



# Evaluación preoperatoria del paciente sometido a resección pulmonar

Carmen M Hernández Cárdenas,<sup>1</sup> Luis A Jáuregui<sup>2</sup>

**RESUMEN.** La valoración de los pacientes en quienes se proyecta realizar una resección pulmonar tiene como objetivo evitar el desarrollo de complicaciones posoperatorias. Debe incluir historia y exploración física completas, además de una espirometría con cálculo de volumen espiratorio forzado del primer segundo (VEF<sub>1</sub>) posoperatorio predicho y de forma óptima la determinación de capacidad de difusión (DLCO), ambos deberán de ser mayores al 60% para considerarse como bajo riesgo. En los pacientes que no cumplen estos requisitos deberá de realizarse estudios de gammagrafía pulmonar para el cálculo del VEF<sub>1</sub> posoperatorio, así como pruebas de ejercicio y consumo de oxígeno. Existen múltiples abordajes propuestos para la valoración de estos pacientes, algunos serán analizados en el texto.

**Palabras clave:** *Espirometría, volumen espiratorio forzado del primer segundo (VEF<sub>1</sub>), capacidad de difusión, gammagrama pulmonar ventilatorio/perfusorio (V/Q), consumo de oxígeno.*

**ABSTRACT.** Preoperative evaluation for pulmonary surgery has as an objective avoiding postoperative morbidity. It should include medical history and exploration and a spirometry with predicted postoperative Forced Expiratory Volume in the first second (VEF<sub>1</sub>). Ideally a diffusing capacity is determined as well, both should be more than 60% to consider a patient as surgical low risk. In any other case, a ventilation-perfusion scan should support the evaluation, in addition to exercise tests and oxygen consumption determination. There are several proposed algorithms for the valuation of these patients, some of them will be analyzed in this text.

**Key words:** *Spirometry, forced expiratory volume in the first second (FEV<sub>1</sub>), diffusing capacity (DLCO), V/Q scan, oxygen consumption.*

## INTRODUCCIÓN

Entre las indicaciones de cirugía de resección pulmonar, la más común es la presencia de cáncer en el cual se puede ofrecer una opción curativa. La comorbilidad que caracteriza la epidemiología de los pacientes con neoplasias pulmonares los vuelve un grupo en el que es necesario realizar una adecuada valoración perioperatoria para lograr encontrar a aquéllos en quienes el posible beneficio es superado por el riesgo quirúrgico. Además de estos casos, la recientemente impulsada cirugía de enfisema pulmonar es otro amplio campo donde cobra vital importancia la valoración de la capacidad del paciente para tolerar una resección, y en nuestro país, la afección del parénquima por tuberculosis es una indicación más a tomar en cuenta.

A pesar de la necesidad de contar con una evaluación pulmonar adecuada, la realidad de los países del Tercer Mundo, es que el tipo de pruebas requeridas no son accesibles, por este motivo, este artículo incluirá una revisión tanto de la forma óptima de valoración como de estudios anteriores, los cuales sugerían formas de valoración cuando aún no se contaba con la disponibilidad actual y que recientemente han sido retomadas, con la intención de que se conozcan ambos abordajes y se aplique el que sea factible en un centro de atención determinado.

## EVALUACIÓN INICIAL

El primer paso de la valoración comprende la historia clínica del paciente, que haga especial énfasis en su capacidad funcional, y especifique las limitaciones en la vida diaria, las comorbilidades diagnosticadas, historia de tabaquismo o exposiciones ambientales y cualquier indicio sintomático de enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), en este caso es importante aplicar las escalas cuantitativas de disnea o angina o especificar qué tipo de actividad desencadena los síntomas. En la exploración física se deben de buscar signos de enfermedad cardiovascular o pulmonar (edema, hepatomegalia, cianosis

<sup>1</sup> Residente cuarto año Medicina Interna.

<sup>2</sup> Adscrito al Departamento de Anestesiología.

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán".

Correspondencia y solicitud de sobretiros:

Dra. Carmen M. Hernández Cárdenas  
cmhcar@hotmail.com 54870900 ext 2312.

distal o central, tórax en tonel, tercer o cuarto ruido o galope, desdoblamiento o reforzamiento del segundo ruido) con la finalidad de dar tratamiento oportuno con intervenciones que puedan mejorar la evolución posquirúrgica o incluso predecir posibles complicaciones. Los hallazgos inherentes a la enfermedad que indican la cirugía son relevantes en cuanto a presencia de derrame pleural, datos de invasión a vías aéreas o a estructuras neurológicas como la disfonía, o historia de pérdida de peso reciente y clínicamente significativa.

Es recomendable complementar la impresión clínica con radiografías de tórax.

## EVALUACIÓN PULMONAR

Todos los pacientes en los que se proyecte una toracotomía deben ser estudiados con espirometría de forma preoperatoria, pues permite prever el riesgo de complicaciones perioperatorias y además realizar una adecuada estimación de la función pulmonar posoperatoria que puede utilizarse como instrumento cuando no se cuenta con el estudio de capacidad de difusión. El cálculo del VEF<sub>1</sub> posoperatorio es útil para estratificar los pacientes en grupos de riesgo en cuanto a complicaciones posoperatorias y mortalidad.<sup>1</sup>

En la **espirometría** se evalúan el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF<sub>1</sub>), la capacidad vital forzada (CVF), el flujo espiratorio forzado, la fase media espiratoria (FEF25-75%) y la ventilación voluntaria máxima (VVM), todos éstos con la intención de medir capacidades volumétricas y de flujo pulmonar. El más utilizado para la toma de decisiones por tener una mejor correlación con la predicción de complicaciones posoperatorias es el VEF<sub>1</sub> y el VEF<sub>1</sub> posoperatorio predicho.<sup>1,2</sup>

**Capacidad de difusión.** La capacidad de difusión de monóxido de carbono (DLCO) refleja la integridad de la membrana alveolar y del flujo de sangre capilar. Aunque algunos estudios lo han encontrado como un buen predictor, otros no han encontrado correlación alguna. Se puede agregar como parte de la valoración si se encuentra disponible, se considera apropiado una DLCO mayor al 60% para considerar a un paciente como riesgo aceptable.

**Gases arteriales.** No se ha establecido ninguno de los parámetros de la gasometría arterial como predictor de complicaciones. En general la hipercapnia con PaCO<sub>2</sub> mayor a 45 mmHg es una contraindicación relativa para la cirugía pulmonar.

Aquellos pacientes cuyo desempeño en la espirometría es normal, o muy cercano a esto, no requieren mayor valoración de la función pulmonar, y puede autorizarse la cirugía con un riesgo perioperatorio aceptable.

Cuantitativamente, los valores obtenidos en espirometría y difusión deben correlacionarse con el tipo de ciru-

gía proyectado, los valores que predicen un aumento en la morbilidad posoperatoria son los siguientes: para neumonectomía VEF<sub>1</sub> menor a 2 L ó 60% del predicho, VVM menor al 50% del predicho, DLCO menor a 50% o FEF25-75% menor a 1.6 L/s; para lobectomía se considera un pronóstico no favorable VEF<sub>1</sub> menor a 1 L, VVM menor al 40% de lo predicho, FEF 25-75% menor a 0.6 L/s y DLCO menor al 50% del predicho. Los valores considerados críticos para complicaciones de la resección en cuña o segmentectomía son: VEF<sub>1</sub> menor a 0.6 L y DLCO menor al 50% del predicho.<sup>3</sup>

En los casos en que no se cuenta con DLCO se puede realizar el abordaje basado sólo en espirometría con la salvedad de que el grupo de sujetos con espirometrías diagnósticas de obstrucción moderada o grave, o quienes tienen limitación funcional importante ameritan la realización de otros estudios. En quienes se encuentra obstrucción leve el cálculo del VEF<sub>1</sub> posoperatorio nos lleva a tomar la decisión de continuar o no con la evaluación. El cálculo se realiza de acuerdo a la fórmula de Juhl y Frost publicada en 1975:

$$\text{VEF}_1 \text{ posoperatorio} = [100 - (\# \text{segmentos a resecar} \times 5.26)] / 100 \times \text{VEF}_1 \text{ preoperatorio}$$

Así, sustituyendo el supuesto caso de una resección de un lóbulo con 2 segmentos:

$$\text{VEF}_1 \text{ posop} = [100 - (2 \times 5.26)] / 100 \times \text{VEF}_1 \text{ preop} = 0.9 \times \text{VEF}_1 \text{ preop}, \text{ o sea el VEF}_1 \text{ se verá reducido en un 10\%}.$$

Los pacientes en los que un volumen posoperatorio se calcule mayor a 1.4 litros se consideran de bajo riesgo, y podrán tolerar la cirugía con un riesgo aceptable.<sup>1</sup> Los casos que no cumplen este volumen predicho, requieren el siguiente paso de la valoración.

### Valoración de pacientes con obstrucción grave o moderada, VEF<sub>1</sub> predicho inferior al requerido, DLCO o VEF<sub>1</sub> medidos menores al 60% o limitación funcional importante.

En estos casos se encuentra justificada la realización de un gammagrama ventilatorio-perfusorio, el cual permitirá de una manera precisa la determinación cuantitativa de la cantidad de función que se perderá en la resección proyectada.

La propuesta de utilizar este tipo de estudio se basa en el hecho de que no todo el parénquima que se planea resecar contribuye a la función pulmonar que se mide por la espirometría, así el cálculo se realiza restando la proporción de función que según el gammagrama proporciona la parte que se planea retirar al VEF<sub>1</sub> preoperatorio medido.

Los estudios realizados para validar este método han utilizado xenón 133 (<sup>133</sup>Xe) o tecnecio 99 (<sup>99</sup>Tc) intravenosos. Se considera que el pulmón derecho contribuye con un 55% de la función pulmonar total, y el izquierdo con el resto.

Existen dos fórmulas propuestas para el cálculo de estos valores a partir del estudio gammagráfico. La primera sólo toma en cuenta el porcentaje de función dado por el pulmón que no será operado, y por lo tanto es exacta para los pacientes en los que se planea neumonectomía, o en aquellos que tienen perdida la función pulmonar completa del pulmón que será intervenido. Se calcula como sigue:

$VEF_1 \text{ posoperatorio} = VEF_1 \text{ preoperatorio} \times \% \text{ de función del pulmón no intervenido}^4$

el cálculo es diferente para una lobectomía,<sup>5</sup>

Pérdida esperada de la función pulmonar	= $VEF_1 \text{ preoperatorio} \times \% \text{ de la función en el pulmón a intervenir}$	No de seg en el lóbulo del pulmón
---	---	-----------------------------------

Cuando este resultado muestra  $VEF_1$  posoperatorio predicho menor de 0.8 litros el paciente se continúa considerando en alto riesgo de complicaciones posquirúrgicas, sin embargo este valor se ha determinado en relación al volumen por debajo del cual se presenta hipercapnia, y no como el resultado de un estudio con un diseño apropiado.

El valor propuesto en los estudios experimentales como adecuado corresponde a un  $VEF_1$  posoperatorio predicho mayor al 40%, y el valor que correlaciona mejor con complicaciones posoperatorias es un DLCO predicho menor al 40%.<sup>6</sup>

Los pacientes que no cumplen con los criterios gammográficos mencionados deben continuar con su valoración, ya que aún la mayoría de estos pacientes pueden tener un evento quirúrgico sin mayores complicaciones, y el objetivo de los estudios a realizar de aquí en adelante será identificar con la mayor exactitud posible los casos que con mayor probabilidad se complicarán.

En resumen, en todo paciente en el que se proyecte una cirugía de resección pulmonar se deberá realizar una historia clínica y exploración física completas, y complementar con espirometría, en aquéllos en quienes sea normal, o con obstrucción leve y cálculo de  $VEF_1$  posoperatorio mayor a 1.4 L se puede llevar a cabo el procedimiento. Los demás deberán continuar su valoración.

## VALORACIÓN DE PACIENTES DE ALTO RIESGO

El tipo de estudio que ha encontrado una mayor justificación en la valoración de este tipo de pacientes son las

pruebas de ejercicio. Según las observaciones, los pacientes con un consumo máximo de oxígeno ( $VO_2 \text{ max}$ ) mayor a 15 mL/kg/min o capaces de subir 75 escalones tienen un riesgo de complicaciones aceptable, esto respalda el apoyo a este tipo de estudios.<sup>7,8</sup>

Las pruebas de ejercicio consisten en retar al sistema cardiorrespiratorio para determinar la reserva con la que el paciente cuenta. Se somete al sujeto a cantidades cada vez mayores de ejercicio (incrementales) y por lo tanto de demanda de oxígeno en una prueba limitada por tiempo o por síntomas. Durante la misma se monitoriza el electrocardiograma, la presión arterial, la frecuencia cardíaca y la saturación de oxígeno en sangre. Además, con la finalidad de determinar las variables de consumo de oxígeno ( $VO_2$ ), consumo de oxígeno pico ( $VO_2 \text{ pico}$ ),  $VO_2 \text{ max}$ , entrega de dióxido de carbono y ventilación minuto se debe realizar medición de gases exhalados.

Pero para hablar de pruebas de ejercicio, primero hay que definir algunos términos relevantes:

**$VO_2$ :** es el consumo de oxígeno.

**$VO_2 \text{ max}$ :** cuando la  $VO_2$  ya no puede aumentar, alcanza una meseta a la cual se le conoce como  $VO_2 \text{ max}$  y representa el límite de la capacidad del sistema cardiorrespiratorio del paciente estudiado.

**$VO_2 \text{ pico}$ :** cuando el paciente tiene que interrumpir el esfuerzo por fatiga o disnea antes de que la curva de consumo alcance una meseta se conoce como  $VO_2 \text{ pico}$ .

**$VO_2 \text{ predicho}$ :** se calcula de la siguiente manera:

$$5.8 \times \text{peso del pte} + 151 + 10.1 \text{ W}$$

Este cálculo se realiza cuando no puede medirse directamente el  $VO_2$ , entonces se estima tomando en cuenta la carga de trabajo en una prueba incremental (W). También es útil cuando se requiere expresar el  $VO_2$  como porcentaje del predicho.<sup>9</sup>

## TIPOS DE PRUEBAS

De demanda fija. Son las pruebas que establecen un objetivo fijo, se califican como positivas o negativas. Fueron las primeras utilizadas para la valoración de pacientes prequirúrgicos proyectados para cirugía pulmonar y son una opción cuando no se cuenta con la batería de pruebas completa y sofisticada para la valoración perioperatoria. Consisten en subir un número determinado de escalones o un buen y conocido ejemplo es la prueba de la caminata de los 6 minutos. Existen estudios que han intentado validar estas pruebas. Se ha encontrado que una caminata de 6 minutos con un resultado inferior a los 323 metros y la incapacidad de subir 44 escalones correlaciona con el riesgo de muerte posoperatoria.<sup>10</sup> Otro estudio que tomó en cuenta sólo la capacidad de subir es-

caleras encontró que el 89% de los pacientes que fueron incapaces de subir 25 escalones presentaron complicaciones cardiopulmonares posquirúrgicas, y la incapacidad para subir 50 escalones tuvo un valor predictivo positivo del 80% para las mismas.<sup>11</sup>

Aunque este tipo de pruebas requieren más investigación para ser incorporadas como parte de la valoración formal de estos pacientes, constituyen una opción viable en los lugares donde no se cuenta con la infraestructura necesaria.

## PRUEBAS INCREMENTALES

Estas pruebas son las que buscan valorar el  $VO_2$ ,  $VO_2$  max y  $VO_2$  pico con la aplicación de cargas de trabajo crecientes.

Los valores absolutos mínimos de  $VO_2$  max considerados aceptables de acuerdo a la morbilidad posoperatoria en los estudios realizados son 20 mL/kg/min o más del 75% del predicho en neumonectomía con morbilidad menor al 10%, donde también se encontró morbilidad cercana al 100% con valores menores a 15 mL/kg/min.<sup>12</sup> Para lobectomía el valor es de 15 mL/kg/min, y una medición menor a 10 mL/kg/min contraindica cualquier tipo de resección.

En 1995, un estudio realizado en la Universidad de Basel en Suiza encontró que el  $VO_2$  max expresado como porcentaje del predicho es una forma más sensible de predecir complicaciones posoperatorias en los primeros 30 días, cuando el  $VO_2$  max es mayor a 75%, la probabilidad de no sufrir una complicación es del 90%, mientras que en valores menores al 43% de lo predicho, esta misma probabilidad es del 10%.<sup>13</sup>

Pero la importancia del cálculo del  $VO_2$  max va más allá de llevar al paciente a cirugía o decidir suspenderla. Parece que es el principal determinante de los cambios posquirúrgicos en la función pulmonar a largo plazo, en los que las pruebas de  $VEF_1$  y DLCO no se modifican de forma significativa a pesar de la pérdida de parénquima, y la única prueba de la pérdida de la función es la capacidad de consumo de oxígeno que sí cambia significativamente.<sup>14</sup>

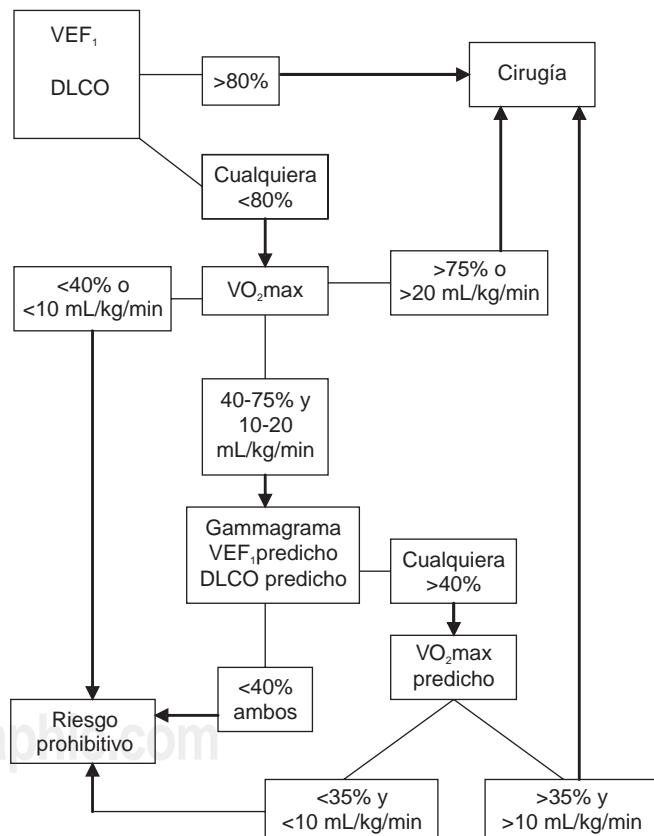
En general pareciera que los requerimientos tecnológicos para valorar la fisiología cardiorrespiratoria de un paciente en quien se planea resección pulmonar son demasiados. Sin embargo, algunos autores han pensado en algoritmos que dan opciones bien fundamentadas para evaluar a estos pacientes según la disponibilidad de estudios o incluso para disminuir los costos en su valoración. Por ejemplo, si se cuenta con todos los estudios requeridos (espirometría, DLCO, gammagrama ventilación-perfusión, pruebas incrementales de ejercicio), el algoritmo de base nos indicaría realizarlos en ese mismo orden hasta que el paciente cumpla con los requerimientos mencionados arriba, o sea rechazado para cirugía. Pero otra forma de realizar las cosas, sería aplicar mu-

cho más pronto la prueba de ejercicio con determinación de  $VO_2$ , con el objetivo de ahorrar exámenes gammagráficos que son mucho más costosos, en ese caso el algoritmo cambiaría como sigue (*Figura 1*):<sup>15,16</sup>

Una propuesta más, cuando no se cuenta con pruebas incrementales es la sustitución de  $VO_2$  por una prueba de esfuerzo fijo con una altura de escaleras determinada. El problema con este algoritmo es que no ha podido ser estandarizado correctamente y por lo tanto puede presentar gran variabilidad en sus resultados<sup>17</sup> (*Figura 2*).

## IMPLICACIONES TRANSOPERATORIAS

La adecuada valoración impacta el pronóstico del paciente incluso en la evolución transoperatoria, mostrando a los anestesiólogos aquellos sujetos con más riesgo de sufrir complicaciones durante la cirugía. En general cualquier tipo de resección requiere técnica de ventilación unipulmonar, con el paciente en decúbito lateral y ventilado con el pulmón dependiente, lo cual implica cambios hemodinámicos en el intercambio de gases, incluyendo aumento del cortocircuito pulmonar.



**Figura 1.** Modificado de Schuurmans MM. Functional evaluation before lung resection. *Clin Chest Med* 2002;23:159-172.

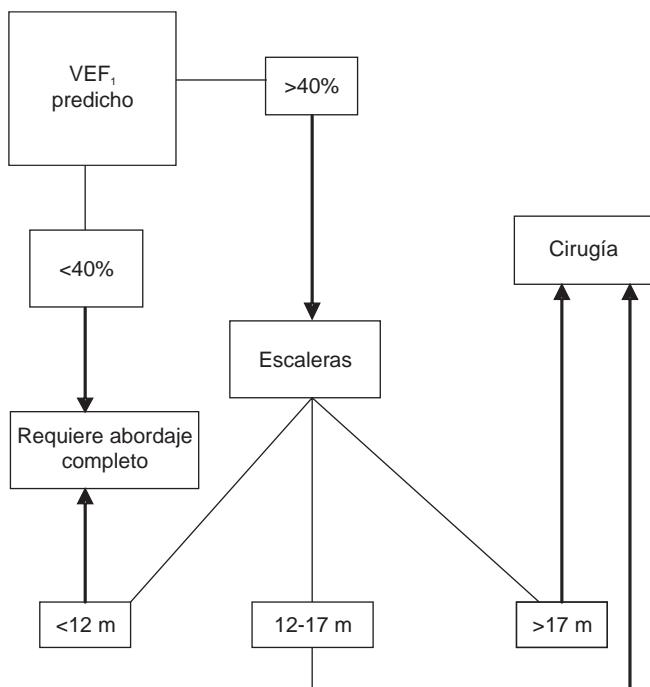


Figura 2. m: altura total de los escalones.

Dentro de los pacientes con alto riesgo, aquéllos con VEF<sub>1</sub> predicho menor al 40%, se encuentra que las determinaciones de PaO<sub>2</sub> y PaCO<sub>2</sub> durante el ejercicio muestran incremento del gradiente alveoloarterial y ligera hipercapnia, así como un incremento en la presión arterial pulmonar (PAP) (medidas realizadas mediante la colocación de un catéter de flotación pulmonar y línea arterial previo a la prueba incremental). Estos mismos pacientes durante el evento quirúrgico, al iniciar la ventilación unipulmonar, la mezcla venosa (Qva/Qt) y la PAP aumentan, presentan una disminución significativa del radio PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> y aumenta la saturación venosa central al ser puestos en decúbito. Las resistencias vasculares pulmonares permanecen sin cambio. Dentro de estos valores se observa que la relación PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> correlaciona significativamente con PaO<sub>2</sub> durante el ejercicio, así como con el grado de perfusión del pulmón no intervenido. Se debe recordar que los pacientes con EPOC presentan anormalidades en la vasculatura pulmonar que les impide regular adecuadamente los flujos y disminuye la respuesta vasoconstrictora hipóxica, por lo que la disociación ventilación/perfusión es mayor de lo esperado.

Otro hallazgo importante ha sido que los pacientes con toracotomía derecha presentan mayores alteraciones probablemente resultado de una mayor compresión contra el pulmón dependiente.

Los pacientes con mejor perfusión del pulmón no intervenido y mejor oxigenación durante el ejercicio no pre-

sentan alteraciones importantes durante la ventilación unipulmonar.

Se sugiere que los pacientes de alto riesgo con EPOC sean estudiados con gammagrafía y pruebas de ejercicio incrementales con determinación de gases arteriales, esto con la finalidad de identificar a los pacientes en mayor riesgo de presentar alteraciones hemodinámicas y someterlos a un monitoreo más preciso, el cual incluya catéter de flotación pulmonar.<sup>18</sup>

## MANIOBRAS PREOPERATORIAS

Pocos estudios han tenido como objetivo valorar la efectividad de las maniobras preoperatorias que buscan disminuir el riesgo perioperatorio en estos pacientes. Sin embargo, las recomendaciones actuales incluyen cesar el tabaquismo por lo menos un mes antes de la cirugía, y en algunos casos de reactividad bronquial se sugiere un tratamiento corto con esteroides preoperatorios.<sup>19</sup> Todos los pacientes que logren dejar de fumar deben ser evaluados nuevamente previo a la cirugía, ya que la mejoría en la función pulmonar puede dictar la conducta de resección que asuma el cirujano.

## CONCLUSIONES

La evaluación preoperatoria de los pacientes sometidos a cirugía pulmonar deberá realizarse de acuerdo a los recursos disponibles en cada centro de atención. Así, el abordaje más adecuado dependerá de la disposición de estudios, los cuales siempre podrán complementarse con pruebas de ejercicio que pueden realizarse en cualquier medio y nivel de atención.

## REFERENCIAS

1. Kearney DJ, Lee TH, Reilly, et al. Assessment of operative risk in patients undergoing lung resection: importance of predicted pulmonary function. *Chest* 1994; 105: 753-59.
2. Stephan F, Boucheseiche S, Hollande J, et al. Pulmonary complication following lung resection: a comprehensive analysis of incidence and possible risk factors. *Chest* 2000; 118: 1263-1270.
3. Datta D, Lahiri B. Preoperative evaluation of patients going to lung resection surgery. *Chest* 2003; 123: 2096-2103.
4. Kristersson S, Lindell S, Strandberg L. Prediction of pulmonary function loss due to pneumonectomy using <sup>133</sup>Xe radioisometry. *Chest* 1972; 62: 696-698.
5. Wernly JA, DeMeester TR, Kirchner PT, et al. Clinical value of quantitative ventilation-perfusion lung scans in the surgical management of bronchogenic carcinoma. *Thorac Cardiovasc Surg* 1980; 80: 535-543.
6. Markos J, Mullan BP, Hillman OR, et al. Preoperative assessment as a predictor of mortality and morbidity after lung resection. *Am Rev Respir Dis* 1989; 139: 902-916.

7. Van Nostrand D, Kjelsberg MD, Humphrey EW. Pre-resectional evaluation of risk from pneumonectomy. *Surg Gynecol Obstet* 1968; 127: 306-312.
8. Olsen GN, Bolton JWR, Weiman DS, et al. Stair climbing as an exercise test to predict the post-operative complications of lung resection. *Chest* 1991; 99: 587-590.
9. Wasserman K, Whipp BJ. Exercise physiology in health and disease. *Am Rev Respir Dis* 1975; 112: 219-259.
10. Holden DA, Rice TW, Stelmach K. Exercise testing, 6-minute walk and stair climbing in the evaluation of patients at high risk for pulmonary resection. *Chest* 1992; 102: 1774-1779.
11. Girish M, Trayner E, Dammann O, et al. Symptom-limited stair climbing as a predictor of postoperative cardiopulmonary complications after high-risk surgery. *Chest* 2001; 120: 1147-1151.
12. Smith TP, Kinasewitz GT, Tucker WY, et al. Exercise capacity as a predictor of post-thoracotomy morbidity. *Am Rev Respir Dis* 1984; 129: 730-734.
13. Bollinger CT, Jordan P, Soler M, et al. Exercise capacity as a predictor of postoperative complications in lung resection candidates. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 151: 1472-1480.
14. Bobbio A, Chetta A, Carbognani P, et al. Changes in pulmonary function test and cardiopulmonary exercise capacity in COPD patients after lobar pulmonary resection. *Eur Journ Cardio Thorac Surg* 2005; 28: 754-758.
15. Schuurmans M, Diacon A, Bolliger C. Functional evaluation before lung resection. *Clin Chest Med* 2002; 23: 159-172.
16. Bolliger C, Perruchoud A. Functional evaluation of the lung resection candidate. *Eur Resp Jour* 1998; 11: 198-212.
17. Bolliger C, Coenraad F, Koegelenberg N, Kendal R. Pre-operative assessment for lung cancer surgery. *Curr Opin Pulm Med* 2005; 11: 301-306.
18. Ribas J, Jiménez M, Barberá J. Gas exchange and pulmonary hemodynamics during lung resection in patients at increased risk. Relationship with preoperative exercise testing. *Chest* 2001; 120: 852-859.
19. Warner MA, Offord KP, Warner ME, et al. Role of preoperative cessation of smoking and other factors in postoperative pulmonary complications: a blinded prospective study of coronary artery bypass patients. *Mayo Clin Proc* 1989; 64: 609-616.

