

Determinação seriada do tempo de apnéia inspiratória máximo (TAIM) no pós-operatório

Cleovaldo Tadeu dos Santos Pinheiro¹, Sérgio Saldanha Menna Barreto², Carlos Antonio Mascia Gottschall³

Resumo

Objetivo: Avaliar a medida do tempo de suspensão voluntária máximo da ventilação, pela técnica do tempo de apnéia inspiratória máximo (TAIM), como teste de função pulmonar no período pós-operatório. **Delineamento:** Estudo de coorte contemporâneo. **Local:** Unidades de cirurgia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Pacientes:** Noventa e sete pacientes submetidos a cirurgias eletivas. **Intervenção:** Os pacientes foram avaliados no dia anterior da cirurgia, com a mensuração do valor pré-operatório do TAIM. No período pós-operatório a avaliação foi repetida duas vezes por dia, por sete dias, exceto naqueles que saíram do estudo por alta ou por necessidade médica. **Medidas e resultados:** O valor do TAIM pré-operatório (em segundos e centésimos de segundo) de um determinado paciente era considerado 100% para aquele paciente. Os demais valores eram calculados em percentuais do valor pré-operatório. Considerava-se um paciente com TAIM recuperado quando ele atingia ou ultrapassava 100% do valor pré-cirúrgico. Tanto os pacientes com evolução pós-operatória normal (Grupo 1; n=85), como os pacientes com intercorrências pós-operatórias (Grupo 2; n=12) apresentaram redução significativa dos valores do TAIM na primeira determinação pós-operatória ($p < 0,05$). O Grupo 1 reduziu a níveis médios de 64,4% (DP=28,5), e o Grupo 2, 26,4% (DP=15,7), sendo significativa a maior redução no Grupo 2 ($p < 0,001$). A recuperação do TAIM no Grupo 2 foi mais lenta e sujeita a novos declínios quando comparada à dos pacientes do grupo controle. O teste mostrou boa sensibilidade e boa especificidade em todo o período estudado. **Conclusões:** O teste do TAIM se mostrou de fácil execução e de boa aceitação por parte dos pacientes, mostrando-se um elemento útil para acompanhamento clínico no pós-operatório, para detecção e seguimento de complicações desse período.

Descritores: Função pulmonar • Período pós-operatório • Apnéia voluntária • Tempo de apnéia inspiratória máximo • Complicações pós-operatórias.

Pinheiro CTS, Menna Barreto SS, Gottschall CAM. Determinação seriada do tempo de apnéia inspiratória máximo (TAIM) no pós-operatório. *J Pneumol* 1994;20:16-23.

Complicações respiratórias pós-operatórias são causas importantes de aumento de morbidade e mortalidade cirúrgicas. Contudo, avanços nas técnicas de diagnóstico, de anestesia e de cirurgia — além do melhor conhecimento dos fatores de riscos — diminuíram a incidência de complicações, permitindo que um contingente de pacientes com doenças cardíaco-pulmonares se submetessem a procedimentos cirúrgicos. A significância clínica deste problema tem motivado freqüentes revisões sobre o tema^(1,2).

Abstract. *Sequential measurement of the maximum time of inspiratory apnea in the postoperative period.*

Objective: To evaluate the time measurement of the maximum voluntary holding of ventilation, by the technic of the maximum time of inspiratory apnea (MTIA), as a test of pulmonary function in the postoperative period. **Design:** Prospective cohort. **Setting:** Surgery units of the Hospital de Clínicas de Porto Alegre — Federal University of Rio Grande do Sul. **Patients:** Ninety seven patients submitted to elective surgeries. **Operation:** The patients were previously evaluated on the previous day of the surgery with the preoperative mensuration value of the MTIA. In the postoperative period, the evaluation was repeated twice a day, for seven days, except for the ones who left the study because of discharge or medical prescription. **Measurements and results:** The MTIA preoperative value (in seconds and second hundredths) of a special patient was considered to be 100% for that patient. The other values were calculated in percentages of the preoperative estimation. A patient was considered recovered from MTIA when he got or exceeded 100% of the preoperative estimation. The patients with the normal postoperative evolution (Group 1; n=85), as well as the patients with "intercurrent" postoperative evolutions (Group 2; n=12) presented significant reduction in the MTIA values in the first postoperative determination ($p < 0.05$). The Group 1 reduced to average level of 64.4% (SD=28.5%), and the Group 2, 26.4% (SD=15.7%), being significant the biggest reduction in the Group 2 ($p < 0.001$). The recovery of MTIA in the Group 2 was slower and exposed to new decrease when compared to the ones of the patients of the control group. The test showed the good sensibility and specificity during the whole studied period. **Conclusions:** The MTIA test showed itself as being easy of execution and having good acceptance, a good useful tool to clinical follow-up in the postoperative period to detect and to follow complications of this period.

Descriptors: Pulmonary function • Postoperative period • Voluntary apnea • Postoperative complications • Voluntary inspiratory breath holding time.

A avaliação pré-operatória das condições clínicas e da função pulmonar tem permitido definir fatores de risco e identificar pacientes com risco aumentado de complicações respiratórias trans e pós-operatórias⁽³⁻⁵⁾, tornando possível a instituição de medidas que se antecipam às complicações, ou as atenuam⁽⁴⁾. Muitos testes de função pulmonar apresentam razoável sensibilidade na diferenciação de pacientes com distintos graus de risco operatório⁽⁶⁻¹⁴⁾; contudo, a avaliação funcional no pós-operatório não tem recebido o mesmo cuidado e nem tem sido executada rotineiramente, talvez por sua menor valorização, ou pela dificuldade material para ser realizada. Alguns poucos procedimentos mais vinculados à prática de fisioterapia respiratória e a gasometria arterial são reservados a pacientes identificados como de risco aumentado, ou já em tratamento de complicações estabelecidas^(15,16).

Admitindo-se que a ocorrência de complicações respiratórias não depende obrigatoriamente de condições pulmonares prévias, mas de circunstâncias inerentes ao procedimento anestésico-cirúrgico, podendo inclusive incidir em pacientes sem alteração prévia da função cardíaco-pulmonar^(17,18), a avaliação funcional pós-operatória poderia permitir a detecção precoce de deterioração das condições respiratórias com vista a medidas diagnósticas e terapêuticas específicas.

Na opinião dos autores, há espaço para testes práticos, aplicáveis à beira de leito, que acompanhem as variações pós-cirúrgicas da função respiratória, principalmente no que tange às alterações mecânicas da função pulmonar.

A proposta deste trabalho foi reestudar a medida da duração do tempo de suspensão máxima voluntária da respiração, pela técnica do tempo de apnéia inspiratória máximo (TAIM), com outro enfoque. Considerando-se que os principais fatores envolvidos na duração da apnéia voluntária estão presentes na fisiopatologia do pós-operatório, admite-se que haverá modificações paralelas no TAIM na evolução de um pós-operatório sem complicações e de diferente magnitude naqueles complicados, cabendo a avaliação da aplicabilidade de mensurações seriadas do TAIM como um teste clínico-funcional, não-instrumental, isento de custos e de contra-indicações ou riscos, para o acompanhamento da função pulmonar dos pacientes em pós-operatório.

Os objetivos, portanto, foram: 1. estudar as variações do TAIM no período pós-operatório; 2. estudar a relação do TAIM com a ocorrência de complicações pulmonares pós-operatórias.

A hipótese testada é de que o TAIM cai no pós-operatório imediato e recupera seu valor pré-operatório no fim do período pós-operatório não-complicado. A persistência de valores baixos indica a ocorrência de complicações.

CASUÍSTICA, MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudados 97 pacientes consecutivos, internados nas unidades cirúrgicas do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, candidatos a cirurgias eletivas, de ambos os sexos, maiores de 14 anos, sem manifestações de descompensação de qualquer doença, que ao serem informados sobre o trabalho concordaram dele participar. As cirurgias às quais seriam submetidos foram classificadas de acordo com a região anatômica a ser intervinda (torácicas, abdominais altas, abdominais baixas e de extremidades, sendo que as últimas incluíram as cirurgias de membros e de cabeça). Uma vez que a maioria das cirurgias estudadas vinculava-se a um tipo de procedimento anestésico específico, a classificação na realidade levou em conta o conjunto cirúrgico-anestésico como um todo.

Na véspera do procedimento os pacientes eram informados do trabalho e lhes era solicitado o consentimento para dele participar, quando era realizado exame clínico completo. Nenhum deles apresentava sinais de doença

descompensada e/ou estado geral comprometido. Terminado o exame, eram orientados quanto ao TAIM.

As medições eram sempre realizadas em posição supina. Os pacientes eram instruídos para inspirar profundamente por duas vezes; ao final da segunda inspiração máxima, eram orientados a parar a ventilação pelo máximo de tempo possível. O registro do tempo de apnéia era feito pela leitura de um cronômetro padrão. Após dez minutos da primeira medição realizava-se a segunda. Na tomada pré-operatória do TAIM, considerou-se o maior valor das duas medidas. No pós-operatório era efetuada apenas uma medição, para minimizar o desconforto dos pacientes.

Se os pacientes tivessem sido submetidos a anestesia geral, eram considerados recuperados quando preenchiem quatro requisitos: 1. acordados e orientados; 2. decubarizados; 3. extubados e não-traqueostomizados; 4. ventilando espontaneamente. Se submetidos à anestesia condutiva, eram considerados recuperados quando tinham sensibilidade e movimentos nas extremidades.

A primeira medição pós-operatória era feita após a recuperação anestésica, a segunda pela manhã do primeiro dia pós-operatório e as seguintes a intervalos de cerca de 12 horas, durante os sete dias pós-operatórios ou até alta hospitalar. Quando havia piora no TAIM o fato era comunicado à equipe assistencial.

Para a análise dos dados utilizou-se o teste t de Student para amostras pareadas e não-pareadas e o qui-quadrado, considerando-se significantes valores de p iguais ou menores a 0,05.

RESULTADOS

Todos os pacientes toleraram bem o teste e não houve desistências durante o período de estudo.

Oitenta e cinco pacientes (87,6%) apresentaram evolução pós-operatória normal (Grupo 1) e doze pacientes (12,4%) apresentaram algum tipo de complicação (Grupo 2). No primeiro grupo havia 38 homens (44,7%) e 47 mulheres (55,3%); no segundo, 9 homens (75,0%) e 3 mulheres (25,0%). No Grupo 1 três pacientes foram submetidos a cirurgias torácicas, 18 a cirurgias abdominais altas, 40 a cirurgias abdominais baixas e 21 a cirurgias de extremidades. No Grupo 2 a distribuição da freqüência dos tipos de cirurgia era como se segue: 3 torácicas, 5 abdominais altas, 3 abdominais baixas e 1 de extremidades. A idade média não diferiu significativamente entre os dois grupos: 54,7 anos (DP=16,8) para o Grupo 1 e 61,4 anos (DP=10,8) para o Grupo 2. Valor de $t = -1,87$, $p = 0,077$. As complicações pós-cirúrgicas são mostradas na Tabela I.

O valor médio do TAIM pré-operatório no Grupo 1 foi de 36,37 segundos (DP=16,87), o que não diferia significativamente ($p = 0,960$) do valor médio do TAIM pré-operatório dos pacientes do Grupo 2: 36,54 segundos (DP=9,53).

Dos 97 pacientes, 13 (13,4%) recuperaram os valores pré-operatórios do TAIM já no pós-operatório imediato.

1. Professor-Assistente do Departamento de Medicina Interna da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre — RS.

2. Professor-Titular do Departamento de Medicina Interna da UFRGS.

3. Professor-Adjunto do Departamento de Medicina Interna da UFRGS.

Endereço para correspondência: Prof. Dr. Cleovaldo Tadeu dos Santos Pinheiro. Rua Arnaldo Bernardi, 115. 91751-050 Porto Alegre — RS, Brasil.

Recebido para publicação em 14/4/1992. Aceito, após revisão, em 20/10/93

Tabela I — Complicações pós-operatórias no Grupo 2.

Tipo de cirurgia	Tipo de complicação
Torácica	Empiema
Abdominal baixa	Sepse
Abdominal alta	Sepse
Abdominal baixa	Abscesso abdominal
Torácica	Infecção respiratória + dor
Extremidade	Broncopneumonia
Abdominal baixa	Sepse
Abdominal alta	Derrame pleural
Abdominal alta	Broncoespasmo
Abdominal alta	Infecção respiratória
Abdominal alta	Infecção respiratória
Torácica	Mediastinite

Tabela II — Recuperação do TAIM por períodos. Dados cumulativos.

Dia de pós-operatório	Pós-operatório normal	Pós-operatório complicado
Dia 1 Manhã	27	0
Tarde	36	0
Dia 2 Manhã	49	0
Tarde	56	0
Dia 3 Manhã	66	0
Tarde	68	0
Dia 4 Manhã	75	1
Tarde	78	1
Dia 5 Manhã	80	2
Tarde	80	3
Dia 6 Manhã	82	3
Tarde	83	3
Dia 7 Manhã	84	4
Tarde	84	6

p < 0,05 em todos os momentos.

Destes, 7 haviam sido submetidos a cirurgias de extremidade e 6 a cirurgias de baixo abdome. Todos evoluíram sem complicações pós-operatórias.

No pós-operatório imediato a verificação do TAIM medido em porcentual do valor correspondente pré-operatório mostrou que tanto os pacientes do Grupo 1 quanto os do Grupo 2 apresentavam valores significativamente mais baixos no pós-operatório imediato (p < 0,05 para os dois grupos). Enquanto o Grupo 1 conseguiu um percentual médio de 64,4% (DP = 28,5), os pacientes do Grupo 2 conseguiram apenas 26,4% (DP = 15,7; p < 0,001) (Figura 1).

A Tabela II e a Figura 2 apresentam o número de pacientes recuperados a cada dia de avaliação. Na tarde do terceiro dia pós-operatório, 75 (88,2%) pacientes do Grupo 1 já haviam recuperado seus valores pré-operatórios, o que não ocorreu em nenhum paciente com evolução normal. Na manhã do sétimo dia, 84 (98,8%) dos pacientes com pós-operatório normal estavam com o TAIM recuperado, contra 4 (33,3%) dos pacientes com má evolução.

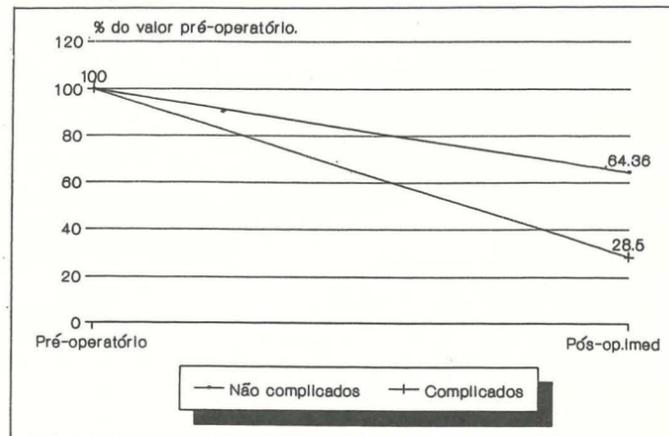


Figura 1. Valores percentuais do TAIM, considerando-se 100% o valor obtido no pré-operatório. Os pacientes do Grupo 1 (não-complicados) estão identificados com um ponto negro, e os do Grupo 2 (complicados) com uma cruz. Observa-se que no segundo grupo há uma redução percentual maior dos valores do TAIM. (p < 0,001).

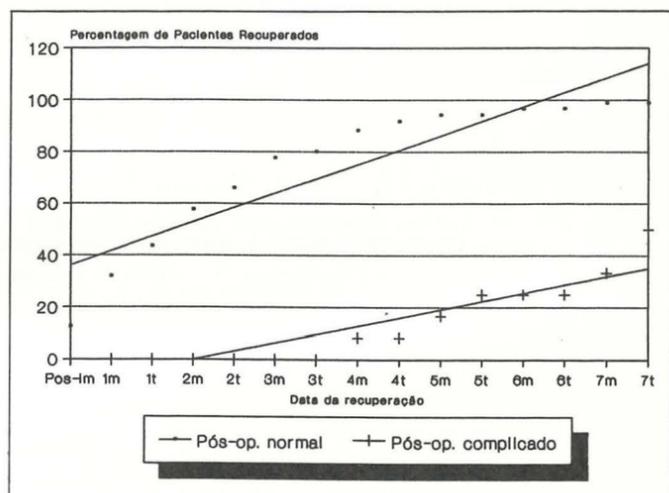


Figura 2. Frequência acumulada dos pacientes com TAIM recuperado dos dois grupos em relação à data (em dias de pós-operatório), em porcentual do número de cada grupo (Grupo 1, n = 85; Grupo 2, n = 12).

O processo de recuperação dos valores pré-operatórios do TAIM ocorreu de forma desigual, quando comparamos os pacientes do Grupo 1 aos pacientes do Grupo 2: no Grupo 1 a recuperação foi atingida por quase todos (91,8%) na tarde do quarto dia pós-operatório, enquanto foi apenas nesse momento que no Grupo 2 começaram a atingir os valores pré-operatórios. Ao término do período de estudo — de sete dias —, 84 (98,8%) pacientes do Grupo 1 haviam retornado ao seu valor inicial, ao passo que apenas 50% (6 em 12) do Grupo 2 tinham TAIM semelhantes ao pré-operatório.

Na Tabela III apresentam-se os percentuais de sensibilidade e especificidade calculados mensuração a mensuração, dia a dia. A Figura 3 mostra uma curva "ROC"

Tabela III — Sensibilidade e especificidade do TAIM nos sete primeiros dias de pós-operatório.

Dia de pós-operatório	Sensibilidade	Especificidade
Dia 1 Manhã	100%	31,8%
Tarde	100%	42,4%
Dia 2 Manhã	100%	57,6%
Tarde	100%	65,9%
Dia 3 Manhã	100%	77,6%
Tarde	100%	80,0%
Dia 4 Manhã	91,7%	88,2%
Tarde	91,7%	91,8%
Dia 5 Manhã	83,3%	94,1%
Tarde	75,0%	94,1%
Dia 6 Manhã	75,0%	96,5%
Tarde	75,0%	97,6%
Dia 7 Manhã	66,7%	98,8%
Tarde	50,0%	98,8%

("receiver operator characteristic"), que demonstra ser o quarto dia o momento de corte melhor para o TAIM na detecção de um pós-operatório alterado.

DISCUSSÃO

O evento anestésico-cirúrgico costuma refletir-se na função pulmonar, impondo alterações fisiopatológicas mesmo em indivíduos hígidos. Um conjunto de fatores interage sobre a função pulmonar, podendo-se citar: a) o procedimento cirúrgico em si; b) a anestesia geral ou condutiva; c) os curativos contensivos; d) as alterações de sensorio; e) a analgesia e a sedação pós-operatória; f) a imobilização, geralmente, em decúbito dorsal^(1,19); fazendo os volumes pulmonares, o padrão de ventilação, o intercâmbio de gases e os mecanismos de defesa das vias aéreas inferiores as principais áreas submetidas às alterações trans e pós-operatórias^(1,19). Todavia, a intimidade dos mecanismos fisiopatológicos responsáveis por tais alterações não está plenamente estabelecida. Admite-se que a impossibilidade do diafragma em se contrair adequadamente na inspiração, associada ao aumentado esforço muscular expiratório, possa ser responsável pelas modificações nos volumes pulmonares e no padrão ventilatório, conduzindo à redução da capacidade residual funcional e resultando em volumes correntes ciclando abaixo do volume de oclusão das pequenas vias aéreas. Como consequência, desenvolve-se uma maior desuniformidade de distribuição da relação ventilação/perfusão — aumentando o gradiente alvéolo-arterial de oxigênio, com queda da pressão parcial de oxigênio arterial (PaO₂) — e, eventualmente, hipoventilação⁽²⁰⁻²⁴⁾. Tem sido, também, constatada no pós-operatório atenuação da efetividade dos mecanismos de tosse, da depuração muco-ciliar e da atividade dos macrófagos alveolares, o que aumenta o risco de infecção nas vias aéreas inferiores⁽²⁵⁻²⁷⁾.

A dor, a contratura muscular e a redução da capacidade de inspirar profundamente têm sido propostas como virtuais mecanismos⁽²⁸⁾. Há, contudo, fortes evidências de

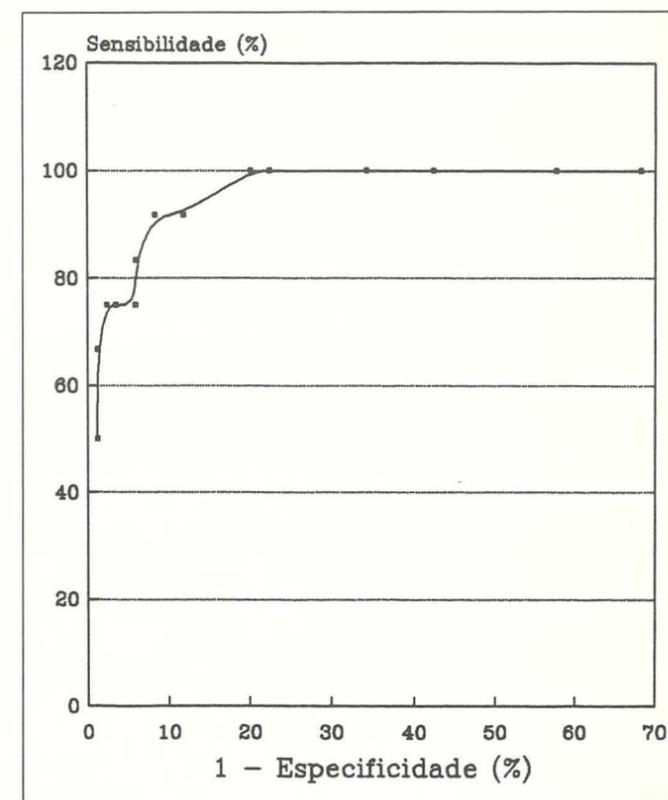


Figura 3. Curva "ROC" ("receiver operator characteristic"). Esta curva é construída pela representação taxa de sensibilidade contra taxa de especificidade (na realidade, pelo complemento desta, ou seja: 1 - Especificidade). Os valores deslocam-se de 0% a 100%. Esta curva é uma outra maneira de ver a Tabela III. Cada ponto na curva representa um dos momentos de mensuração do TAIM. Deve ser lida a partir da direita, onde o primeiro ponto corresponde à manhã do primeiro dia pós-operatório; o segundo, à tarde do mesmo dia, e assim, sucessivamente. O ponto de maior discriminação corresponde ao canto superior esquerdo da curva "ROC"; no caso do TAIM, esse ponto-de-corte correspondeu ao quarto dia pós-operatório.

que uma inibição reflexa dos movimentos diafragmáticos poderia estar envolvida como um mecanismo maior⁽²⁹⁾.

Em 1908, Pasteur⁽³⁰⁾ sugeriu que um colapso extenso do pulmão era uma consequência de paralisia dos músculos intercostais e do diafragma. A hipótese de Pasteur foi posteriormente fortalecida por Kruta e cols.⁽³¹⁾ e Reeve e cols.⁽³²⁾, que demonstraram que a estimulação de nervos esplâncnicos aferentes de vísceras do abdome superior causavam inibição e irregularidades da respiração em pacientes anestesiados. Outros trabalhos experimentais têm corroborado ainda mais essa hipótese^(31,33-35).

Todos os volumes e capacidades pulmonares diminuem após a cirurgia abdominal, mais pronunciadamente em cirurgias do abdome superior^(6,36-38). A capacidade vital (CV) diminui cerca de 45% dentro de uma a quatro horas após cirurgia abdominal maior, permanece neste nível por cerca de 12 a 14 horas, aumenta lentamente para 60% a 70% em sete dias e retorna aos níveis pré-operatórios na segunda semana após a cirurgia^(36,37). O volume residual (VR) e a capacidade residual funcional (CRF) mantêm-se

inalterados imediatamente após a cirurgia, diminuindo a partir do primeiro dia; no quarto dia de pós-operatório, o VR pode cair 13% a 15% e a CRF, 20% a 30%, retornando aos seus valores prévios ao redor do décimo dia de pós-operatório. O volume de reserva expiratório (VRE) diminui aproximadamente 33% após todos os tipos de cirurgias abdominais, podendo atingir uma redução de 66% em cirurgias do abdome superior⁽³⁶⁾.

As alterações no padrão ventilatório manifestam-se dentro de 24 horas da cirurgia abdominal, expressando-se por redução do volume corrente, aumento da frequência respiratória e redução, ou abolição, da ocorrência de suspiros. Essas alterações retornam gradualmente ao normal na segunda semana de pós-operatório^(6,19,39).

As complicações pulmonares como uma acentuação das alterações funcionais pós-operatórias são bem conhecidas^(40,41) e podem ser caracterizadas como sendo de duas formas: a) atelectasias; b) complicações infecciosas primárias ou secundárias, como exacerbação de uma bronquite crônica e pneumonias^(1,3,17,42). Devem ser considerados, igualmente: c) o derrame pleural que pode acompanhar cirurgias abdominais⁽⁴³⁾; d) o edema pulmonar secundário à disfunção ventricular esquerda, à hipervolemia ou ao aumento de permeabilidade alvéolo-capilar^(44,45). O tromboembolismo pulmonar, a sepse, a resposta sistêmica ao trauma, sem serem complicações pulmonares, atuam diretamente sobre o pulmão, exacerbando as alterações fisiopatológicas usuais⁽⁴⁶⁻⁵⁰⁾.

Os procedimentos cirúrgicos podem ser agrupados em seis categorias, conforme os riscos e incidência crescente de morbidade pós-operatórias: 1. não-abdominais e não-torácicos (“periféricos”); 2. abdominais inferiores; 3. abdominais superiores; 4. torácicos sem ressecção de pulmão funcionante; 5. torácicos com ressecção de pulmão funcionante; 6. tóraco-abdominais. Tabagismo, obesidade e idade avançada são fatores gerais que predisõem a complicações pós-operatórias. Os fatores pulmonares, de resto, são determinados pelo grau de repercussão funcional das pneumopatias ou das condições clínicas dos pacientes^(1,2).

A avaliação funcional possibilitou a identificação daqueles pacientes com risco pulmonar aumentado de morbidade e mortalidade por complicações respiratórias pós-operatórias⁽¹²⁾. Alguns valores espirométricos, gasométricos arteriais e de hemodinâmica da circulação pulmonar têm servido de guia de indicação de grau do risco de complicações pulmonares no pós-operatório, conforme o tipo de cirurgia. Testes de detecção de etapas iniciais de obstrução das vias aéreas também têm permitido o diagnóstico precoce de disfunção pulmonar, principalmente no grande contingente de pacientes tabagistas^(1,2,51).

Identificados os pacientes de risco, várias medidas iniciadas no pré-operatório e continuadas durante a cirurgia e através de todo o período pós-operatório mostraram-se efetivas na redução da incidência e magnitude de complicações^(4,52). Considera-se, entretanto, que não há número espirométrico, percentil ou categoria de provas que separe

de forma absoluta pacientes entre operáveis e não-operáveis. As provas de função pulmonar, sendo sensíveis mas não-específicas, aplicam-se mais à diferenciação de grupos de risco do que a pacientes individualmente. Permitem elas que se classifique o paciente avaliado como sendo de um grupo de risco aumentado de complicações, mas não asseguram que um paciente em particular vá ter alguma complicação pós-operatória^(1,4,9,11-14,53,54).

O presente trabalho foi idealizado com a finalidade de criar um teste clínico-funcional de fácil execução, que possibilitasse uma avaliação seriada da função pulmonar no período pós-operatório imediato. Para isso, buscamos no passado um teste utilizado em diferentes situações⁽⁵⁵⁻⁵⁷⁾ e posteriormente abandonado⁽⁵⁵⁾, dando-lhe um novo enfoque: de que um teste diagnóstico deve ser indicado para uma situação definida, que seja pouco dispendioso, acurado, eficiente, de baixo risco e reproduzível⁽⁵⁸⁾. Além dessas qualidades, acrescentaríamos a facilidade de execução, incluindo a portabilidade do material empregado, que possibilita seu uso em diferentes locais de um hospital. O TAIM apresenta várias das qualidades requeridas: o cronômetro usado para sua mensuração é mais barato do que um ventilômetro, mais portátil do que um espirômetro e o procedimento tão ou mais inócuo do que uma coleta para gasometria arterial.

A duração máxima da apnéia voluntária foi um dos primeiros testes clínico-funcionais usados^(56,57). A perspectiva de um significado diagnóstico, particularmente da função cárdio-pulmonar, levou ao seu uso, de forma empírica, na avaliação de aptidão física, de risco anestésico em cardiopatas e como prova de função pulmonar em pneumopatias⁽⁵⁵⁾.

Vários fatores integrados influem na duração da suspensão voluntária ou induzida da respiração, a saber⁽⁵⁹⁻⁶⁴⁾:

1. Os níveis das pressões parciais dos gases sanguíneos arteriais: a) quando a respiração é suspensa a uma FiO_2 de 0,21, a pressão parcial do dióxido de carbono do sangue arterial ($PaCO_2$) é notavelmente constante no nível do ponto de reinício forçado da respiração (“breaking point”), estando ao redor de 50 mmHg. A hiperventilação prévia diminui a $PaCO_2$ e prolonga a duração da apnéia; b) a inalação prévia de oxigênio aumenta o reservatório alveolar de oxigênio e atrasa a instalação da hipoxemia resultante da apnéia. Neste caso, o nível de $PaCO_2$ no “breaking point” pode ficar bem mais elevado; c) a hiperventilação prévia com oxigênio, reduzindo a $PaCO_2$ e elevando a PaO_2 ao início da pausa respiratória, pode aumentar em muito a duração da apnéia.

2. A duração da suspensão voluntária ou induzida da ventilação é diretamente proporcional ao volume pulmonar no começo da apnéia, estando constante os outros fatores; isto está relacionado, em parte, à instalação da hipoxemia durante a apnéia, uma vez que parte considerável do estoque de oxigênio se encontra no gás alveolar.

3. É provável que fatores reflexos, originando-se da parede torácica e do pulmão, influenciem o desconforto

que obriga a interrupção da apnéia. Há evidência de contrações involuntárias dos músculos respiratórios — incluindo o diafragma — ocorrendo durante o período de apnéia. Essas contrações produziram movimentos que seriam detectados por receptores localizados nas articulações e tendões na parede do tórax. Como o movimento de ar corrente está suspenso pelo fechamento da glote, ocorre uma inadequação entre a atividade muscular e a falta de movimento, gerando-se o desconforto⁽⁶⁵⁾.

4. Outros fatores têm influenciado a duração da apnéia voluntária de forma independente ou relacionada aos elementos anteriores⁽⁵⁵⁾: a) o condicionamento físico; b) o condicionamento psicológico; c) a sensibilidade dos centros respiratórios aos metabólitos acumulados durante a apnéia; d) a disposição do paciente em tolerar o desconforto; e) o metabolismo; f) a eficiência da captação, transporte e utilização de oxigênio.

5. O momento de instalação da apnéia também deve ser considerado. Conforme o reflexo inibidor da inspiração (reflexo de Hering-Breuer), a distensão aumentada dos pulmões diminui a frequência dos esforços inspiratórios⁽¹⁾. Este reflexo não operaria no homem durante respiração em volume corrente, mas uma inflação pulmonar de mais de 800 ml acima da capacidade residual funcional (CRF) — inspiração profunda — atrasa a próxima inspiração. Assim, o tempo de apnéia inspiratória tende a ser maior que o tempo de apnéia partindo-se do repouso (ao nível da CRF) e este maior que o tempo de apnéia expiratória^(60,64).

Em nosso meio foi pesquisado o efeito da apnéia inspiratória sobre a circulação, sendo encontradas alterações na pressão média da artéria pulmonar em pacientes com cardiopatia isquêmica e indivíduos normais, mas não em pacientes com insuficiência cardíaca⁽⁶⁶⁾.

Estudo de Gaensler e cols., em 1951⁽⁵⁵⁾, correlacionando o tempo máximo de apnéia voluntária (“maximal voluntary breath holding”) com provas espirométricas que apressavam a capacidade ventilatória em 425 pacientes com insuficiência pulmonar, estudados em 1.000 oportunidades, constatou pobre correlação com provas espirométricas. Estes resultados sugeriram que a duração máxima da apnéia voluntária não era um teste adequado de função pulmonar.

O estudo de Gaensler parece ter sido definitivo para o desencorajamento ao uso dos testes de apnéia, embora outros tenham demonstrado correlação com provas de função pulmonar⁽⁶⁷⁾. Os motivos, segundo ele, seriam:

a) sua pobre correlação com algumas provas espirométricas — comparada à capacidade vital, foi obtido um $r=0,38$, e um $r=0,28$ quando comparada à capacidade ventilatória máxima;

b) a forte influência do “fator treino” — o fator treino foi estimado ser doze vezes maior no caso da apnéia voluntária máxima quando comparado à capacidade vital e cinco vezes maior quando comparado à capacidade ventilatória máxima;

c) o “fator psicológico” — a observação do cronômetro, por sua vez, poderia levar o paciente a decidir sobre o melhor momento de parar, ou estimulá-lo a uma superação.

No mesmo trabalho, entretanto, Gaensler reconhece: “... algumas dessas objeções aplicam-se a todos os testes ventilatórios, mas a apnéia voluntária máxima, ao contrário dos outros testes de função pulmonar, deve ser criticado pela sua falta de especificidade.” Todavia, a prática médica está repleta de testes de baixa especificidade, que, por apresentarem uma boa sensibilidade, exibem vantagens como testes de “screening”, constituindo-se em elementos preciosos no diagnóstico clínico. Ainda no texto de Gaensler, a correlação entre a capacidade ventilatória máxima e a capacidade vital apontou um $r=0,56$, portanto não muito melhor do que a apnéia voluntária máxima com ambas, e mesmo assim este não recebeu melhor tratamento do que aquelas.

Na conclusão afirma Gaensler: “O teste da apnéia voluntária máxima não é um teste adequado de função pulmonar. A única conclusão que pode ser tirada de um valor grandemente reduzido é a de que o paciente não era cooperativo, não estava treinado ou estava doente.” Todavia, a cooperação é um fator decisivo em todas as provas espirométricas; sem ela seria impossível obter-se uma simples capacidade vital e muito menos uma capacidade ventilatória máxima — só para mencionar as provas utilizadas pelo autor. O fator treino pode ser minimizado com um menor número de aferições, mas, também, é uma constante nas demais provas. E, quanto ao fato de o paciente poder estar doente, este é, na realidade, o objetivo maior do teste no pós-operatório: a detecção de uma condição mórbida intercorrente.

Outra crítica pode ser feita ao trabalho de Gaensler: em nenhuma parte de seu texto fica explícito o momento do ciclo respiratório em que era feita a apnéia, dado que pode ser relevante por suas implicações fisiológicas, como já foi previamente discutido⁽⁶¹⁻⁶³⁾.

A falta de padronização do teste, contudo, foi uma dificuldade encontrada. Procuramos, na literatura, uma metodologia que relacionasse melhor com os objetivos propostos e que ao mesmo tempo tivesse uma maior correlação com as provas de função pulmonar⁽³⁾. No estudo usamos o princípio de que a avaliação da exatidão de um teste consiste em compará-lo com algum meio de saber realmente se a doença está ou não presente — segundo Fletcher, “uma avaliação segura da verdade”⁽⁵⁸⁾. Todavia, o chamado “padrão ouro” é frequentemente difícil de ser achado⁽⁵⁸⁾. Algumas vezes este padrão é, por si só, um conjunto de dados que identificam a doença, sempre com o entendimento de que algum risco de diagnóstico incorreto existe, mas que é justificado pela factibilidade do teste mais simples^(58,68).

Na população estudada o TAIM apresentou marcada variação de seus valores pós-operatórios quando comparado ao pré-operatório, fato que já era esperado, uma vez que muitos testes de função pulmonar têm mostrado o im-

pacto que os procedimentos cirúrgicos têm sobre a função pulmonar^(2,24,28), que é significativamente maior nas cirurgias abdominais altas^(2,24).

Observou-se que os pacientes que conseguiram recuperação do TAIM no dia da cirurgia eram todos pacientes submetidos a cirurgias abdominais baixas e de extremidade, portanto menos sujeitas às alterações fisiopatológicas descritas, sugerindo que a redução do TAIM, num primeiro momento, é função do ato operatório em si.

Outro achado relevante foi a maior queda do TAIM nos pacientes que evoluíram com complicações pós-operatórias (Figura 1). Duas explicações são possíveis para esta ocorrência:

1. No primeiro caso, a queda maior do TAIM se deveria, já num primeiro momento, a uma complicação pós-operatória em curso. Neste subgrupo poderiam ser enquadrados os pacientes sépticos, que ao terem manipulado um foco cirúrgico infectado desenvolveriam reações orgânicas, inclusive respiratórias e pulmonares, que acarretariam a maior alteração do TAIM.

2. No segundo caso, um somatório de condições pré-operatórias e transoperatórias ocasionaria um impacto maior a determinados pacientes e eles, por maior disfunção, seriam levados a uma predisposição maior a complicações. Este roteiro adaptar-se-ia bem a pelo menos três pacientes: dois submetidos a cirurgias abdominais altas e um a cirurgia torácica, que desenvolveram importante infecção respiratória com grande acúmulo de secreções. A história clínica prévia demonstrava serem portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica.

Após a queda inicial, determinada pelo procedimento cirúrgico, houve uma tendência à recuperação nos casos de pós-operatórios não-complicados. Na tarde do quarto dia, 91,8% dos pacientes recuperaram completamente seus valores pré-operatórios do TAIM.

A ocorrência de complicações, entretanto, modificou esse padrão (Tabela II e Figura 2). Os pacientes complicados, além de terem valores pós-operatórios mais baixos, recuperaram-se mais tardiamente.

No presente estudo, o teste do TAIM seriado no pós-operatório mostrou algumas características desejáveis. Nos primeiros três dias de pós-operatório a sensibilidade do teste manteve-se em 100% e a especificidade variou de 31,8% a 80,0%. Na tarde do quarto dia a sensibilidade foi 91,7% e a especificidade 91,8%, atingindo, ao nosso ver, o melhor momento de sua avaliação, com alto nível de sensibilidade e de especificidade (Figura 3). Ainda no final do sétimo dia, o teste foi útil com 50,0% de sensibilidade e 98,8% de especificidade.

Em outras palavras, o TAIM conseguiu, nos primeiros dias, a máxima sensibilidade, identificando todos os pacientes que desenvolveriam complicações pós-operatórias, mas teve sua mínima especificidade. No quarto dia teve seu melhor momento, e ao término da primeira semana perdeu em sensibilidade, mas atingindo o nível máximo de especificidade.

CONCLUSÕES

O estudo seriado do TAIM em 97 pacientes submetidos a diferentes tipos de cirurgias permitiu concluir:

1. No pós-operatório imediato há uma redução dos valores do TAIM, quando comparados com os valores pré-operatórios, tanto para aqueles com pós-operatório complicado ($p < 0,05$) como para os com pós-operatório normal ($p < 0,05$).

2. A redução do TAIM foi maior nos pacientes que desenvolveram complicações pós-operatórias ($p < 0,001$).

3. Após queda inicial, determinada pelo procedimento cirúrgico, ocorreu uma recuperação gradual. No final do quarto dia, 78 (91,8%) dos 85 pacientes sem complicações pós-operatórias recuperaram seus valores iniciais de TAIM, enquanto apenas 1 dos 12 do Grupo 2 (8,3%) o conseguiu ($p < 0,001$).

4. Os pacientes com complicações pós-operatórias apresentaram um padrão de recuperação do TAIM alterado por valores mais baixos e/ou por uma segunda queda, determinada por intercorrências.

5. O TAIM não-recuperado aos seus valores pré-operatórios apresentou boas sensibilidade e especificidade, principalmente quando considerados os valores do final do quarto dia pós-operatório, 91,7% e 91,8%, respectivamente.

6. O TAIM mostrou-se útil na detecção e acompanhamento das complicações pós-operatórias ocorridas. O teste foi isento de complicações e de rejeição por parte dos pacientes.

REFERÊNCIAS

1. Tisi G. Preoperative evaluation of pulmonary function. *Am Rev Respir Dis* 1979;119:293-310.
2. Gass GD, Olsen GN. Preoperative pulmonary function testing to predict postoperative morbidity and mortality. *Chest* 1986;89:127-35.
3. Latimer RG, Dickman M, Day WC, Gunn ML, Schmidt CD. Ventilatory patterns and pulmonary complications after upper abdominal surgery determined by preoperative and postoperative computerized spirometry and blood gas analysis. *Am J Surg* 1971;122:622-32.
4. Stein M, Cassara EL. Preoperative pulmonary evaluation and therapy for surgery patients. *JAMA* 1970;211:787-90.
5. Zefren SE, Hartford CE. Comparative mortality for various surgical operations in older versus younger age groups. *J Am Geriatr Soc* 1972;20:485.
6. Bendixen HH, Smith GM, Mead J. Patterns of ventilation in young adults. *J Appl Physiol* 1964;19:195-8.
7. Boushy SF, Billig DM, North LB, Helgason AH. Clinical course related to preoperative and postoperative pulmonary function in patients with bronchogenic carcinoma. *Chest* 1971;59:383-91.
8. Diament ML, Palmer KNV. Spirometry for preoperative assessment of airway resistance. *Lancet* 1967;1:1251-3.
9. Gaensler EA, Cugel DW, Lingren I, Vernstreten JM, Smith SS, Strieder JW. The role of pulmonary insufficiency in mortality and invalidism following surgery for pulmonary tuberculosis. *J Thorac Surg* 1955;29:163-87.
10. Lockwood P. The principles of predicting risk of post-thoracotomy function — related complications in bronchogenic carcinoma. *Respiration* 1973;30:329.
11. Mittman C. Assessment of operative risk in thoracic surgery. *Am Rev Respir Dis* 1961;84:197-207.
12. Palmeiro E, Gottschall CAM. Estimativa de risco de complicações

13. Stein M, Koota GM, Simon M, Franck KA. Pulmonary evaluation of surgical patient. *JAMA* 1962;181:765-70.
14. Williams CD, Berowitz JB. "Prohibitive" lung function and major surgical procedures. *Am J Surg* 1976;132:763-6.
15. Lederer DH, Van der Water JM, Indech RB. Which deep breathing device should the postoperative patients use? *Chest* 1980;77:610-13.
16. Pontoppidan H. Mechanical aids to lung expansion in nonintubated surgical patients. *Am Rev Respir Dis* 1980;122:109-19.
17. Beecher HK, Todd DP. A study of deaths associated with anesthesia and surgery. *Ann Surg* 1954;140:2-34.
18. Rehder K, Sessler AD, Marsh HM. General anesthesia and the lung. *Am Rev Respir Dis* 1975;112:541-63.
19. Beecher HK. The measured effects of laparotomy on the respiration. *J Clin Invest* 1933;12:639-50.
20. Ali J, Weissel RD, Layug AB, Kropke BJ, Hechtman HB. Consequences of postoperative alterations in respiratory mechanics. *Am J Surg* 1970;128:376-82.
21. George J, Hornun I, Mellemaard K. The mechanisms of hypoxemia after laparotomy. *Thorax* 1966;22:382-86.
22. Newson DJ, Goldman M, Loh L, Casson M. Diaphragm function and alveolar hypoventilation. *Quart J Med* 1976;45:87-100.
23. Simonneau G, Vivien A, Sartene R, et al. Diaphragm dysfunction induced by upper abdominal surgery. *Am Rev Respir Dis* 1983;128:899-903.
24. Tahir AH, George RB, Weill H, Adriani J. Effects of abdominal surgery upon diaphragmatic function and regional ventilation. *Int Surg* 1973;58:337-40.
25. Green GM. The J. Burns Amberson Lecture: In defense of the lung. *Am Rev Respir Dis* 1970;102:691-703.
26. Lansing AM, Jamilton WG. Mechanism of fever in atelectasis. *Arch Surg* 1963;87:168-74.
27. Newhouse ESM, Sanchis J, Brenenstock J. Lung defense mechanisms. *N Engl J Med* 1976;295:990-8.
28. Ford GT, Whitelaw WA, Rosenthal TW, Cruse PJ, Guenter CA. Diaphragm function after upper abdominal surgery in humans. *Am Rev Respir Dis* 1983;127:431-6.
29. Ford GT, Rideouts KS, Bozdech LK, Whitelaw WA, Davison JS. Inhibition of breathing arising from the gallbladder in dogs. *Physiologist* 1983;26:A38.
30. Pasteur W. Massive collapse of the lung. *Lancet* 1908;2:1351-5.
31. Kruta V, Bedrna J, Prochazka J, Volf J. Influence de la stimulation afférente du nerf splanchnic sur les mouvements respiratoires chez l'homme. *Arch Intern Physiol* 1950;58:90-100.
32. Reeve SB, Nanson EM, Rundle FF. Observations on inhibitory reflexes during abdominal surgery. *Clin Sci* 1951;10:65-87.
33. Detroyer A, Rouso J. Reflex inhibition of the diaphragm by esophageal afferents. *Neurosci Letters* 1982;30:43-6.
34. Downman CBB. Skeletal muscle reflexes of splanchnic and intercostal nerve origin in acute spinal and decerebrate cats. *Neurophysiology* 1955;18:217-35.
35. Kostreva DR, Hopp FA, Zuperku EJ, Iglar FO, Coon RL, Kampine JP. Respiratory inhibition with sympathetic afferent stimulation in the canine and primate. *J Appl Physiol* 1978;44(5):718-24.
36. Anscombe AR, Buxton RSJ. Effects of abdominal operations on total lung capacity and its subdivisions. *Br Med J* 1958;2:1344-6.
37. Beecher HK. Effects of laparotomy on lung volume: demonstration of a new type of pulmonary collapse. *J Clin Invest* 1933;12:651-9.
38. Diament ML, Palmer KNV. Postoperative changes in gas tension in arterial blood and in ventilatory function. *Lancet* 1966;180-2.
39. Egbert LD, Bendixen HH. Effects of morphine on breathing pattern: a possible factor in atelectasis. *JAMA* 1964;188:484-8.
40. Craig DB. Postoperative recovery of pulmonary function. *Anesth Analg* 1981;60:46-52.
41. Wighman JAK. Prospective survey of the incidence of postoperative pulmonary complications. *Br J Surg* 1968;55:85-91.

42. Laver MB, Bendixen HH. Atelectasis in the survival patients: recent conceptual advances. *Prog Surg* 1966;5:1.
43. Light RW, George RB. Incidence and significance of pleural effusion after abdominal surgery. *Chest* 1976;69:621-5.
44. Barlet RH. Pulmonary pathophysiology in surgical patients. *Surg Clin North Am* 1980;60:1323-8.
45. Fowler AA, Hamman RF, Good JT, et al. Adult respiratory distress syndrome. Risk with common predispositions. *Ann Intern Med* 1983;98:593-7.
46. Abraham E, Bland RD, Cobo JC, et al. Sequential cardiorespiratory patterns associated with outcome in septic shock. *Chest* 1984;85:75-80.
47. Andreadis N, Petty TL. Adult respiratory distress syndrome: problems and progress. *Am Rev Respir Dis* 1985;132:1344-6.
48. Balk RA, Bone RC. Síndrome séptica. Definição e implicações clínicas. *Clin Terap Intens* 1989;1:1-8.
49. Jacobs RF, Tabor DR. Interações celulares imunes durante a sepse e a agressão séptica. *Clin Terap Intens* 1989;1:9-26.
50. Rigatto M, Teixeira LCV, Palombini BC. Insuficiência respiratória. In: Tarantino AB. Doenças pulmonares. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1982.
51. Schoonover GA, Olsen GN. Pulmonary function testing in the perioperative period: a review of the literature. *J Clin Surg* 1982;1:125-37.
52. Milledge JS, Nunn JF. Criteria of fitness for anesthesia in patients with chronic obstructive lung disease. *Br Med J* 1975;3:670-73.
53. Miller WF, Wu N, Johnson RL. Convenient method of evaluating pulmonary ventilatory function with a single breath test. *Anesthesiology* 1956;17:480-93.
54. Smith TP, Kinasewitz GY, Tucker WY, Spiller WP, George RB. Exercise capacity as predictor of post-thoracotomy morbidity. *Am Rev Respir Dis* 1984;129:730-4.
55. Gaensler EA, Rayl DF, Donnelly DM. The breath-holding test in pulmonary insufficiency. *Surg Gynecol Obstet* 1951;92:81-90.
56. Herrlinger R. Der wilknerliche Atemstillstand als Funktionspruefung. *Z Gesamte Exp Med* 1941;109:357-63.
57. Roadbard S. The effect of oxygen, altitude and exercise on breath holding time. *Am J Physiol* 1947;150:142-55.
58. Fletcher RH, Fletcher SW, Wagner EH. Epidemiologia clínica. Bases científicas da conduta médica. Porto Alegre: Artes Médicas, 1989.
59. Campbell EJM, Freedmann S, Clarck TJH, Robson JG, Norman J. The effect of muscular paralysis induced by tubocurarine on the duration and sensation of "breath-holding". *Clin Sci* 1967;32:425-32.
60. Comroe JH. Physiology of respiration. 2nd ed. Chicago: Year Book Med Publ, 1974.
61. Fowler WS. Breaking point of breath-holding. *J Appl Physiol* 1954;6:539-43.
62. Guz A, Noble MIM, Widicombe JG, Trenchard D, Mushin WW, Makey AR. The role of vagal and glossopharyngeal afferent nerves in respiratory sensation, control of breathing and arterial pressure regulation in conscious man. *Clin Sci* 1966;30:161-70.
63. Guz A, Noble MIM, Eisele JH, Trenchard D. The effect of lung deflation on breathing in man. *Clin Sci* 1971;40:451-61.
64. Nunn JF. Applied respiratory physiology with special reference to anaesthesia. London: Butterworth, 1971.
65. Gottschall CAM. Dispneia e sua quantificação ventilatória. Tese de mestrado. Curso de Pós-Graduação de Pneumologia. Porto Alegre: UFRGS, 1975.
66. Manfroi WC, Ludwig RTF, Vieira SRR, et al. Efeito da apnéia inspiratória sobre a circulação geral e sobre o coração. *Arq Bras Cardiol* 1984;42:5-11.
67. Menna Barreto SS, Gottschall CAM. Comparação entre provas espirométricas e testes clínico-funcionais pulmonares. *J Pneumol* 1978;4:21-29.
68. Goldman L. Quantitative aspects of clinical reasoning. In: Wilson JD, Braunwald E, Isselbacher KJ, et al. Harrison's Principles of internal medicine. New York: McGraw-Hill, 1991.