratory disturbances were deemed mild clinical occurrences; cardiovascular changes without hemodynamic repercussions or respiratory disturbances without changes in arterial blood gases were considered moderate. Respiratory changes with severe discomfort or cardiovascular events with hemodynamic repercussions were classified as severe.

Qualitative variables are presented as relative and absolute values, and quantitative variables as central tendency and dispersion values. The chi-square test was used to determine the association between the Tobin index and the qualitative variables. For quantitative variables, the homogeneity of variances was determined by the Lavene test and the normality by the Kolmogorov-Smirnov test. The parametric test (*t* test) to compare study and control groups was used for the variables that demonstrated adequate homogeneity and normality. In the absence of normality and homogeneity, the non-parametric test (Mann-Whitney *U* test) was used. Significant variables by the univariate logistic regression were analyzed by the multiple logistic regression. In the logistic regression model, the Tobin index below 80 c.L⁻¹.min⁻¹ or equal or greater than 80 c.L⁻¹.min⁻¹ and below 100 c.L⁻¹.min⁻¹ were used as dependent variables, and, as independent variables, those that were statistically significant by the univariate logistic regression analysis. A level of 5% was considered significant.

RESULTS

The mean age was 57.7 ± 12.4 years (33 to 82 years); and the mean body weight was 70.85 ± 11.07 kg (48 to 90 kg). In Group I, the mean age was 54.50 ± 11.65 years (33 to 82) and the mean weight was 67.48 ± 11.03 (48 to 90 kg). In Group II, the mean age was 60.97 ± 12.44 years (33 to 82) and mean weight was 74.23 ± 10.15 kg (52 to 90 kg).

Group I, with a Tobin index below 80 c.L⁻¹.min⁻¹ (low Tobin index), and Group II, with a Tobin index equal or greater than 80 c.L⁻¹.min⁻¹ and below 100 c.L⁻¹.min⁻¹ (elevated Tobin index), showed significant differences regarding the following variables: age, body weight, smoking, anesthetic risk (ASA), tidal volume, respiratory rate, Tobin index, period in the recovery room, and post-extubation clinical intercurrents. Variables that showed no significant differences included duration of the procedure, intraoperative clinical intercur-

rences, and severity of the postoperative clinical intercurrents (Table I).

In the intraoperative period, nine (11.25%) patients, four (10%) in Group I and five (12.5%) in Group II, developed bronchospasm controlled by medication. This difference was not statistically significant ($p = 0.72$).

Forty-one (51.2%) patients had post-extubation clinical intercurrents divided as follows: 26 (63.4%) with tachypnea, 6 (14.6%) with respiratory failure, 5 (12.2%) with cardiac arrhythmia, and 4 (9.8%) with bradypnea. Thirty-nine patients (48.8%) did not experience those intercurrents. In Group I, 30 patients (75%) did not develop post-extubation intercurrents while 10 (25%) did so. In Group II, 31 (77.5%) patients developed post-extubation clinical intercurrents and nine (22.5%) did not. The number of post-extubation intercurrents in Group II was significantly greater than in Group I ($p < 0.0001$). Patients who developed clinical intercurrents did not need to be reintubated.

Thirty (37.5%) patients developed post-extubation intercurrents classified as mild, 5 (6.3%) moderate, and 6 (7.5%)

severe. In Group I, 10 patients (25%) developed clinical intercurrents while in Group II 32 (80%) did so. In Group I, 10 intercurrents were classified as mild. In Group II, 20 (64.5%) patients developed mild intercurrents, 5 (16.1%) moderate, and 6 (19.4%) severe. This difference showed a tendency to be significant ($p = 0.08$).

The mean Tobin index was 62.0 ± 26.7 c.L⁻¹.min⁻¹ (16 to 100 c.L⁻¹.min⁻¹). In Group I, the mean Tobin index was 37.66 ± 14.30 (16 to 69.3 c.L⁻¹.min⁻¹), and in Group II it was 86.31 ± 4.95 c.L⁻¹.min⁻¹ (80 to 100 c.L⁻¹.min⁻¹). Those values showed statistically significant differences ($p < 0.001$).

Univariate logistic regression analysis was significant and the risk of failure of wean for age, body weight, and smoking history. As for the other variables, the univariate logistic regression analysis was not significant (Table II).

Multiple logistic regression analysis of age and body weight was significant for failure of wean. Regarding the association of age, body weight, and smoking or the association of age, weight, and respiratory rate, the multiple logistic regression analysis was not significant for failure of wean (Table II).

Table I – Characteristics of the Variables Studied in Patients Undergoing Elective Cholecystectomy under Balanced General Anesthesia

Variables	Group I		Group II		<i>p</i>
		Mean \pm SD		Mean \pm SD	
Age (years)	33 – 82	54.5 \pm 11.6	33 – 82	60.9 \pm 12.4	0.019 (*)
Body weight (kg)	48 – 90	67.5 \pm 11.0	52 – 90	74.2 \pm 10.1	0.006 (*)
Smoking	13 (32.5%)		24 (60.0%)		0.014 (*)
Anesthetic risk (ASA)					0.0001 (*)
Low: ASA I or II	n = 36 (90%)		n = 20 (50%)		
High: ASA III or IV	n = 4 (10%)		n = 20 (50%)		
Duration of anesthesia (min)	40 – 70	51.25 \pm 7.48	40 – 95	55.50 \pm 17.05	0.046 (NS)
Tidal volume (L.min ⁻¹)	157 – 695	398.05 \pm 136.28	150 – 320	256.25 \pm 45.47	< 0.001 (*)
Respiratory rate (bpm)	6 – 20	13.65 \pm 3.42	3 – 27	22.10 \pm 3.97	< 0.0001 (*)
Tobin index (c.L ⁻¹ .min ⁻¹)					< 0.001 (*)
Below 80 c.L ⁻¹ .m ⁻¹	16 – 69,3	37.66 \pm 14.30			
Between 80 and 100 c.L ⁻¹ .m ⁻¹				86.31 \pm 4.95	
Stay in the recovery room (min)	50 – 120	78.75 \pm 14.83	65 – 200	111.75 \pm 38.12	< 0.0001 (*)
Clinical intercurrents					
Intraoperative	n = 4 (10%)		n = 5 (12.5%)		0.72 (NS)
Post-extubation	n = 10 (25%)		n = 31 (77.5%)		< 0.0001 (*)
Severity of post-extubation intercurrents					
Mild	n = 10 (25%)		n = 20 (64.5%)		0.08 (NS)
Moderate	–		n = 5 (16.1%)		
Severe	–		n = 6 (19.4%)		

n = number of patients; NS = non-significant; (*) = significant.

Table II – Determination of the Risk of Failure to Extubate Patients Undergoing Elective Cholecystectomy under Balanced General Anesthesia by Univariate Logistic Regression

Variables	<i>p</i>	Risk	Confidence interval
Age	0.002 (*)	4.314	1.692 – 10.995
Body weight	0.002 (*)	4.333	1.696 – 11.069
Smoking	0.015 (*)	3.115	1.247 – 7.781
Anesthetic risk (ASA)	NS	–	–
Duration of anesthesia	NS	–	–
Tidal volume	NS	–	–
Respiratory rate	NS	–	–
Stay in the recovery room	NS	–	–
Intraoperative clinical intercurrents	NS	–	–
Post-extubation clinical intercurrents	NS	–	–
Severity of post-extubation intercurrents	NS	–	–

NS = non significant; (*) = significant.

Table III – Determination of the Risk of Failure to Extubate Patients Undergoing Elective Cholecystectomy under Balanced General Anesthesia by the Multivariate Logistic Regression

Variables	<i>p</i>	Risk	Confidence interval
Age and body weight	0.023 (*)	3.151	1.170 – 8.481
Body weight, age, and smoking	0.066 (NS)	–	0.938 – 7.420
Age, body weight, and respiratory rate	0.088 (NS)	–	0.845 – 11.474

NS = non significant; (*) = significant.

DISCUSSION

While in the medical practice most patients undergoing surgeries under balanced general anesthesia are easily extubated, some of the patients remain in prolonged respiratory wean^{20,21}.

None of the current extubation criteria is considered an absolute predictor, but directives for safe extubation, indicating the probability of success or failure²²⁻²⁴.

The respiratory pattern (frequency and tidal volume) as a guide for the evolution and prognosis of wean has called attention. The main advantages of those measurements include the ease estimation at the bedside with a simple device (ventilometer), the low operational cost, and are easily reproducible. Failure to wean is attributed to the imbalance between the capacity of the respiratory muscles and respiratory demand. The relationship between respiratory rate and tidal volume (superficial breathing index) during spontaneous breathing increases in the presence of this imbalance, and this relationship can predict the success or failure of wean⁶⁻⁹.

The Tobin index can be easily calculated by the anesthesiologist, nurse, or respiratory therapist in approximately 10

minutes, and it does not need any laboratorial evaluation. This index can be useful to reduce the incidence of premature attempts to wean from mechanical ventilation and to eliminate the delay to wean patients potentially capable of breathing on their own. More importantly, the components to calculate the Tobin index can be used to indicate to the medical team the presence of problems that should be corrected to facilitate the weaning process.

In the present study, we observed that the Tobin index, as a parameter for removal of mechanical ventilation, could be measured and the method was safe, well accepted by patients, and did not have associated complications.

Anesthetics normally influence the Tobin index due to their respiratory depressor effect, and can change the respiratory rate and tidal volume²⁶⁻³⁰. In our study, the anesthetic agents did not interfere with the Tobin index because, at the time of its measurement, the anesthetic drugs were present only in residual amounts, it was done after administration of an antagonist of the neuromuscular blockade, and wean was carried on at a time when the serum levels of those agents were minimal. In this setting, the effects of those drugs on respiratory rate and tidal volume were minimized. As long as

there are no baseline diseases, such as primary neurological or neuromuscular disorders, structural abnormalities of the chest, hyperinsufflation^{26,27,31-33}, or even metabolic changes that might interfere with the mechanics of ventilation, the Tobin index, in the conditions of the present study, was not influenced by the anesthetic agents at the time it was measured, i.e., at the end of the surgery, when patients were receiving 100% oxygen, to maintain oxygen saturation (SatO₂) equal or greater than 95%, and when the patient presented spontaneous respiration at a frequency of 12 to 16 breaths per minute.

A Tobin index below 100 c.L⁻¹.min⁻¹ is one of the parameters for tracheal extubation of patients who underwent general anesthesia. In the present study, we attempted to evaluate the post-extubation clinical interurrences related to values of the Tobin index between 80 and 100 c.L⁻¹.min⁻¹ and below 80 c.L⁻¹.min⁻¹.

Emmerich et al.¹⁹ observed that the efficacy of the Tobin index was lower than expected, demonstrating that it was as sensitive or more sensitive and/or not as specific than other predictive indexes. However, their study consisted of patients with acute respiratory failure on prolonged mechanical ventilation in intensive care. Thus, those patients, due to the nature of their conditions, had severe morbidities that led to respiratory failure. In comparison, the patients in the present study did not present prior respiratory failure or other severe disorders, and were on mechanical ventilation because they underwent general anesthesia for surgery of a non-complicated condition. Under those circumstances, the Tobin index was considered effective on predicting clinical complications after extubation.

In the present study, the anesthetic risk of the ASA was significantly lower in the group of patients with a Tobin index below 80 c.L⁻¹.min⁻¹ when compared with patients whose Tobin index was between 80 and 100 c.L⁻¹.min⁻¹. This result probably reflected the presence of associated comorbidities in patients with elevated Tobin index. Those disorders probably became more consistent factors in the wean process, increasing the respiratory frequency and/or decreasing the tidal volume. Besides, increased age and body weight constituted, in the present study, independent risk factors for the development of clinical interurrences in the post-extubation period,

Regarding the duration of the anesthesia, this study indicated that, although this period had been smaller in the group with a Tobin index below 80 c.L⁻¹.min⁻¹, it was not significantly different from the group with a Tobin index between 80 and 100 c.L⁻¹.min⁻¹. This result can be explained by the lack of intraoperative technical difficulties in both groups. The mean tidal volume was greater in patients with smaller Tobin index when compared with patients with elevated Tobin index. The significant predominance of smokers in the group with elevated Tobin index and the reduction in elasticity of the lungs caused by smoking probably influenced those results. Besides, this study indicated that the mean preoperative

body weight was significantly greater in patients with Tobin index between 80 and 100 c.L⁻¹.min⁻¹, contributing to the reduction in tidal volume in this group.

The respiratory rate in patients with elevated Tobin index was greater than in patients with lower Tobin index. This result might indicate a smaller respiratory reserve in the group of patients with a Tobin index between 80 and 100 c.L⁻¹.min⁻¹. Besides, in the same group the stay in the recovery room was greater, indicating increased difficulty to return to physiological conditions.

In the current study, bronchospasm, which was controlled by medication, affecting 9 (11.25%) patients, was the only intraoperative clinical interurrence observed. Since there was no significant difference in the incidence of bronchospasm between both groups, the development of this complication is probably related to the ventilatory condition of the patient.

On the other hand, post-extubation clinical interurrences were significantly lower in the group with Tobin index below 80 c.L⁻¹.min⁻¹ than those with a Tobin index between 80 and 100 c.L⁻¹.min⁻¹. This result indicates that, in the present study, the Tobin index could be considered a predictor of post-extubation clinical interurrences. Tobin et al. sustained that patients with indexes below 100 c.L⁻¹.min⁻¹, but above 80 c.L⁻¹.min⁻¹, would have lower indexes of post-extubation interurrences. It is possible that the difference between the results of the present study and that of other authors⁷⁻⁹ would be attributed to the fact that the latter studied patients on prolonged mechanical ventilation and most of them had COPD. On the contrary, the patients in the current study did not have COPD and mechanical ventilation was not prolonged, since the mean duration was 53.4 ± 12.3 minutes.

Regarding the severity of the clinical interurrences, patients with Tobin index between 80 and 100 c.L⁻¹.min⁻¹ (Group II) had a greater frequency of severe post-extubation complications than those with Tobin index below 80 c.L⁻¹.min⁻¹. This result might reflect the different biodemographic conditions (age and body weight) and/or habits (smoking) between both groups. This event had a tendency towards significance, and it is possible that increasing the number of patients this difference would be statistically significant.

Univariate logistic regression identified three variables that indicated risks for the development of interurrences during wean: age, body weight, and smoking. Multiple logistic regression identified two independent risk factors: age and body weight.

The incidence of smoking was significantly greater in patients whose Tobin index was between 80 and 100 c.L⁻¹.min⁻¹ than in patients with Tobin index of 80 c.L⁻¹.min⁻¹. It is possible that smoking decreased lung capacity due to the development of pulmonary fibrosis and, therefore, hindered the return to preoperative ventilatory conditions.

Body weight was significantly greater in patients with Tobin index between 80 and 100 c.L⁻¹.min⁻¹. Increased body weight hinders respiration due to the increased visceral fat in the

abdomen, which increases the respiratory rate and reduces tidal volume and, therefore, increases the Tobin index. Similarly, due to a reduction in respiratory rate and tidal volume secondary to an increase in pulmonary fibrosis, advanced age could have contributed to the incidence of Tobin index values between 80 and 100 c.L⁻¹.min⁻¹ in the present study.

This study allows us to suggest that a Tobin index between 80 and 100 c.L⁻¹.min⁻¹ could be predictive of post-extubation clinical interurrences in patients undergoing general anesthesia. A Tobin index below 80 c.L⁻¹.min⁻¹ should be reached to minimize the risk of post-extubation clinical interurrences, especially in the elderly, obese, and smokers.

The results of this study can be used as a guide to other investigations, and for professionals involved in the process of wean to be aware of the importance of the analysis of predictive indexes, such as the Tobin index, for the success of wean and the extubation of the patient.

REFERÊNCIAS – REFERENCES

01. Tobin MJ, Perez W, Guenter SM et al. — The pattern of breathing during successful and unsuccessful trials of weaning from mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis*, 1986;134:1111-1118.
02. Dries DJ — Weaning from mechanical ventilation. *J Trauma*, 1997;43:372-384.
03. Imbeloni LE — Complicações da intubação traqueal. *Rev Bras Anesthesiol*, 1986;36:501-508.
04. Nemer SM, Abreu LMM, Azeredo L et al. — Índice de Nemer, um estudo preliminar como prognóstico do desmame da ventilação mecânica. *Rev Bras Ter Intensiva*, 1997;9:64-70.
05. Velho GV, Zurba S, Wiggers GA et al. — Avaliação dos índices preditivos na descontinuação da ventilação mecânica. *Rev Bras Ter Intensiva*, 1999;11:10-14.
06. Tobin MJ, Jenouri G, Birch S et al. — Effect of positive end-expiratory pressure on breathing patterns of normal subjects and intubated patients with respiratory failure. *Crit Care Med*, 1983;11:859-867.
07. Tobin MJ — Predicting weaning outcome. *Chest*, 1988;94:227-228.
08. Tobin MJ, Yang KL — Weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Clin*, 1990;6:725-747.
09. Yang KL, Tobin MJ — A prospective study of indexes predicting the outcome of trials of weaning from mechanical ventilation. *N Engl J Med*, 1991;324:1445-1450.
10. Yang KL — Reproducibility of weaning parameters: a need for standardization. *Chest*, 1992;102:1829-1832.
11. Epstein SK — Etiology of extubation failure and the predictive value of the rapid shallow breathing index. *Am J Respir Care Med*, 1995;152:545-549.
12. Chatila W, Jacob B, Guaglianone D et al. — The unassisted respiratory rate-tidal volume ratio accurately predicts weaning outcome. *Am J Med*, 1996;101:61-67.
13. Gluck EH — Predicting eventual success or failure of wean in patients receiving long-term mechanical ventilation. *Chest*, 1996;110:1018-1024.
14. Morganroth ML, Morganroth JL, Nett LM et al. — Criteria for weaning from prolonged mechanical ventilation. *Arch Intern Med*, 1984;144:1012-1016.
15. Shikora SA, Bristian BR, Borlase BC et al. — Work of breathing: reliable predictor of weaning and extubation. *Crit Care Med*, 1990;18:157-162.
16. Lee KH, Hui KP, Chan TB et al. — Rapid shallow breathing (frequency tidal volume ratio) did not predict extubation outcome. *Chest*, 1994;105:540-543.
17. Scheinhorn DJ, Artiniam BM, Catlin JL — Weaning from prolonged mechanical ventilation. *Chest*, 1994;105:534-539.
18. Crespo AS, Carvalho AF, Costa Filho RC — Desmame do suporte ventilatório. *Rev Bras Anesthesiol*, 1994;44:135-146.
19. Emmerich JC, Vicêncio SRL, Siqueira HR et al. — Estudo comparativo entre três modalidades de desmame do suporte ventilatório: tradicional (tubo em T) versus S-IMV versus PSV. *Rev Bras Ter Intensiva*, 1997;9:167-174.
20. Mador MJ, Tobin MJ — The effect of inspiratory muscle fatigue on breathing pattern and ventilatory response to CO₂. *J Physiol*, 1992;455:17-32.
21. Jubran A, Tobin MJ — Pathophysiologic basis of acute respiratory distress in patients who fail a trial of weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*, 1997;155:906-915.
22. Pierson DJ — Weaning from mechanical ventilation in acute respiratory failure: concepts, indications and techniques. *Resp Care*, 1983;28:646-60.
23. Morganroth ML, Crum CM — Weaning from mechanical ventilation. *J Intensive Care Med*, 1988;3:109-120.
24. Krieger BP, Ershowsky PF, Becker DA et al. — Evaluation of conventional criteria for predicting successful weaning from mechanical ventilatory support in elderly patients. *Crit Care Med*, 1989;17:858-861.
25. ASA Task Force on Postanesthetic Care — Practice guideline for postanesthetic care. *Anesthesiology*, 2002;96:742-752.
26. Oliveira Filho GR — Rotinas de cuidados pós-anestésicos de anestesiológicos brasileiros. *Rev Bras Anesthesiol*, 2003;53:518-534.
27. Langhi F, Tobin MJ — Disorders of the respiratory muscles. *Am J Respir Crit Care Med*, 2003;168:10-48.
28. Epstein SK, Ciubotaro RL — Independent effects of etiology of failure and time to reintubation on outcome for patients failing extubation. *Am J Resp Crit Care Med*, 1998;158:489-493.
29. Epstein SK — Predicting extubation failure: is it in (on) the cards? *Chest*, 2001;1120:1061-1063.
30. MacIntyre NR — Evidenced-based guidelines for weaning and discontinuous ventilatory support. *Chest*, 2001;120:3758-65.
31. Almeida MCS, Camargo DR, Linhares SF et al. — Avaliação do bloqueio neuromuscular residual e da recurarização tardia na sala de recuperação pós-anestésica. *Rev Bras Anesthesiol*, 2004;54:518-531.
32. Rodrigues MM, Fiore Jr JF, Benassule E et al. — Variações na mensuração dos parâmetros de desmame da ventilação mecânica em hospitais da cidade de São Paulo. *Rev Bras Ter Intensiva*, 2005;17:28-32.
33. Assunção MSC, Machado FR, Rosseti HB et al. — Avaliação do teste de tubo T como estratégia inicial de suspensão da ventilação mecânica. *Rev Bras Ter Intensiva*, 2006;18:121-125.

RESUMEN

Mantovani NC, Zuliani LMM, Sano DT, Waisberg DR, Silva IF, Waisberg J — Evaluación de la Aplicación del Índice de Tobin en el Destete de la Ventilación Mecánica después de la Anestesia General.

JUSTIFICATIVAS Y OBJETIVOS: El índice de predicción de descontinuation de la ventilación mecánica es parámetro de pronóstico de destete. El objetivo de este estudio fue evaluar la aplicación del índice de Tobin antes de la extubación traqueal en pacientes sometidos a la anestesia general.

MÉTODOS: Fueron analizados 80 pacientes, 40 (50%) hombres y 40 (50%) mujeres sometidos a colecistectomía bajo anestesia ge-

neral. El promedio de edad fue $57,7 \pm 12,4$ (33 a 82 años) y la media del peso corporal fue $70,85 \pm 11,07$ (48 a 90 kg). Treinta y siete (46,2%) pacientes eran tabaquistas. El índice de Tobin se obtuvo por la relación entre frecuencia respiratoria y volumen corriente en ciclos/litro/minuto ($\text{c.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$). Fueron estudiadas las variables edad, peso, tabaquismo, riesgo anestésico-quirúrgico, duración del procedimiento, volumen corriente expirado y frecuencia respiratoria postoperatoria, tiempo de permanencia en la recuperación post anestésica, incidencias clínicas intraoperatorias y gravedad de las incidencias clínicas después de la extubación. Fueron utilizados pruebas estadísticas paramétricos y no paramétricos, y análisis de regresión logística variada y múltiple.

RESULTADOS: La edad ($p = 0,019$), peso corpóreo ($p = 0,006$), tabaquismo ($p = 0,014$), riesgo anestésico ($p = 0,0001$), volumen

corriente ($p < 0,0001$), frecuencia respiratoria ($p < 0,0001$), tiempo de permanencia en la recuperación post anestésica ($p < 0,0001$) e incidencias clínicas pos extubación ($p < 0,0001$) influyeron significativamente en el índice de Tobin. Las variables independientes con riesgo de fracaso del destete por ventilación fueron edad avanzada y el peso corpóreo elevado ($p = 0,023$).

CONCLUSIONES: El destete por ventilación postoperatorio con índice de Tobin $\geq 80 \text{ c.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ y $< 100 \text{ c.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ presentó riesgo elevado de incidencias clínicas después de la extubación traqueal. En los pacientes con índice de Tobin $\geq 80 \text{ c.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, la edad avanzada y el peso corpóreo elevado constituyeron variables independientes de riesgo para el fracaso del destete de la ventilación mecánica.