

# Ineficacia de la espirometría incentiva como coadyuvante de la fisioterapia convencional en la prevención de las complicaciones respiratorias postoperatorias de la cirugía torácica y esofágica

J. Vilaplana, A. Sabaté, R. Ramon\*, V. Gasolibe\*\* y R. Villalonga

Departamento de Anestesiología y Reanimación.  
Hospital de Bellvitge Prínceps d'Espanya. L'Hospitalet de Llobregat.  
Barcelona.

## Resumen

Se ha estudiado la eficacia de la utilización rutinaria de la espirometría incentiva (EI) en 2 grupos de pacientes: grupo I (n = 18) sí EI y grupo II (n = 19) sí no EI. Los pacientes, todos ellos portadores de neoplasia pulmonar o esofágica, recibieron fisioterapia respiratoria pre y postoperatoriamente, siendo sometidos a cirugía torácica y abdominal alta. La incidencia de alteraciones en la auscultación pulmonar, de anomalías radiológicas y de alteraciones en la diferencia alveolo-arterial de oxígeno (D[A-a]O<sub>2</sub>), así como de complicaciones postoperatorias, fue similar en ambos grupos. Los pacientes sometidos a cirugía digestiva presentaron una frecuencia más elevada de derrame pleural (p < 0,05), y de éstos, el subgrupo que efectuó EI presentó una estancia hospitalaria más larga (47,2 ± 32 d) comparada con el subgrupo de cirugía digestiva que no efectuó EI (p < 0,01), probablemente debido a la mayor incidencia de neoplasias del tercio medio del esófago en este subgrupo.

En nuestro estudio, y en el contexto del tipo de cirugía estudiada, el uso rutinario de la EI no disminuye la frecuencia de alteraciones clínicas y radiológicas ni mejora la eficacia del intercambio gaseoso postoperatorio.

## Palabras clave:

Postoperatorio. Complicaciones: respiratorias. Equipamiento: espirometría incentiva. Cirugía: torácica, esofágica.

Inefficacy of incentive spirometry as coadjuvant of conventional physiotherapy for the prevention of respiratory complications after chest and esophagus surgery

## Summary

We have studied the efficacy of routine use of incentive spirometry (IS) in two groups of patients: group 1 (n = 18) with IS, and group 2 (n = 19), no IS. All patients suffered from lung or esophagus neoplasm and received respiratory physiotherapy before and after the operation. They underwent high chest and abdomen surgery. The incidence of alterations of pulmonary auscultation, roentgenologic abnormalities and alterations of the alveolar-arterial difference of oxygen (D[A-a]O<sub>2</sub>) as well as postoperative complications were similar in both groups. Patients undergoing digestive surgery presented a higher frequency of pleural effusion (p < 0.05) and of them, the subgroup with IS stayed at the hospital for a longer time (47.2 ± 32 days) than the subgroup undergoing digestive surgery not submitted to IS (p < 0.01) probably because of the higher incidence of neoplasms of the mean third of the esophagus in such group.

In our study and in the context of the type of surgery studied, the routine use of IS does not decrease the frequency of clinical and roentgenologic alterations neither improves the efficacy of postoperative gas interchange.

## Key words:

Postoperative. Complications: respiratory. Equipment: incentive spirometry. Surgery: chest, esophagus.

Médico adjunto. Servicio de Anestesiología y Reanimación. \*Jefe clínico. Servicio de Anestesiología y Reanimación. \*\*Fisioterapeuta diplomada. Servicio de Fisioterapia y Rehabilitación.

Correspondencia: Dr. J. Vilaplana.  
Departamento de Anestesiología y Reanimación.  
Hospital de Bellvitge Prínceps d'Espanya.  
Feixa Llarga, s/n. 08907 L'Hospitalet de Llobregat.  
Barcelona.

Recibido para su publicación en noviembre de 1989.  
Aceptado para su publicación en junio de 1990.

## Introducción

Las complicaciones respiratorias en el postoperatorio son frecuentes. Norlander y Hallen señalan una incidencia del 2 al 20 % en estudios retrospectivos, y del 20 al 50 % en los realizados de manera prospectiva<sup>1</sup>. Si bien sabemos que una valoración preoperatoria adecuada y una preparación óptima reducen la aparición de complicaciones respiratorias<sup>2</sup>, no existen en la actualidad índices claros de la función pulmonar preoperatoria que puedan correlacionarse con la incidencia de éstas después de la cirugía<sup>3</sup>.

El papel de la fisioterapia respiratoria es fundamental. Numerosos autores<sup>4-6</sup> están de acuerdo en la validez de las maniobras

**TABLA I**  
Intervenciones e incisiones quirúrgicas

	Espirometría incentiva (n = 18)	Sin espirometría incentiva (n = 19)
<b>Intervenciones</b>		
Lobectomía superior derecha	4	4
Lobectomía superior izquierda	1	-
Neumonectomía derecha	-	2
Neumonectomía izquierda	2	2
Bilobectomía media e inferior	2	-
Toracotomía exploradora	1	3
Ivor-Lewis	5	3
Esófago gastroplastia	2	5
Esófago coloplastia	1	-
<b>Incisiones</b>		
Toracotomía	10	11
Toracotomía + Laparotomía + Cervicostomía	5	3
Toracotomía + Cervicostomía	3	5

inspiratorias y la espirometría incentivada que por su parecido con la respiración ideal intentaría revertir el colapso de las vías aéreas basales. Su uso se halla debatido y la eficacia demostrada en la reducción de las atelectasias pulmonares después de la cirugía cardíaca<sup>7, 8</sup> ha sido puesta en duda<sup>9</sup>, así como su utilización tras la cirugía abdominal alta<sup>10</sup>.

Este estudio fue diseñado para comprobar la validez de la espirometría incentivada (EI) como factor preventivo de las complicaciones respiratorias en pacientes de riesgo sometidos a cirugía torácica y abdominal alta.

### Material y métodos

Treinta y siete pacientes, 3 mujeres y 34 varones programados para cirugía mayor, abdominal alta y torácica, dieron su consentimiento para participar en este estudio, aprobado por el comité de ética de nuestro hospital. El diagnóstico preoperatorio fue de neoplasia pulmonar en 21 pacientes y de neoplasia de esófago en 16. En la tabla I se detallan las intervenciones y las incisiones quirúrgicas practicadas. Un 57% de los pacientes presentaba criterios de enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

En los 37 pacientes se realizó la misma técnica anestésica, que consistió en tiopental sódico a dosis hipnótica en la inducción, bromuro de pancuronio como relajante muscular, efectuándose el mantenimiento con una técnica balanceada con isoflurano (75% de los casos) y halotano (25% restante) combinados con fentanilo. Veintiocho pacientes

(75,6%) fueron sometidos a ventilación selectiva de un solo pulmón durante parte del acto quirúrgico. El bloqueo muscular residual se antagonizó en 22 pacientes (59,5%), que se extubaron al finalizar la intervención y recibieron posteriormente oxígeno humidificado al 30%. Los 15 pacientes restantes (40,5%) se mantuvieron con ventilación mecánica durante el postoperatorio inmediato. Se registró la duración en minutos de la cirugía y todos los pacientes fueron trasladados a la unidad de reanimación posquirúrgica en el postoperatorio. La analgesia postoperatoria fue idéntica para todos ellos y consistió en 1 mg/kg de meperidina i.m. cada 4 horas, anticipándose la dosis a criterio del médico reanimador.

Los pacientes fueron divididos de modo randomizado en 2 grupos, según la práctica o no de espirometría incentivada (EI), grupos I y II respectivamente. Por otro lado se separó a los pacientes según su patología de base, ya fuera neoplasia pulmonar tributaria de cirugía torácica (CT) o neoplasia de esófago tributaria de cirugía digestiva (CD), incluyendo esta última la toracotomía o no.

La fisioterapia respiratoria practicada rutinariamente a todos los pacientes por el fisioterapeuta incluía la familiarización con la respiración profunda, abdominal y costal, la información y apoyo al paciente frente a las limitaciones ventilatorias durante el postoperatorio, así como la práctica de cambios posicionales, pinzamiento y tos durante este período. El grupo I fue instruido en la práctica de la EI por un fisioterapeuta, con un aparato regulado por flujo (Triflo II, Chesebrough-Ponds Inc.). Los ejercicios se efectuaron durante 5 minutos cada hora, durante las 24 horas previas a la intervención. Postoperatoriamente se reintrodujo la EI cuando el estado de conciencia del paciente permitía la colaboración, alentándole a conseguir los resultados preoperatorios, durante 48 horas, con la misma frecuencia y respetando el descanso nocturno<sup>5</sup>.

En el estudio se intentaron objetivar las alteraciones clínicas y radiológicas postoperatorias, de la capacidad pulmonar, de la diferencia alveolo-arterial de O<sub>2</sub> [D(A-a)O<sub>2</sub>], y la estancia hospitalaria. La valoración preoperatoria incluía los antecedentes personales y patológicos, la auscultación pulmonar, el registro de la frecuencia cardíaca y respiratoria, la tensión arterial sistólica y la temperatura. Se efectuaron pruebas funcionales respiratorias (VEMS<sub>1</sub>, CV, VEMS<sub>1</sub>/CV) y radiografía de tórax en todos los pacientes, midiéndose también la capacidad vital forzada (capacidad pulmonar) mediante espirometría realizada con el espirotest (Riester).

El cálculo de la diferencia alveolo-arterial de oxígeno se efectuó a través de la fórmula simplificada de la ecuación de los gases alveolares:

$$D(A-a)O_2 = PAO_2 - PaO_2$$

$$PAO_2 = PI O_2 - Pa CO_2/R$$

$$R = 0,8$$

Se efectuó la misma valoración que en el preoperatorio, con excepción de las pruebas funcionales respiratorias, en la unidad de reanimación posquirúrgica y en la planta de hospitalización a las 72 horas de la intervención. Se registró, además de la estancia hospitalaria, la evolución y la mortalidad postoperatoria a los 30 días.

**TABLA II**  
Características preoperatorias de los pacientes y de la cirugía

	Espirometría incentivada (n = 18)		Sin espirometría incentivada (n = 19)	
	Cirugía torácica (n = 10)	Cirugía esofágica (n = 8)	Cirugía torácica (n = 11)	Cirugía esofágica (n = 8)
Edad (años)	60,7 ± 11	59 ± 6	55,1 ± 11	52 ± 14
Peso (kg)	75,1 ± 16	61,3 ± 14	66,2 ± 8	54,5 ± 14
Sexo (V/M)	8/2	7/1	10/-	8/-
ASA II	3	-	2	2
III	6	6	7	5
IV	1	2	2	1
Espirometría (ml)	2.533 ± 323	2.437 ± 1.034	2.773 ± 685	2.856 ± 893
VEMS <sub>1</sub> (%)	75,3 ± 15	80,7 ± 24	86,2 ± 18	83,7 ± 27
CV (%)	86,5 ± 16	92,1 ± 18	88,5 ± 14	92,6 ± 17
VEMS <sub>1</sub> /CV (%)	69,8 ± 10	69,6 ± 12	75,2 ± 10	73,2 ± 20
PaO <sub>2</sub> (mmHg)	79,8 ± 5,9	97,7 ± 17,4	85,3 ± 11,6	100,4 ± 12,4
Duración intervención (min)	215,7 ± 76	270,6 ± 71	215,5 ± 84	260 ± 86
Intubación selectiva (n/%)	10/100	5/62,5	11/100	2/25

Valores en media ± DE o número de casos (%). El VEMS<sub>1</sub> y la CV se expresan como porcentaje de los valores de referencia teóricos.

Fig. 1. Evolución de la  $D(A-a)O_2$  de los 4 grupos de pacientes en el preoperatorio, en la unidad de reanimación ( $FiO_2$  0,3), y en la planta a las 48 h de la intervención. CT-I: cirugía torácica con espirometría incentiva; CD-I: cirugía digestiva con espirometría incentiva; CT-II: cirugía torácica sin espirometría incentiva; CD-II: cirugía digestiva sin espirometría incentiva. Valores en media (columna) y desviación estándar (línea). \* $p < 0,05$  en los valores postoperatorios comparados con los preoperatorios.

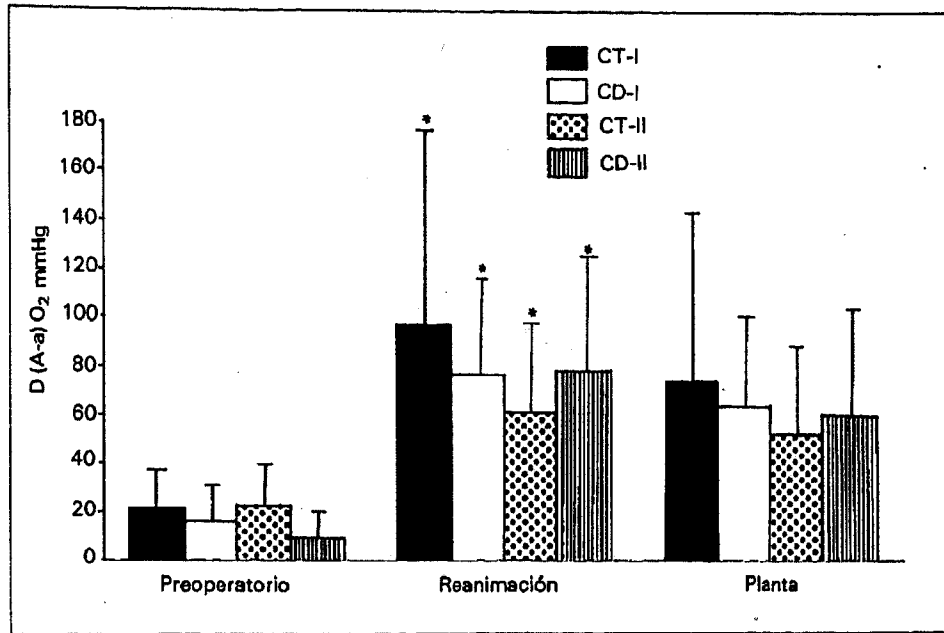
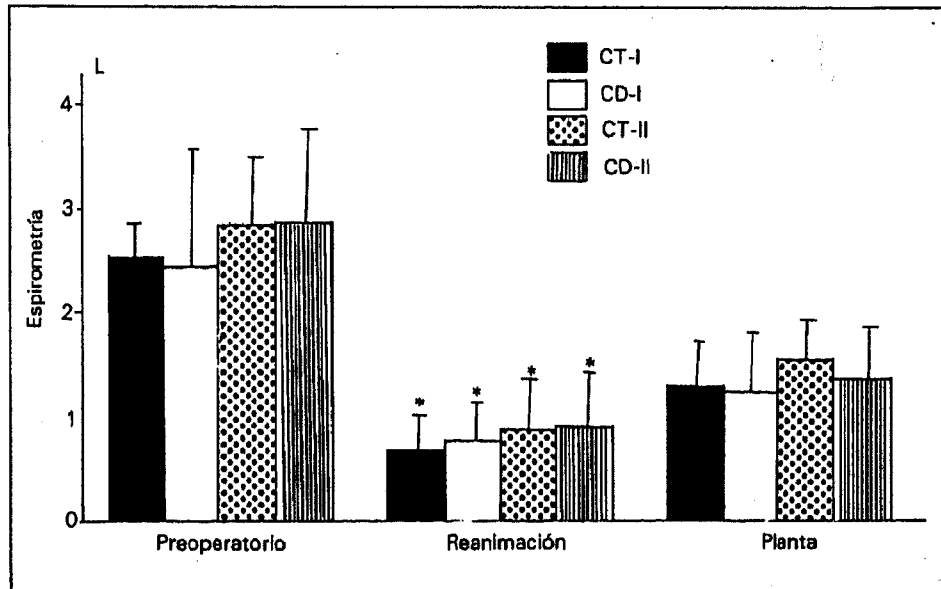


Fig. 2. Evolución de la espirometría de los 4 grupos de pacientes en el preoperatorio, en la unidad de reanimación y en la planta de hospitalización a las 48 h de la intervención. CT-I: cirugía torácica con espirometría incentiva; CD-I: cirugía digestiva con espirometría incentiva; CT-II: cirugía torácica sin espirometría incentiva; CD-II: cirugía digestiva sin espirometría incentiva. Valores en media (columna) y desviación estándar (línea). \* $p < 0,025$  en los valores postoperatorios comparados con los preoperatorios.



Los resultados obtenidos fueron analizados efectuándose análisis de varianza y cuando fue necesario con el test de la t de Student-Fisher para datos apareados o no apareados. Para los datos cualitativos se utilizó el test de  $\chi^2$ , y para las diferentes estancias hospitalarias el test de U Mann-Whitney. Los valores se expresan como media  $\pm$  DE y se han considerado las diferencias significativas cuando  $p < 0,05$ .

## Resultados

Los límites de edad de todos los pacientes eran de 36-79 años, del peso 43-98 kg y de la altura de 151-185 cm. En la tabla II se detallan los valores preoperatorios obtenidos, incluyendo la clasificación según el estado físico ASA. Todos los grupos eran homogéneos en edad, peso, altura,  $VEMS_1$ , CV,  $VEMS_1/CV$  y

duración de la cirugía; esta última fue de  $238 \pm 79$  minutos ( $X \pm DE$ ), límites: 120-420 min.

En las figuras 1 y 2 se representan gráficamente las variaciones en la  $D(A-a)O_2$  y los valores espirométricos obtenidos a lo largo del estudio. No hallamos diferencias significativas entre los grupos I y II, ni entre los 4 grupos entre sí. Como era de esperar se detectan variaciones altamente significativas en el postoperatorio inmediato de todos los grupos, aunque sin diferencias significativas entre ellos. En la tabla III se detallan el número de pacientes que presentaron alteraciones clínicas y radiológicas, no existentes en el preoperatorio, así como la estancia hospitalaria y la mortalidad según la práctica o no de EI. En la tabla IV se presentan los mismos parámetros según el tipo de cirugía efectuada.

TABLA III  
Complicaciones y mortalidad postoperatorias. Resultados globales

	Espirometría incentiva (n = 18)	Sin espirometría incentiva (n = 19)
Alteraciones radiológicas	7 (38,8)	6 (31,5)
Alteraciones en la auscultación respiratoria	10 (55,5)	12 (63)
Complicaciones postoperatorias	6 (33,3)	4 (21)
Estancia hospitalaria (días)	30,5 ± 16	23,8 ± 11
Mortalidad	3 (8,1)	2 (10,5)

Los valores entre paréntesis corresponden al porcentaje en número de casos o media ± DE.

En la radiología de tórax valorada por dos miembros de la unidad de reanimación, las imágenes más frecuentes fueron el derrame pleural (5/13; 38,5 %) y el colapso pulmonar (8/21; 38 %). Las alteraciones de la auscultación pulmonar consistieron en 21 casos de hipoventilación (56,7 %) y en un caso de sibilancias (2,7 %). No hubo diferencias significativas en la auscultación pulmonar ni en la radiología de tórax entre los grupos con o sin EI, aunque los cambios radiológicos, en especial el derrame pleural, fueron significativamente más frecuentes en los pacientes intervenidos de cirugía digestiva ( $p < 0,05$ ) comparados con los pacientes sometidos a cirugía torácica.

Se presentaron complicaciones postoperatorias en 10 pacientes (27 %), seis en el grupo I y cuatro en el grupo II, que consistieron en: taquiarritmias (2 pacientes neumonectomizados con apertura del pericardio), ascitis, neumonía (2 pacientes), trombosis venosa, angor, sepsis e insuficiencia ventilatoria aguda (2 pacientes). La mortalidad global fue de 3 pacientes (8,1 %), uno en el grupo I y dos (10,5 %), en el grupo II. No se hallan tampoco diferencias significativas entre los 2 grupos en los apartados de mortalidad y complicaciones postoperatorias. La estancia hospitalaria media global fue de  $28 \pm 21$  días ( $X \pm DE$ ), aunque el subgrupo sometido a cirugía digestiva que efectuó EI presentó una estancia hospitalaria significativamente superior con respecto al subgrupo sometido a cirugía digestiva que no efectuó EI ( $p < 0,01$ ).

### Discusión

Las complicaciones respiratorias se presentan en el 6,2 % de todas las anestesiases generales<sup>11</sup>, llegando a representar el 13,1 % de la mortalidad operatoria global<sup>12</sup>. En un estudio efectuado sobre más de 100.000 anestesiases<sup>13</sup>, el índice de mortalidad de los pacientes afectados de infección crónica del tracto respiratorio inferior fue del 5,1 %, comparable a la mortalidad de los pacientes de más de 64 años (5,9 %) de la misma serie.

Los cambios de la mecánica pulmonar durante el postoperatorio se inician ya durante la intervención. Las atelectasias por

compresión debidas al desplazamiento cefálico del diafragma, independientemente del tipo de anestesia y ventilación efectuada, persisten más de 24 horas postoperatoriamente<sup>14</sup>. Por otra parte, la reducción de la capacidad residual funcional entraña un cierre precoz de las vías aéreas per y postoperatoriamente<sup>15</sup>. En la unidad de reanimación, la respiración monótona y superficial, desprovista de respiraciones profundas y provocada por el dolor y/o la analgesia con opiáceos, se une a la disfunción diafragmática causada por el aumento del tono de la pared abdominal y/o por inhibición refleja de la actividad frénica, mediada a través de aferencias abdominales<sup>16</sup>. Los cambios provocados por la inmovilidad y el decúbito supino<sup>17</sup> junto con el descenso del aclaramiento mucociliar contribuyen con lo expuesto anteriormente a reducir la eficacia ventilatoria y a incrementar el trabajo respiratorio. Todos estos cambios se reflejan en reducciones de la  $PaO_2$  que pueden persistir hasta más de 5 días en el postoperatorio<sup>18</sup>.

Las maniobras respiratorias encaminadas a minimizar estos cambios postoperatorios deberán procurar una máxima insuflación alveolar, ofreciendo al paciente confianza y relajación ante su problema respiratorio y potenciando la respiración diafragmática y costal, si la precisa, en decúbito supino y lateral. Los cambios posturales y la movilización precoz, todo ello bajo el control del fisioterapeuta, acabarán de proporcionar una relación terapéutica global con el paciente. La maniobra ideal sería una inspiración espontánea, máxima y sostenida<sup>5</sup>. Los aparatos que hemos utilizado se hallan compuestos de un sistema tubular, conectado a 3 columnas, en el que según el flujo desarrollado durante la inspiración se eleva la bola de plástico situada en el interior de la primera, segunda o tercera columna. En los primeros trabajos efectuados con aparatos que alentaban a efectuar respiraciones profundas, Bartlett et al<sup>19</sup> demostraron una reducción significativa de las anomalías radiológicas postoperatorias en los pacientes que usaron la espirometría incentiva y Craven et al<sup>20</sup> hallan una menor incidencia de complicaciones clínicas y radiológicas. Posteriormente, Lyager et al<sup>21</sup> y Schwiager et al<sup>10</sup> han puesto en tela de juicio estas conclusiones y más recientemente O'Connor et al<sup>22</sup> tampoco hallan diferencias en pacientes colecistectomizados con el uso o no de la EI.

En nuestros pacientes no detectamos diferencias, estadísticamente significativas al menos, con el uso de la EI en cuanto a la aparición de anomalías en la auscultación pulmonar, radiológicas o de la diferencia alveoloarterial de oxígeno, utilizando esta última como detector clínicamente útil del deterioro en el intercambio de gases postoperatorio. Diversos factores pueden variar la  $D(A-a)O_2$ ; la magnitud del cortocircuito derecha-izquierda y la fracción inspirada de  $O_2$  serían los más importantes. Por otro lado, la diferencia arterio-venosa del contenido de  $O_2$ , el consumo de oxígeno a través de su efecto sobre el contenido venoso mixto de  $O_2$ , el gasto cardíaco y la posición de la

TABLA IV  
Complicaciones y mortalidad postoperatoria. Resultados según el tipo de cirugía

	Espirometría incentiva (n = 18)		Sin espirometría incentiva (n = 19)	
	Cirugía torácica (n = 10)	Cirugía esofágica (n = 8)	Cirugía torácica (n = 11)	Cirugía esofágica (n = 8)
Alteraciones radiológicas	1 (10)	6 (75)*	3 (27,2)	3 (37,5)*
Alteraciones en la auscultación	5 (50)	5 (62,5)	6 (54,5)	6 (75)
Complicaciones postoperatorias	2 (20)	4 (50)	2 (18,1)	2 (25)
Estancia hospitalaria (días)	14,5 ± 5	47,2 ± 32**	22,9 ± 10	27,2 ± 12
Mortalidad	-	1 (12,5)	-	2 (25)

\* $p < 0,05$ , en la cirugía esofágica comparada con la cirugía torácica; \*\* $p < 0,01$ , en la cirugía esofágica EI comparada con la cirugía esofágica sin EI. Los valores entre paréntesis corresponden al porcentaje en número de casos o media ± DE.

curva de disociación de la oxihemoglobina son factores que también afectan la  $D(A-a)O_2$ <sup>23</sup>.

Los cambios registrados en el postoperatorio inmediato son coincidentes con la literatura en lo referente al incremento del gradiente alveoloarterial de  $O_2$  y al descenso de los volúmenes pulmonares. La incidencia global de alteraciones clínicas y radiológicas no difiere tampoco de la recogida por otros autores<sup>24</sup>. El aumento en la incidencia de derrame pleural en los pacientes afectados de neoplasia de esófago y sometidos a cirugía digestiva estaría probablemente relacionado con la manipulación infra y supradiafrágica que comporta en ocasiones este tipo de cirugía. Por otra parte, el aumento significativo de la estancia hospitalaria en el grupo de cirugía digestiva que efectuó EI se debería a la mayor frecuencia de neoplasias del tercio medio del esófago, de peor pronóstico *per se*.

Con los resultados obtenidos no podemos recomendar el uso rutinario de la EI como coadyuvante de la fisioterapia respiratoria convencional en los pacientes de alto riesgo intervenidos de cirugía torácica y/o abdominal alta. Sin embargo, no debería excluirse el efecto positivo que la inclusión de la EI, correctamente realizada, pudiera tener como estímulo para efectuar maniobras de máxima insuflación alveolar. En la actualidad y a pesar de una correcta aplicación de la fisioterapia respiratoria y de otras medidas (CPAP, IPPB, EI, etc.), aproximadamente un 22 %<sup>25</sup> de los pacientes sometidos a cirugía mayor abdominal o torácica, siguen presentando complicaciones respiratorias. El tratamiento del dolor mediante la analgesia controlada por el paciente o de los opiáceos por vía epidural, junto con la mejora de la función diafrágica, deberían disminuir estos porcentajes.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Norlander O, Hallen B. Anaesthetic mortality and pulmonary function. En: MD Vickers, JN Lunn, eds. Mortality in Anaesthesia. Berlin, Springer-Verlag, 1983; 59-68.
2. Gracey DR, Divertier MB, Didier EP. Preoperative pulmonary preparation of patients with chronic obstructive pulmonary disease: a prospective study. Chest 1979; 76:123-129.

3. Nunn JF, Milledge JS, Chen D, Dore C. Respiratory criteria of fitness for surgery and anaesthesia. Anaesthesia 1988; 47:543-551.
4. Bartlett RH, Gazzaniga AB, Geraghty TR. Respiratory maneuvers to prevent postoperative pulmonary complications. A critical review. JAMA 1973; 224: 1.017-1.021.
5. Ward RJ, Danzinger F, Bonica JJ, Allen GD, Bowes J. An evaluation of postoperative respiratory maneuvers. Surg Gynecol Obstet 1966; 123:51-54.
6. Pontoppidan H. Mechanical aids to lung expansion in non-intubated surgical patients. Am Rev Respir Dis 1980; 122:109-119.
7. Prins LS. An evaluation of incentive breathing as a prevention of atelectasis in open heart patients. Resp Tech 1978; 14:9-10, 22-23.
8. Iversen LIG, Ecker RR, Fox HE, May IA. A comparative study of IPPB, the incentive spirometer, and blow bottles: the prevention of atelectasis following cardiac surgery. Ann Thorac Surg 1978; 25:197-200.
9. Stock MC, Downs JB, Cooper RB et al. Comparison of continuous positive airway pressure, incentive spirometry, and conservative therapy after cardiac operations. Crit Care Med 1984; 12:969-972.
10. Schwieger I, Gamulin Z, Forster A, Meyer P, Gemperle M, Suter PM. Absence of benefit of incentive spirometry in low risk patients undergoing elective cholecystectomy. A controlled randomized study. Chest 1986; 89:652-656.
11. Wightman JAK. A prospective survey of the incidence of postoperative pulmonary complications. Br J Surgery 1968; 85:85-91.
12. Luce JM. Clinical risk factors for postoperative pulmonary complications. Resp Care 1984; 29:484-495.
13. Fowkes FGR, Lunn JN, Farrow SC, Robertson IB, Samuel P. Epidemiology in anaesthesia III: mortality risk in patients with coexisting physical disease. Brit J Anaesth 1982; 54:819-825.
14. Strandberg A, Tokics L, Briamar B, Lundquist H, Hedenstierna G. Atelectasis during anaesthesia and in the postoperative period. Acta Anaesth Scand 1986; 30:154-158.
15. Hedenstierna G, Mc Carthy G, Bergstrm M. Airway closure during mechanical ventilation. Anaesthesiology 1976; 44:114-123.
16. Mankikian B, Cantineau JP, Bertrand M, Kieffer E, Sartene R, Viars P. Improvement of diaphragmatic function by thoracic extradural block after upper abdominal surgery. Anaesthesiology 1988; 68:379-386.
17. Tyler ML. The respiratory effects of body positioning and immobilization. Resp Care 1984; 29:472-483.
18. Knudsen J. Duration of hypoxaemia after uncomplicated upper abdominal and thoraco-abdominal operations. Anaesthesia 1970; 25:372-377.
19. Bartlett RH, Brennan ML, Gazzaniga AB, Hanson EL. Studies on the pathogenesis and prevention of postoperative pulmonary complications. Surg Gynecol Obstet 1973; 137:925-933.
20. Craven JL, Evan GA, Davenport PJ, Williams RHP. The evaluation of the incentive spirometer in the management of postoperative pulmonary complications. Br J Surgery 1974; 61:793-797.
21. Lyager S, Wernberg M, Rajani N et al. Can postoperative pulmonary conditions be improved by treatment with Bartlett-Edwards incentive spirometer after upper abdominal surgery? Acta Anaesth Scand 1979; 23:312-319.
22. O'Connor M, Tattersall MB. An evaluation of the incentive spirometer to improve lung function after cholecystectomy. Anaesthesia 1988; 43:785-787.
23. Pontoppidan H, Giffin B, Lowenstein E. Acute respiratory failure. N Engl J Med 1972; 287:744-750.
24. Bartlett RH. Respiratory therapy to prevent pulmonary complications of surgery. Resp Care 1984; 29:667-677.
25. Guenther CA. Toward prevention of postoperative pulmonary complications. Am Rev Respir Dis 1984; 130:4.