

**PREDICCIÓN DE LAS COMPLICACIONES  
POSTQUIRÚRGICAS DE RESECCIÓN PULMONAR  
MEDIANTE UNA ESTIMACIÓN DE LA CAPTACIÓN  
MÁXIMA DE OXÍGENO POSTOPERATORIO**

-----

## INFORME DEL DIRECTOR DE LA TESIS

Leída la Tesis realizada en su redacción definitiva por D. LUIS PUENTE MAESTÚ y titulada "PREDICCIÓN DEL RIESGO QUIRURGICO MEDIANTE LA PRUEBA DE ESFUERZO" reúne a nuestro juicio las condiciones necesarias en cuanto a metodología, resultados obtenidos y tratamiento estadístico minucioso de los mismos y conclusiones para ser defendida en pública lectura.

V.º B.º  
EL TUTOR (2)

El Director de la Tesis

Fdo.: Prof. J.M. Monturiol

(fecha y firma)

11 de Octubre 1991

## INFORME DEL CONSEJO DE DEPARTAMENTO

D. CARLOS PEREZAGUA CLAMAGIRAND, DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE MEDICINA DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

INFORMA: Que una vez examinado el trabajo presentado por D. LUIS PUENTE MAESTU TITULADO: "PREDICCIÓN DEL RIESGO QUIRURGICO MEDIANTE LA PRUEBA DE ESFUERZO", dirigido por el Profesor D. Jose M. Monturiol Rodriguez este Departamento da su conformidad para que dicho trabajo sea leído y defendido en público con vistas a su aprobación como Tesis Doctoral.

Fecha reunión  
Consejo Departamento

12 de Noviembre 1.991



El Director del Departamento

Fdo.: \_\_\_\_\_

(fecha y firma)

**1**

# **INTRODUCCION**

## "NIHIL NON NOCERE"

**P**rimero no hacer daño. Es este un principio fundamental en arte de la medicina, un arte, cuyo juicio se basa, en muchas ocasiones, en sopesar el riesgo contra el beneficio de aplicar cierto proceder terapéutico. Riesgo es la probabilidad de que a una acción, se le asocien lesión o pérdida. Beneficio, en el contexto en que nos encontramos es la probabilidad de curar, o al menos modificar favorablemente la evolución de una enfermedad. En última instancia, por tanto, podemos decir que el juicio clínico se fundamenta en un análisis de probabilidades.

Acabamos de definir **riesgo** como la eventualidad de que se puedan asociar lesión o pérdida a una acción. En medicina, al riesgo de lesión le llamamos morbilidad y al de pérdida mortalidad.

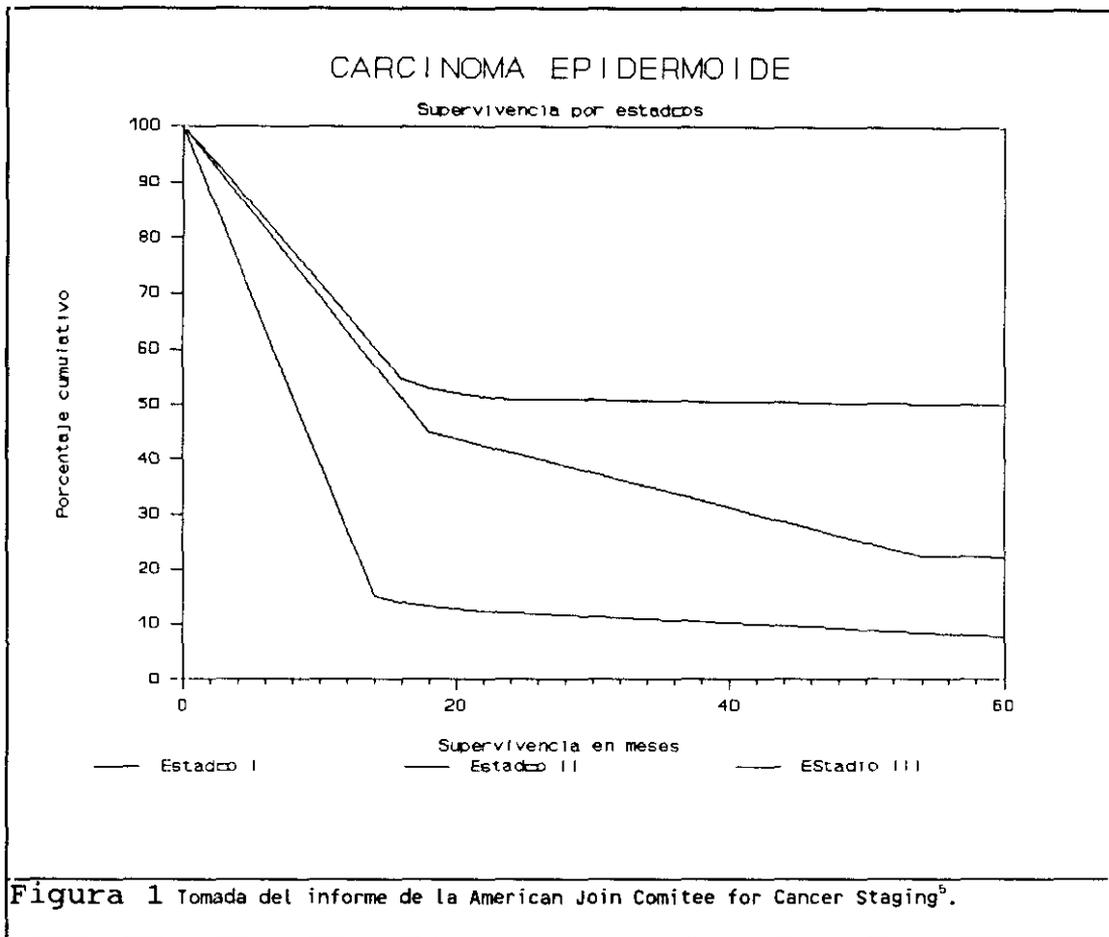
Cualquier procedimiento quirúrgico puede producir complicaciones pulmonares por diversos mecanismos. Debido a la anestesia, al dolor postoperatorio, a la inmovilización en decúbito supino y al uso rutinario de narcóticos y analgésicos, casi todos los pacientes pierden las respiraciones profundas espontáneas, la facultad de toser eficazmente y sufren una reducción de la capacidad residual funcional. Estas alteraciones resultan en un colapso

alveolar y un reflejo tusígeno disminuido, preparando el escenario para la infección, la insuficiencia respiratoria o ambas. La probabilidad de que esto ocurra depende de varios factores:

1) Estado funcional respiratorio: El determinante más importante en la aparición de problemas pulmonares postoperatorios es la presencia de una función respiratoria anormal. Se ha estimado que más del 90% de los pacientes que hacen complicaciones tienen alguna alteración funcional<sup>1</sup>. Cuando se contempla toracotomía con resección, la propia intervención ocasiona una reducción añadida de la reserva fisiológica pulmonar, que puede no sólo significar un aumento de riesgo inmediato, sino determinar insuficiencia ventilatoria o "cor pulmonale" a largo plazo.

Recordemos, por otra parte que, hoy en día, el motivo fundamental de la cirugía pulmonar es el cáncer broncogénico, que se asocia al hábito de fumar, hábito que también causa la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, estando ambos procesos asociados con mucha frecuencia.

2) El lugar de la cirugía también es importante. Tanto la cirugía abdominal superior como la torácica conllevan un riesgo 3 veces mayor de complicaciones pulmonares que las intervenciones en las extremidades<sup>1</sup>. Además la toracotomía con resección de tejido pulmonar no sólo predispone a complicaciones pulmonares postoperatorias como cualquier otra cirugía, sino que también plantea los específicos de la reducción de parénquima de dicho órgano y de vasculatura de la circulación menor.



3) La edad y presencia de otras enfermedades subyacentes.

**Beneficio**, como dijimos, es la probabilidad de curar o cuando menos paliar una enfermedad. Con el advenimiento de la quimioterapia antituberculosa y el control de dicha enfermedad en los países desarrollados, la principal causa de resección pulmonar vino a ser el cáncer bronquial no microcítico. Esta enfermedad tiene una mortalidad de casi el 100% si no se trata quirúrgicamente<sup>2</sup>. Según una revisión reciente<sup>3</sup> la supervivencia global, a los 5 años, de los enfermos operados variaba entre el 23% y el 40%. Los resultados dependen del estadio, así para los estadio I se dan cifras entre el 46% y el 85%, para los estadio II

entre 13% y 40% y para los estadio III entre 5% y 10%.  
(<sup>1</sup>) <sup>4</sup> (ver Figura 1, Figura 2)<sup>5</sup>.

Queda claro, que la cirugía modifica el pronóstico de la enfermedad, especialmente en las formas menos avanzadas. Filosóficamente, se pueden discutir los beneficios relativos de un intento quirúrgico curativo contra la elevada mortalidad y morbilidad de la toracotomía en ciertos grupos de pacientes. Como dicen Berggren y cols.<sup>6</sup> "Se tiene que definir la magnitud de la mortalidad que puede aceptarse antes de eliminar la intervención como posibilidad de tratamiento. Por tanto, surge la pregunta: ¿Qué mortalidad quirúrgica es aceptable en una enfermedad que mata a casi el 100% de los pacientes, si no se extirpa?". Asumiendo que este debate se resuelve en favor de intentar la resección pulmonar, ¿Qué podemos hacer para seleccionar a aquellos pacientes con la mejor probabilidad de cura y la menor posibilidad de complicaciones?, o sea ¿Hay algún procedimiento que permita minimizar la mortalidad y morbilidad, rechazando el menor número posible de aquellos que tolerarían la intervención?. Ya desde los días de la cirugía torácica por tuberculosis se ha intentado responder esta cuestión haciendo pruebas previas a los

---

El análisis de los datos postcirugía, según extensión y estirpe tumoral, ha mostrado que dentro del antiguo estadio I, el pronóstico era mejor para los T<sub>1,2</sub> N<sub>0</sub> (epidermoide 80%, adenocarcinoma 70%) que para los T<sub>1,2</sub> N<sub>1</sub> (epidermoide 65%, adenocarcinoma 46%), por lo que se ha decidido incluir a estos últimos en el estadio II de pronóstico similar.

Dentro del estadio III, según la localización y extensión de la invasión de los ganglios mediastínicos y de la afectación parietal, se han reportado supervivencias de hasta el 45% en carcinomas epidermoides. Pendientes de confirmar estos resultados, se ha desdoblado el estadio III en "a" resecables, y "b" claramente no resecables como adenopatías supraclaviculares, escalénicas, hiliares o mediastínicas contralaterales (ahora denominadas N<sub>3</sub>) o invasión parietal no tratable (ahora T<sub>4</sub>): esófago, corazón, grandes vasos, tráquea, carina, cuerpo vertebral o derrame pleural maligno o no. Finalmente se ha incluido, un nuevo estadio, el IV, para las enfermedades M<sub>1</sub>. Para mas detalles ver<sup>4</sup>

pacientes. Han evolucionado tres líneas de pensamiento e investigación, persiguiendo, con respecto a la mortalidad, hallar un número o serie de números "mágicos" que definan inoperabilidad y, en cuanto a la morbilidad, separar a los pacientes en grupos de riesgo, básicamente de alto y bajo riesgo.

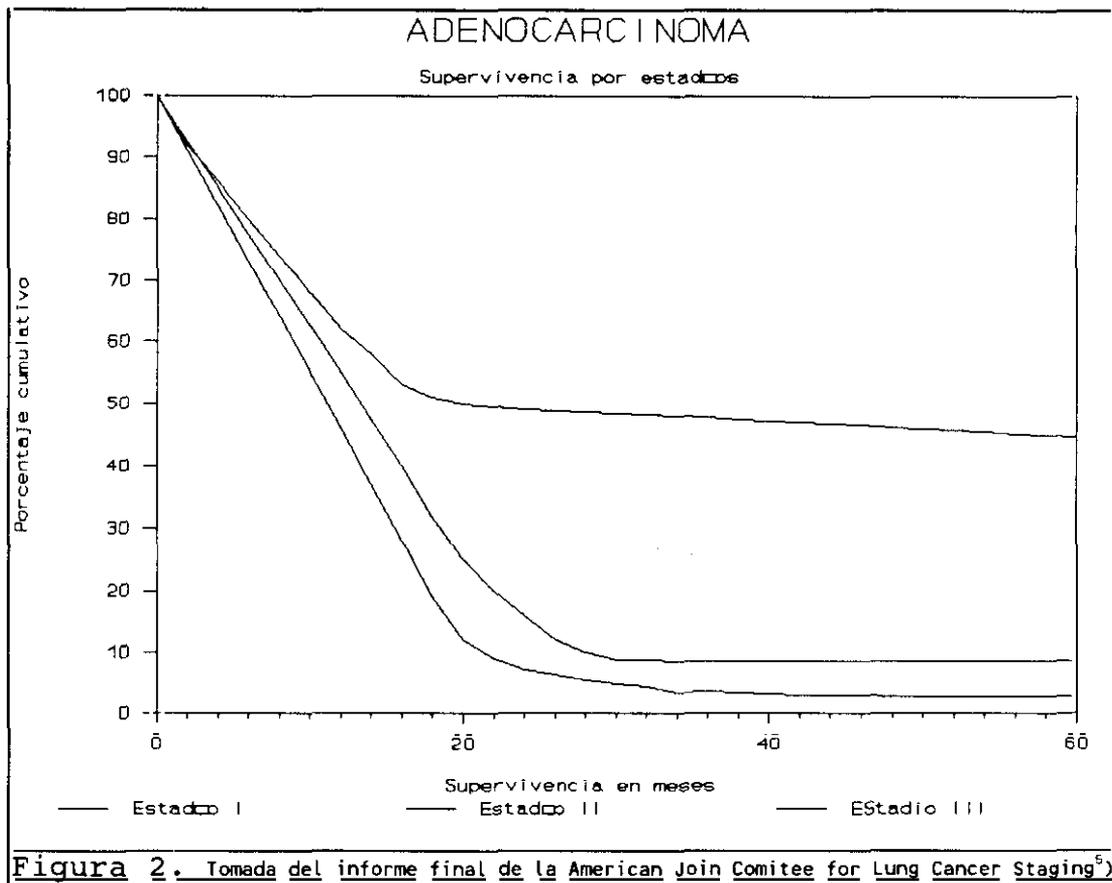


Figura 2. Tomada del informe final de La American Joint Comitee for Lung Cancer Staging<sup>5)</sup>

La primera vía, derivada de los primeros estudios con espirometría y broncoespirometría, sugiere que la eliminación de los pacientes con un compromiso ventilatorio muy severo, mejora la tasa de supervivencia. En este sentido la máxima sofisticación y precisión se alcanza con las predicciones funcionales postoperatorias mediante espirometría y escintigrafía cuantitativa de ventilación y perfusión.

La segunda línea propone que la hipertensión pulmonar y el "cor pulmonale" postoperatorio deben predecirse incluso aunque se requieran estudios invasivos, como la oclusión temporal de una arteria pulmonar.

Por fin, la tercera y más nueva senda, parece demostrar que la morbilidad recuperable no incapacitante, así como la mortalidad, pueden anticiparse antes de la cirugía midiendo el consumo de oxígeno en ejercicio.

Hasta la fecha, los resultados obtenidos en las tres vías, proporcionan mejor información en términos de morbilidad y más equívocos en términos de mortalidad y, aunque en base a la experiencia recogida, la evaluación preoperatoria de la función pulmonar es actualmente parte integral de la preparación de todos los pacientes para cirugía torácica, seguimos buscando, 35 años después de que Gaensler<sup>7</sup> publicase el primer trabajo sobre el valor de un estudio funcional, alguna prueba que nos permitan definir con mayor precisión el riesgo. Quizá nunca dispongamos del "test definitivo" ya que existen dos fuentes de imprecisión hoy por hoy, imposibles de eliminar. Por una parte, la variabilidad de los parámetros empleados. Como observó Lookwood<sup>8</sup>, la separación, contando con un sólo "test", era virtualmente imposible dado que el rango de normalidad (media  $\pm$  2  $\cdot$  desviación standard) para cada estudio funcional era demasiado amplio. Aunque su análisis se basaba en una serie de "test" espirométricos, los fundamentos son aplicables a otras pruebas. Por otra parte, como apuntan Kohman y co-autores<sup>9</sup>, parte de las complicaciones postope-

ratorias dependen de sucesos fortuitos, que no pueden ser previstos.

## **2 HIPOTESIS Y OBJETIVOS**

## **2.1**

### **HIPOTESIS**

Primera premisa: Conocemos que la captación máxima de oxígeno preoperatoria permite predecir el riesgo quirúrgico.

Segunda premisa: La captación máxima de oxígeno postoperatoria, o una estimación suficientemente precisa de la misma, además depende de la cantidad de tejido a reseca.

**ES LOGICO PENSAR QUE EL RIESGO (O LA VIABILIDAD DE LA CIRUGIA) SE RELACIONE MEJOR CON LA CAPTACION MAXIMA DE OXÍGENO POSTOPERATORIA, EN EL CASO DE QUE LA PODAMOS PREDECIR CON PRECISION SUFICIENTE.**

## **2.2**

### **OBJETIVOS**

Como se va a intentar predecir el riesgo con una estimación del consumo máximo de oxígeno posoperatorio habrá que:

- 2.2.1 Validar el método de predicción de la captación máxima de oxígeno.
- 2.2.2 Averiguar si dicha estimación permite predecir el riesgo quirúrgico mejor que el consumo máximo de oxígeno preoperatorio.

- 2.2.3 Averiguar si la captación máxima de oxígeno prevista predice mejor el riesgo que cualquier otro procedimiento más sencillo.
- 2.2.4 Averiguar si una subpoblación mas homogénea de pacientes con enfermedad obstructiva crónica se comporta de manera diferente que otra que incluya sujetos normales, respecto a las variables que vamos a estudiar.

**3**

**BASES DEI  
CONOCIMIENTO**

Como apuntábamos en la introducción, se han buscado varios métodos para identificar preoperatoriamente los sujetos que tienen un riesgo mayor de complicaciones postoperatorias. Los distintos "test" usados intentan una evaluación fisiológica del sistema cardiopulmonar en aquellos pacientes que, por la historia o el examen físico, parecen tener un riesgo aumentado de complicaciones o no disponer de suficiente reserva funcional para tolerar el procedimiento. Como ya se ha mencionado, se han seguido tres líneas generales de investigación:

**3.1 DETERMINACIÓN DE LA RESERVA VENTILATORIA.**

**3.2 ESTUDIOS HEMODINÁMICOS DE LA ARTERIA PULMONAR Y DETERMINACIÓN DE LA ADAPTABILIDAD DEL LECHO CAPILAR PULMONAR.**

**3.3 ESTUDIOS DE ESFUERZO.**

En esta discusión se pretende poner en perspectiva la literatura más relevante, concerniente a la valoración funcional del riesgo operatorio de la resección pulmonar y revisar críticamente aquellos trabajos que, en opinión del autor, han contribuido más a nuestro conocimiento del tema.

**3.1 DETERMINACION DE LA RESERVA VENTILATORIA.**

**3.1.1 Espirometría.**

Ya en 1945, algunos investigadores se dieron cuenta de que los factores de riesgo pulmonar podían identificarse mediante la espirometría<sup>10</sup>. Miller y cols.(1956)<sup>11</sup>

<b>Tabla I</b>	
<b>CRITERIOS FUNCIONALES DE ALTO DE RIESGO</b>	
=====	
FVC	<2L <sup>7</sup> <1,7L <sup>8</sup> <70% <sup>12</sup>
FEV <sub>1</sub>	<1,2L <sup>8</sup> <2L <sup>15</sup> (<2L*, <1l\$ <0,6L&) <sup>18</sup> <35% <sup>8</sup>
FEV <sub>1</sub> %	<50% <sup>8</sup>
FEF <sub>25-75</sub>	(1,6L*, 0,6L\$ &) <sup>18</sup>
MEFR	<200 L/min <sup>19</sup>
MVV	<50% <sup>7,12</sup> <45 l/min <sup>12</sup> (<55%*, <40%\$ <45%&) <sup>18</sup>
RV	aumentado <sup>12</sup>
RV/TLC	>47% <sup>8 19</sup>
DCO	<50% <sup>13</sup>
PaCO <sub>2</sub>	>45Torr <sup>19 20</sup>
PAP	>22Torr <sup>52</sup> (!) >32Torr <sup>45</sup> (#) >35Torr <sup>45</sup> (@)
PVR	>190 d·s·cm <sup>-5</sup> <sup>73</sup>
VO <sub>2</sub>	<1 l/min <sup>75</sup> <15ml/kg/min <sup>77</sup>
* Criterios para neumonectomía. \$ Criterios para lobectomía. & Criterios resec. en manguito. (!) Presión en reposo sin oclusión. (#) presión en reposo con oclusión. (@) Con oclusión en ejercicio.	

determinaron los volúmenes espiratorios forzados a los 0,5 s, 0,75 s y 1,0 s en 150 sujetos normales y 100 pacientes con enfermedades pulmonares. Basándose en que menos del 5% de los individuos normales tenían un FEV<sub>0,5</sub>/VC por debajo del 60% se seleccionó este valor como límite inferior de "normalidad". Sus datos fueron el fundamento del primer sistema de cuadrantes para la identificación de anomalías ventilatorias obstructivas, restrictivas o combinadas. Los resultados de los estudios de 24 pacientes previstos para anestesia

general se clasificaron como buenos o de riesgo alto o prohibitivo. Los datos se pusieron en el diagrama de cuadrantes y se trató de identificar la línea de mejor

ajuste con la intención de definir al paciente inoperable. Aunque las técnicas y mediciones han mejorado con el tiempo, la búsqueda de unos números "mágicos" que definan inoperabilidad persiste.

En el terreno de la cirugía torácica fueron Gaensler y asociados(1955)<sup>7</sup> quienes primero establecieron el valor de la espirometría preoperatoria en relación con la mortalidad postoperatoria tras la cirugía o colapso pulmonar para el tratamiento de la tuberculosis pulmonar. En este estudio, todas las muertes menos una se produjeron en aquéllos con una MVV < 50% y FVC < 70% de lo predicho. La mortalidad de este subgrupo fue del 40%. No encontraron ningún criterio que permitiese separar a los supervivientes de las defunciones dentro de los pacientes de alto riesgo.

Mittman(1961)<sup>12</sup> sugirió el valor potencial de usar más de una prueba. En un análisis múltiple, retrospectivo, de posibles factores de riesgo encontró que entre 105 pacientes con ECG normal, MVV >50% del teórico y RV/TLC normal, la mortalidad era del 5%. Sin embargo en aquellos que tenían alteraciones simultáneamente de las 3 pruebas la mortalidad fue del 71% (10/14). Además, un ECG con "alteraciones inespecíficas" tenía un gran valor: 14/26 pacientes (46%) con este tipo de alteraciones del ECG sufrieron complicaciones cardiorrespiratorias fatales postoperatorias.

Candler<sup>13</sup> encontró que tanto la relación  $FEV_1/FVC$  como el índice  $RV/TLC$  y la  $DCO < 50\%$  eran de mal pronóstico en pacientes funcionalmente sugestivos de enfisema pulmonar.

Gerson (1969)<sup>14</sup> relacionó la morbilidad postoperatoria con las alteraciones de la  $VC$ ,  $FEV_1$  y  $PEF$  preoperatorios.

Boushy y cols(1971)<sup>15</sup>, también con un análisis multifactorial, vieron que un  $FEV_1 < 2l$  y un  $FEV_1\% < 50\%$  eran signos de mal pronóstico en pacientes mayores de 60 años que fueron sometidos a resección por cáncer de pulmón.

Lockwood(1973)<sup>8</sup> estudió extensamente la relación de la función pulmonar preoperatoria con las complicaciones postoperatorias. Describió el ideal estadístico de la separación de pacientes. Esta separación se basaba en el análisis de múltiples "test" espirométricos, en un intento de identificar 4 grupos: Riesgo muy bajo, bajo, alto y muy alto. Como se esperaba, el problema de la separación no estaba en los dos extremos del espectro. Los pacientes de muy bajo riesgo eran esencialmente normales con respecto a la función pulmonar y los de muy alto riesgo tenían una limitación funcional extrema:  $VCin < 1,85 l$ ;  $FVC < 1,70 l$ ;  $RV > 3,30 l$ ;  $TLC > 7,90 l$ ;  $RV/TLC > 47\%$ ,  $FEV_1 < 1,2 l$  ó  $< 35\%$  de la  $FVC$ ,  $MVV < 28 l/min$ . La dificultad radicaba en distinguir los dos subgrupos centrales. Lockwood recalcó que la separación, basándose en un único "test", era virtualmente imposible, porque el rango de normalidad (media  $\pm 1,96 \cdot$  desviación standard) para cada estudio funcional era demasiado amplio. Sugirió un principio estadístico general que basaba la distinción de los grupos

de alto y bajo riesgo en el análisis secuencial de las medias y desviaciones standard de varios "test" diferentes. En teoría, de dicho análisis resultarían un grupo de bajo riesgo, que estaría formado por una mayoría de pacientes que no hicieran complicaciones, más unos pocos que sí (cuanto menos de éstos, mejor sería la definición) y otro grupo de alto riesgo que comprendería la mayoría de los pacientes que sufrieran y unos pocos que no sufrieran complicaciones (nuevamente, cuantos menos, mejor). Didokar y cols.(1979)<sup>16</sup> estudiaron 258 candidatos a cirugía con resección pulmonar por carcinoma broncogénico. La mortalidad fue del 56% cuando se asociaban una edad mayor de 69 años, una MVV < 60% del teórico y alteraciones del ECG. Los valores del FEV<sub>1</sub> y FVC no tuvieron valor predictivo. Boysen y cols(1981)<sup>17</sup> encontraron diferencias significativas en la FVC, FEV<sub>1</sub> y MVV preoperatorios comparando grupos de pacientes que sufrieron complicaciones postoperatorias y los que no las sufrieron. En este estudio, todos los pacientes tenían alteraciones de las pruebas funcionales respiratorias, pero la FVC, FEV<sub>1</sub> y MVV eran menores en los complicados.

Miller y colegas(1981)<sup>18</sup> aplicaron un conjunto de criterios mínimos de función pulmonar a 500 pacientes consecutivos que sufrieron resección pulmonar: Para neumonectomía FEV<sub>1</sub><2l, FEF<sub>25-75</sub><1,6l y MVV <55%. Para lobectomía FEV<sub>1</sub><1l, FEF<sub>25-75</sub> <0,6 l y MVV<40% y para resección en cuña o segmentectomía FEV<sub>1</sub><0,6, FEF<sub>50-75</sub><0,6l y MVV< 35%, con estos criterios, la mortalidad fue de un 0,2% para segmen-

tectomía un 0% para lobectomía y un 4,4% para neumonectomía.

### 3.1.2 Gasometría Arterial.

Varios grupos han intentado definir las complicaciones postoperatorias en términos de mediciones preoperatorias de los gases arteriales ( $\text{PaO}_2$  y  $\text{PCO}_2$ )<sup>19, 20</sup>.

La hipoxemia arterial preoperatoria ( $\text{PaO}_2 < 50$  Torr ó 6,66 kPa) con un aumento importante del gradiente alvéolo-arterial se ha reportado como una contraindicación de la cirugía torácica<sup>1</sup>. Este criterio no necesariamente es absoluto. En algunos pacientes, particularmente aquellos con cáncer pulmonar, la zona que va a ser extirpada puede ser una que no tenga ventilación, pero en la que persista perfusión; Dicha zona puede ser el sitio de un "shunt" derecha-izquierda ( $V/Q = 0$ ) y la causa potencial de la hipoxemia arterial. La resección de dicha parte del pulmón produciría una normalización de la  $\text{PaO}_2$ . Por ello debe descartarse este mecanismo de hipoxemia antes de la intervención.

Una elevación de la  $\text{PCO}_2$  sobre el rango normal puede indicar una pérdida marcada de función, enfermedad avanzada y mínima reserva pulmonar<sup>21 22</sup>. Pero incluso ni el criterio de que una hipercarbia significativa ( $\text{PCO}_2 > 45$  Torr ó 5,99 kPa)<sup>19 20</sup> es una contraindicación absoluta para la cirugía, es siempre válido. En algunos pacientes la hipercarbia puede ser transitoria por deberse a hipoven-tilación alveolar central o a la existencia de un com-

ponente obstructivo reversible sobreimpuesto a la EPOC (broncoespasmo, infección).

### **3.1.3 Estudios de función separada.**

La Broncoespirometría se introdujo en los años 40s y 50s y se ha estudiado extensamente. Esta técnica permite medir la contribución individual de cada pulmón a la ventilación y captación total de oxígeno. Consiste en colocar un tubo endotraqueal de doble luz en la carina y conectar cada luz por separado a un espirómetro lleno de oxígeno. De esta manera se pueden realizar mediciones unilaterales. Nehaus y Cherniak(1968)<sup>23</sup> han demostrado que es un método preciso de predecir el FEV<sub>1</sub> y la MVV postoperatorios, sin embargo requiere equipo especializado, gran habilidad por el operador y produce molestias importantes al paciente, siendo mal tolerado en general, por lo que tiene actualmente un interés histórico.

"Test" de posición lateral (LTP) fue desarrollado por Bergan<sup>24</sup> en los 50s. Se ha propuesto como una herramienta útil en la cuantificación de la función diferencial pulmonar. Consiste en respirar a volumen corriente de un espirómetro lleno de oxígeno primero en posición supina, seguido de los decúbitos lateral izquierdo y derecho. Del cambio en la FRC, debido a la hiperinflación del pulmón más elevado en cada decúbito lateral, como porcentaje del cambio total de volumen puede estimarse la función unilateral. Marion y cols<sup>25</sup> encontraron que la función diferen-

cial obtenida por el LPT se correlacionaba bien con los valores obtenidos en los estudios cuantitativos de ventilación-perfusión por radionucléidos. En 1980 Walkup y cols.<sup>26</sup>, en un estudio prospectivo, encontraron una buena correlación entre el FEV<sub>1</sub> predicho postoperatorio usando el LPT y los valores reales medidos entre 1 y 3 meses tras la neumonectomía en pacientes con un FEV<sub>1</sub> preoperatorio generalmente mayor de 2 l. Jay y cols<sup>27</sup> estudiaron 10 no fumadores normales 3 veces al día, 5 días consecutivos. Encontraron sensibles diferencias entre sujetos de "test" a "test" y de día a día al repetir el LPT. Había poca variabilidad intra e interobservador, pero hallaron una gran varianza entre los "test" del mismo sujeto el mismo día. Más recientemente Schoonover y cols<sup>28</sup> encontraron una variabilidad marcada de "test" a "test" en sujetos con obstrucción severa al flujo (FEV<sub>1</sub><2l).

Por tanto, el LPT ha mostrado buena correlación, en algunos estudios con otros "test" de función desdoblada, e incluso, con los valores medidos postoperatoriamente, sin embargo en otros ensayos ha habido tal variación de los resultados del "test" del mismo sujeto, que se ha cuestionado su validez y reproductibilidad. En el momento actual no está clara su utilidad, pero se trata de un "test" fácil de realizar aceptable para todos menos los pacientes más debilitados, que requiere un entrenamiento mínimo para hacerlo bien y es factible en la mayoría de los hospitales, pues precisa sólo de un simple espirómetro.

Valoración cuantitativa con rastreos isotópicos: En 1972 Kristerson y cols.<sup>29</sup> usaron la radioespirometría de  $^{133}\text{Xe}$  para cuantificar la función diferencial de cada pulmón. En este estudio se predijeron la VC y  $\text{FEV}_1$ , multiplicando, respectivamente, el porcentaje de radioactividad del pulmón no operado por la FVC ó el  $\text{FEV}_1$  preoperatorios. Los coeficientes de correlación entre las predicciones y los valores reales postoperatorios fueron de 0,73 para la FVC y de 0,63 para el  $\text{FEV}_1$ , entre 1 mes y un año desde la intervención. Olsen y cols.<sup>30</sup> usaron la gammagrafía de perfusión con macroagregados de albúmina marcada con  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  para calcular la función postneumonectomía usando el porcentaje de radiación que emanaba del pulmón que no se iba a quitar. Estos autores encontraron coeficientes de correlación entre la función prevista y la verdadera medida en el postoperatorio de 0,75 para la FVC y 0,72 para el  $\text{FEV}_1$ . También se encontraron correlaciones altas para la MVV, FRC y TLC, sin embargo, mientras que para el  $\text{FEV}_1$  y la FVC, el error fue siempre por defecto, dejando un "margen de seguridad", con los otros 3 parámetros el error era tanto por exceso como por defecto. En 1980 Ali y cols.<sup>31</sup> encontraron que podían predecir la función pulmonar postoperatoria con confianza (correlaciones  $r=0,71-0,96$ ) para resecciones que afectaban 4 ó más segmentos pulmonares, usando la radioespirometría con  $^{133}\text{Xe}$ . En el estudio también encontraron que los pacientes que iban a ser sometidos a lobectomía sufrían una pérdida funcional inicial desproporcionada, que podría llegar a ser como la de una neu-

monectomía, aunque luego mejoraban con el tiempo. Aquellos con EPOC severa y poca o ninguna reserva, podrían hacer una insuficiencia respiratoria antes de que se resolviese la pérdida temporal de función. Wernly y cols.<sup>32</sup> han comparado los rastreos de ventilación y de perfusión, reafirmando que son una buena técnica para la predicción del FEV<sub>1</sub> y la FVC postneumonectomía sin que existan diferencias de error entre ambos. Además describen un método bastante preciso de predecir la función pulmonar postlobectomía por la ecuación:

Perdida esperada de función = FEV<sub>1</sub> preoperatorio · Número de segmentos funcionantes en el pulmón operado / número total de segmentos en ambos pulmones.

Mucho más se ha publicado sobre esta técnica<sup>33 34 35 36 37, 38 39, 40</sup>. Las variaciones entre los distintos investigadores no se centran en aspectos fundamentales, sino en que hayan usado estudios de ventilación, perfusión o ambos, en la sofisticación del sistema de adquisición de datos y en la estimación de distintos parámetros, incluso se ha intentado anticipar, por este procedimiento, las presiones arteriales pulmonares<sup>41</sup>, sin éxito, y el VO<sub>2</sub>máx<sup>42</sup>, con mejores resultados. De todo ello, se puede concluir que, hoy por hoy, la gammagrafía cuantitativa de pulmón permite predecir, para la mayoría de los índices, la función postoperatoria. De todos los estudios, el cálculo de la FVC y, sobre todo del FEV<sub>1</sub> son los más usados

por ser sencillos y de amplia disponibilidad y porque son los más experimentados. Muchos autores han encontrado que se correlacionan bien con el riesgo operatorio y las mediciones reales postoperatorias, pero también han surgido críticas fundamentadas sobre el valor que estas correlaciones estadísticas, basadas en grupo, para la predicción individual<sup>43</sup>.

Como contrapunto, Nakahara y cols.<sup>44</sup> describen un método de predicción del FEV<sub>1</sub> basado en el número de segmentos a reseca aparentemente funcionantes. Los criterios para decidir si un segmento es funcionante o no dependen de la radiografía de tórax y el aspecto broncoscópico. No se utilizan estudios gammagráficos de ventilación o perfusión. En su serie de 52 pacientes, la correlación del FEV<sub>1</sub> fue muy buena ( $r=0,72$  para neumonectomías y  $r=0,90$  para lobectomías). Aunque los hallazgos no han sido confirmados, implican que las predicciones funcionales se podrían hacer de forma simple, sin necesitar estudios gammagráficos.

El valor del FEV<sub>1</sub> de 0,8-1 l, arbitrariamente considerado límite de FEV<sub>1</sub> estimado por autores previos<sup>29 30 45</sup> basándose en su experiencia personal, el nivel de actividad de la vida diaria de pacientes con EPOC y en que algunos estudios habían encontrado que por debajo de esta cifra aumentaba la incidencia de retención de carbónico<sup>21,22</sup> (hallazgo que no ha sido corroborada por otras investigaciones)<sup>46,47</sup> debe ser reexaminado porque no tiene en cuenta aspectos importantes como las características antropomor-

métricas del sujeto, por ejemplo: ¿Necesitaría una mujer baja y mayor un FEV<sub>1</sub> postneumonectomía tan grande como un varón alto y joven? La mayoría de los estudios se han hecho en hombres y la incidencia de cáncer broncogénico en mujeres aumenta rápidamente. Considerando el pronóstico nefasto de la enfermedad si no se opera, parece razonable seguir empujando el límite inferior a valores todavía más bajos. Quizá el uso de "% de lo normal" fuese mejor que el de un FEV<sub>1</sub> límite arbitrario. En este caso, la divisoria podría ser el 30% de la normalidad.

### **3.2 ESTUDIOS HEMODINÁMICO DE LA ARTERIA PULMONAR Y DETERMINACIÓN DE LA ADAPTABILIDAD DEL LECHO CAPILAR PULMONAR.**

Ya desde los años cincuenta, en la era del tratamiento quirúrgico de la tuberculosis, tanto clínicos, como investigadores se preocuparon por la aparición de hipertensión pulmonar, puesto que, no sólo los estudios en animales, sino también la experiencia clínica, demostraban la gravedad del "cor pulmonale" tras la cirugía pulmonar<sup>48, 49, 50</sup>. Harrison y cols.<sup>49</sup>, en 1958, encontraron una marcada alteración del gasto cardíaco y de la presión en arteria pulmonar, en reposo y ejercicio tras neumonectomía. Además había correlación entre el grado de incapacidad y la hemodinámica pulmonar anómala. DeGraaf y cols.<sup>50</sup> observaron una limitación del esfuerzo en la mayoría de los pacientes, debida a la disminución del gasto cardíaco

máximo, presumiblemente, a causa de una reducción del lecho capilar pulmonar y subsiguiente aumento de la presión arterial pulmonar. Por otra parte, notaron que los "test" de ventilación y difusión no eran buenos predictores de la capacidad de ejercicio tras la resección pulmonar.

En aquellos pacientes en que exista enfermedad subyacente del parénquima del pulmón que no se quite, parece muy razonable que la hipertensión pulmonar postoperatoria se relacione con la reducción de lecho capilar tras la extirpación. Con esta hipótesis en la mente, algunos investigadores, desde finales de los 50s<sup>41,45, 51, 52, 53, 54</sup> pensaron que el cateterismo cardíaco sería la mejor forma de evaluar preoperatoriamente el estado de la vasculatura. Con la oclusión transitoria de la arteria pulmonar del pulmón a resecar, que permitía valorar la distensibilidad del lecho capilar<sup>55</sup>, incluso se podría aumentar aun más la sensibilidad de la técnica ya que al obstruir la arteria del pulmón enfermo, se fuerza todo el gasto cardíaco a través del destinado a permanecer, de forma parecida a lo que ocurre tras una neumonectomía. Esta técnica se denominó oclusión unilateral temporal de la arteria pulmonar o TUPAO (Temporary unilateral pulmonary artery occlusion). Implica la medición de la PaO<sub>2</sub> y de las presiones arteriales pulmonares y de ventrículo derecho, en reposo y ejercicio<sup>(2)</sup>, mientras se interrumpe el flujo de sangre por

---

<sup>2</sup> Aunque en muchas investigaciones se practicó la oclusión temporal tanto en reposo, como en ejercicio, consideraremos aquí aquellos aspectos de la bibliografía que tratan de la TUPAO en reposo y mas adelante, al discutir el valor del test de esfuerzo, contemplaremos lo concerniente

la arteria pulmonar que riega al pulmón a resecar valiéndose de un catéter especial, con un globo en la punta, que inflado tiene el diámetro apropiado para taponar una de las dos ramas principales de la arteria pulmonar. Los objetivos de estos estudios fueron:

a) Detectar aquellos que tuvieran hipertensión pulmonar, y que pudieran constituir un subgrupo de riesgo, haciendo cateterismo a todos los que iban a ser operados o sólo a los pacientes que en la espirometría demostraban una limitación crónica al flujo aéreo de cierta importancia.

b) Evaluar la extensión de la enfermedad vascular y determinar si en base a uno o varios parámetros se podía:

c) Definir criterios de inoperabilidad y grupos de riesgo.

En la práctica, sin embargo, el valor del cateterismo derecho con o sin TUPAO demostró ser escaso. Sólo Uggla(1956)<sup>52</sup> encontró resultados positivos. Dividió a los pacientes, tras la cirugía, en 3 grupos: (a) los que estaban "en forma para trabajar" (n=48); (b) los "incapacitados cardiorrespiratorios" (n=36) y los que fallecieron (n=24; 22 con "cor pulmonale"). La espirometría y las pruebas funcionales respiratorias no separaban adecuadamente los 3 grupos. La capacidad máxima respiratoria medida (MBC; ahora, máxima ventilación voluntaria [MVV]) para los 3 grupos fue de 40% a 49% de lo previsto. La conclusión que sacó fue que la hipertensión pulmonar en reposo

---

a la oclusión en ejercicio.

(Presión en arteria pulmonar  $> 22$  Torr ó  $2,93$  kPa) era "altamente desfavorable" y que la  $PaO_2$  durante la oclusión fue el mejor predictor. No se proporcionan ni tablas ni comparaciones estadísticas de los datos medios. Otros estudios usando cateterismo derecho han fracasado en establecer criterios claros de inoperabilidad<sup>41 45 51 53 54</sup>. Quizá el motivo sea que en la mayoría de los pacientes con limitación crónica al flujo aéreo, los parámetros espirométricos y la gasometría arterial basal están mucho más alterados y antes que las presiones en arteria pulmonar. En el estudio de Laros y Swierenga<sup>51</sup>, en 142 pacientes cuyo índice  $FEV_1/FVC\%$  medio era de  $54\%$ , la presión media de arteria pulmonar en reposo era de  $20,5$  Torr ( $2,73$  kPa), mientras que durante la oclusión unilateral era de  $25,5$  Torr ( $3,4$  kPa). El criterio de inoperabilidad para estos autores era una presión media de arteria pulmonar de  $30$  Torr ( $4$  kPa) durante la oclusión. También Taube y Konitzko<sup>41</sup>, encontraron mejor correlación del  $FEV_1$  previsto postresección con la situación funcional postoperatoria, que la que había con la presión arterial pulmonar basal.

A pesar de la falta de sensibilidad de este tipo de valoración de la reserva cardiopulmonar, la TUPAO aun podría ser un método útil para despejar aquellos pacientes de alto riesgo para la cirugía de resección pulmonar a los que se les podría negar la oportunidad de operarse en base a la pruebas rutinarias funcionales. Olsen y cols.<sup>45</sup> encontraron una tasa de complicaciones postoperatorias "aceptable" (lobectomía  $7,7\%$ , neumonectomía  $17,6\%$ ), en

pacientes que caían dentro de la categoría de "alto riesgo" en base a la espirometría, usando como criterios de inoperabilidad una presión de arteria pulmonar media mayor de 35 torr o una hipoxemia arterial inferior a 45 torr tras la TUPAO. Sin embargo, la oclusión temporal de la arteria pulmonar plantea problemas importantes: Se necesitan unos catéteres muy especiales, no disponibles en muchos centros, es necesaria una gran experiencia técnica para manipular la sonda con globo y conseguir taponar una de las dos arterias e incluso en personal experimentado hay una alta tasa de fracasos del procedimiento en sí mismo (26%)<sup>56</sup>.

En conclusión, la información aportada por las investigaciones mencionadas más arriba, ha ampliado el conocimiento de la interrelación de la circulación pulmonar, la función del corazón derecho y la distensibilidad del lecho capilar con la morbilidad y mortalidad tras la resección. Pero el hecho de que el cateterismo derecho con o sin TUPAO sea menos sensible que otros "test" más sencillos para detectar la pérdida de reserva cardiorrespiratoria y que, incluso para subclasificar aquellos pacientes definidos como de mayor riesgo por la espirometría, se vea malograda en bastantes ocasiones por los problemas técnicos, ha relegado este procedimiento a un papel muy restringido en la valoración preoperatoria.

Finalmente conviene considerar que aunque la experiencia recogida en las investigaciones mencionadas pone de relieve que la hipertensión pulmonar tras cirugía es una pro-

blema grave, se desconoce, sin embargo, la frecuencia real del "cor pulmonale" como causa de morbilidad y mortalidad postoperatoria<sup>9 57 58</sup>.

### **3.3 ESTUDIOS DE ESFUERZO.**

Como dijimos en la introducción, la tercera, y más novedosa, premisa en la investigación de la reserva cardiorrespiratoria previa a la cirugía, es que tanto la morbilidad sobrevivible, no incapacitante, como la mortalidad postoperatoria podrían ser predichas antes de la intervención midiendo la captación de oxígeno ( $VO_2$ ) en el esfuerzo.

El ejercicio es atractivo como prueba porque el aumento de la utilización periférica de oxígeno ( $O_2$ ) requiere el funcionamiento y acoplamiento correcto de los sistemas pulmonar, cardíaco, vascular y celular de transporte de  $O_2$ . Por tanto, en potencia, podemos evaluar mucho del sistema cardiopulmonar con un sólo "test". Además el aumento de la ventilación, del flujo sanguíneo, de la captación de oxígeno y de la eliminación de anhídrido carbónico son similares a los que experimentará el tejido pulmonar remanente tras una resección.

#### **3.3.1 Principios fisiológicos**

Esta revisión intenta explorar la fisiología básica del ejercicio, fundamentalmente en lo que se relacione con la evaluación preoperatoria del paciente para resección pul-

monar. Dirigimos al lector a otras fuentes para una discusión más profunda del tema<sup>59 60 61, 62</sup>.

Captación o consumo de oxígeno: El consumo muscular y la captación pulmonar de oxígeno son básicos en la fisiología del ejercicio. En la literatura ambos términos se usan frecuentemente de forma indistinta. En esta discusión, usaremos  $VO_2$  en referencia a la captación medida de oxígeno.

En el esfuerzo, según se va incrementando la potencia, el  $VO_2$  aumenta progresivamente, hasta que se alcanza un "plateau" donde más carga no se acompaña de ulterior subida del  $VO_2$ . Este punto es denominado captación máxima de oxígeno ( $VO_{2m\acute{a}x}$ )<sup>63</sup>.

En los primeros estudios del esfuerzo, el  $VO_2$  se usó para describir el nivel de trabajo realizado por sujetos entrenados. Cuanto mayor el  $VO_2$  máximo conseguido, en "mejor forma" estaba el individuo<sup>64</sup>. Como medida de la respuesta fisiológica al trabajo realizado (cuya escala era el  $VO_2$ ) se usaban otros parámetros (p.e. la ventilación minuto, frecuencia del pulso, etc.). Sin embargo, modernamente el  $VO_2$  se usa como indicador del transporte de oxígeno. En este caso, para graduar el nivel de esfuerzo realizado son necesarias otras marcas como el tiempo, la potencia cuantificada en watios o kilográmetros (o kilopondímetros) por minuto, la pendiente y velocidad de un tapiz rodante, los metros andados o los escalones subidos. Es necesario entonces, comparar el  $VO_2$  medido con un valor de referencia que tenga en cuenta las condiciones del sujeto y del

"test" (por ejemplo, un sujeto obeso tiene un  $VO_2$  mayor con ejercicio, secundario a los requerimientos energéticos para mover su mayor masa<sup>61, 65</sup>. De forma similar, el ejercicio en el tapiz rodante se asocia a un  $VO_{2,máx.}$  de un 5% a un 12% mayor que con el cicloergómetro, presumiblemente por que participa un número mayor de grupos musculares en la marcha que en el pedaleo sentado<sup>61</sup>.

Si, como se ha dicho, se usa el  $VO_2$  como determinación primordial del transporte de oxígeno, cualquier reducción en el  $VO_2$  para la masa del sujeto, el tipo y nivel de trabajo realizado debe interpretarse. Anomalías capaces de limitar el  $VO_2$  en el ejercicio máximo -descartando el error técnico- son: la anemia, la carboxihemoglobinemia, enfermedades cardíacas, metabólicas, musculares, vasculares periférica, pulmonares y la falta de motivación<sup>61</sup>.

Una reducción del  $VO_2$  en un ejercicio menor que el máximo (submáxima) tiene las mismas causas que en el caso del esfuerzo máximo, pero implican mayor severidad.

Anaerobiosis: Un incremento progresivo de la potencia se acompaña de un crecimiento proporcional de la captación de  $O_2$  y la eliminación de  $CO_2$  ( $VCO_2$ ) hasta el momento en que las necesidades "redox"<sup>(3)</sup> celulares ya no pueden ser totalmente satisfechas por el sistema de aporte de oxígeno. Entonces, los músculos metabolizan glucosa anaerobiamente y se produce lactato. A tal punto se le denomina umbral de anaerobiosis ( $@AT$ ) y se debate su significación

---

<sup>3</sup> "redox" reducción-oxidación o balance de electrones.

y localización<sup>61 66</sup>. Se puede localizar el @AT, midiendo directamente los niveles de lactato en sangre, en vez de eso, algunos investigadores miden sencillamente las repercusiones de la acumulación de lactato como la disminución del pH y del bicarbonato<sup>67</sup> o los cambios de ventilación minuto ( $V_E$ ) y producción de anhídrido carbónico con respecto a la captación de oxígeno que se presentan cuando aumenta bruscamente la producción de  $CO_2$  al ser tamponado el ácido láctico por el bicarbonato sanguíneo, en ese momento la  $VCO_2$  y la ventilación minuto ( $V_E$ ), se aceleran con respecto al  $VO_2$ <sup>59 61</sup>.

### 3.3.2 Tipos de ejercicio

Sí se acepta que el "test" de esfuerzo preoperatorio pone a prueba simultáneamente al eje pulmón/corazón/vasos/músculos, entonces se debe decidir qué tipo de "test" usar. Dividiremos los "test" de ejercicio en dos tipos principales: progresivos y constantes (estado estable). Estos dos tipos principales se subdividen, basándose en el punto final, en máximos y submáximos. Los "test" progresivos comienzan con cargas mínimas, para luego incrementar la potencia hasta llegar a un ejercicio máximo o submáximo. En los protocolos de estado estable se somete al paciente a una potencia mantenida de 2 a 10 min, durante la cual se analizan múltiples componentes del sistema de transporte.

Puede definirse al ejercicio máximo como aquel que llega a la captación máxima de oxígeno, que definimos mas

arriba, pero en pacientes con cáncer de pulmón, que tienen otras enfermedades relacionadas con el tabaquismo, puede que no se alcance. Se usa entonces el  $VO_2$  limitado por los síntomas como sustituto de  $VO_{2\text{máx}}$ , por ser una medida igualmente reproducible. Hasta la fecha y nuestro conocimiento, se han publicado 3 tipos fundamentales de prueba de esfuerzo, en relación con la predicción del riesgo de la cirugía pulmonar:

Tipo 1: Incluye los estudios de tolerancia, en los cuáles, la simple realización de un esfuerzo se usa para predecir resultados postoperatorios.

Tipo 2: Son aquellos en los que la predicción postoperatoria de hipertensión pulmonar es el objetivo fundamental.

Tipo 3: Incluye aquellas investigaciones recientes en las que el  $VO_2$  se usa para predecir tanto la morbilidad como la mortalidad postoperatoria.

La diversidad de pruebas y parámetros de función pulmonar realizados en los estudios revisados obligan a tomar ciertas libertades al contrastarlos, debido a la diversidad de la disfunción de los pacientes descritos. Para ayudar en la comparación de los múltiples protocolos de ejercicio reportados, las potencias y el  $VO_2$  predicho/estimado se calculará "estandarizado", usando los factores de conversión disponibles en las diferentes fuentes de

referencia<sup>59, 60, 61, 62</sup>. Para obtener una estimación de  $VO_2$  se usa, la siguiente fórmula, incorporando peso y potencia<sup>59</sup>:

$$VO_2 \text{ predicho} = 5,8 \cdot \text{Peso} + 151 + (10,1 \cdot \text{wattios})$$

### **Tipo 1 : "test" de tolerancia del ejercicio**

No está claro quién fue el primer cirujano que cogió a uno de sus pacientes para pasear y determinar su "status" antes de la toracotomía<sup>68</sup>. En muchas instituciones, esta valoración subjetiva ha sido transmitida de boca de cirujanos veteranos a oído de los noveles. Es muy posible que los resultados de esta simple valoración puedan contribuir más a la decisión final que todos los sofisticados "test" desarrollados hasta la fecha.

Hacer andar al paciente no parece que fuese útil para Gaensler y colaboradores en 1955<sup>7</sup>. No encontraron diferencia significativa en la ventilación medida durante un paseo de 180 pies (55,8 m) en un minuto antes de operarse, en aquellos con o sin incapacidad postoperatoria. Lo mismo ocurrió si los datos se modificaban usando la MVV, para obtener el "índice de disnea al andar". Asumiendo que 180 pies/min (55,8 m/min) es lo mismo que 2 mph (3,35 Km/h) con pendiente 0°, este ejercicio equivale a una potencia de 150 Kpm/min o alrededor de 25 W para un hombre de 70 Kg, también se traduce groseramente en unos 800 ml/min o 12 ml/kg/min.

Van Nostrand y cols.<sup>69</sup>, en 1968, reportaron una serie de 213 pacientes que fueron sometidos a neumonectomía. La mortalidad en este grupo fue del 13% (28 de 213) y el 40%

de las muertes se atribuyeron a insuficiencia cardiorrespiratoria. Fueron rechazados aquellos pacientes que: (a) tenían disnea intensa al subir un tramo de escaleras (19 escalones), (b) su estimación del FEV<sub>1</sub> postoperatorio era menor de 700 ml o (c) en los que la presión de arteria pulmonar se elevó por encima de 40 Torr (5,33 kPa) al clampar la arteria del pulmón enfermo intraoperatoriamente. De los 213 pacientes, sólo 92 tenían un FEV<sub>1</sub> menor de 2 l y 119 hicieron la prueba de las escaleras. Se dan pocos detalles del ejercicio en si mismo, pero dos de los cuatro pacientes que tuvieron disnea (de menor intensidad que la que se consideró criterio de inoperabilidad) al dar un paseo en llano o de subir un tramo de escaleras, murieron tras la cirugía. Sólo 7 (11%) de los 63 capaces de subir dos tramos con mínima disnea, no sobrevivieron a la neumonectomía. La subida de 2 tramos de escalera, asumiendo escalones estándar de 25 cm y una velocidad de subida de 20 escalones por minuto, supondría una potencia de 320 Km /min (52 W) para un hombre de 70 Kg, que equivale a un VO<sub>2</sub> estimado de 1,1 l/min ó 16 ml/kg/min. No se hizo análisis estadístico de estos datos, pero los autores concluyeron que ninguno de los "test", sólo o en combinación, era mejor que el método a, b y c, mencionado más arriba, que habían usado.

En 1972 Reichel<sup>70</sup> publicó una serie basada en la revisión de 75 de 80 historias de pacientes a los que se les había practicado neumonectomía. Hubo 18 muertes postoperatorias (24%) y otros 13 individuos con complicaciones

importantes. Los pacientes estudiados, de los cuales se aportan los datos, tenían cierto grado de limitación al flujo aéreo pues el  $FEF_{25-75}$  medio era de 0,98 l/s y el  $FEV_1/FVC$  de 58% a 63%. De los 75 pacientes, 31 realizaron un "test" de esfuerzo progresivo en tapiz rodante. La prueba constaba de 6 estadios con pendiente y velocidad crecientes, finalizando a 3 mph (5,02 Km/h) con una pendiente del 10%. La mayor potencia para un hombre de 70 Kg es equivalente a 60 Kpm/min (80 W) y requeriría un  $VO_2$  de 1750 ml/min (25 ml/kg/min). De cuatro pacientes incapaces de caminar a 2 mph (3,35 Km/h) en llano durante cuatro minutos, dos murieron y uno sobrevivió a complicaciones graves. De los once que completaron los 14 minutos del "test", todos tuvieron una cirugía con éxito. Al parecer, los resultados del esfuerzo fueron más precisos para predecir el grupo que hizo complicaciones que el ECG, niveles de gases en sangre, la  $D_{CO}$ , volúmenes pulmonares, datos espirométricos y el tiempo de mezcla del helio. No se comunica ningún dato fisiológico del "test" de esfuerzo mismo para poder determinar aquellos factores limitantes en los pacientes que no lograron completar el protocolo.

En 1984 Bagg<sup>71</sup> describió un estudio en 30 pacientes con carcinoma broncogénico, sometidos a un paseo de 12 minutos antes de la cirugía. Se hicieron otros estudios de función pulmonar preoperatorios, pero no se comunican los resultados. El "test" de ejercicio consistió en caminar en llano, en un lugar cerrado durante 12 minutos y medir la distancia en metros recorrida en este tiempo. Dicho pará-

metro y el grado de disnea fueron incapaces de discriminar los 7 pacientes que sufrieron complicaciones ventilatorias postoperatorias de los 15 que no lo hicieron. Estos hallazgos tienen interés considerando la correlación, reportada en otro estudio previo, entre el paseo de 12 minutos y el  $VO_{2,m\acute{a}x}$  de ejercicio<sup>72</sup>.

En 1984 Berggren y colegas<sup>6</sup> estudiaron 82 pacientes, todos de más de 70 años, con cáncer pulmonar, mediante espirometría y cicloergometría. La prueba consistía en un primer estadio a 50 W durante 6 minutos y después incrementos de 10 W/min hasta alcanzar una frecuencia cardíaca máxima de 170 latidos por minuto. Aquellos pacientes que pudieron hacer 50 W durante 6 minutos se aceptaron para cirugía. Hubo una mortalidad intrahospitalaria del 15,9%. Los hallazgos en los 47 pacientes sometidos a lobectomía, se describen en detalle: la mitad de ellos tenía un FEV<sub>1</sub> menor de 2,4 l antes de la cirugía. La mortalidad del grupo fue de 7,7% en los que completaron 6 minutos a 83 W y del 22% en los que hicieron menos ( $p < 0,05$ ). La mortalidad fue también mayor si la FEV<sub>1</sub> era menor de 2,4 l y el FEV<sub>1</sub>/FVC < 68%. No se describen las mediciones fisiológicas del "test" de esfuerzo. Completar 83 W de potencia equivale a un estimado de 1,4 l/min o 20 ml/kg/min en un hombre de 70 Kg. Por tanto el "test" de esfuerzo tenía un valor discriminativo para estos autores. No se comunicaron los datos de los neumonectomizados.

De todos lo visto podemos concluir que completar una prueba de esfuerzo determinada conlleva un buen pronós-

tico en la mayoría de los estudios. A parte de asumir que esto significa que el paciente está "en forma", los datos proporcionados no permiten determinar porqué es así.

### **Tipo 2: Predicción de hipertensión pulmonar**

Ya hemos mencionado previamente la relación que existe entre la hipertensión pulmonar, las complicaciones inmediatas y la incapacidad a largo plazo tras la cirugía. También se han mencionado, brevemente, los aspectos técnicos y los problemas de la TUPAO. En este apartado nos vamos a referir al valor de la oclusión de la arteria pulmonar del pulmón enfermo en esfuerzo. En 1956 Uggla<sup>52</sup> usó ejercicio en estado estable submáximo (150 Kgm; 25 W) con TUPAO en 109 pacientes con tuberculosis pulmonar. El  $VO_2$  equivalente para esta potencia sería de aproximadamente 810 ml/min, unos 12ml/kg/min en un paciente de 70 Kg. Uggla dividió a los pacientes tras la cirugía en los que estaban "en forma para trabajar" (48), "incapacitados cardiorrespiratorios" (36) y los que fallecieron (24, 22 de ellos con "cor pulmonale"). La espirometría y las PFR no separaban adecuadamente los 3 grupos. La capacidad máxima respiratoria media para los 3 grupos fue de 40% a 49% de lo previsto. La conclusión que se sacó fue que, aparte de la hipertensión pulmonar en reposo (presión en arteria pulmonar mayor de 22 Torr ó 2,93 kPa), la  $PO_2$  durante la oclusión, en esfuerzo, fue el mejor predictor.

Más recientemente, Fee y cols.<sup>73</sup> comunicaron sus hallazgos usando cateterización dirigida por flujo y ejer-

cicio en rampa. En este estudio se investigó a cuarenta y cinco pacientes divididos en dos grupos basados en los "test" de función pulmonar y niveles de gases sanguíneos. El grupo A (27 pacientes) tenían una PaO<sub>2</sub> de más de 50 Torr (6,66 kPa) y FVC y FEV<sub>1</sub> de más del 50% de lo previsto. El grupo B (18 pacientes) tenía una PaO<sub>2</sub> de menos de 50 Torr (6,66 kPa) ó un FEV<sub>1</sub> o FVC menores del 50% de los teóricos. Todos los pacientes fueron sondados con un catéter tipo Swan-Gantz y realizaron un ejercicio en rampa en estado estable a dos potencias submáximas [2 mph (3,35 km/h) y 4 mph (6,7 km/h), al 4%]. Estas potencias en el tapiz rodante equivalen groseramente a 164 kpm/min (27 W) y 328 kpm/min (54 W), respectivamente, en el cicloergómetro. Los VO<sub>2</sub> estimados para estas cargas, en un hombre de 70 Kg, son de 830 ml/min (12 ml/kg/min) y 1,1 l/min (16 mg/kg/min). Durante el ejercicio, el gasto cardíaco y la presión de arteria pulmonar se midieron cada minuto y los valores de resistencia vascular pulmonar (PVR) se calcularon. Basados en los hallazgos del ejercicio, los pacientes fueron nuevamente divididos en 2 grupos. Grupo 1 (n=18) que demostraban unas resistencias vasculares pulmonares (PVR) de menos de 190 dinas·s·cm<sup>-5</sup> y el Grupo 2 (n=12) tenía una PVR mayor de esa cifra. 30 de los cuarenta y cinco pacientes fueron operados, incluyendo diez biopsias a cielo abierto, dos segmentectomías, once lobectomías y siete neumonectomías. Cinco pacientes no sobrevivieron a la cirugía. Entre ellos a dos sólo se les hizo una biopsia a cielo abierto y únicamente uno había sido neumonectomi-

zado. Las cinco muertes se produjeron en pacientes, cuyas PVR en ejercicio eran mayores de  $190 \text{ dinas}\cdot\text{s}\cdot\text{cm}^{-5}$ . Cuatro de los cinco estaban el grupo de mejor función pulmonar (grupo A). Estos hallazgos llevaron a los investigadores a concluir que la cirugía en pacientes con resistencias superiores a  $190 \text{ dinas}\cdot\text{s}\cdot\text{cm}^{-5}$  eran de alto riesgo, sin embargo siete de los veinticinco sobrevivientes, tenían también las resistencias por encima de tal valor y se les hubiera denegado la cirugía siguiendo estrictamente dichos criterios.

Taube y Konietzko<sup>41</sup> estudiaron veintinueve pacientes con gasometría, pletismografía corporal total, ergometría, cateterismo derecho y escintigrafía cuantitativa de perfusión antes de practicarlos una neumonectomía. El "test de esfuerzo" se practico en decúbito supino, pedaleando a dos potencias diferentes submáximas, la mayor de las cuales fue de 65 W. No hubo defunciones, pero el  $\text{FEV}_1$  previsto postoperatorio se correlacionó mejor que el  $\text{VO}_2$  o las presiones de arteria pulmonar previas o previstas con la situación funcional postrresección.

Olsen y coinvestigadores<sup>74</sup> estudiaron a 52 pacientes con limitación crónica al flujo aéreo moderada ( $\text{FEV}_1 < 2 \text{ l}$  ó  $\text{MVV} < 50\%$ ), usando cateterismo derecho con sonda dirigida por globo y cicloergometría a dos niveles submáximos (25 y 40 W). De los veintinueve operados, siete "no toleraron la intervención". Cuatro murieron en los primeros 60 días y tres estuvieron intubados más de 30 días. La resecciones practicadas en el grupo que "toleró" fueron siete resec-

ciones en cuña, nueve lobectomías y seis neumonectomías; en el grupo que "no toleró" fueron respectivamente cuatro lobectomías, dos neumonectomías y uno, que murió de hemoptisis masiva como complicación de una resección intrabronquial mediante broncoscopia. De los parámetros obtenidos, los que más claramente separaron a los pacientes fueron el gasto cardíaco ( $5,5 \pm 1,3$  l/min/m<sup>2</sup> los que toleraron y  $3,9 \pm 0,3$  l/min/m<sup>2</sup> los que no) y el VO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> calculado ( $11,3 \pm 2,1$  l/min/m<sup>2</sup> los que toleraron y  $7,8 \pm 1,5$  l/min/m<sup>2</sup> los que no). Ni las presiones pulmonares ni las resistencias vasculares calculadas del circuito menor consiguieron predecir la intolerancia.

De la revisión de estos estudios, parece deducirse que el cateterismo derecho con o sin TUPAO en ejercicio, mejora la sensibilidad de la técnica con respecto a las mediciones basales, por tanto en los casos seleccionados en que se decida aplicar esta técnica, es conveniente hacerla tanto en reposo como en esfuerzo. Sin embargo casi todo lo que se dijo con respecto a las mediciones en reposo se sostiene para las mediciones en ejercicio (ver págs. 26, 28). En resumen no parece que mejore la definición de riesgo o separe al grupo de inoperables mejor que otros procedimientos.

### **Tipo 3: Mediciones del VO<sub>2</sub>**

Es en este área donde se han comunicado los resultados más intrigantes. Como además estos trabajos, metodológi-

camente son los mas similares al nuestro, los describiremos con mayor detalle.

El primer ensayo fue el de Eugene y cols.<sup>75</sup>, en 1982. Estudiaron 19 pacientes con espirometría y ejercicio progresivo en cicloergómetro, considerando como captación máxima de oxígeno la limitada por los síntomas. Su muestra tenía un FEV<sub>1</sub> medio basal de 1,97 l ± 0,098 l. No se prestó atención a la morbilidad no fatal. Hubo tres muertes cardiorrespiratorias en el postoperatorio. Los tres tenían VO<sub>2</sub>máx menores de 1 l/min (media de 0,82 l/min ± 0,034 l/min) mientras que los quince pacientes con VO<sub>2</sub>máx mayor de 1 l/min sobrevivieron a la resección. No se encontró correlación entre los parámetros espirométricos y ergométricos.

En contraste, Coleman y colegas<sup>76</sup>, que también publicaron sus resultados en 1982, investigaron prospectivamente a 59 pacientes con espirometría, volúmenes pulmonares, D<sub>CO</sub> y ejercicio, utilizando primero dos tramos de escalera que había que subir en 15 s y clasificando la disnea posterior en 4 grados. A la prueba de la escalera siguió un "test" progresivo en cicloergómetro. Se evaluó el VO<sub>2</sub>máx como predictor de mala evolución durante los primeros 28 días postoperatorios. El FEV<sub>1</sub> medio de los 59 sujetos era de 80% ± 25% de lo previsto. No se encontraron diferencias en el VO<sub>2</sub>máx entre los complicados y los no complicados, (1,18 l/min ± 0,44 l/min en los primeros y 1,17 l/min ± 0,32 l/min en los segundos), pero si en el FEV<sub>1</sub> (complicados: 70% ± 26%, no complicados: 86% ± 22%) y la FVC (com-

plicados:  $85\% \pm 18\%$ , no complicados:  $96\% \pm 19\%$ ); sin embargo incluyeron complicaciones quirúrgicas como pérdidas excesivas de sangre, fugas aéreas persistentes, empiemas e infecciones de la herida.

En 1984 Smith y cols.<sup>77</sup> publicaron un estudio en 22 pacientes sometidos a toracotomía, 5 de ellos exploradora. Se midieron volúmenes pulmonares estáticos y dinámicos,  $D_{CO}$  y función de cada pulmón mediante rastreo cuantitativo, que se usó para predecir el  $FEV_1$  postoperatorio tras resección. Se realizó también una prueba de esfuerzo con incrementos de potencia de 10 W por minuto hasta que el paciente tuviera disnea intensa o estuviese exhausto. Se definió  $VO_{2m\acute{a}x}$  como la captación máxima lograda en la prueba y se corrigió para el peso. Las resecciones fueron 4 neumonectomías, 12 lobectomías y una segmentectomía. Las complicaciones investigadas fueron las mismas descritas por Coleman y colegas<sup>76</sup>, pero se excluyeron aquellas que se pensó que eran de naturaleza "técnica" (pérdidas excesivas de sangre, fugas aéreas persistentes, empiemas e infecciones de la herida). Los "test" funcionales rutinarios y la estimación del  $FEV_1$  postoperatorio mediante rastreo cuantitativo no lograron separar los pacientes con complicaciones, sin embargo el  $VO_{2m\acute{a}x}/Kg$  fue significativamente menor en los que fueron mal ( $22,1 \text{ ml/min/Kg} \pm 1,73$  ml/min/Kg los no complicados contra  $15,7 \text{ ml/min/Kg} \pm 0,98$

ml/min/Kg los complicados,  $p < 0,01$ )<sup>(4)</sup>. El grupo con complicaciones era de edad significativamente mayor y había, aunque no se reportó, correlación significativa entre la edad y el  $VO_2$ máx, sin embargo ajustando la media del  $VO_2$ máx/Kg para la edad, la diferencia sigue siendo significativa ( $p = 0,04$ ). Estos investigadores advirtieron que cuando el  $VO_2$ máx/Kg era menor de 15 ml/min/Kg, 6/6 (100%) de los pacientes se complicaron, uno de ellos falleció; 4/6 (66,6%) pacientes con  $VO_2$ máx entre 15 ml/min/Kg y 20 ml/min/Kg fueron mal, uno también muerto y por último, sólo 1/10 (10%) de los enfermos con  $VO_2$ máx mayor de 20 ml/min/Kg sufrió algún percance, en concreto una atelec-tasia.

Dado que se reportan los datos de los pacientes pormenorizados, podemos analizarlos un poco más exhaustivamente, en especial aplicando el análisis discriminativo tratando de separar los pacientes que se complicaron de los que no<sup>(5)</sup>. Ya hemos mencionado que la diferencia de las medias de  $VO_2$ máx/Kg, cuando se ajustan para la edad siguen

---

<sup>4</sup> En el análisis realizado por nosotros de los datos de Smith y cols, se han excluido 5 pacientes (3 no complicados y 2 complicados) que se consideraron irreseccables una vez abierto el tórax. Lo hacemos así porque nosotros no hemos considerado este tipo de pacientes en nuestro estudio.

<sup>5</sup> Los niveles de  $VO_2$ máx mencionados mas arriba están elegidos "arbitrariamente" para dejar la mayor parte de los pacientes complicados por debajo. Esta forma de análisis es mas sencilla, basta con ordenar los datos, pero no hay forma de determinar la bondad estadística de los mismos al aplicarlos a poblaciones, ni de tener en cuenta la variabilidad, por tanto en general, son notablemente mas precisos en las muestras en las que se toman que en las poblaciones sobre las que se quiere inferir. Aunque en todo intento de predicción la confirmación definitiva del método exige la realización de un segundo estudio, aplicando el criterio establecido en el primero, el análisis discriminativo, al considerar la variabilidad de la muestra como estimación de la de la población define mejor el comportamiento de esta última, además permite evaluar la probabilidad de mala clasificación en la población, es decir una medida del error esperable al aplicar el criterio a la población de la que se ha obtenido la muestra y también permite establecer una probabilidad de complicación como función del predictor ( $VO_2$ máx en este caso), siendo precisamente el punto de corte aquel en el que dicho riesgo es mayor del encontrado en la muestra (número de complicados / tamaño de la muestra).

siendo significativas. La correlación del  $\text{VO}_2/\text{Kg}$  con las complicaciones es  $R^2=0,428$  ( $r= -0,654$ , rango  $-0,844$  a  $-0,319$ ). El punto de corte se situaría en  $18,9$  ml/min/Kg, clasificándose correctamente  $8/9$  (88,8%) de los complicados y  $6/8$  de los no complicados (75%), la reducción en el error de clasificación sería del 72% y la probabilidad de mala-clasificación de 20,9%. Entre los pacientes de este autor ninguna de las 3 mujeres tuvo complicaciones, 2 de las cuales son las 2 pacientes con  $\text{VO}_2/\text{Kg}$  menor de  $18,9$  ml/min/Kg que no se complicaron. Cuando en la ecuación discriminativa incluimos el sexo, además del  $\text{VO}_2/\text{Kg}$ , la correlación global es impresionante  $R^2= 0,746$  ( $r= -0,864$  límites  $-0,943$  a  $0,644$ ) y se clasifican correctamente  $8/9$  (88,8%) de los complicados y  $8/8$  (100%) de los no complicados, siendo la probabilidad de mala clasificación de 5,4%.

El trabajo de Bechard y Wetstein<sup>78</sup> en 1987, apoyaba estos hallazgos. Se estudiaron 50 pacientes con ejercicio usando un cicloergómetro con incrementos de  $12,5$  W cada minuto hasta la disnea o agotamiento. Se midieron el  $\text{VO}_2$  máx y el  $\text{VO}_2$  en el umbral de anaerobiosis. Se aceptaron los pacientes para neumonectomía ( $n=10$ ) si el  $\text{FEV}_1$  era mayor de  $1,7$  l, para lobectomía ( $n=28$ ) si era mayor de  $1,2$  l y para resección en cuña ( $n=12$ ) si el  $\text{FEV}_1$  era mayor de  $0,9$  l. La morbilidad se definió de forma casi idéntica al trabajo de Smith<sup>77</sup>. Tanto los dos fallecidos (4%) como los 6 pacientes (14%) que hicieron complicaciones a las que sobrevivieron tenían  $\text{VO}_2$  máx/Kg menores de  $10$  ml/min/Kg ( $p<0,001$ ). Ni la

función pulmonar en reposo ni la determinación de las presiones inspiratoria y espiratoria máxima identificaron a los pacientes que sufrieron percances. el umbral de anaerobiosis era significativamente menor en el grupo con contratiempos, pero sólo se obtuvo en 3 de estos pacientes. Estos investigadores creen que un  $VO_{2\text{máx}}/\text{Kg}$  menor de 10 ml/min/Kg contraindica la cirugía, aunque los resultados espirométricos sean aceptables.

Al proporcionar los datos con detalle en su artículo nos da ocasión de analizarlos mas extensamente. La correlación del  $VO_{2\text{máx}}/\text{Kg}$  con las complicaciones es  $R^2= 0,121$  ( $r= -0,348$ , rango entre  $-0,539$  y  $-0,219$ ). El puntos de corte es 14,2 ml/min/Kg de captación máxima de oxígeno . La sensibilidad, la especificidad ,la reducción del error de clasificación y la probabilidad de mala clasificación son respectivamente 5/8 (62,5%), 27/42 (64,3%), 28% y 31,4%.

En 1987, Miyoshi y cols.<sup>79</sup> publicaron un trabajo que estaba parcialmente en contraste con los resultados previos. Estos investigadores estudiaron 33 pacientes cuyos exámenes rutinarios incluían espirometría y  $D_{CO}$ . El ejercicio se realizó en un cicloergómetro a 50 rpm con incrementos de 25 W cada 3 minutos. La prueba se finalizaba cuando la frecuencia cardíaca alcanzaba 150 latidos por minuto o el cociente respiratorio (R) era mayor de 1. Se obtuvieron concentraciones arteriales de lactato durante los últimos 30 segundos de cada potencia. Se produjeron complicaciones en el 45% (15) de los treinta y tres pacientes, pero sólo 8 fueron complicaciones pulmonares

(insuficiencia respiratoria, edema de pulmón, atelectasia y neumonías). El  $VO_2$  máx del ejercicio no pudo separar a los 8 pacientes que sufrieron complicaciones pulmonares de los otros 25. Sin embargo el  $VO_2/BSA$  ( $BSA=$  Body Surface Area o área de la superficie corporal) en el nivel submáximo de ejercicio al que se alcanzaba una lactacidemia de 20 mg/dl -2,2 mM/l- ( $VO_2/BSA-La20$ ) discriminó entre los 4 que sobrevivieron ( $471 \text{ ml/min/m}^2 \pm 53 \text{ ml/min/m}^2$ ) y los 4 que murieron ( $296 \text{ ml/min/m}^2 \pm 72 \text{ ml/min/m}^2$ ). El resto de las pruebas funcionales respiratorias no consiguieron distinguir supervivientes de no supervivientes. Los resultados de este estudio sugieren que la mortalidad intrahospitalaria puede predecirse mediante el  $VO_2$  submáximo, cuando la potencia lograda se relaciona con un nivel fijo de producción de lactato.

Corris y cols.<sup>42</sup>, en 1987, reportaron un estudio usando  $VO_2$  en esfuerzo y rastreo gammagráfico cuantitativo. El ensayo incluía 28 pacientes con carcinoma pulmonar evaluados antes y después de una neumonectomía. Se realizó el esfuerzo sólo en catorce pacientes hasta el máximo limitado por síntomas, usando un cicloergómetro. No se proporcionó información sobre las complicaciones de la cirugía. Los 14 enfermos fueron re-ejercitados 4 meses tras la neumonectomía. Los investigadores encontraron buena correlación entre el  $FEV_1$ ,  $D_{CO}$  y  $D_{CO}/VA$  ( $K_{CO}$ ) predichos y observados postoperatoriamente. Es interesante que también encontraron una correlación estrecha ( $r=0,89$ ) entre la perfusión medida del pulmón a reseca y la reducción del

VO<sub>2</sub>máx tras cirugía. La predicción mediante escintigrafía del VO<sub>2</sub>máx postoperatorio no se había reportado previamente.

Olsen y coinvestigadores<sup>74</sup>, estudiaron 52 pacientes con limitación crónica al flujo aéreo moderada (FEV<sub>1</sub> < 2 l ó MVV < 50%), usando cateterismo derecho con sonda dirigida por globo y cicloergometría a dos niveles submáximos 25 y 40 W. De los 29 operados, siete "no toleraron" la intervención, es decir murieron en los primeros 60 días (4 pacientes) o estuvieron intubados más de 30 días (3). De los parámetros medidos, los que más claramente separaron a los pacientes fueron el índice cardíaco a la potencia de 40 W (5,5 l/min/m<sup>2</sup> ± 1,3 l/min/m<sup>2</sup> los que "toleraron" y 3,9 l/min/m<sup>2</sup> ± 0,3 l/min/m<sup>2</sup> los que no) y el VO<sub>2</sub> calculado (11,3 l/min/m<sup>2</sup> ± 2,1 ml/min/m<sup>2</sup> los que "toleraron" y 7,8 ml/min/m<sup>2</sup> ± 2,1 ml/min/m<sup>2</sup> los que no). Ni las presiones ni las resistencias vasculares pulmonares mostraban diferencias significativas entre los dos grupos. Por otro lado los autores encontraron que el FEV<sub>1</sub> estimado mediante gammagrafía cuantitativa anticipaba peor la intolerancia que el "test" de esfuerzo invasivo submáximo practicado por ellos.

De los trabajos expuestos se deduce que el uso del VO<sub>2</sub>máx o del VO<sub>2</sub> a una potencia submáxima, como parámetro fisiológico para predecir la mortalidad postoperatoria, es extremadamente interesante y ofrece la ventaja de ser una prueba no invasiva para determinar las dinámicas cardiopulmonares. Incluso en dos estudios<sup>74,77</sup> el VO<sub>2</sub>máx, fue mejor

predicador que el FEV<sub>1</sub> previsto con espirometría y gammagrafía cuantitativa. Pero su uso como prueba standard de operabilidad precisa, en nuestra opinión, de más ensayos experimentales prospectivos que confirmen los resultados descritos y definan cuál es el mejor "test" (baja potencia o esfuerzo máximo). El mecanismo por el que los parámetros cardiopulmonares de la ergometría predicen morbilidad y mortalidad todavía están por dilucidar de forma completa.

### 3.4

### SUMARIO

De la revisión bibliográfica concluimos que está claro que aquel paciente cuya historia y examen físico sugiere enfermedad cardiopulmonar subyacente, tiene más riesgo quirúrgico si sus pruebas funcionales están alteradas.

Los "test" rutinarios de función pulmonar son excelentes para identificar pacientes que, enfrentándose a una resección pulmonar, o no tienen aumento o son de muy alto riesgo de hacer complicaciones cardiopulmonares postoperatorias. Sin embargo no se ha encontrado una "prueba definitiva" que, en el grupo intermedio, en el que están la mayoría de los candidatos a resección, separe con la precisión deseable los pacientes que van a tolerar la cirugía de los que no. La imprecisión es inherente a los propios "test" y probablemente a determinados problemas técnicos, que de forma aleatoria plantea la propia cirugía, imposibles de predecir con ninguna exploración.

Considerando que hoy en día la resección pulmonar se aplica en la mayoría de los casos al cáncer no microcítico bronquial, el grupo intermedio debe evaluarse más en profundidad para determinar los candidatos aceptables para resección. ¿Cómo valorar a estos pacientes?. La estimación del FEV<sub>1</sub> postoperatorio ha probado su eficacia y sencillez y está al alcance de casi cualquier centro, sin embargo este método no ha eliminado totalmente las muertes por insuficiencia cardiorrespiratoria. En casos muy seleccionados la determinación de presiones arteriales pulmonares en esfuerzo con oclusión de la arteria del pulmón portador del cáncer puede darnos la respuesta. Los estudios de ejercicio parecen abrir nuevas perspectivas. Han evolucionado desde un "test" simple de la "forma física", que se correlacionaba groseramente con la supervivencia quirúrgica, a usar determinaciones preoperatorias del VO<sub>2</sub> en ejercicio para predecir el riesgo de mortalidad y morbilidad. De esta revisión parece deducirse, que aquellos estudios en los que se había hecho ejercicio hasta la VO<sub>2</sub>máx han encontrado relación tanto con la morbilidad como la mortalidad, mientras que los que han estudiado pruebas submáximas sólo la han hallado con la segunda. Estos hallazgos sugieren que medir el VO<sub>2</sub> en una prueba máxima o submáxima pone al descubierto déficits en el transporte de oxígeno que afectan la evolución y supervivencia postoperatoria. Quizá solamente sea una manera sofisticada de obtener un marcador del "estado de forma física", lo mismo que era el objetivo de los primeros estudios de esfuerzo.

Por tanto en este área clínica todavía hay cuestiones que permanecen sin contestar:

- 1) ¿Predice mejor la prueba de esfuerzo la morbilidad y mortalidad que otras formas de "test" preoperatorio?
- 2) ¿A qué pacientes se les debe hacer la prueba?
  - a) ¿Aquellos que tiene un riesgo aumentado por los "test" de función pulmonar rutinarios?
  - b) ¿A todo el mundo antes de la cirugía para resección pulmonar?
- 3) ¿Cómo debiera estandarizarse el ejercicio?
  - a) ¿Submáximo?
  - b) ¿Máximo?
    - 1) ¿Hasta la frecuencia cardíaca máxima?
    - 2) ¿Hasta los síntomas máximos?
    - 3) ¿Hasta un nivel de lactato, pH, bicarbonato o hasta el umbral de anaerobiosis?
- 4) ¿Cómo predice el  $VO_2$  la mortalidad y morbilidad?
  - a) ¿Cómo una valoración global de la "forma"?
  - b) ¿Cómo una manifestación de un transporte de oxígeno anormal?
- 5) ¿Quién debe rechazarse para la resección por cáncer pulmonar?
  - a) ¿Aquellos con  $VO_{2máx}$  reducido que sugiera un tasa de mortalidad mayor?
  - b) ¿Aquellos con un  $VO_{2máx}$  reducido sugestivo de morbilidad sobrevivible?

c) ¿Un paciente con  $VO_2$ máx alto y una resección pulmonar prevista que resulte en un  $FEV_1$  bajo?

La búsqueda de las respuestas deberá incluir una hipótesis comprobable de porqué el "test" de esfuerzo predice la mortalidad y morbilidad sobrevivible postoperatorias ya que no parece claro cómo puede el  $VO_2$ máx pronosticar morbilidad postoperatoria tal como atelectasias, neumonías o embolismo pulmonar.

Para concluir, estamos de acuerdo con un editorial de Yellin y Benfield<sup>80</sup> en la que se propone que "los pacientes con carcinoma broncogénico deben ser valorados exhaustivamente, ya que la supervivencia sin cirugía es tan mala que no es defendible un nihilismo terapéutico".

## **4 MATERIAL Y METODOS**

#### 4.1

#### PACIENTES

Fueron admitidos en el estudio aquellos pacientes remitidos entre febrero de 1989 y septiembre de 1990 al Servicio de Cirugía Torácica de nuestro centro, el Hospital General "Gregorio Marañón" de Madrid, para resección pulmonar que tras una explicación extensa dieron consentimiento escrito para participar, casi todos con sospecha o diagnóstico de cáncer bronquial.

#### 4.2

#### HISTORIA CLINICA

Se intentó tabular todos los factores de riesgo preoperatorios que tuviesen alguna posibilidad de influir en la aparición de complicaciones postquirúrgicas para controlarlos al analizar los parámetros objeto del estudio. Para ello se usó el siguiente cuestionario de "síes" y "noes":

##### 4.2.1. Características personales.

¿Sexo varón?.

¿Edad mayor de 69 años?

¿Edad de 60 a 69 años?

¿Edad inferior a 60 años?

¿Peso mayor de  $(0.79 \cdot A - 60.7)$  Kg (varón) ó  $(0.79 \cdot A - 60.7)$  Kg (mujer), siendo A la altura en  $\text{cm}^{\text{61}}$ .

#### 4.2.2. Factores pulmonares.

¿Fumador de cigarrillos?

¿Exposición a sílice, asbestos, carbón, talco?.

¿Recibe medicación por enfermedad pulmonar?

¿Alguna vez ha sido visto por afección pulmonar?

¿Tos y expectoración, cumpliendo criterios de bronquitis crónica?.

¿Disnea sibilante?.

¿Hay lesiones residuales en la radiografía de tórax mayores que una calcificación aislada?

Pero sólo se consideraron para el análisis de factores pronósticos aquellos casos en los que a juicio de dos observadores había lesiones residuales en la radiografía de tórax o más de un episodio de disnea sibilante.

#### 4.2.3. Factores cardiovasculares

¿Infarto de miocardio previo?

¿Historia de angina?

¿En tratamiento con antiarrítmicos o digoxina?

¿En tratamiento para hipertensión?

¿Presión sistólica mayor de 160 Torr (21,3 kPa)?

¿Presión diastólica mayor de 94 Torr (12,53 kPa)?

¿Extrasistolia ventricular en el ECG previo?

¿Sobrecargas o hipertrofias en ECG previo?

¿Historia de flebitis o tromboembolismo pulmonar?

¿Paciente diabético?

Con insulina.

Sin insulina.

#### **4.2.4. Características del tumor.**

¿Adenocarcinoma?

¿Carcinoma de células grandes?

¿Epidermoide?

¿T postquirúrgico?

¿N postquirúrgico?

#### **4.2.5. Procedimiento quirúrgico**

¿Neumonectomía?

¿Lobectomía o bilobectomía?

¿Menor de lobectomía?

### 4.3 EVALUACION DE FUNCION PULMONAR EN REPOSO<sup>(6)</sup>

#### 4.3.1. Mediciones

Los "test" de función en reposo se realizaron estando el paciente sentado, siempre por uno de dos operadores entrenados.

La espirometría y la curva flujo-volumen se hicieron con un neumotacógrafo acoplado a un microprocesador (Masterlab de Jaeger el Medizin).

Las presiones parciales de oxígeno y anhídrido carbónico, así como el pH se midieron usando un aparato de medición a base de electrodos calibrados (AVL-940 de Biomedics).

Basándose en el FEV<sub>1</sub> tras broncodilatadores se calculó el FEV<sub>1</sub> previsto. Si éste era superior a 1 l y la gasometría no mostraba hipercarbia se realizaron ulteriores estudios siempre que los procedimientos de estadiaje sugirieran, en opinión del cirujano, que la lesión era resecable. Dichos estudios consistieron en "test" de difusión de monóxido de carbono por el procedimiento de respiración única, usando un "Transferscreen II" de Jaeger el Medizin<sup>(6)</sup>. Pletismografía corporal total con un pletismógrafo de volumen constante y "test" de esfuerzo. Todos ellos en la semana previa a la intervención.

---

<sup>6</sup> Ver apéndices A y B

#### 4.3.2 Estimaciones

Se predijeron las funciones pulmonares postoperatorias mediante la fórmula previamente descrita por Nakahara<sup>44</sup>, para el FEV<sub>1</sub>:

$$\text{FEV}_1 \text{ postoperatorio} = (\text{FEV}_1 \text{ preoperatorio}) \cdot [1 - (b - n)/(42 - n)]$$

Donde "b" es el número de subsegmentos a reseca y "n" el de elementos obstruidos. Siguiendo la descripción hecha por el autor, se asumió que "b" era, respectivamente, de 6, 4 y 12 en los lóbulos superior, medio e inferior derechos y de 10 en los lóbulos superior e inferior izquierdo. Por tanto el número total de subsegmentos era de 42. El valor de "n" se calculó de los hallazgos broncoscópicos y radiológicos. Se consideró la obstrucción total ("n=1") si estaba ocluido más del 75% de un subsegmento, Entre 50% y 75% de estenosis, "n" fue considerada como 0,5 por cada subsegmento afectado y una estenosis ligera fue ignorada<sup>81</sup>.

#### 4.4 ESTUDIO DE ESFUERZO<sup>(6)</sup>.

##### 4.4.1. Preliminares:

Se realizó con el enfermo caminado en un tapiz rodante. Se hizo una prueba submáxima previa para familiarizarlo con el procedimiento. Toda la medicación que

estuviese tomando en ese momento se continuó, pero ningún paciente recibía  $\beta$ -bloqueantes.

Tras comprobar la patencia de la arteria ulnar, con el paciente sentado, en reposo, se recogieron anaerómicamente muestras de sangre puncionando la arteria radial para análisis de la  $PO_2$ ,  $PCO_2$ , pH y hemoglobina antes de cualquier estudio que implicase hiperventilación o suministro de oxígeno, según la técnica habitual <sup>82, 83</sup>.

La tensión arterial se midió mediante manguito antes de la prueba. Se registró un ECG de derivación única.

#### **4.4.2. Equipo (6).**

Se trata de un aparato "Ergo-screen" de Jaeger el Medizin. Consta de un neumotacógrafo que determina  $V_E$  y analizadores de  $O_2$  y  $CO_2$ , que miden la presión parcial de una bolsa "semiabierta" de gas espirado mixto de 20 l. Acoplado lleva un monitor que mide la frecuencia cardíaca. Como elemento de seguridad se usa un pulsioxímetro Ohmeda 4700 Oxicap.

#### **4.4.3. Protocolo**

Tras subir a la rampa, una vez que se equilibran los analizadores, el paciente estaba 3 minutos sin movimiento. Para hacer la determinación "basal" se usó la media del último minuto en reposo.

El primer paso del "test" de esfuerzo se hace a una potencia de 30 wátios y durante 3 minutos (ver apéndice C). A partir de este momento, la velocidad y pendiente de la rampa se fueron modificando (ver apéndice C) según unas magnitudes calculadas previamente con la fórmula IV.A.(1) que se ve en el apéndice A, para obtener incrementos de potencia de unos 15 W/min. Al paciente se le aplicaban los valores para el peso más próximo al suyo real.

Se consideró como  $VO_2$ máx, aquella captación de oxígeno mantenida al menos un minuto en la que aparecieran síntomas o bien cuando al aumentar la potencia la  $VO_2$  disminuyera. El esfuerzo finalizó cuando:

- Se alcanzó la  $VO_2$  máxima.
- Aparecieron síntomas como dolor precordial, mareo, calambres en las piernas u otros.
- Se observaron alteraciones isquémicas en el ECG (cambios en la repolarización).
- Más de 6 extrasístoles ventriculares por minuto o extrasístoles sobre la onda T previa.

Se hicieron medidas del gas espiratorio mixto cada 30 s, se usó como representativa de una potencia dada la de los últimos 30 s.

Inmediatamente tras el esfuerzo se hizo una nueva determinación gasométrica, por punción radial y se tomó la tensión arterial con manguito.

#### **4.5 DECISIÓN QUIRURGICA Y MANEJO**

Los pacientes fueron aprobados para resección si cumplían uno de los siguientes criterios:

1. FEV<sub>1</sub> predicho > 1.0 L
2. PCO<sub>2</sub> < de 45 Torr (6 kPa)

Si el paciente se rechazaba para neumonectomía, inmediatamente se consideraba la lobectomía. Si ambos procedimientos se excluían, se el paciente se juzgó la resección en cuña.

El cirujano, en comunicación con el paciente y la familia tomaba la decisión final y proporcionaba el manejo postquirúrgico una vez que el enfermo era dado de alta de la unidad de cuidados postoperatorios, a cargo de intensivistas. En el momento de la operación, la política quirúrgica era extirpar la porción menor de tejido necesaria para la cura y no extender la resección más allá de la intervención aprobada fisiológicamente.

#### 4.6

#### SEGUIMIENTO

La evaluación postoperatoria se efectuó revisando la historia clínica diariamente. Se hizo hematocrito, gasometría y radiografía simple de tórax en función de las necesidades (en general varias veces al día) mientras estuvieron intubados y una vez por jornada mientras estuviesen en unidad de cuidados intermedios (habitualmente 3 días). Luego un control semanal si la evolución era clínicamente buena hasta el alta.

Se buscaron las complicaciones que se definen a continuación:

**-Muerte** en los primeros 60 días.

**-Ventilación mecánica prolongada** (más de 1 semana), que se contaría desde el momento de intubación preoperatoria hasta la extubación postoperatoria). Si se requiriese reintubación, se contaría el período entero hasta la extubación final.

**-Insuficiencia respiratoria transitoria** ( $PO_2 < 50$  Torr (6,66 kPa),  $PCO_2 > 45$  Torr (6 kPa) ó la necesidad de intubación mecánica más de 48 horas postoperatoriamente). El tiempo se contaría como antes.

**-Insuficiencia respiratoria crónica** ( $PO_2 < 50$  Torr (6,66 o  $PCO_2 > 45$  Torr (6 kPa) que persistían a los 6 meses de la cirugía, no estando el paciente descompensado.

**-Neumonía**, definida como temperatura mayor de 38°C durante 48 horas, infiltrado en la radiografía de tórax y leucocitosis mayor de 12.000 células/mm<sup>3</sup>.

**-Atelectasia** que fuese radiológicamente aparente y necesitase y respondiese a broncoscopia terapéutica.

**-Cardiopatía isquémica:**

-Infarto de miocardio (nuevas ondas Q, o fracción MB de la CPK elevada).

-Otras (Modificaciones transitorias de la repolarización no achacables a otras causas como alteraciones electro-líticas o medicación)

**-Arritmias cardíacas** que requiriesen tratamiento específico.

**-Insuficiencia cardíaca** definida como la combinación de 3 de los 5 criterios siguientes:

- Taquicardia.
- Elevación de la presión venosa central.
- Cardiomegalia transitoria.
- Infiltrados en la radiografía de tórax o clínica sugestiva de edema pulmonar.
- Edemas periféricos.
- Tromboembolismo pulmonar**, diagnosticado por escintigrafía de ventilación y perfusión o arteriografía.
- Pérdida excesiva de sangre** definida como transfusión de 4 unidades o más.
- Necesidad de drenaje torácico** más de 7 días.
- Necesidad de re-exploración** del tórax.
- Empiema** que requiriese drenaje.
- Alta posterior a 15 días** desde la intervención.

Pero solo se consideraron "**predecibles**" por el "test" de esfuerzo: la muerte, la ventilación prolongada, la insuficiencia respiratoria y cardíaca y la cardiopatía isquémica.

#### 4.7.1. Estimación de la captación máxima de oxígeno postoperatoria

Se usó la fórmula descrita para el FEV<sub>1</sub>, pero sustituyendo este parámetro por la VO<sub>2</sub>máx preoperatorio:

$$VO_{2\text{máx postoperat.}} = (VO_{2\text{máx preoperat.}}) \cdot [1 - (b - n)/(42 - n)]$$

#### 4.7.2. Expresión de resultados

4.7.2.1. Variables continuas cuantitativas: Cuando se describe la muestra: como media  $\pm$  desviación standard. Cuando se hacen comparaciones entre dos medias o inferencia sobre la población: como media  $\pm$  error standard.

Siempre se intentó establecer que los parámetros tuviesen distribución suficientemente parecida a la normal para ser aceptables las asunciones en la que se basan muchos de los "test" aplicados. (Esto se hizo revisando los 5 datos inferiores y superiores del rango, comprobando en un diagrama de frecuencias el aspecto campaniforme y en un diagrama de probabilidad normal, la linealidad. Determinado el sesgo y la kurtosis y finalmente haciendo un test de normalidad de Shapiro-Wilks, en el que se rechazaría la hipótesis nula "La distribución es normal" si la probabilidad de la hipótesis alternativa "La distribución no es normal" fuese superior al 10% ( $p < 0,1$ ).

4.7.2.2. Variables cualitativas o categóricas: Se determinaron frecuencias absolutas o relativas expresadas como fracciones o como porcentajes <sup>84 85 86</sup>.

#### **4.7.3. Inferencia sobre las medias**

Se hizo con distintos test, según la naturaleza de las variables en cuestión:

**4.7.3.1. Variabes cuantitativas continuas en el rango de medición (Parámetros):** se hizo un "test" de la "T de Student" considerando -a no ser que se especifique- una cola, siempre que el F-test para comparación de varianzas no rechazase la hipótesis igualdad de las mismas, en cuyo caso se utilizaba una aproximación del "T-test" para varianzas desiguales. Según el caso se hizo para muestras independientes o apareadas.

Si se comparaban más de dos medias, para muestras no apareadas, se usó el análisis de varianza (ANOVA) de una vía. Para ampliar dicho análisis se usaron las técnicas de menor diferencia significativa de Fisher, el método de Tuckey o el de Scheffé, según las distintas circunstancias.

Para analizar la covarianza aplicó el método basado en la regresión múltiple,

**4.7.3.2. Variabes cuantitativas discontinuas,** se hizo un test de la suma de clasificaciones, para 2 muestras independientes (test de Mann-Whitney) o para múltiples muestras no apareadas (test de Kurskal-Wallis).

#### **4.7.4. La inferencia sobre proporciones**

**4.7.4.1. Dos proporciones:** la aproximación normal a la distribución binomial siempre que  $n \cdot p$  ( $n$ = tamaño de la muestra y  $p$ = probabilidad ó frecuencia relativa) y  $n \cdot (1-$

p) fuesen mayor de 5. Si no se cumplían los requisitos de tamaño de muestra el "test" de  $X^2$  con la corrección de Yates.

**4.7.4.2. Múltiples proporciones:** el "test" de  $X^2$ . Si el tamaño de la muestra multiplicado por alguna de las frecuencia relativas era menor de 5 se aplicó la corrección de Yates para discontinuidad.

#### **4.7.5. Correlación**

La asociación entre 2 variables se buscó usando el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ), muchas veces expresado como  $R^2$ , ya que este estadígrafo da una idea directa de la proporción de varianza que se reduce al usar la variable independiente para predecir la dependiente. La significación de las correlaciones se estableció mediante un F-test que comparaba la varianza con y sin la variable independiente correspondiente, en un modelo de regresión. El rango de las correlaciones se determinó usando la transformación de Fisher,  $1/2 \cdot \ln(1+r/1-r)$ , para comparar dos correlaciones. El intervalo es siempre el correspondiente a  $\alpha=0,05$  y 1 cola.

#### **4.7.6. Análisis de regresión**

Regresión lineal múltiple por pasos, si la variable dependiente era continua y se distribuía normalmente. Se consideraban excluibles del análisis aquellos puntos distantes ("outliers") cuya influencia, medida por la distan-

cia de Cooks<sup>(7)</sup>, superaba el valor crítico  $50\%/n$  (siendo  $n$  el tamaño de la muestra). Si entre dos variables independientes, la tolerancia  $(1-R^2)$  era menor de 0,7, el autor seleccionó aquella que consideró, en base a su experiencia, a los trabajos previos sobre el tema de otros autores y a los objetivos del estudio, mejor para el análisis.

#### **4.7.7. Análisis discriminativo**

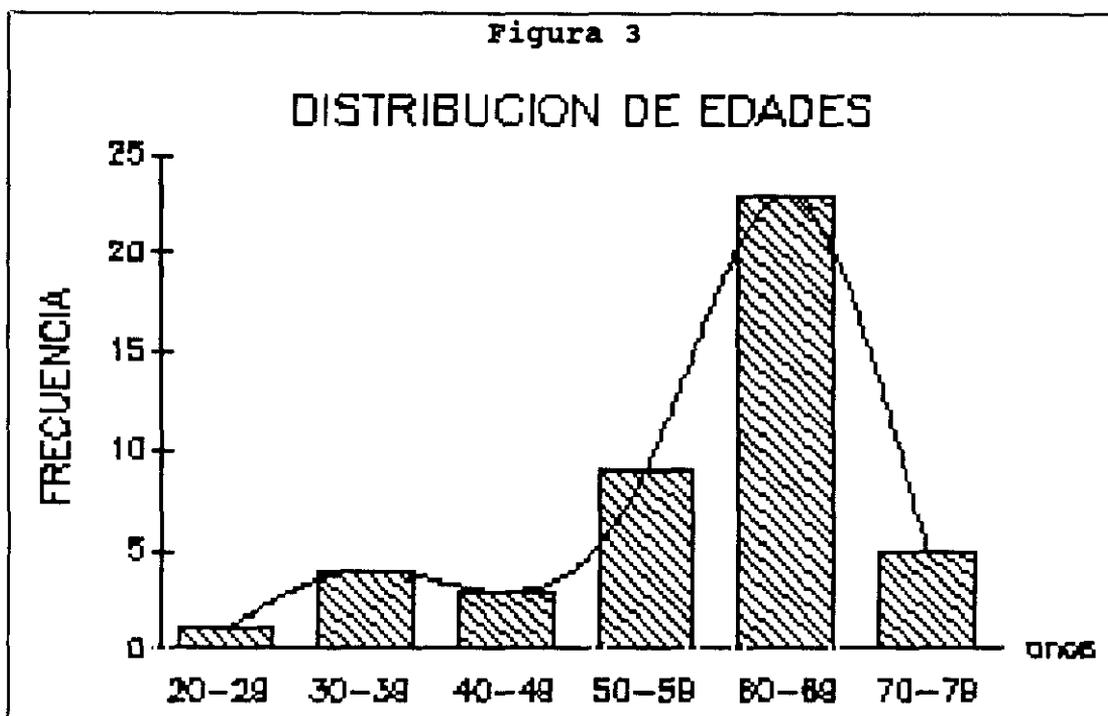
Cuando la variable dependiente era categórica, se usó el análisis discriminativo por pasos. Como quiera que una de las presunciones de dicho procedimiento es la normalidad de las variables independientes se comprobó este hecho con todas las variables implicadas. En los casos en que se incluyó en la función discriminativa una variable cualitativa, se hizo una aproximación mediante regresión múltiple al análisis discriminativo. Se usó como probabilidad previa para calcular el punto de corte y realizar las tablas de clasificación la relación entre el número de ocurrencias (de complicaciones totales o "predecibles") y el número de sujetos estudiados.

Los cálculos se hicieron en un ordenador personal Toshiba T-5200 usando un paquete estadístico comercial<sup>87</sup>

---

<sup>7</sup> La Distancia de Cook es la variación que se produce en los coeficientes de las variables independientes al tener en cuenta un determinado punto (pareja de valores).

#### 4.8 DESCRIPCION GENERAL DE TODOS LOS PACIENTES



4.8.1. **Número:** Se estudiaron cincuenta y ocho pacientes de los cuales nueve (19,4 %) resultaron tener lesiones irresecables no identificadas en el estadiaje previo. Dos (3,4%) se negaron a operarse a última hora y uno, que tenía una voluminosa masa que ocupaba hemitórax izquierdo que aún con tomografía computarizada, no se pudo distinguir si invadía o procedía de mediastino anterior, resultó ser un timoma invasivo epitelial gigante y no se practicó resección pulmonar. Por tanto quedaron 46 pacientes para el análisis de complicaciones. De ellos, solo treinta y dos hicieron la segunda ergometría pues tres de los pacientes fallecieron (6,6%) antes de los 60 días (núms.

49, 55 y 56); dos casos más (4,4%) no llegaron a los seis meses, falleciendo por causas aparentemente no relacionadas ni con complicaciones postoperatorias, ni con insuficiencia respiratoria crónica o cardiopatía (un caso metástasis cerebrales, número 22, otro caso carcinomatosis diseminada, con invasión vertebral, compresión medular y paraplegía, número 42); seis pacientes rehusaron hacerse el segundo "test" de esfuerzo, uno probablemente en mala situación funcional (núm. 14), pero los otros 5 aparentemente sin disnea y en buena situación (núms 11, 20, 24, 33 y 51); dos más, aunque lo hicieron, se juzgó incompleta la prueba por falta de colaboración. En un caso (número 53), y por aparición de extrasistolia frecuente que obligó a finalizar el estudio en otro (número 28). Por fin un paciente (número 52) se perdió por irse del país.

En el apéndice F se da una relación detallada de los parámetros medidos en los cuarenta y seis pacientes en los que se basa el análisis.

#### 4.8.2. Edad:

La edad de los pacientes era de 58,4 ± 11,10 años, con un rango entre 26 y 76 años. su distribución se

Tabla II

PARAMETRO	VALOR	
	ABSOLUTO	PORCENTAJE
FVC(l)	3,25 ± 0,80	89,2 ± 15,7
FEV1(l)	2,21 ± 0,63	77,5 ± 18,4
FEV1/FVC		67,7 ± 9,9
TLC(l)	5,68 ± 1,12	97,7 ± 14,1
RV/TLC(%)	41,5 ± 7,9	
DCO <sup>1</sup>	0,115 ± 0,035	85,7 ± 24,3
PO2(Torr)	72,6 ± 8,8	
EFEV <sub>1</sub> (l)	1,79 ± 0,59	63,3 ± 18,9

(1) en mmol seg<sup>-1</sup> KPa<sup>-1</sup>

aprecia en la Figura 3.

**4.8.3 Sexo:** cuarenta y un pacientes (89%) eran hombres y cinco mujeres (10,8%).

**4.8.4 Tabaquismo:** Todos salvo cuatro (todas mujeres) eran fumadores.

**4.8.5 Peso:** El peso medio del grupo era de  $64,4 \pm 10,1$  Kg; nueve pacientes fueron considerados como obesos (19,5%) según el criterio descrito en material y métodos (ocho hombres, núms 22, 28, 29, 39, 40, 44, 48 y 52 y una mujer, núm 53).

**4.8.6 Estatura:** La estatura del grupo era  $165 \text{ cm} \pm 6,3$  cm, siendo de  $155 \text{ cm} \pm 3,7$  cm para las mujeres y  $167 \text{ cm} \pm 5,6$  cm para los varones.

**4.8.7 Antecedentes respiratorios:** Veinte pacientes (43,5%) tenían antecedentes de enfermedades respiratorias. Ocho tenían lesiones residuales en la radiografía de tórax (pacientes 4, 7, 20, 26, 36, 38, 49 y 53) y dos episodios claros de asma (pacientes 9 y 14).

**4.8.8 Antecedentes circulatorios:** Entre los antecedentes circulatorios: cinco pacientes (10,9%), los números 19, 32, 34, 39 y 41, tenían historia de hipertensión, nin-

guno de ellos  
severa; cuatro  
de cardiopatía  
i s q u é m i c a  
(8,6%), números  
4, 13, 32 y 39,  
dos de ellos  
concomitante con  
hipertensión  
arterial (32 y  
39); tres suje-  
tos (6,5%) te-  
nían historia de

Tabla III		
<u>MALIGNOS</u>		
Carcinoma epidermoide	27	58,7%
Adenocarcinoma	8	17,4%
Ca. de células grandes	3	6,5%
Adenocarc. + Epidermoide	1	2,2%
Microcítico	1	2,2%
Carcinoide maligno	1	2,2%
-----		
Total:	41	89,1%
<u>BENIGNOS</u>		
Bronquiectasias	2	4,3%
Carcinoide	1	2,2%
Hamartoma	1	2,2%
Aspergiloma	1	2,2%
-----		
Total:	5	10,9%

insuficiencia vascular periférica (números 43, 48 y 55),  
finalmente, uno tenía un prolapso mitral (número 14).

**4.8.9 Diabetes mellitus:** Tres pacientes (6,5%) tenían hiperglucemia (4, 43 y 55), pero ninguno superaba los 230 mg/dl en los análisis preoperatorios y tampoco ninguno necesitaba insulina.

**4.8.10 Electrocardiograma:** Se identificaron trece trazados patológicos (28,3%), agrupados en seis trastornos de conducción (13%), pacientes 15, 18, 32, 33, 55 y 58; tres trastornos de la repolarización (6,5%), números 4, 15 y 49; tres trastornos del ritmo (6,5%), una bradicardia sinusal (32) y 2 extrasitolia auricular (19 y 40)

y, finalmente uno (número 13) con trazado de necrosis anteroseptal (2,2%).

**4.8.11**

**Función respiratoria basal:**  
 en la Tabla II vemos los valores medios de los parámetros funcionales basales más significativos. Todos

HISTOLOGIA	ESTADIO		
	I	II	III
Epidermoide	11	9	8
Adenocarcinoma	1	3	4
Indiferenc. de C.G.	1	-	2
Adenoc.+ Epider.	1	-	-
Microcítico	1	-	-
Carcinoide maligno	-	1	-
-----			
<b>Total:</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>14</b>
=====			
Nota: por simplicidad de la tabla se ha incluido un carcinoma epidermoide estadio 0 (T <sub>is</sub> N <sub>0</sub> M <sub>0</sub> ), en el estadio I.			

tenían una distribución normal alrededor de la media comprobada según se describe en el párrafo 4.7.2.1.

**4.8.12**

**Diagnóstico y estadiaje:**

como vemos en la Tabla III, la mayoría de los pacientes fueron intervenido a causa de neoformaciones bronquiales y, entre éstas, predominaba claramente el carcinoma epidermoide. Cabe mencionar que también se resecaron un carcinoide maligno y un carcinoma microcítico. En cuanto a los procesos benignos, en tres casos la cirugía estuvo relacionada con secuelas posttuberculosas y en otros dos casos se debió a tumores benignos. Con respecto al estadio de los procesos tumorales, como vemos en la Tabla IV, la mayoría eran estadios I y II, incluyendo el carcinoma microcítico (estadio I) y el carcinoide maligno (estadio I).

**4.8.13 Resecciones practicadas:** Se practicaron doce neumonectomías (26,1%), la mitad derechas y la mitad izquierdas. Treinta y una resecciones fueron de lóbulos: 13 lobectomías superiores derechas (28,3%) ; 7 de lóbulo superior izquierdo (15,2%); 7 de lóbulo inferior izquierdo (15,2%); 3 de lóbulo inferior o inferior y medio derecho (6,5%) ; 1 lóbulo medio (2,2%). Tres (6,5%) fueron resecciones segmentarias de 4 segmentos, 2 en lóbulo superior izquierdo y una en lóbulo inferior izquierdo.

#### **4.9 DESCRIPCION DE LOS PACIENTES CON FEV<sub>1</sub> INFERIOR AL 80% O INDICE DE TIFFENAU MENOR DEL 85%**

**4.9.1 Número:** De los cuarenta y seis pacientes anteriores, seleccionamos aquellos que su FEV<sub>1</sub> era inferior al 80% del valor teórico o su índice de Tiffenau era menor del 85% de lo previsto, resultando los 27 pacientes cuyas características se describen detalladamente en el apéndice G.

**4.9.2 Edad:** La edad de los pacientes era de  $57,2 \pm 8,2$  años, con un rango entre 38 y 76 años.

**4.9.3 Sexo:** veinticinco (92,6%) pacientes eran hombres y dos mujeres (7,4%).

**4.9.4 tabaquismo:** Todos salvo las dos mujeres eran fumadores.

**4.9.5 peso:** El peso medio del grupo era de  $66,0 \pm 9,4$  Kg; cinco (18,5%) pacientes fueron considerados como obesos según el criterio descrito en material y métodos (cuatro hombres, núms. 22, 29, 44 y 48 y una mujer, núm. 53).

**4.9.6 Estatura:** La estatura del grupo era  $166 \text{ cm} \pm 6,3$  cm, siendo de  $157,5 \text{ cm} \pm 0,5$  cm para las mujeres y  $167 \text{ cm} \pm 05,8$  cm para los varones.

**4.9.7 Antecedentes respiratorios:** Quince pacientes (55,5%) tenían antecedentes de enfermedades respiratorias. Cinco tenían lesiones residuales en la radiografía de tórax (pacientes 7, 20, 36, 38 y 53) y dos episodios claros de asma (pacientes 9 y 14).

**4.9.8 Antecedentes circulatorios:** Entre los antecedentes circulatorios, dos pacientes (7,4%), los números - 32 y 41, tenían historia de hipertensión, ninguno de ellos severa; dos sujetos (7,4%) tenían historia de insuficiencia vascular periférica (números 48 y 55); uno tenía un prolapso mitral (número 14); finalmente ninguno los tenía de cardiopatía isquémica;

**4.9.9 Diabetes mellitus:** Un paciente (3,7%) tenían hiperglucemia (55), pero no superaba los 150 mg/dl en los análisis preoperatorios y tampoco necesitaba insulina.

**4.9.10 Electrocardiograma:** Se identificaron seis trazados patológicos (22,2%), agrupados en cuatro trastornos de conducción (14,8%), pacientes 15, 33, 55 y 58. Un trastorno de la repolarización (3,7%), número 15, y un trastornos del ritmo (3,4%), el número 32 con bradicardia sinusal.

**4.9.11 Función respiratoria basal:**  
en la Tabla V vemos los valores medios de los parámetros funcionales basales más significati-

PARAMETRO	VALOR	
	ABSOLUTO	PORCENTAJE
FVC(1)	3,01 ± 0,77	82,3 ± 15,6
FEV <sub>1</sub> (1)	1,86 ± 0,46	65,4 ± 12,8
TIF		62,9 ± 9,4
TLC(1)	5,46 ± 1,23	93,3 ± 15,1
RV/TLC		44,1 ± 8,0
D <sub>CO</sub> (1)	0,105 ± 0,034	76,8 ± 23,1
PO <sub>2</sub> (2)	69,1 ± 8,7	
EFEV <sub>1</sub> (1)	1,45 ± 0,43	50,8 ± 14,0

(1) en mmol seg<sup>-1</sup> KPa<sup>-1</sup>. (2) En Torr.

vos. Todos tenían una distribución normal alrededor de la media comprobada según se describe en el y párrafo 4.7.2.1.

**4.9.12 Diagnóstico y estadiaje:** En este subgrupo se encontraban tres casos de patologías benignas (11,1%): un aspergiloma, un carcinoide y unas bronquiectasias. El

resto eran carcinomas bronquiales, de los cuales dieciocho eran epidermoides (66,6%), cuatro eran adenocarcinomas (14,8%) y dos indiferenciados de células grandes (7,4%). Por estadios postquirúrgicos, un enfermo presentaba un estadio 0 (3,7%), siete pacientes tenían lesiones encuadrables en el estadio I (25,9%), nueve estaban en estadio II (33,3%) y finalmente se encontraron siete en estadio IIIa (25,9%). La distribución tanto de patologías benignas como de estirpes malignas y por estadios es muy similar en porcentajes a la descrita para el grupo completo.

**4.9.13 Resecciones practicadas:** Una resección segmentaria del 1-2 izquierdo (3,7%), diez neumonectomías (37%), cinco derechas y cinco izquierdas y dieciséis resecciones lobares (59,2%): Tres del lóbulo superior izquierdo (11,1%); cinco del lóbulo inferior izquierdo (18,5%); cuatro del lóbulo superior derecho (14,8%); una del lóbulo medio (3,7%) y tres del lóbulo inferior o inferior y medio derecho (11,1%).

**5**

## **RESULTADOS**

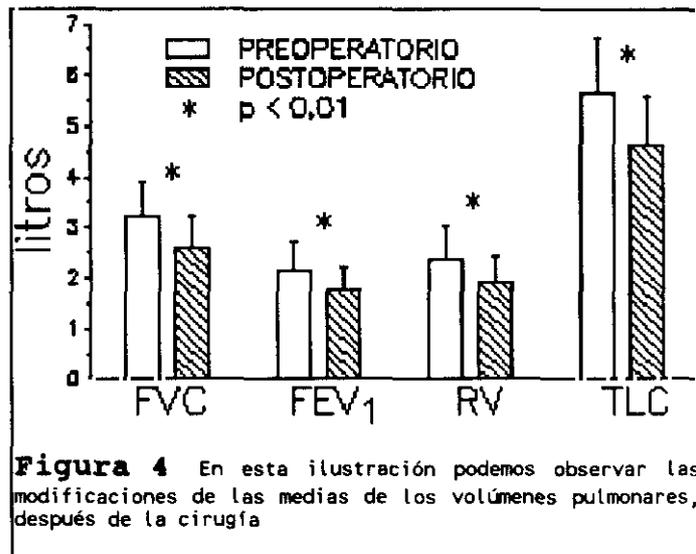
## **5.1 COMPLICACIONES DE LA PRUEBA DE ESFUERZO Y TECNICAS ASOCIADAS.**

No se observaron complicaciones importantes durante o en las 24 horas posteriores a las 104 pruebas de esfuerzo realizadas. Un paciente tuvo positividad electrocardiográfica sugestiva de cardiopatía isquémica en la prueba postoperatoria. Otro pacientes tuvo extrasístoles sin cumplir los criterios de fin de la prueba mencionados en material y métodos. Como pegas menores mencionaremos 3 hematomas, considerados excesivos por el técnico acostumbrado a realizar sondajes y punciones radiales, pero que en ningún caso exigieron ninguna medida mayor que la compresión local. Dos pacientes notaron dolor en las pantorrillas, descritos como calambres, aunque tenían pulsos pedios.

## **5.2 MODIFICACIONES FUNCIONALES TRAS LA RESECCION**

Como hemos comentado más arriba, treinta y dos pacientes del grupo realizaron la prueba postoperatoria. Al intentar determinar qué factores podían influir en la reducción funcional se encontró que las únicas variables con una interacción significativa en todos los parámetros,

eran el sexo y el porcentaje resecado:  $[100 \cdot (n-b)/(42-b)]$  (siendo "n" el número de subsegmentos a reseca y "b" el de obstruidos como se definieron en material y métodos). No se encontró influen-



cia notable de la talla, del peso o de la edad. Tampoco se encontró un efecto significativo en la evolución funcional por la presencia o no de complicaciones pleurales. Como el número de mujeres era pequeño, decidimos analizar la pérdida funcional postquirúrgica ajustando las medias para el sexo. Se clasificó a los pacientes en cuatro grupos, a saber:

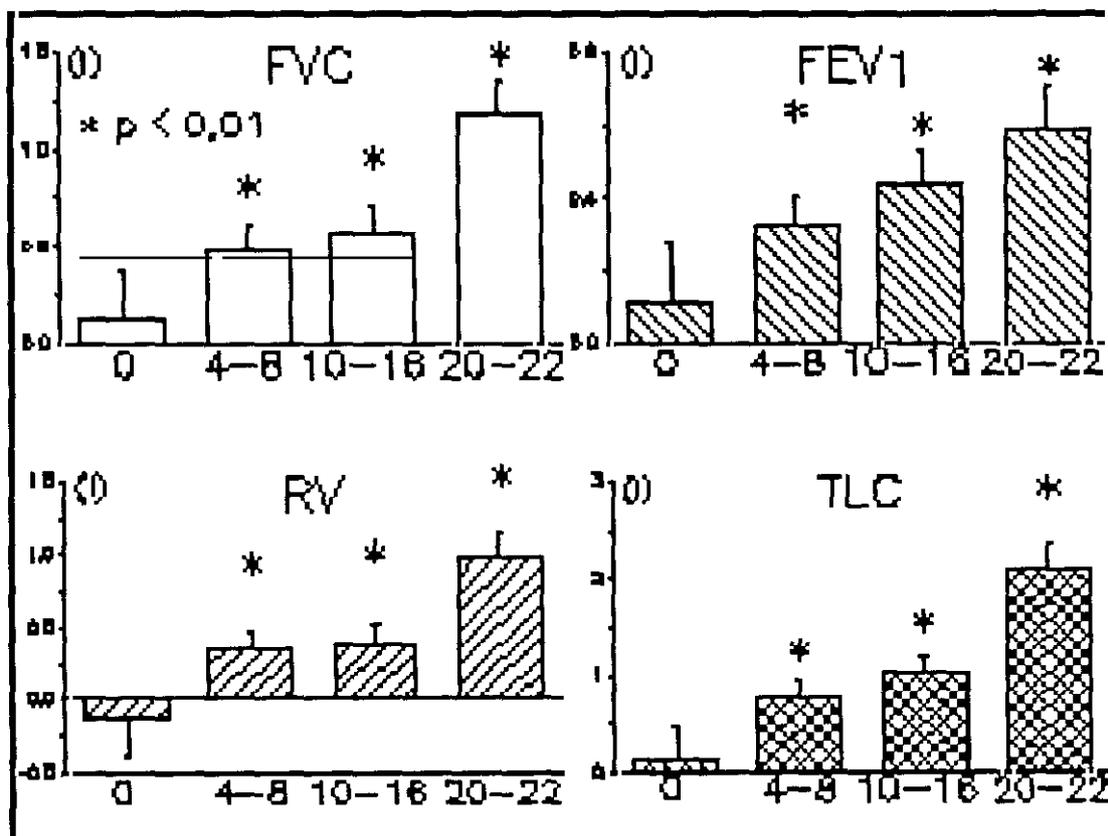
**Grupo I :** 0% resecado, consta de 3 pacientes.

**Grupo II:** entre 5% y 15% de resección, es decir, aproximadamente entre 4 y 8 subsegmentos. En general incluye exéresis atípicas y lobectomías superiores derechas. Consta de 12 pacientes.

**Grupo III:** entre 15% y 40% resecado, más o menos 10 a 16 subsegmentos. Viene a contener aquellos pacientes a los que se les extirpó cualquiera de los lóbulos izquierdos o el lóbulo inferior derecho con o sin el medio. Consta de 11 pacientes.

**Grupo IV:** más del 40% eliminado, de 20 a 22 subsegmentos. Se incluye aquí a los pacientes neumonectomizados. Consta de 6 pacientes.

Hay que tener presente, que cuando "b" era mayor de 0, resecciones que si el pulmón estuviese totalmente ventilado entrarían dentro de un grupo, pueden pasar a otro inferior. El ejemplo mas claro son los 3 pacientes del grupo I, en los que  $b = n$ .



**Figura 5:** En este gráfico observamos la magnitud de la diferencia de función pre y post-operatoria de FVC, FEV<sub>1</sub>, RV y TLC según la cantidad de tejido extirpado.

### 5.2.1 Capacidad vital forzada

Podemos ver en la Figura 4 que la disminución media de la FVC es de  $0,585 \text{ l} \pm 0,105 \text{ l}$ . El coeficiente de variación es del 17,9%.

Por grupos (Figura 5):

Grupo I :  $0,123 \text{ l} \pm 0,260 \text{ l}$ .

Grupo II :  $0,478 \text{ l} \pm 0,130 \text{ l}$ .

Grupo III:  $0,572 \text{ l} \pm 0,136 \text{ l}$ .

Grupo IV :  $1,176 \text{ l} \pm 0,184 \text{ l}$ .

La diferencia es significativa en los grupos II, III y IV, pero, como parece obvio en la Figura 5 , no lo fue en el I.

Confrontando los diferentes grupos entre si, encontramos que la reducción fue significativamente diferente entre el grupo IV y los demás y entre el I y los otros. Los grupo II y III no son diferentes entre si.

### 5.2.2 Volumen espiratorio forzado en el primer segundo

Se produjo una disminución media de  $0,394 \pm 0,055$  (Figura 4), con un coeficiente de variabilidad del 13,8%. Si consideramos la disminución en función del número de subsegmentos:

Grupo I :  $0,116 \text{ l} \pm 0,166 \text{ l}$ .

Grupo II :  $0,322 \text{ l} \pm 0,083 \text{ l}$ .

Grupo III:  $0,442 \text{ l} \pm 0,087 \text{ l}$ .

Grupo IV :  $0,590 \text{ l} \pm 0,117 \text{ l}$ .

Como vimos que ocurría con la capacidad vital, nuevamente la diferencia de las medias pre y postoperatorias es

significativa ( $p < 0,01$ ) en todos los grupos menos en el primero. También son distintos ( $p < 0,05$ ): El grupo I del III y del IV; el grupo IV del I y del II, pero la diferencia entre II y III no es estadísticamente significativa.

### 5.2.3 Volumen residual

La disminución media del volumen residual (Figura 4 y Figura 5) fue de  $0,450 \text{ l} \pm 0,091 \text{ l}$  (coeficiente de variabilidad del 20,2%). Por grupos:

Grupo I :  $-0,013 \text{ l} \pm 0,257 \text{ l}$ .

Grupo II :  $0,390 \text{ l} \pm 0,128 \text{ l}$ .

Grupo III:  $0,354 \text{ l} \pm 0,134 \text{ l}$ .

Grupo IV :  $0,978 \text{ l} \pm 0,181 \text{ l}$ .

La reducción es significativa en los tres últimos. Si analizamos las diferencias entre grupos distintos, no son matemáticamente significativas las del I, el II y el III entre si; todos son claramente distintos del grupo IV.

### 5.2.4 Capacidad pulmonar total

La disminución media de la capacidad pulmonar total (Figura 4 y Figura 5) fue de  $1,041 \text{ l} \pm 0,149 \text{ l}$  (coeficiente de variabilidad del 14,3%). Por grupos:

Grupo I :  $0,113 \text{ l} \pm 0,366 \text{ l}$ .

Grupo II :  $0,764 \text{ l} \pm 0,183 \text{ l}$ .

Grupo III:  $1,011 \text{ l} \pm 0,191 \text{ l}$ .

Grupo IV :  $2,105 \text{ l} \pm 0,259 \text{ l}$ .

Como viene ocurriendo son significativas las reducciones de volumen en los tres últimos grupos. Comparados entre ellos son distintos, independientemente, los grupos I y IV de los otros tres y no lo son el II del III.

#### **5.2.5 Transferencia de monóxido de carbono.**

La disminución media de la transferencia de monóxido de carbono (Figura 6 ) fue de  $0,022 \pm 0,0029$  mMol/s/KPa (coeficiente de variabilidad del 13,1%). Por grupos (Figura 7):

Grupo I :  $0,016 \pm 0,0016$  mMol/s/KPa.

Grupo II :  $0,014 \pm 0,0080$  mMol/s/KPa.

Grupo III:  $0,018 \pm 0,0084$  mMol/s/KPa.

Grupo IV :  $0,048 \pm 0,0113$  mMol/s/KPa.

Con este parámetro funcional vemos que las reducciones no son significativas en ninguno de los 3 primeros que además no son diferentes entre sí. Sin embargo con el grupo IV ocurre lo opuesto.

#### **5.2.6 Captación máxima de oxígeno**

La disminución media de la captación máxima de oxígeno (Figura 6 y Figura 7) fue de  $0,265$  l/min  $\pm 0,040$  l/min (coeficiente de variabilidad del 14,3%). Por grupos:

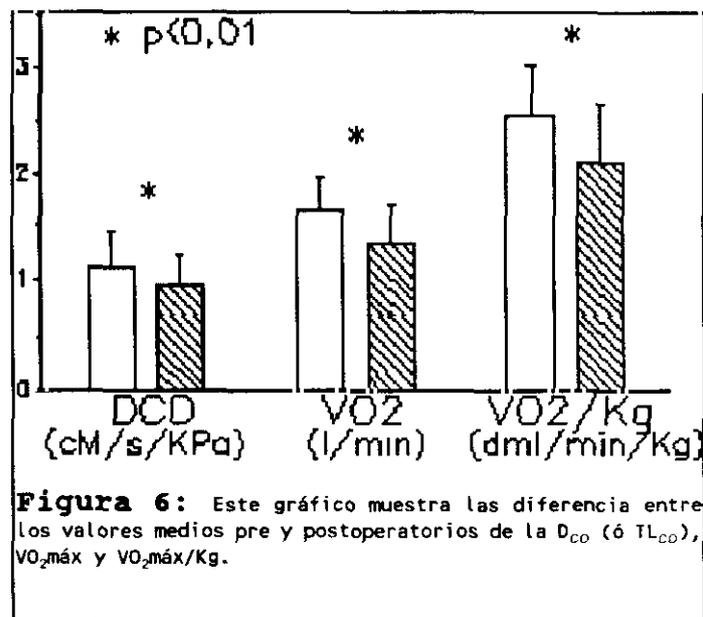
Grupo I :  $0,220$  l/min  $\pm 0,111$  l/min.

Grupo II :  $0,138$  l/min  $\pm 0,055$  l/min.

Grupo III:  $0,307$  l/min  $\pm 0,058$  l/min.

Grupo IV :  $0,467$  l/min  $\pm 0,078$  l/min.

Son significativas la reducciones de los grupos II, III y IV. En el grupo I, dado que consta de pocos sujetos, la media se ve muy influida por uno de los pacientes cuya disminución fue de 0,41 l/min. Ex-



cluyendo dicho "outlier"<sup>(8)</sup> la  $VO_{2\text{máx}}$  media del grupo I sería  $0,101 \text{ l/min} \pm 0,072 \text{ l/min}$ , pero su eliminación no modifica los resultados del análisis estadístico por lo que se emplean los valores referidos. Intergrupos, el IV es estadísticamente distinto de los otros tres y el III es diferente del II. I y II no son distintos (la probabilidad de que la diferencia media en grupo I, sea igual a la del grupo III es de 0,119, bastante cercana a 0,05<sup>(9)</sup>). A pesar de que la muestra no tenga un número suficiente de pacientes para que la potencia de los "test" estadísticos permita discriminar entre los 3 primeros grupos, parece observarse una clara tendencia a que la reducción del

<sup>8</sup> "outlier" es la palabra inglesa para describir un punto (definido por un valor de X y otro de Y) que se sitúa sensiblemente al margen del comportamiento general del resto de los puntos y, si, su influencia sobre los resultados del análisis estadístico es importante es recomendable su eliminación. Su traducción sería "punto remoto". El autor ha decidido usar el término Inglés, por haberlo encontrado así en textos en Español y no considerarse autoridad suficiente para establecer criterio lingüístico sobre el tema.

<sup>9</sup> En el análisis de varianza, cuando se estudia las comparaciones entre pares de grupos, algunos autores consideran razonable aceptar la hipótesis nula, en este caso: "las medias de los grupos II y III son iguales" si la probabilidad es inferior a 10% (0,1), dada la relativamente poca potencia de los métodos matemáticos empleados.

consumo de oxígeno sea mayor cuanto más parénquima se reseque.

### 5.2.7 Captación máxima de oxígeno por kilogramo

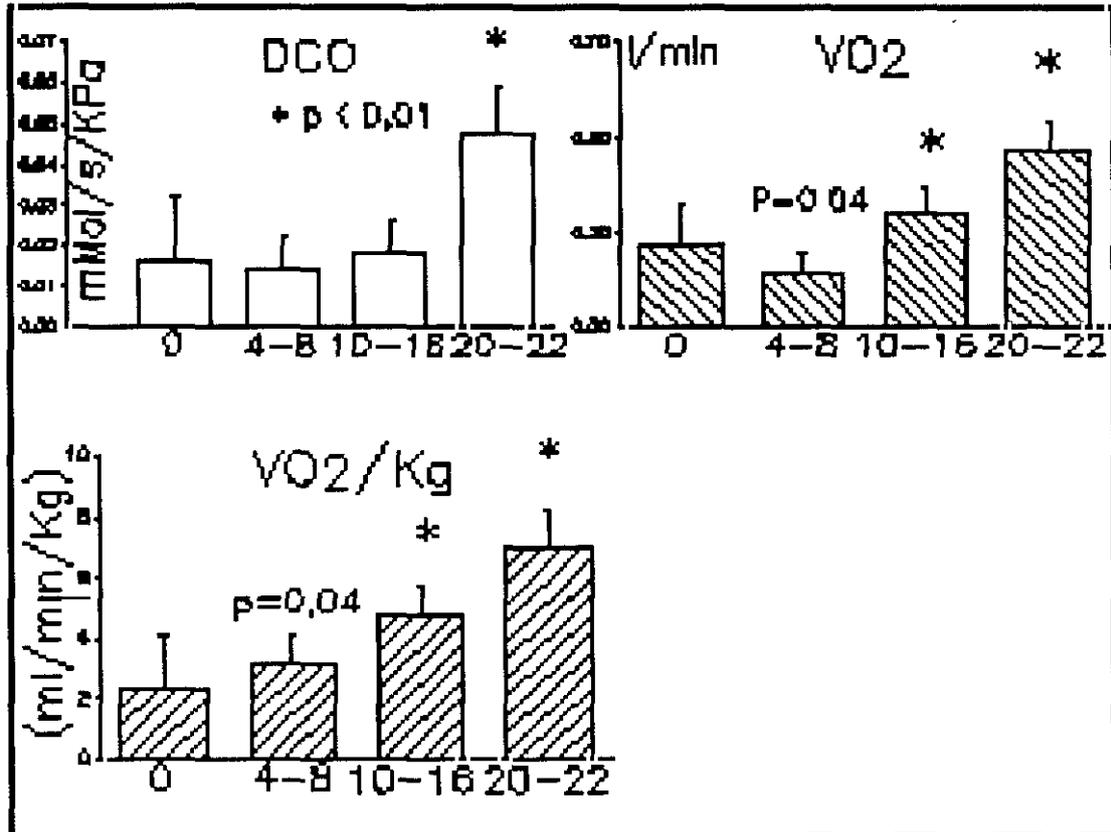


Figura 7: En este gráfico apreciamos la diferencia pre y postoperatoria de la  $D_{CO}$  ( $TL_{CO}$ ),  $VO_{2,máx}$  y  $VO_{2,máx}/Kg$ , en función de la magnitud de la resección.

La disminución media de la captación máxima de oxígeno (Figura 6 e Figura 7) fue de  $4,1 \text{ ml/min/kg} \pm 0,626 \text{ ml/min/kg}$  (coeficiente de variabilidad del 20%). Por grupos:

Grupo I :  $3,15 \text{ ml/min/kg} \pm 1,834 \text{ ml/min/Kg}$ .

Grupo II :  $2,30 \text{ ml/min/kg} \pm 0,916 \text{ ml/min/Kg}$ .

Grupo III:  $4,76 \text{ ml/min/kg} \pm 0,975 \text{ ml/min/Kg}$ .

Grupo IV :  $6,95 \text{ ml/min/kg} \pm 1,297 \text{ ml/min/Kg}$ .

Con el grupo I tenemos el mismo problema que ocurría al considerar el  $VO_2$ máx, sin embargo tampoco el "outlier" modifica aquí el análisis estadístico. Nuevamente la probabilidad de que la diferencia pre-post se aleatoria en los grupos III y IV es menor de 0,01 y en el II es de 0,044. Contrastando entre grupos, al expresar el  $VO_2$ máx estandarizado para el peso encontramos estadísticamente diferentes III de IV ( $p=0,012$ ) y II de III ( $p=0,054$ ). I no es distinto de II ni de III.

#### **5.2.8 Resumen**

En síntesis, podemos decir, que el análisis de la media de las diferencias nos muestra claramente una reducción de los volúmenes y capacidades pulmonares proporcional al número de subsegmentos resecados.

En cuanto a la capacidad de transferencia de monóxido de carbono y la captación máxima de oxígeno los datos obtenidos parecen indicar lo mismo, aunque en los casos de exéresis de poca cuantía, hay una variabilidad de comportamiento notable.

El error standard de los grupos es similar para los parámetros considerados indicando que la clasificación empleada define grupos de homogeneidad parecida. La excepción es grupo I, que por la presencia de un "outlier" y su reducido tamaño tiene mayor varabilidad.

Aplicando el procedimiento indicado en material y métodos, se hicieron estimaciones de los siguientes parámetros de función: capacidad vital forzada, volumen espiratorio máximo en el primer segundo, volumen residual, capacidad pulmonar total, difusión de monóxido de carbono, captación máxima de oxígeno y captación máxima de oxígeno por kilogramo de peso. En todos los casos se analizó el papel que tendrían como covariables<sup>(10)</sup> la edad, peso, talla, sexo, presencia o no de complicaciones en general o pleurales en particular y no sólo ninguna interactuaba con o confundía significativamente la relación entre las estimaciones y las mediciones, sino que tampoco aumentaban la precisión<sup>(11)</sup>. Por ello el análisis realizado a continuación no tiene en cuenta, es decir no está ajustado para, las covariables mencionadas.

El autor ha elegido usar como variable independiente las estimaciones y como variable dependiente las medidas a los 6 meses de la intervención. El uso de una u otra en lo distintos papeles, modifica los coeficientes de la

---

<sup>10</sup> En este texto se usa el término covariable en el sentido estadístico, a saber, aquellas variables que pueden afectar las relaciones, pero no presentan interés intrínseco para el estudio.

<sup>11</sup> En el vocabulario del análisis estadístico de regresión se define confusión si existe una diferencia significativa en la interpretación de una relación de interés cuando una variable ajena a la usada como predictor es ignorada o incluida en el análisis. Cuando dicha variable ajena se tiene en cuenta se dice que hacemos una estimación ajustada de la asociación.

Interacción es una circunstancia en la cual la relación de interés es diferente a distintos valores de la variable ajena.

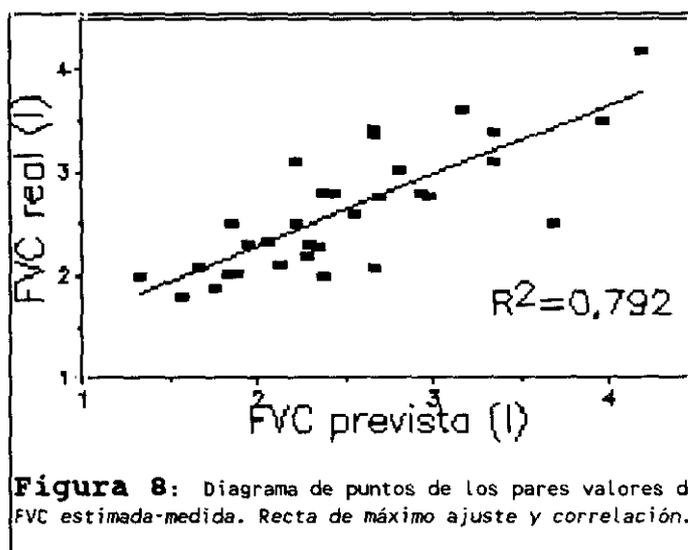
Precisión se define como una disminución de la variabilidad del valor estimado de la relación. En términos matemáticos es la reducción del intervalo de confianza para el coeficiente del predictor o para la estimación de la variable dependiente.

Predictor: Es la variable independiente, generalmente escrita X, usada para estimar la variable dependiente, generalmente identificada como Y.

función matemática pero no las correlaciones. Dado que la regresión que mejor ajusta es en todos los casos de primer orden, esencialmente es lo mismo la elección que se haga. Los coeficientes ( $\beta_1$ ) de las variables independientes (funciones estimadas), también conocidos como pendientes, y el punto de intersección con el eje de las ordenadas ( $\beta_0$ ) o alturas, pueden verse en la Tabla VI.

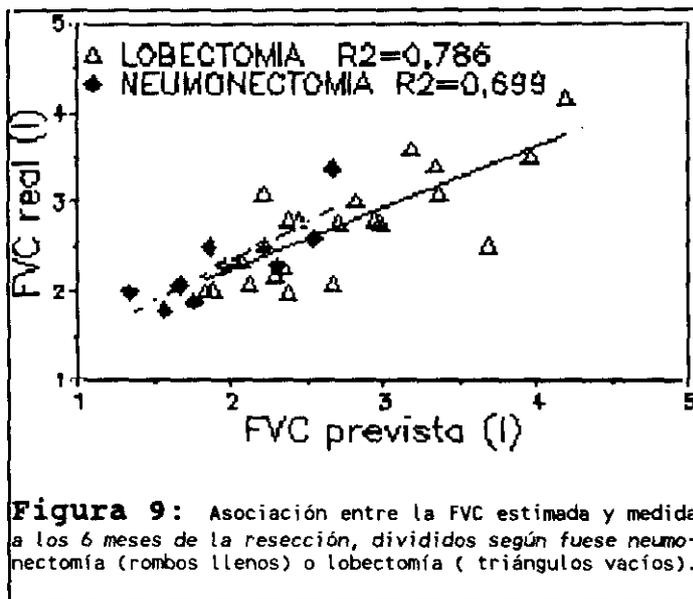
### 5.3.1 Capacidad vital forzada.

En la Figura 8 podemos ver gráficamente como la distribución de los puntos sugiere claramente una relación lineal positiva entre las dos variables. La correlación es excelente,



con una  $R^2$  de 0,792 ( $r = 0,890$ , intervalo de confianza 0,937 - 0,811). Sólo un punto, el correspondiente al paciente 16 del apéndice E (FVC estimada 3,69 l y medida 2,52 l) se consideró como "outlier", pero su influencia sobre el análisis no era significativa y tampoco encontramos ninguna fuente de error de recogida de datos que hiciese recomendable su eliminación.

Si examinamos por separado la asociación de la FVC estimada y medida en función de que la resección haya sido



una neumonectomía o una lobectomía, los resultados son los de la Figura 9 y la Tabla VI. Vemos que la correlación es mejor para lobectomía,  $R^2=0,786$  ( $r=0,887$ , intervalo de confianza  $0,935 -$

$0,805$ ) que para neumonectomía,  $R^2= 0,699$  ( $r=0,836$ , intervalo de confianza  $0,889 - 0,675$ ), aunque no son significativas ni las diferencias entre sí, ni con la de todo el grupo junto. Tampoco hay desigualdades significativas entre las pendientes y las alturas de las rectas del grupo y de ambas subdivisiones mencionadas, es decir las dos líneas son estadísticamente coincidentes. El hecho de que sus  $R^2$  respectivas sean menores, se debe a exclusivamente al tamaño menor de la muestra y por tanto podemos considerar igualmente definidos ambos subgrupos por la relación del total, localizándose los neumonectomizados en el rango de valores más bajos.

En resumen, por el procedimiento descrito encontramos una excelente predicción de la FVC postoperatoria, sin observarse diferentes relaciones en neumonectomizados que en los lobectomizados.

### 5.3.2 Volumen espiratorio máximo en el primer segundo.

Como vemos en la Figura 10, el diagrama de puntos insinúa de nuevo vigorosamente, una relación positiva de primer orden entre las dos variables.

La correlación es  $R^2$  de 0,821 ( $r=0,906$ ,

intervalo de confianza 0,946 - 0,840), todavía mejor que la ya excelente, obtenida para la FVC. No se encontraron "outliers".

Si analizamos por separado la asociación del  $FEV_1$  estimado y medido tras la cirugía en neumonectomizados y lobectomizados, los resultados son los de la Figura 11.

La correlación de los primeros es  $R^2= 0,501$  ( $r=0,708$ , intervalo de confianza 0,826 - 0,531) y de los segundos  $R^2 = 0,871$  ( $r=0,933$ , intervalo de confianza 0,963 - 0,881). La diferencia de correlaciones es significativa ( $p= 0,045$ ) entre los lobectomizados y neumonectomizados, pero no así los coeficientes de la regresión (Tabla VI), tanto entre sí, como con los de todo el grupo. Otra vez, por tanto, las rectas son coincidentes y ambos subgrupos están definidos por la ecuación del conjunto. La variabilidad media del  $FEV_1$  estimado en función del medido postopera-

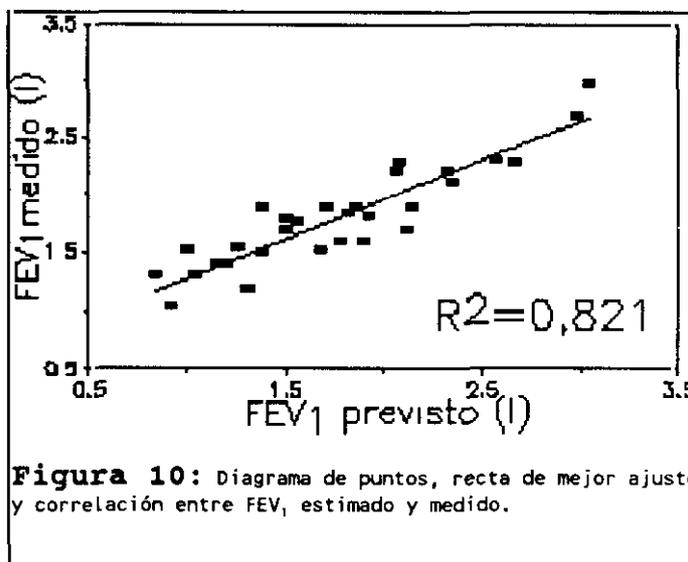
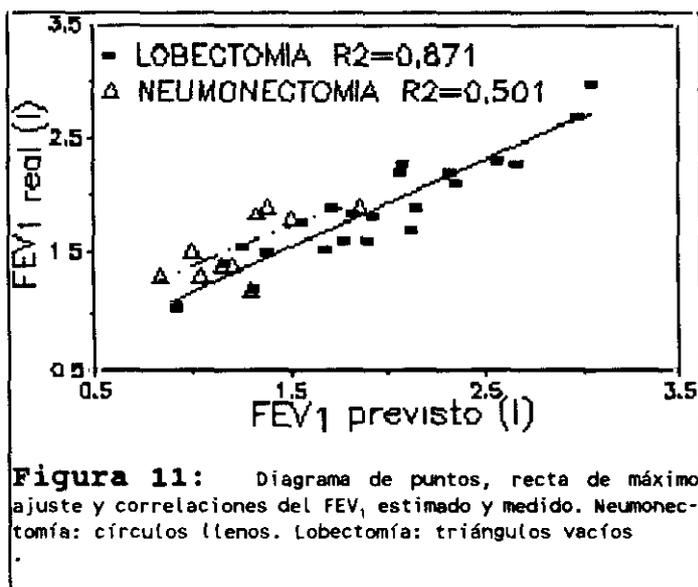


Figura 10: Diagrama de puntos, recta de mejor ajuste y correlación entre  $FEV_1$  estimado y medido.



torio es de un 17,2% (12,9% lobectomías y 18,9% neumonectomías). El intervalo de confianza de la ecuación general y de las correspondientes a lobectomía y neumonectomía es, respec-

tivamente, de:  $\pm 0,208$  l,  $\pm 0,200$  l y  $\pm 0,195$  l para 0,8 l de FEV<sub>1</sub> previsto y de  $\pm 0,180$  l,  $\pm 0,175$  l y  $\pm 0,165$  l para 1l de FEV<sub>1</sub> previsto. Sin embargo, en todos los casos en que la estimación del FEV<sub>1</sub> era inferior a 1,1 l, el valor real postoperatorio estaba por encima del previsto, dando un margen de seguridad.

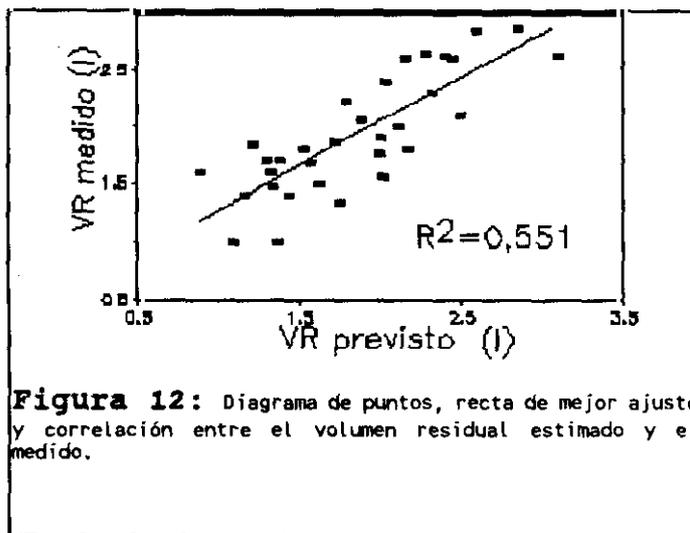
En síntesis, encontramos una excelente predicción del FEV<sub>1</sub> postoperatorio. La predicción en los lobectomizados se ajusta significativamente mejor que en los neumonectomizados, aunque ambos pueden ser definidos por la misma ecuación lineal.

### 5.3.3 Volumen residual y Capacidad pulmonar total.

Como se describe en la Figura 12 y Figura 13, la disposición de los puntos indica, como en anteriores ejemplos, relaciones positivas de primer grado.

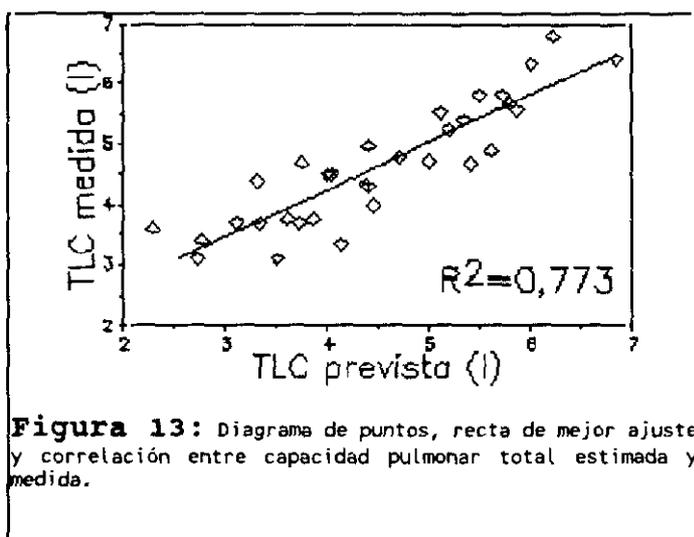
Las correlaciones, entre las estimaciones y las mediciones de los dos parámetros, son muy buenas. Para el

volumen residual  $R^2$  es de 0,551 ( $r=0,743$ , límite de confianza 0,847 - 0,582) y para la capacidad pulmonar total  $R^2$  es de 0,773 ( $r=0,879$ , límite de confianza 0,931 -



**Figura 12:** Diagrama de puntos, recta de mejor ajuste y correlación entre el volumen residual estimado y el medido.

0,793). Como ocurre para los dos parámetros anteriores, para el volumen residual no hay diferencias significativas entre el conjunto y los subgrupos ni en la pendiente ni en la altura ni en la correlación (Tabla VI).



**Figura 13:** Diagrama de puntos, recta de mejor ajuste y correlación entre capacidad pulmonar total estimada y medida.

Aunque la diferencia no es significativa ( $0,05 < p < 0,1$ ) entre la altura de las rectas de capacidad pulmonar total en los neumonectomizados y lobectomizados hay una ten-

dencia al paralelismo, es decir para igualdad de volumen estimado los valores reales tienden a ser algo más altos en los lobectomizados, o a la inversa, a igualdad de capacidades pulmonares totales reales las estimaciones tienden a ser sistemáticamente algo más baja en los lobectomizados.

En suma, el procedimiento empleado para predecir la función postoperatoria es notablemente preciso comparado con las mediciones realizadas a los 6 meses, en consecuencia con lo descrito antes, donde veíamos que la pérdida funcional era proporcional a la cantidad de tejido reseca-

#### 5.3.4 Capacidad de transferencia de monóxido de carbono.

Si aplicamos la fórmula mencionada en material y métodos encontramos nuevamente un ajuste bueno, aunque algo inferior, para la recta de capacidad de transferencia de monóxido de carbono.

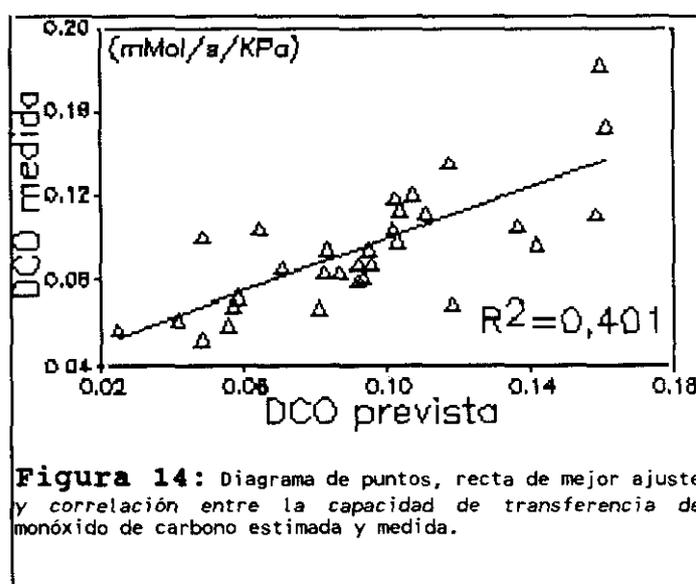
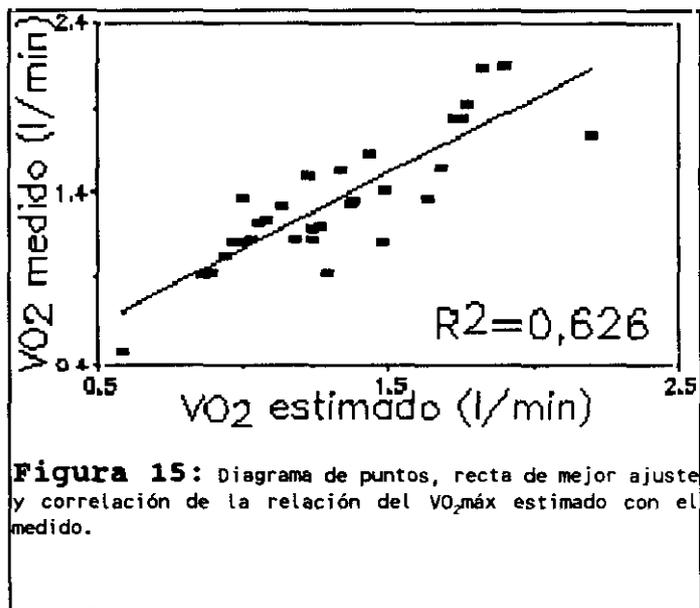


Figura 14: Diagrama de puntos, recta de mejor ajuste y correlación entre la capacidad de transferencia de monóxido de carbono estimada y medida.

$R^2$  es en este caso de 0,401 ( $r=634$ , límite de confianza 0,778 - 0,427). Como podemos sospechar viendo la Figura 14, en el análisis de regresión del "test" de difusión se encuentra un "outlier", el paciente No. 28 del apéndice E cuyo valor previsto es 0,152 mMol/s/KPa y el medido 0,182 mMol/s/KPa, cifras que son respectivamente el 108% y el 130% de sus valores teóricos. Aparentemente no hay errores en la determinación de la  $D_{CO}$  en este sujeto y no influía significativamente en el análisis, por lo tanto

tampoco en este caso se eliminó de la regresión. En la Tabla VI podemos apreciar que no existen diferencias de la pendiente ni del punto de intersección entre los dos subgrupos y el



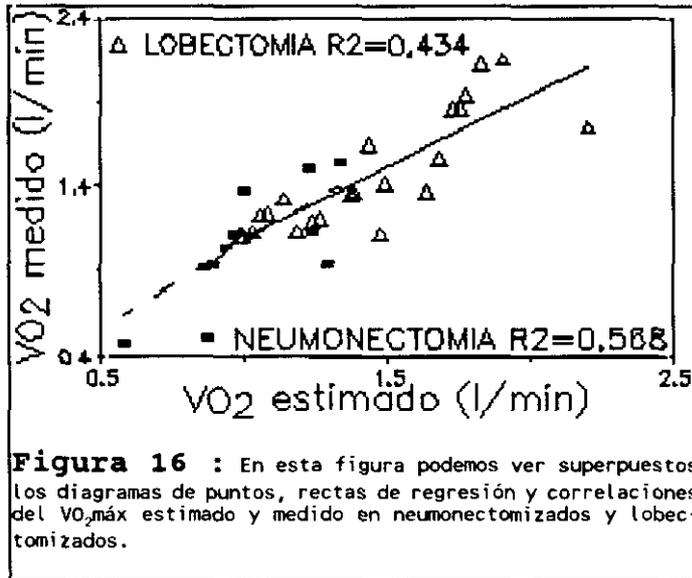
conjunto total. Sin embargo el ajuste es peor, aunque no significativamente en el caso de los neumonectomizados. Aquí, como ocurría en general con los volúmenes, las dos rectas que definen la relación entre la  $D_{CO}$  estimada y la medida a los seis meses en las dos subdivisiones son coincidentes, representado, en general los neumonectomizados los valores más pequeños de la población.

En resumen, también obteneumos una buena capacidad de predicción para la capacidad de transferencia del monóxido de carbono, aunque el ajuste de la recta es algo peor que en los parámetros de volumen.

### 5.3.5 Captación máxima de oxígeno

Vemos en la Figura 15 como también se obtiene una buena correlación entre la captación máxima de oxígeno estimada y la real medida.  $R^2$  es de 0,626 ( $r=0,791$ , límite de confianza 0,878 - 0,654). Se observan un "outlier" el pa-

ciente 15 del apéndice E, cuyo  $VO_{2\text{máx}}$  estimado sería de 2,2 l/min y el medido 1,75 l/min, pero, como en otras ocasiones, su influencia en el análisis no es significativa y tampoco encontramos fuentes de error que justifiquen su eliminación.



**Figura 16** : En esta figura podemos ver superpuestos los diagramas de puntos, rectas de regresión y correlaciones del  $VO_{2\text{máx}}$  estimado y medido en neumonectomizados y lobectomizados.

Si consideramos lo que ocurre en los dos subgrupos en los que venimos dividiendo los pacientes para el estudio de predicción (Figura 16

y Tabla VI), nos encontramos con una  $R^2$  de 0,434

( $r=0,659$ , límite de confianza 0,794 - 0,462) para los pacientes con lobectomía y  $R^2$  de 0,568 ( $r=0,754$ , límite de confianza 0,855 - 0,598) para los neumonectomizados. Tampoco para esta variable hay diferencias significativas en la pendiente, altura o coeficiente de correlación entre los dos grupos o entre alguno de ellos y el total.

Las correlaciones entre la estimación de  $FEV_1$  y de la captación máxima de oxígeno son  $R^2=0,464$  ( $r=0,681$ ) para todos los pacientes,  $R^2=0,303$  ( $r=0,550$ ) para lobectomías y  $R^2=0,588$  ( $r=0,767$ ) para neumonectomías.

### 5.3.6 Captación máxima de oxígeno por kilogramo de peso.

Finalmente vamos a considerar la captación máxima de oxígeno por kilogramo de peso (Figura 18). Observamos unas buenas correlaciones con una  $R^2$  de 0,593 ( $r = 0,770$ , límite de confianza 0,866 -

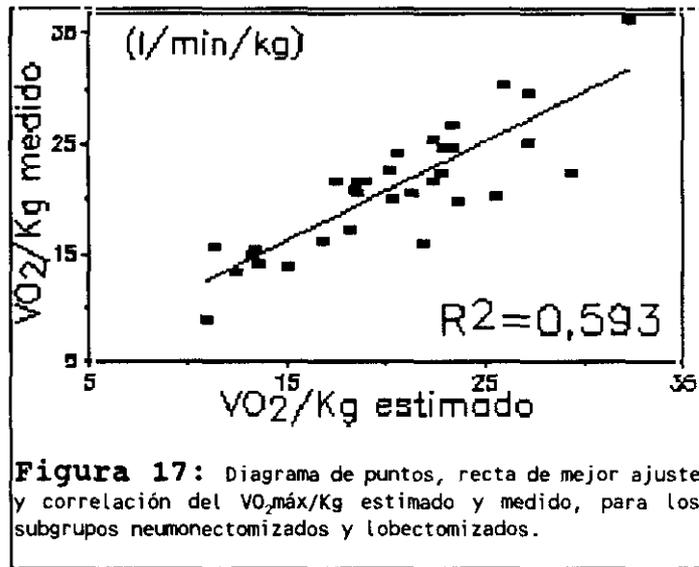


Figura 17: Diagrama de puntos, recta de mejor ajuste y correlación del  $VO_{2,máx}/Kg$  estimado y medido, para los subgrupos neumonectomizados y lobectomizados.

0,728). Se encuentra el mismo "outlier" que encontramos para la  $VO_{2,máx}$ .

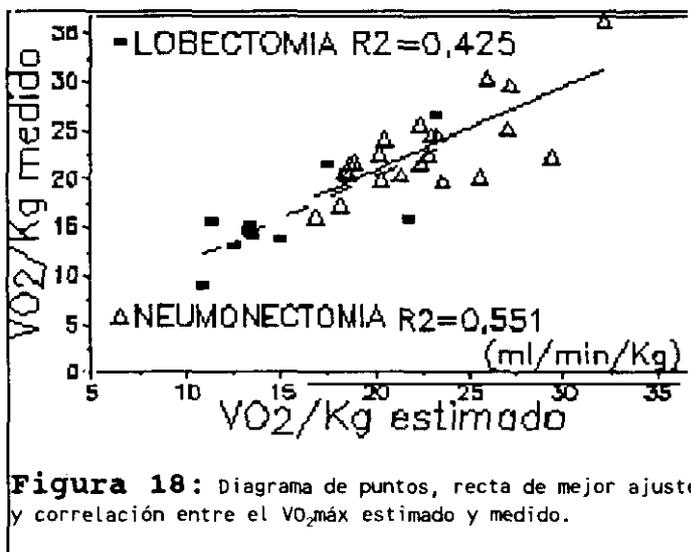


Figura 18: Diagrama de puntos, recta de mejor ajuste y correlación entre el  $VO_{2,máx}$  estimado y medido.

Aunque en unos pocos pacientes se produjeron modificaciones de peso de cierta magnitud (hasta 6 Kg). Al estandarizar para este parámetro no ganamos ni en bondad

del ajuste de la recta, ni tampoco en precisión.

Como ocurre con los demás parámetros, salvo la capacidad pulmonar total, vemos que las rectas que definen la relación parámetro estimado, parámetro medido de los neumonectomizados y de los lobectomizados son coincidentes

**Tabla VI**

Parámetro	No.	$\beta_1$	$\beta_0$	r	EE
FVC	32	0,679	0,924	0,890	0,367
Lob.	22	0,695	0,855	0,887	0,262
Neu.	10	0,871	0,607	0,836	0,259
FEV <sub>1</sub>	32	0,681	0,585	0,890	0,186
Lob.	22	0,792	0,319	0,927	0,191
Neu.	10	0,678	0,699	0,708	0,208
RV	32	0,798	0,475	0,742	0,282
Lob.	22	0,816	0,416	0,599	0,307
Neu.	10	0,909	0,365	0,885	0,230
TLC	32	0,812	1,011	0,879	0,470
Lob.	22	0,975	0,160	0,871	0,464
Neu.	10	0,747	1,376	0,826	0,451
DCO (*)	32	0,655	0,003	0,634	0,018
Lob.	22	0,655	0,004	0,601	0,020
Neu.	10	0,431	0,005	0,558	0,015
VO <sub>2</sub> máx. (**)	32	0,875	0,205	0,791	0,196
Lob.	22	0,837	0,261	0,659	0,214
Neu.	10	0,999	0,069	0,754	0,192
VO <sub>2</sub> máx/Kg (\$)	32	0,901	2,649	0,770	3,040
Lob.	22	0,845	4,041	0,652	3,064
Neu.	10	0,873	2,757	0,742	2,980

=====  
 No. es el número de pacientes.  $\beta_1$  y  $\beta_0$  son la pendiente y la elevación respectivamente de la recta de regresión. "r" es el coeficiente de regresión. EE es el error estandar de la recta. Lob. es abreviatura de lobectomía. Neu. es abreviatura de neumonectomía. (\*) mmol/min/KPa; (\*\*) l/min ; (\$) ml/min/Kg.

y que no se diferencian tampoco de la del conjunto, por tanto podemos definir a ambos grupos con la misma relación, estando los neumonectomizados en valores más bajos. En esta situación el ajuste peor en cada grupo, R<sup>2</sup> de 0,551 en los pacientes a los que se les extirpó un pulmón y R<sup>2</sup> de 0,425 en los demás, se debe a que las muestras son de menor tamaño.

En suma, nuevamente encontramos una correlación muy buena entre las predicciones y el valor obtenido. La estandarización para el peso no mejora la bondad ni la precisión de la relación. Al contrario que ocurría con los

volúmenes, la correlación es mejor en los neumonectomizados.

### **5.3.7 Resumen**

El análisis de regresión demuestra que las predicciones se ajustan de forma muy buena a los valores medidos a los seis meses, tanto para los volúmenes, para los que estaba diseñada la fórmula, como para la captación máxima de oxígeno como tal o estandarizada para el peso. En la mayoría de los casos no hay diferencias entre los neumonectomizados y los demás en la naturaleza de la relación de las estimaciones con las mediciones, indicando que se pueden considerar los grupos de forma global, sin hacer diferencias entre unos y otros, salvo, como es lógico, tener en cuenta que los neumonectomizados suelen dar los puntos más próximos al 0 de las ordenadas y de las abscisas.

## **5.4 DESCRIPCION Y FRECUENCIA DE COMPLICACIONES POST-QUIRURGICAS**

De los cuarenta y seis pacientes incluidos en el estudio de complicaciones, veintiocho (60,8%) hicieron alguna de las definidas en material y métodos:

- |    |                     |            |
|----|---------------------|------------|
| 1) | Drenaje persistente | 11 (23,9%) |
| 2) | Atelectasia         | 7 (14,5%)  |

3)	Ventilación prolongada	4 ( 8,7%)
4)	Muerte	3 ( 6,5%)
5)	Insuficien. Respiratoria	4 ( 8,7%)
	a) Transitoria	2 ( 4,3%)
	b) Crónica	2 ( 4,3%)
6)	Arritmias	2 ( 4,3%)
7)	Neumonías	2 ( 4,3%)
8)	Insuficiencia cardíaca	1 ( 2,2%)
9)	Tromboembolismo pulmonar	1 ( 2,2%)
10)	Cardiopatía isquémica	1 ( 2,2%)
11)	Re-exploración	1 ( 2,2%)
12)	Infección de la herida	1 ( 2,2%)
13)	Otras:	
	a) Episod. hipertensivos	3 ( 6,5%)
	b) Hemorragia digestiva	2 ( 4,3%)
	c) Sangrado excesivo	1 ( 2,2%)
	d) Hipotensión	1 ( 2,2%)

Tres (núms. 49, 55 y 56), de los cuatro pacientes que requirieron ventilación prolongada (núms. 49, 53, 55 y 56), finalmente fallecieron; uno de ellos (núm. 49) tras ser dado de alta en veinticuatro horas de la unidad de cuidados postoperatorios sin mayores incidencias sufrió una hemorragia digestiva alta por una úlcera gástrica perforada a vesícula biliar y tres úlceras en duodeno. Después de la intervención terapéutica del proceso necesitó ventilación asistida hasta su muerte, 15 días después. Otros dos (núms. 55 y 56), después de llevar varios días intubados, hicieron neumonías intrahospitalarias, uno

por *Staphylococcus aureus* meticilin-resistente (cultivo de cepillo telescópico y hemocultivos) y el otro sin identificar (en el cultivo del cepillo telescópico se encontraron *Pseudomona aeruginosa*, *Serratia marcescens* y *Enterococos* spp. -pero en cantidades menores de  $10^5$  UFC de cada uno)- y murieron de fracaso multiorgánico. Finalmente una paciente (núm. 53) requirió intubación prolongada de 12 días.

De los dos pacientes con insuficiencia respiratoria transitoria, uno fue por una atelectasia y además insuficiencia cardíaca (núm. 14) y otro se recuperó entre los 20 y los 90 días desde el ingreso (núm. 23). Dos casos de pacientes que quedaron con insuficiencia respiratoria parcial crónica (núms. 38 y 39).

Las dos arritmias fueron fibrilaciones auriculares paroxísticas (núms 7 y 40); en ambos casos había alteraciones del ritmo en el ECG previo (extrasistolia auricular o bradicardia sinusal).

El enfermo del tromboembolismo pulmonar (núm. 57) se diagnosticó por una gammagrafía de perfusión que mostraba varios defectos segmentarios, que sin embargo ventilaban bien, en el seno de un cuadro clínico compatible (hipotensión transitoria y posteriormente infiltrado pulmonar en cuña sin fiebre y con hemoptisis)

El caso de cardiopatía isquémica se identificó por positividad electrocardiográfica en la segunda prueba de esfuerzo, 6 meses después, sin embargo no se observaron alteraciones electrocardiográficas ni enzimáticas en el

postoperatorio. Al no poderlo relacionar de manera indudable con la cirugía, se excluyó de las complicaciones "predecibles".

La hemorragia excesiva se debió a un hemotórax y fue el que requirió re-exploración (núm. 36).

#### **5.5 COMPARACION DE LAS MEDIAS Y FRECUENCIAS DE LAS DISTINTAS VARIABLES SEGUN TIPO DE COMPLICACIONES**

Mediante el análisis apropiado<sup>(12)</sup>, estudiamos todas las variables del apéndice F, dividiendo los pacientes en tres categorías: (I) Sin complicaciones. (II) Con complicaciones, sin contar las consideradas "predecibles" y (III) con complicaciones "predecibles". En la Tabla V, Tabla VII podemos ver las variables que muestran diferencias entre los tres grupos. Es evidente que el grupo III muestra una tendencia clara a tener valores distintos y peores que los otros dos que son similares, tendencia que se acentúa en las estimaciones postoperatorias debido a que el mayor porcentaje resecao medio (IR) es el de dicho grupo. Por otra parte notemos que el IR medio del II es el menor de todos, lo que hace que sus estimaciones postoperatorias sean frecuentemente las más altas.

Mas concretamente, en los valores funcionales basales se observa que el grupo III es el más obstructivo, el

---

<sup>12</sup> Análisis de varianza de una vía para variables continuas de distribución normal (casi todos los parámetros funcionales). "Test" de Kruskal-Wallis para variables numéricas no paramétricas (índice de resección) y test de  $X^2$  para las categóricas.

Tabla VII

VARIABLE	GRUPO I	GRUPO II	GRUPO III
FVC%	89,7 ± 3,7	88,7 ± 3,5	89,1 ± 5,6
FEV <sub>1</sub> %	81,4 ± 4,3	76,5 ± 4,1	71,3 ± 6,5
TIF(%)	<b>70,5 ± 2,2</b>	67,4 ± 2,2	<b>62,2 ± 3,4</b>
TIF%	<b>90,1 ± 2,9</b>	85,9 ± 2,8	<b>81,3 ± 4,4</b>
VR%	109,3 ± 5,6	<b>106,4 ± 5,0</b>	<b>126,9 ± 7,9</b>
TLC%	95,1 ± 3,3	96,8 ± 3,1	100,7 ± 4,9
RV/TLC	41,4 ± 1,9	<b>39,2 ± 1,8</b>	<b>46,4 ± 2,8</b>
PCO <sub>2</sub> (Torr)	<b>47,3 ± 0,8</b>	<b>40,1 ± 0,8</b>	<b>39,5 ± 1,3</b>
GRO <sub>2</sub>	24,5 ± 2,8	25,4 ± 2,6	30,3 ± 4,1
VO <sub>2</sub> máx(*)	<b>1,47 ± 0,08</b>	<b>1,48 ± 0,08</b>	<b>1,10 ± 0,1</b>
VO <sub>2</sub> máx%	<b>73,3 ± 3,6</b>	<b>73,9 ± 3,4</b>	<b>60,0 ± 4,7</b>
VO <sub>2</sub> máx/Kg(#)	<b>22,6 ± 1,2</b>	<b>23,0 ± 1,1</b>	<b>16,6 ± 1,0</b>
PuO <sub>2</sub> (ml/pm)	10,0 ± 0,5	9,8 ± 0,5	8,4 ± 1,0
V <sub>T</sub> /VC	49,6 ± 2,1	47,8 ± 2,0	43,7 ± 3,1
EO <sub>2</sub> min	<b>29,1 ± 1,7</b>	<b>29,5 ± 1,6</b>	<b>35,6 ± 2,5</b>
ECO <sub>2</sub> AT	<b>33,4 ± 1,8</b>	<b>32,8 ± 1,7</b>	<b>40,1 ± 2,6</b>
HR (l/min)	<b>146,2 ± 3,7</b>	<b>149,5 ± 3,5</b>	<b>133,5 ± 5,5</b>
HR%	<b>86,4 ± 2,0</b>	<b>86,5 ± 1,9</b>	<b>77,9 ± 3,1</b>
IR%	20,8 ± 2,9	14,7 ± 2,7	27,8 ± 4,2
EFVC%	<b>71,9 ± 3,8</b>	<b>75,6 ± 3,6</b>	<b>63,1 ± 5,7</b>
EFEV <sub>1</sub> %	<b>64,7 ± 4,3</b>	<b>65,3 ± 4,1</b>	<b>51,3 ± 6,4</b>
ETLC%	<b>74,7 ± 3,7</b>	<b>82,9 ± 3,4</b>	<b>71,3 ± 5,4</b>
EVO <sub>2</sub> máx(*)	<b>1,14 ± 0,08</b>	<b>1,26 ± 0,07</b>	<b>0,77 ± 0,11</b>
EVO <sub>2</sub> máx%	<b>58,1 ± 3,8</b>	<b>3,5 ± 3,5</b>	<b>42,6 ± 5,5</b>
EVO <sub>2</sub> máx/Kg(#)	<b>17,8 ± 1,1</b>	<b>9,7 ± 1,0</b>	<b>11,7 ± 1,7</b>

l/min; # ml/min/kg; (&) ml/latido /// GRUPO I: Pacientes sin complicaciones; GRUPO II: Pacientes con complicaciones consideradas "no predecibles"; GRUPO III: Pacientes con complicaciones consideradas "predecibles"/// En negrita P<0,1; En negrita y subrayado p < 0,05)/// en las variables en que están marcadas las medias de los tres grupos, la diferencia es significativa entre el grupo III y cualquiera de los otros dos, pero nunca entre los grupos I y II, salvo en el caso de PCO<sub>2</sub>. Abreviaturas en el apéndice D.

grupo II ocupa una posición intermedia pero más próxima y no significativamente diferente del grupo I; lo mismo sucede con los valores relacionados con la captación máxima de oxígeno preoperatoria.

Hay que notar la diferencia que existe en los equivalentes respiratorios de oxígeno y de dióxido de carbono entre el grupo III y los otros 2.

Al contrario de esta tendencia general la  $PCO_2$  es significativamente menor en el grupo I que en los otros dos que no son distintos.

En cuanto a las variables categóricas, sólo la frecuencia de antecedentes respiratorios mostraba diferencias significativas: ninguno de los 18 que constituían el grupo I los tenían, pero los había en 6 de 20 pacientes del grupo II y en 4 de 8 del grupo III; la diferencia es significativa exclusivamente entre el grupo I y los otros dos.

## **5.6 VARIABLES QUE SE RELACIONAN CON LAS COMPLICACIONES EN GENERAL.**

### **5.6.1 Análisis de medias y frecuencias**

En el apéndice F se describe de forma exhaustiva los datos correspondientes a los 46 pacientes. De las variables categóricas<sup>(13)</sup> la única que muestra una diferencia de frecuencias significativa ( $p < 0,001$ ) es la presencia de antecedentes respiratorios (ANTRES): De los 28 pacientes que se complicaron, 10 tenían antecedentes,

---

<sup>13</sup> En este texto llamamos variable nominal o categórica a aquellas que sirven para identificar categorías sin suponer ningún orden, de este tipo son el sexo, presencia o no de antecedentes respiratorios, etc.

Empleamos el término parámetro como aquella variable que cumple las siguientes propiedades: Primero, es continua, o sea, entre dos valores dados, siempre existe un tercero. Segundo: sigue un orden, o sea un valor mayor no solo significa una categoría distinta sino una posición distinta dentro del rango y Tercero: define un intervalo, o sea, no se limita a ordenarla, sino que da una idea significativa de la distancia entre categorías. De este tipo son la mayoría: peso, FEV<sub>1</sub>, EVO<sub>2</sub>máx/Kg, etc.

Finalmente denominaremos variable numérica a la que cumple las propiedades primera y segunda de los parámetros, pero no la tercera.

mientras que no se halló historia respiratoria (de las características referidas en material y métodos) en ninguno de los que no las hicieron.

Tabla VIII

VARIABLE	R <sup>2</sup>	F-PROB	VARIABLE	R <sup>2</sup>	F-PROB
SEXO	0,001	0,861	EDAD	0,009	0,533
PESO	0,017	0,395	DISNEA	0,032	0,246
<b>ANTRES</b>	<b>0,179</b>	<b>0,003</b>	ANTCIR	0,001	0,837
ECG	0,021	0,349	TIF	0,053	0,125
TIF%	0,051	0,127	VR	0,003	0,739
VR%	0,001	0,823	TLC	0,000	0,996
TLC%	0,003	0,731	RV/TLC	0,000	0,996
DCO	0,003	0,736	DCO%	0,005	0,632
PO <sub>2</sub>	0,006	0,621	PO <sub>2</sub> %	0,008	0,562
PO <sub>2</sub> E	0,013	0,458	GRO <sub>2</sub>	0,003	0,714
<b>PCO<sub>2</sub></b>	<b>0,085</b>	<b>0,071</b>	VO <sub>2</sub> máx	0,020	0,356
VO <sub>2</sub> %	0,014	0,441	VO <sub>2</sub> máx/Kg	0,017	0,384
PUO <sub>2</sub>	0,014	0,427	MVM	0,000	0,929
ID	0,011	0,496	VT/VC	0,014	0,438
EO <sub>2</sub> MIN	0,018	0,379	ECO <sub>2</sub> AT	0,011	0,498
HR	0,000	0,969	HR%	0,017	0,392
IR	0,010	0,509	EST	0,039	0,223
EVC	0,005	0,635	EVC%	0,000	0,990
EFEV <sub>1</sub>	0,001	0,642	EFEV <sub>1</sub> %	0,005	0,868
EVR	0,014	0,433	EVR%	0,017	0,393
ETLC	0,011	0,487	ETLC%	0,023	0,319
EDCO	0,003	0,717	EDCO%	0,000	0,946
EVO <sub>2</sub> máx	0,001	0,861	EVO <sub>2</sub> máx%	0,000	0,936
EVO <sub>2</sub> máx/Kg	0,000	0,899			

=====  
 En esta tabla se puede ver: la correlación de las distintas variables con la aparición de complicaciones expresada como R<sup>2</sup>. La probabilidad de que R<sup>2</sup> sea igual a 0 (F-PROB). En negrita F-PROB ≤ 0,1 y subrayado F-PROB ≤ 0,05.

Las medias de varios parámetros funcionales "tienden" a ser distintas entre los dos grupos que estamos considerando en este apartado, pero solamente son significativas (p < 0,01) las diferencias de Presión arterial de dióxido de carbono (PCO<sub>2</sub>):

1. Sin complicaciones 37,3 Torr ± 0,81 Torr.
2. Complicados 39,9 Torr ± 0,68 Torr.

Sin que se modifiquen de forma apreciable al ajustar las medias (1) y (2) para la existencia de antecedentes respiratorios. Quizá sea interesante mencionar el índice de Tiffenau ( $FEV_1/FVC$  ó TIF), cuya diferencia de medias entre los dos grupos es lo suficiente para que la probabilidad de que sean iguales ( $p=0,062$ ) se encuentre cercana a la significación escogida por el autor ( $p=0,05$ ):

1. Grupo de los complicados de  $65,9\% \pm 1,87\%$
2. En el otro de  $70,5\% \pm 2,24\%$ .

### **5.6.2 Análisis de correlaciones simples y múltiples**

**5.6.2.1 Variables únicas:** Si examinamos los datos desde este punto de vista (Tabla VIII) la presencia de antecedentes respiratorios ( $R^2=0,168, r=0,41$  rango  $0,597-0,180, p=0,006$ ) es la única variable que, sola, muestran correlaciones significativamente distinta de 0. Ya vimos más arriba como también eran una de las dos las que mostraban diferencias de media o frecuencia.

**5.6.2.2 Múltiples variables:** El conjunto de variables que, juntas, presentan la máxima correlación con la aparición de complicaciones es él constituido por (Tabla IX):

1. Antecedentes respiratorios (ANTRES).
2. Capacidad pulmonar total estimada estandarizada como porcentaje de los teóricos (ETLC%)<sup>(14)</sup>.

---

<sup>14</sup> Como ocurre con la ETLC%, tanto la Capacidad Vital como el Volumen Residual Estimados estandarizados (EVC% y VR%) mejoran significativamente el ajuste de la regresión cuando en el modelo ya estén presentes las variables ANTRES y  $PCO_2$ . Sin embargo los tres parámetros tienen una correlación entre ellos elevada ( $R^2=0,62$  como mínimo), lo que indica que básicamente contienen la misma información. Se eligió ETLC%, por ser la más significativa.

De los 2 factores, el más importante, con diferencia, es la presencia de Antecedentes Respiratorios (ANTRES) que proporciona el 74,3% de la correlación total. La Capacidad vital estimada

estandarizada (ETLC%) aumenta la precisión y con ello el poder discriminativo, pero aporta poco al ajuste. En conjunto el modelo tiene una correlación bastante mala con  $R^2$  de 0,233 ( $r=0,483$ , rango 0,653-0,269).

### 5.6.3 Predicción de complicaciones

<u>f (ANTRES)</u>			<u>f (ANTRES+ETLC%)</u>		
COMPL	NO	SI	COMPL	NO	SI
NO	18	0	NO	12	6
SI	18	10	SI	7	21

=====  
 Tablas de contingencia mostrando como se clasifican los pacientes con análisis discriminativo, respecto a las complicaciones. De arriba abajo: Presencia o no de antecedentes respiratorios (ANTRES) y la combinación lineal de antecedentes respiratorios y la estimación estandarizada de la capacidad pulmonar total (ETLC%).

<u>COMPL = f (ANTRES)</u>			
VARIABLE	R <sup>2</sup> -Sec	F-Prob	Coefic.
Constante			-0,436
ANTRES	0,179	0,003	2,444
Prob. de mala-clasificación.			38,6%

<u>COMPL = f (ANTRES + ETLC%)</u>			
VARIABLE	R <sup>2</sup> -Sec	F-Prob	Coefic.
Constante			-11,383
ANTRES	0,173	0,002	3,056
ETLC%	0,233	0,098	0,037
Prob. de mala-clasificación.			34,1%

=====  
 Se muestra la correlación, significación y coeficientes de los mejores modelos para el análisis discriminativo de las complicaciones generales. Abreviaturas en el apéndice D.

Para detectar los factores que pudieran permitir seleccionar los pacientes que se van a complicar no sólo hay que identificar las

variables que diferencien mejor a los grupos, como hemos hecho en los dos apartados anteriores, sino intentar establecer un valor que nos sirva de criterio de selección. Para ello, desde el punto de vista estadístico, tenemos varios procedimientos: En primer lugar, si la variable es categórica, podemos clasificar los pacientes en función de la categoría a la que pertenecen. En segundo lugar podemos elegir un valor, más o menos arbitrariamente, y clasificar los pacientes según superen o no el listón. En tercer lugar, si la variable es paramétrica y su distribución se aproxima suficientemente a alguna matemáticamente definida (generalmente la normal o a la T-de Student) podemos intentar clasificar a los pacientes en base a un percentil que consideremos suficientemente selectivo (habitualmente 95%). Por último podemos emplear el análisis discriminativo<sup>(15)</sup> que tiene la ventaja de que permite estudiar el efecto de múltiples variables independientes simultáneamente y además, bajo la asunción de normalidad de las mismas, se puede establecer la probabilidad teórica de mala clasificación en la población sobre la que queremos inferir (la llamaremos simplemente probabilidad de mala-clasificación, a partir de este punto).

**5.6.3.1 Variables únicas:** Si consideramos los Antecedentes Respiratorios (ANTRES), para predecir complica-

---

<sup>15</sup> Para poder usar variables categóricas en el análisis discriminativo, el procedimiento empleado es la aproximación mediante la regresión múltiple ajustada por mínimos cuadrados. El método de selección de variables utilizado es por pasos hacia delante, con recálculo de la significación de cada variable en el modelo múltiple cada vez que se incluía o excluía una.

ciones (Tabla IX y Tabla X a la izquierda) vemos que la sensibilidad en la muestra analizada es de 10/28 (35,7%), mientras que la especificidad sería de 18/18 (100%), con una reducción en el error de clasificación de 21,7%. La probabilidad de mala-clasificación asociada a la función discriminativa sería del 38,6%.

**5.6.3.2 Múltiples variables:** Usando la mejor función discriminativa, que proporcionan las variables estudiadas y que es la formada por la combinación lineal de ANTRES, y ETLC% (Tabla IX y Tabla X a la derecha), 21/28 de los complicados se clasificarían correctamente, siendo, por ello la sensibilidad del procedimiento del 75,0%; 12/18 de los que no se complicaron se hubieran considerado como que si lo iban a hacer, la especificidad por tanto es del 66,6%. Hay una reducción del error de clasificación del 45,6% y la probabilidad de mala-clasificación sería del 34,1%. Las diferencias de proporciones de clasificados en los cuatro grupos, de las tablas de contingencia contenidas en la Tabla X, no son significativas.

## **5.7 VARIABLES QUE SE RELACIONAN CON LAS COMPLICACIONES "PREDECIBLES".**

### **5.7.1 Análisis de medias y frecuencias**

En la Tabla XI tenemos un extracto de las variables cuyas medias son significativamente distintas:

**Tabla XI**

VARIABLE	COMPLICAC.		Prob.
	PREDECIBLES	OTROS	
TIF%	53,8 ± 3,5	65,7 ± 1,6	0,042
RV%	126,9 ± 10,2	107,7 ± 3,4	0,016
RV/TLC%	46,4 ± 2,4	40,2 ± 1,3	0,025
VO <sub>2</sub> máx(&)	1,10 ± 0,10	1,47 ± 0,06	0,006
VO <sub>2</sub> máx%	60,1 ± 4,7	74,0 ± 2,4	0,017
VO <sub>2</sub> máx/Kg(*)	16,6 ± 1,04	22,9 ± 0,8	0,002
PuO <sub>2</sub> ml/pm	8,4 ± 0,96	9,9 ± 0,35	0,080
EO <sub>2</sub> min(#)	35,6 ± 4,9	29,3 ± 0,8	0,122
ECO <sub>2</sub> AT(#)	40,1 ± 2,4	33,1 ± 1,6	0,107
HR (lpm)	134,0 ± 5,0	148,0 ± 3,0	0,010
HR%	71,7 ± 1,2	86,4 ± 3,1	0,006
IR%	27,8 ± 2,3	17,6 ± 4,4	0,023
EVC%	63,1 ± 4,3	73,8 ± 2,7	0,046
EFEV <sub>1</sub> %	51,2 ± 5,6	65,0 ± 3,0	0,027
EVO <sub>2</sub> máx(&)	0,79 ± 0,09	1,21 ± 0,05	0,002
EVO <sub>2</sub> máx%	43,2 ± 4,6	61,1 ± 2,5	0,004
EVO <sub>2</sub> máx/Kg(*)	11,7 ± 0,79	18,9 ± 0,8	0,000

(&) en l/min;(\*) en ml/min/kg;(lpm) latidos por minuto ;(#) Con estas dos variables la aplicación del test de la T de Student rechazaba la hipótesis de igualdad de medias por ser p 0,013 y 0,008 respectivamente, sin embargo debido a que con ellas dos no se puede asumir la igualdad de varianzas entre los dos grupos, se han analizado las diferencias con una prueba para varianzas desiguales.

De los estudios de función basal el índice de tiffenau (TIF) el volumen residual (RV) y la relación volumen residual-capacidad pulmonar total (RV/TLC). Entre las funciones estimadas, sin embargo, son el EFEV<sub>1</sub> y la EFVC.

De los datos obtenidos en la ergometría, podemos comprobar que aparecen: la captación máxima de oxígeno absoluta (VO<sub>2</sub>máx), estandarizada como porcentaje de los teóricos (VO<sub>2</sub>máx%), expresada por kilogramo de peso (VO<sub>2</sub>máx/Kg) y las estimaciones postoperatorias de las tres anteriores (EVO<sub>2</sub>máx, EVO<sub>2</sub>máx% y EVO<sub>2</sub>máx/Kg), que son, en definitiva, distintas formas de expresar el mismo fenómeno. De todas ellas la diferencia más significativa se observa con la captación máxima de oxígeno estimada, es-

tandarizada para el peso ( $EVO_2$ máx/Kg). También encontramos la frecuencia cardíaca máxima, tanto en valor absoluto (HR) como en porcentaje de lo previsto (HR%) y ambos equivalentes respiratorios, el de oxígeno mínimo ( $EO_2$ min) y el de anhídrido carbónico en el umbral de anaerobiosis ( $ECO_2AT$ ), en cierta medida por el efecto sobre la media de dos pacientes (14 y 38) que los tienen muy elevados.

Finalmente el índice de resección medio expresado como porcentaje, es más alto en el grupo complicaciones "predecibles" que en los demás pacientes, aunque cuando analizamos por separado la frecuencia de las cuatro categorías de resección, a saber, (a) neumonectomías, (b) lobectomías izquierdas o inferiores derechas, (c) lobectomía superior derecha, media o segmentectomías y (d) territorios afuncionales, no hay diferencias significativas. No se observaron frecuencias significativamente diferentes de sexo, presencia de disnea, o de alteraciones electrocardiográficas ni en los estadios de extensión. Por el contrario si se encontraron en:

- 1) Presencia de antecedentes respiratorios: que estaban en 4/8 (50%) de los "predecibles" y 6/38 (17%) de los demás. La probabilidad de que ambas frecuencias sean iguales es de 0,007.
- 2) Presencia de antecedentes circulatorios: que se encontraron en 3/8 de los "predecibles" (37,5%) y 6/38 (17%) del resto ( $p=0,035$ ).

### **5.7.2 Correlaciones simples y múltiples**

Tabla XII

VARIABLE	R <sup>2</sup>	F-PROB	VARIABLE	R <sup>2</sup>	F-PROB
SEXO	0,000	0,934	EDAD	0,013	0,471
PESO	0,002	0,767	DISNEA	0,006	0,629
<b>ANTRES</b>	<b>0,092</b>	<b>0,048</b>	ANTCIR	0,038	0,210
ECG	0,001	0,843	TIF	0,059	0,116
TIF%	0,036	0,224	<b>VR</b>	<b>0,096</b>	<b>0,043</b>
<b>VR%</b>	<b>0,099</b>	<b>0,036</b>	TLC	0,022	0,340
TLC%	0,013	0,458	<b>RV/TLC</b>	<b>0,088</b>	<b>0,053</b>
DCO	0,011	0,498	DCO%	0,006	0,625
PO <sub>2</sub>	0,014	0,455	PO <sub>2</sub> %	0,029	0,277
PO <sub>2</sub> E	0,041	0,192	GRO <sub>2</sub>	0,036	0,225
PCO <sub>2</sub>	0,004	0,694	<b>VO,máx</b>	<b>0,149</b>	<b>0,012</b>
<b>VO,máx%</b>	<b>0,120</b>	<b>0,019</b>	<b>VO,máx/Kg</b>	<b>0,215</b>	<b>0,001</b>
PUO <sub>2</sub>	<b>0,073</b>	<b>0,076</b>	MVM	0,011	0,508
ID	0,002	0,771	VT/VC	0,043	0,181
<b>EO<sub>2</sub>min</b>	<b>0,107</b>	<b>0,032</b>	<b>ECO<sub>2</sub>AT</b>	<b>0,147</b>	<b>0,017</b>
<b>HR</b>	<b>0,115</b>	<b>0,026</b>	<b>HR%</b>	<b>0,144</b>	<b>0,012</b>
IR	<b>0,081</b>	<b>0,063</b>	EST	0,053	0,163
EVC	0,052	0,141	<b>EVC%</b>	<b>0,071</b>	<b>0,083</b>
<b>EFEV<sub>1</sub></b>	<b>0,077</b>	<b>0,071</b>	<b>EFEV<sub>1</sub>%</b>	<b>0,081</b>	<b>0,064</b>
EVR	0,005	0,651	EVR%	0,000	0,962
ETLC	0,022	0,345	ETLC%	0,042	0,186
EDCO	0,051	0,146	EDCO%	0,036	0,226
<b>EVO,máx</b>	<b>0,279</b>	<b>0,000</b>	<b>EVO,máx%</b>	<b>0,197</b>	<b>0,002</b>
<b>EVO,máx/Kg</b>	<b>0,283</b>	<b>0,000</b>			

En esta tabla se puede ver: la correlación de las distintas variables con las complicaciones "predecibles", expresada como R<sup>2</sup>. La probabilidad de que R<sup>2</sup> sea igual a 0 (PROB). En negrita F-PROB≤0,1. Subrayado F-PROB≤0,05.

En este apartado y en el siguiente intentaremos analizar por métodos estadísticos cuál o cuales son las variables de mejores características para definir y separar el grupo que hizo complicaciones "predecibles" del que no las hizo, empleando los procedimientos que ya vimos al estudiar las complicaciones en general. Encontramos un gran número de variables con poder discriminativo mayor o menor, ya que como se puede observar en la Tabla XI y la Tabla XII, son varias las que se diferencian en las medias o muestran correlación. Por tanto nos centraremos en tres puntos: Primero, si algún estimador único proporciona una

buena clasificación. Segundo, investigaremos el mejor modelo basado en variables que no dependan del "test" de esfuerzo. Finalmente Intentaremos definir el mejor modelo posible con todos nuestros datos.

**5.7.2.1 Variables únicas:** Cuando estudiamos la correlación que existe entre las distintas variables analizadas y las complicaciones "predecibles" (ver Tabla XII y Tabla XIII apartado I), se presenta prácticamente en las mismas que mostraban diferencias de las medias o de las frecuencias. La más significativa de todas ellas la encontramos con la Captación Máxima de Oxígeno Estimada por kilogramo de peso cuya  $R^2$  es de 0,283 ( $r=-0,532$ ), con un intervalo de confianza que va de 0,478 a 0,104 ( $r$  entre  $-0,691$  y  $-0,323$ ), por tanto no es significativamente distinta de la  $R^2$  de 215 ( $r=-464$ , rango  $-641$  a  $-0,240$ ) que presenta la  $VO_{2\text{máx}}/\text{Kg}$  preoperatoria, pero si de la que presenta  $VR\%$   $R^2$  de 0,099 ( $r= 0,314$ , rango de 0,526 a 0,070). La diferencia entre estas dos últimas tampoco es significativa.

**5.7.2.2 Múltiples variables:** Sin considerar los parámetros obtenidos directa o indirectamente de la ergometría "máxima", el conjunto de variables que mayor correlación presenta con las complicaciones consideradas "predecibles" es el formado por (Tabla XIII, apartado II):

1. Presencia o no de antecedentes respiratorios (ANTRES).
2. Presencia o no de antecedentes circulatorios (ANTCIR)

### 3. Volumen Residual Estandarizado (VR%) <sup>(16)</sup>.

Este modelo tiene una mediocre  $R^2$  de 0,27 ( $r = 0,52$ , intervalo ente 0,676 y 0,314) que se algo menor de la que consigue sólo la estimación de la captación máxima de oxígeno por kilogramo de peso postresección.

En el apartado II de la Tabla XIII se muestra la regresión más ajustada contado sólo con parámetros de función basal. Los dos factores que la integran son:

1. Volumen residual estandarizado para valores teóricos (VR%).
2. Estimación de la capacidad vital postoperatoria.

La correlación obtenida es muy pobre ( $R^2=0,160$ ,  $r=0,400$  intervalo ente 0,592 y 0,164).

Finalmente consideramos que el "mejor modelo posible" de entre todas las variables obtenidas (Tabla XIII, apartado III) contiene:

1. Estimación de la captación máxima de oxígeno postoperatoria por kilogramo de peso ( $EVO_{2,máx}/kg$ ).
2. Volumen Residual estandarizado para valores teóricos.
3. Frecuencia Cardíaca Máxima Estandarizada para valores teóricos (HR%).

La correlación global es de una  $R^2$  aceptable de 0,547 ( $r$  de 0,719 con un intervalo ente 0,822 y 0,570) que es significativamente mayor que la del modelo "mejor" sin parámetros del esfuerzo ( $p=0,008$ ) visto mas arriba. La fre-

---

<sup>16</sup> Como ocurría al analizar las complicaciones en general, varios de los volúmenes estáticos (Capacidad Pulmonar Total y Estimaciones del Volumen Residual y de la Capacidad Vital postoperatorias tanto en valores absolutos como estandarizados para sus teóricos), ajustaban de forma similar a VR% en el modelo. Aquí también se optó por el parámetro que mejor ajuste proporcionaba.

**Tabla XIII**

**I. MODELOS DE UNA SOLA VARIABLE**

VARIABLE	R <sup>2</sup>	F-Prob	Const.	Coefic.	PMC
ANTRES	0,092	0,048	-0,684	2,033	36,5%
EFEV <sub>1</sub> %	0,081	0,064	2,398	-0,041	38,6%
RV/TLC	0,088	0,053	-4,294	0,099	37,2%
VR%	0,099	0,043	-4,545	0,039	35,8%
EO <sub>2</sub> min	0,107	0,032	-4,055	0,125	33,3%
HR%	0,144	0,012	9,662	-0,117	31,2%
VO <sub>2</sub> máx/Kg	0,215	0,001	5,386	-0,273	24,8%
EVO <sub>2</sub> máx/Kg	0,283	0,000	6,231	-0,353	20,9%

Puntos de corte: EFEV<sub>1</sub>%= 58%; RV/TLC= 43,3%; VR%= 117,3%; EO<sub>2</sub>min= 32,4; VO<sub>2</sub>máx/Kg= 19,7 ml/min/Kg; HR%= 82,2% EVO<sub>2</sub>máx/Kg= 15,3 ml/min/Kg

**II. MODELOS QUE PRESCINDEN DE PARAMETROS ERGOMETRICOS**

VARIABLE	R <sup>2</sup> -Sec.	F-Prob	Const.	Coefic.	
Constante			-2,690		
VR%	0,099	0,022		0,043	
EVC(1)	0,160	0,045		-0,997	
Probabilidad de mala clasificación.					30,1%

VARIABLE	R <sup>2</sup> -Sec.	F-Prob	Const.	Coefic.	
Constante			-7,932		
ANTRES	0,092	0,017		2,729	
ANTCIR	0,153	0,096		2,135	
VR%	0,271	0,009		0,055	
Probabilidad de mala clasificación.					22,0%

**III. MODELOS QUE CONSIDERAN PARAMETROS ERGOMETRICOS**

VARIABLE	R <sup>2</sup> -Sec.	F-Prob	Const.	Coefic.	
Constante			4,484		
EVO <sub>2</sub> máx/Kg	0,283	0,009		-0,339	
VR%	0,414	0,063		0,046	
Probabilidad de mala clasificación.					12,6%

VARIABLE	R <sup>2</sup> -Sec.	F-Prob	Const.	Coefic.	
Constante			6,992		
EVO <sub>2</sub> máx/Kg	0,283	0,003		-0,319	
VR%	0,414	0,063		0,043	
HR%	0,517	0,124		-0,086	
Probabilidad de mala clasificación.					8,8%

Modelos obtenidos mediante análisis discriminativo, siendo complicaciones "predecibles" la variable dependiente. EVO<sub>2</sub>máx/Kg se expresa en ml/min/Kg. PMC: Probabilidad de mala clasificación.

cuencia cardíaca estandarizada para el valor teórico (HR%), añade poco en cuanto a ajuste ( $R^2$  añadida de 0,096<sup>17</sup>), pero aumenta la precisión de la función por lo que se ha mantenido. En el modelo  $EVO_2$ máx/Kg es, con mucho, el término de mayor importancia. Ella sola representa el 54,7% de la  $R^2$  total. Hay que decir que otros parámetros relacionados con la captación máxima de oxígeno (captaciones máximas de oxígeno preoperatorias y estimada postresección absolutas y estandarizadas para el valor teórico y captación máxima de oxígeno por kilogramo preoperatoria) proporcionan modelos más ajustados que los parámetros de función basal, sin embargo, hemos optado aquí por la  $EVO_2$ máx/Kg debido a que es la que produce un ajuste mejor.

### **5.7.3 Predicción de las complicaciones.**

Centrándonos ahora sobre el poder para discriminar los pacientes que hicieron de los que no hicieron complicaciones "predecibles", daremos los mismos pasos que seguimos en el apartado previo. Comenzamos pues, por cada variable aisladamente.

**5.7.3.1 Variables únicas:** Se han escogido cuatro modelos monovariante (ver Tabla XIII). El primero se basa en el volumen espiratorio máximo forzado en el primer segundo estandarizado respecto a los valores teóricos

---

<sup>17</sup> Conviene señalar en este punto que en el análisis discriminativo, como ocurre en la regresión múltiple, se suelen considerar significativas aquellas variables en las que la probabilidad de que la hipótesis nula: "La variable independiente problema ( $X_i$ ) no contribuye significativamente a la predicción de la variable dependiente ( $Y$ ), cuando ya hay otras variables independientes ( $X_1, X_2, \dots, X_n$ ) en el modelo" sea menor de 0,10.

(EFEV<sub>1</sub>%). La elección se debe a que es un parámetro comúnmente usado en las predicciones del riesgo postoperatorio. Desde la perspectiva de las complicaciones "predecibles" el punto de corte del EFEV<sub>1</sub>% está en el 58%<sup>(18)</sup>. La sensibilidad es de 5/8 (62,5%) y la especificidad del 26/38 (68,4%) (Tabla XIV arriba a la izquierda). Reduce el error de clasificación al azar en un 34,8% y la probabilidad de mala-clasificación es del 38,6%.

<b>Tabla XIV</b>									
<b>f (EFEV<sub>1</sub>%)</b>			<b>f (VR%)</b>			<b>f (VO<sub>2</sub>máx/Kg)</b>			
COMPL	NO	SI	COMPL	NO	SI	COMPL	NO	SI	
	NO	26	12	NO	25	13	NO	29	9
	SI	3	5	SI	4	4	SI	1	7
=====			=====			=====			
<b>f (EVO<sub>2</sub>máx/Kg)</b>									
	COMPL	NO	SI						
	NO	32	6						
	SI	1	7						
=====									
<b>f (ANTRES+ANTCIR +VR%)</b>			<b>f (EVO<sub>2</sub>máx/Kg+ VR% + HR%)</b>			<b>f (EVO<sub>2</sub>máx/Kg + VR%)</b>			
COMPL	NO	SI	COMPL	NO	SI	COMPL	NO	SI	
NO	30	8	NO	34	4	NO	32	6	
SI	2	6	SI	0	8	SI	0	8	
=====			=====			=====			
Tablas de contingencia de predicciones contra hallazgos con respecto a la presencia (SI) o ausencia (NO) de complicaciones "predecibles". EFEV <sub>1</sub> % y VR% se expresan en %, EVC en litros y EVO <sub>2</sub> máx/Kg en ml/min/Kg. Abreviaturas en el apéndice D.									

En segundo lugar usaremos el volumen residual estandarizado por ser la variable de función basal con mayor correlación (Tabla XIV arriba en el centro). El punto de

<sup>18</sup> El "punto de corte" es el valor que toma la variable dependiente para que la función discriminativa resulte 0. Por encima de ese valor se clasificaría en el grupo SI, en este caso los que no hicieron complicaciones predecibles, y por encima como NO o viceversa si el coeficiente de la variable independiente es negativo .

corte se sitúa en 117,3% (Tabla XIII), sin embargo clasifica peor que la anterior a los pacientes de nuestra muestra. La sensibilidad es de 4/8 (50%) y la especificidad de 24/38 (63,1%) (Tabla XIV arriba en el centro). Su reducción en el error de clasificación es del 24,4%. La probabilidad de mala-clasificación es 35,8%. Ninguno de los estadígrafos mencionados es significativamente diferente de los del  $EFEV_1\%$ .

En tercer lugar emplearemos la captación máxima de oxígeno por kilo de peso ( $VO_{2\text{máx}}/Kg$ ). Tiene un punto de corte de 19,7 ml/min/ $Kg^{(18)}$  (ver Tabla XIII y Tabla XIV). La sensibilidad es de 7/8 (87,5%) y la especificidad de 29/38 (76,3%). La reducción en el error de clasificación es del 52,2%. La probabilidad de mala-clasificación del 24,8%. Tanto la matriz de clasificaciones (tabla de contingencia) como el porcentaje de reducción del error de clasificación y la probabilidad de mala-clasificación son significativamente distintos de los asociados a las divisiones mediante  $EFEV_1\%$  y  $VR\%$ .

La captación máxima de oxígeno estimada por kilo de peso, por ser la variable con mayor correlación de todas (ver Tabla XIII y Tabla XIV arriba derecha). El punto de corte es de 15,3 ml/min/ $Kg^{(18)}$ . La sensibilidad es de 7/8 (87,5%), la especificidad de 32/38 (84,2%) y la reducción en el error de clasificación es del 69,6%. La probabilidad de mala-clasificación es del 20,9%. Tanto la tabla de contingencia, como el error y la probabilidad de mala-

clasificación son significativamente diferentes de los correspondientes a  $EFEV_1\%$  y  $VR\%$ , pero no de  $VO_{2m\acute{a}x}/Kg$ .

En la Tabla XV podemos ver la clasificación por estratos de los pacientes complicados y las probabilidades de complicación derivadas de la función discriminativa para  $VO_{2m\acute{a}x}$  y  $EVO_{2m\acute{a}x}$ .

**5.7.3.2 Múltiples variables:** La tabla de contingencia de abajo a la izquierda en la Tabla XIV representa el resultado de la función discriminativa mejor sin contar con los parámetros del esfuerzo. Podemos ver los coeficientes en la Tabla XIII, apartado II. Es la que confronta las complicaciones "predecibles" como función de la presencia de antecedentes respiratorios (ANTRES), circulatorios (ANTCIR) y del Volumen Residual Estandarizado ( $VR\%$ ). Discrimina peor la muestra, que la captación máxima de oxígeno por kilo de peso estimada. El porcentaje de reducción del error de clasificación es del 56,2% y la probabilidad de mala-clasificación del 22%. Ni las frecuencias de la tabla, ni la probabilidad de mala-clasificación es significativamente diferente de las de la función discriminativa de la Captación máxima de Oxígeno por kilo de peso ( $VO_{2m\acute{a}x}/Kg$ ) y su estimación postoperatoria ( $EVO_{2m\acute{a}x}/Kg$ ), pero si lo son con respecto al  $FEV_1$  Estimado estandarizado ( $EFEV_1\%$ ) y el volumen residual estandarizado ( $VR\%$ ).

En el tercer apartado de la Tabla XIV vemos, en el centro, la clasificación basada en la función discriminativa que contiene  $VR\%$ , Frecuencia Cardíaca Máxima Estanda-

rizada para el valor teórico (HR%) y  $EVO_2$ máx/Kg (Tabla XIII apartado III). Este modelo, aplicado a nuestros pacientes, clasifica correctamente a los 8 que sufrieron complicaciones "predecibles" (sensibilidad de 100%) y a 34 de los 38 que no las sufrieron (especificidad del 89,5%). La reducción en el error de clasificación es del 82,2%. Es el modelo que clasifica mejor al grupo, no obstante, de haberlo utilizado como criterio de discriminación, cuatro pacientes se hubiesen perdido la cirugía que han tolerado. La probabilidad de mala-clasificación sería del 9,3%.

En fin, la tabla de contingencia de abajo a la derecha de la Tabla XIV representa un modelo más parsimonioso (Tabla XIII, apartado III). Contando con sólo dos variables tiene una sensibilidad igual al recién descrito como "mejor" , 8/8 (100%), y la especificidad es del 84,2% (32/38). De hecho las dos tablas de contingencia más a la derecha de la última línea de la Tabla XIV, que corresponden a ambos modelos, no son estadísticamente distintas. La reducción en el error de clasificación es del 73,9% y la probabilidad de mala-clasificación del 15,6%.

Las discriminaciones basadas en las dos ecuaciones que contienen  $EVO_2$ max/Kg y VR% no son significativamente distintas, pero son estadísticamente diferentes de los demás modelos analizados en todos los estadígrafos (sensibilidad, especificidad, porcentajes de reducción en el error de clasificación y las probabilidades de mala-clasificación) con la excepción del porcentaje de reducción del error de clasificación del modelo sin HR% que no

**Tabla XV**

	<b>VO<sub>2</sub>máx/Kg</b>	<b>EVO<sub>2</sub>máx/Kg</b>
FALSOS POSITIVOS	9/16 (55%)	6/13 (46%)
FALSOS NEGATIVOS	1/30 ( 3%)	1/33 (3%)
SENSIBILIDAD	7/8 (88%)	7/8 (88%)
ESPECIFICIDAD	29/38 (76%)	32/38 (84%)

**ESTRATIFICACION**

<10 ml/min/Kg	-----	1/2 (50%)
10-14,9 ml/min/Kg	4/5 (80%)	6/11 (54%)
15-19,9 ml/min/Kg	4/13 (31%)	1/11 ( 5%)
>20 ml/min/Kg	0/28 ( 0%)	0/14 ( 0%)

**PROBABILIDADES DERIVADAS DE LA ECUACION DISCRIMINATIVA**

10 ml/min/Kg	75%	53%
15 ml/min/Kg	43%	19%
20 ml/min/Kg	16%	4%
25 ml/min/Kg	5%	0,4%

En esta tabla se muestra el número y porcentaje de pacientes complicados por estratos de 5 en 5 ml/min/Kg y las probabilidades de complicación obtenidas de la función discriminativa para los niveles expresados.

es significativamente distinta de la obtenida sólo con EVO<sub>2</sub>máx/Kg.



PACIENTES CON FEV<sub>1</sub> MENOR DE 80% O INDICE DE TIFFENAU  
INFERIOR AL 85%

## 5.8 DESCRIPCION Y FRECUENCIA DE COMPLICACIONES

De los veintisiete pacientes incluidos en este grupo, diecisiete (62,9%) hicieron alguna de las definidas en material y métodos:

1)	Drenaje persistente	7 (25,9%)
2)	Atelectasia	4 (14,8%)
3)	Ventilación prolongada	3 (11,1%)
4)	Insuficien. Respiratoria	3 (11,1%)
	a) transitoria	2 (7,4%)
	b) crónica	1 (3,7%)
5)	Muerte	2 (7,4%)
6)	Neumonías	2 (7,4%)
7)	Insuficiencia cardíaca	1 (3,7%)
8)	Tromboembolismo pulmonar	1 (3,7%)
9)	Arritmias	1 (3,7%)
10)	Re-exploración	1 (3,7%)
11)	Infección de la herida	1 (2,2%)
12)	Otras:	
	a) Episod. hipertensivos	2 (7,4%)
	b) Sangrado excesivo	1 (3,7%)
	c) Hipotensión	1 (2,2%)

De los tres pacientes que requirieron ventilación prolongada (núms. 53, 55, 56), dos fallecieron (núms. 55, 56), por neumonía intrahospitalaria y fracaso multiorgánico. El otro (núm. 53) se pudo extubar a los 12 días.

De los dos pacientes que hicieron insuficiencia respiratoria transitoria, uno fue por una atelectasia e insuficiencia cardíaca (núm. 14), otro, un enfermo que tuvo hipoxemia durante los 20 días que permaneció ingresado tras la intervención, pero los controles desde el tercer mes la mostraron una  $PO_2$  mayor de 60 Torr (núm. 23). Un caso (núm. 38) quedó con insuficiencia respiratoria parcial crónica.

La arritmia fue una fibrilación auricular paroxística (núm.7).

La hemorragia excesiva se debió a un hemotórax y fue el que requirió re-exploración (núm. 36).

#### **5.9 COMPARACION DE LAS MEDIAS DE LAS DISTINTAS VARIABLES SEGUN TIPO DE COMPLICACIONES**

Mediante el análisis apropiado<sup>(12)</sup>, estudiamos las diferencia de las medias de todas las variables del apéndice G, dividiendo los pacientes en tres categorías: (I) Sin complicaciones (n=10). (II) Con complicaciones, sin contar las consideradas "predecibles" (n=11) y (III) con complicaciones "predecibles" (n=6). En la Tabla XVI podemos ver las que muestran diferencias entre los tres grupos. Resaltemos que el grupo III muestra una tendencia clara a tener valores distintos y peores que los otros dos, que no son distintos entre sí, tendencia que se acentúa en las estimaciones postoperatorias debido a que el mayor porcentaje resecado medio (IR) es el de dicho

Tabla XVI

VARIABLE	GRUPO I	GRUPO II	GRUPO III
FVC%	80,4 ± 5,0	81,2 ± 4,8	87,1 ± 6,5
FEV <sub>1</sub> %	68,8 ± 4,3	62,8 ± 4,1	64,6 ± 5,5
TIF	<b>67,1 ± 2,8</b>	61,8 ± 2,7	<b>58,2 ± 3,7</b>
TIF%	<b>85,9 ± 3,7</b>	78,2 ± 3,5	75,5 ± 4,7
VR%	111,2 ± 8,3	<b>106,1 ± 7,9</b>	<b>134,0 ± 10,7</b>
TLC%	89,3 ± 4,7	91,1 ± 4,9	100,4 ± 6,1
RV/TLC%	45,6 ± 2,5	<b>40,1 ± 2,3</b>	<b>47,7 ± 3,2</b>
PCO <sub>2</sub> (Torr)	37,8 ± 1,3	39,1 ± 1,2	39,5 ± 1,7
VO <sub>2</sub> máx(*)	<b>1,43 ± 0,1</b>	<b>1,33 ± 0,1</b>	<b>0,98 ± 0,13</b>
VO <sub>2</sub> máx%	<b>67,2 ± 4,4</b>	62,1 ± 3,9	<b>54,1 ± 3,5</b>
VO <sub>2</sub> máx/Kg(#)	<b>21,1 ± 1,5</b>	20,3 ± 1,4	<b>15,8 ± 1,2</b>
PuO <sub>2</sub> (ml/lat)	<b>9,7 ± 0,6</b>	8,5 ± 0,5	<b>7,0 ± 0,7</b>
V <sub>T</sub> /VC%	<b>51,1 ± 2,8</b>	47,7 ± 2,7	<b>40,6 ± 3,7</b>
EO <sub>2</sub> min	<b>30,1 ± 2,5</b>	<b>30,5 ± 2,4</b>	<b>38,6 ± 3,3</b>
ECO <sub>2</sub> AT	<b>34,9 ± 2,9</b>	<b>34,1 ± 2,9</b>	<b>43,0 ± 3,6</b>
HR(l/min)	<b>146,1 ± 5,2</b>	154,4 ± 4,9	<b>138,2 ± 6,7</b>
HR%	<b>88,2 ± 2,9</b>	<b>88,7 ± 2,8</b>	<b>79,7 ± 3,7</b>
IR%	23,8 ± 5,0	<b>14,1 ± 4,7</b>	<b>30,0 ± 6,4</b>
EFVC%	61,7 ± 5,2	70,1 ± 5,0	59,5 ± 6,8
EFEV <sub>1</sub> %	52,2 ± 4,6	54,0 ± 4,4	44,3 ± 5,9
ETLC%	<b>67,4 ± 5,1</b>	68,4 ± 4,8	<b>68,3 ± 6,7</b>
EVO <sub>2</sub> máx(*)	<b>1,11 ± 0,1</b>	<b>1,17 ± 0,07</b>	<b>0,79 ± 0,09</b>
EVO <sub>2</sub> máx%	<b>52,3 ± 5,2</b>	<b>55,0 ± 4,6</b>	<b>37,3 ± 7,6</b>
EVO <sub>2</sub> máx/Kg(#)	<b>16,4 ± 1,7</b>	<b>17,7 ± 1,5</b>	<b>10,7 ± 1,9</b>

(\*) l/min; (#) ml/min/kg /// GRUPO I: Pacientes sin complicaciones; GRUPO II: Pacientes con complicaciones consideradas "no predecibles"; GRUPO III: Pacientes con complicaciones consideradas "predecibles"/// En negrita p<0,1; En negrita y subrayado p < 0,05)/// en las variables en que están marcadas las medias de los tres grupos, la diferencia es significativa entre el grupo III y cualquiera de los otros dos, pero nunca entre los grupos I y II, salvo en el caso de PCO<sub>2</sub>. Abreviaturas en el apéndice D.

grupo. Por otra parte notemos que el IR del grupo II es el menor de todos, lo que hace que sus estimaciones postoperatorias sean frecuentemente las mas altas.

Más concretamente se observa que el grupo III es el mas obstructivo y tiene inferiores los valores relacionados con la captación máxima de oxígeno preoperatoria. El grupo II ocupa una posición intermedia pero más próxima y no significativamente diferente del grupo I;

Observemos como los equivalentes respiratorios de oxígeno y anhídrido carbónico son notablemente mayores en los pacientes del grupo III.

En cuanto a las variables categóricas, sólo la frecuencia de antecedentes respiratorios mostraba diferencias significativas: ninguno de los 10 que constituían el grupo I los tenían, pero los había en 4 de 11 pacientes del grupo II y en 3 de 3 del grupo III; la diferencia es significativa exclusivamente entre el grupo I y los otros dos.

#### 5.10 VARIABLES QUE SE RELACIONAN CON LAS COMPLICACIONES EN GENERAL.

##### 5.10.1 Análisis de medias y frecuencias

En el apéndice G se describe de forma exhaustiva los datos correspondientes a los 27 pacientes. De las variables categóricas<sup>(13)</sup> la única que muestra una diferencia

VARIABLE	COMPL.	NO COMPL.	Prob.
TIF	60,5 ± 1,91	67,1 ± 3,35	0,038
TIF%	77,3 ± 2,59	85,9 ± 4,03	0,043
V <sub>T</sub> /VC%	45,2 ± 2,35	51,0 ± 2,66	0,065

-----

(&) en l/min;(\*) en ml/min. Variables cuyas medias muestran diferencias significativas o próximas a la significación, entre los pacientes no complicados y complicados. Abreviaturas en el apéndice D.

de frecuencias significativa (p=0,018) es la presencia de antecedentes respiratorios (ANTRES). De los 17 pacientes que se complicaron, 7 tenían antecedentes, mientras que no se halló historia respiratoria (de las características

referidas en material y métodos) en ninguno de los que no las hicieron.

Las medias de varios parámetros funcionales "tienden" a ser distintas entre los dos grupos que estamos considerando en este apartado, pero solamente son significativas (Tabla XVII) las diferencias del TIF. Al ajustar las medias para la existencia de antecedentes respiratorios no se modifican significativamente las diferencias.

Tabla XVIII					
VARIABLE	R <sup>2</sup>	F-PROB	VARIABLE	R <sup>2</sup>	F-PROB
SEXO	0,000	0,960	EDAD	0,105	0,115
PESO	0,063	0,726	DISNEA	0,008	0,670
<b>ANTRES</b>	<b>0,206</b>	<b>0,017</b>	ANTCIR	0,028	0,422
ECG	0,017	0,540	FVC	0,030	0,410
VC%	0,004	0,771	FEV <sub>1</sub>	0,001	0,863
FEV <sub>1</sub> %	0,031	0,399	<b>TIF</b>	<b>0,121</b>	<b>0,076</b>
<b>TIF%</b>	<b>0,126</b>	<b>0,070</b>	VR	0,000	0,965
VR%	0,000	0,971	TLC	0,008	0,671
TLC%	0,014	0,567	RV/TLC	0,035	0,370
D <sub>CO</sub>	0,007	0,690	D <sub>CO</sub> %	0,025	0,451
PO <sub>2</sub>	0,000	0,982	PO <sub>2</sub> %	0,000	0,978
PO <sub>2</sub> E	0,007	0,695	GRO <sub>2</sub>	0,012	0,597
PCO <sub>2</sub>	0,017	0,531	VO <sub>2</sub> máx	0,071	0,197
VO <sub>2</sub> máx%	0,013	0,055	VO <sub>2</sub> máx/Kg	0,074	0,190
<b>PuO<sub>2</sub></b>	<b>0,113</b>	<b>0,085</b>	MVM	0,031	0,421
ID	0,017	0,556	V <sub>T</sub> /VC	0,111	0,120
EO <sub>2</sub> min	0,050	0,306	ECO <sub>2</sub> AT	0,022	0,499
HR	0,005	0,750	HR%	0,034	0,396
IR	0,014	0,593	EST	0,051	0,302
EVC	0,089	0,166	EVC%	0,006	0,734
EFEV <sub>1</sub>	0,003	0,796	EFEV <sub>1</sub> %	0,034	0,399
EVR	0,046	0,327	EVR%	0,070	0,221
ETLC	0,087	0,171	ETLC%	0,055	0,282
ED <sub>CO</sub>	0,000	0,928	ED <sub>CO</sub> %	0,009	0,667
EVO <sub>2</sub> máx	0,026	0,455	EVO <sub>2</sub> máx%	0,014	0,575
EVO <sub>2</sub> máx/Kg	0,015	0,560			

=====  
 En esta tabla se puede ver: la correlación de las distintas variables con la aparición de complicaciones expresada como R<sup>2</sup>. La probabilidad de que R<sup>2</sup> sea igual a 0 (F-PROB). En negrita y subrayado F-PROB ≤ 0.05. Abreviaturas en el apéndice D.

### 5.10.1 Análisis de correlaciones simples y múltiples

5.10.1.1 Variables únicas: Si examinamos los datos desde este punto de vista (Tabla XVIII), la única variable que presenta correlación significativa, aunque pobre, es la presencia de Antecedentes Respiratorios (ANTRES) con  $R^2=0,206$  ( $r=0,454$ , intervalo de  $r$  entre  $0,230$  y  $0,629$ ). Las correlaciones son muy pobres.

5.10.1.2 Múltiples variables:  
El conjunto de variables que, juntas, presentan la máxima correlación con la aparición de complicaciones, es el constituido por (Tabla XIX):

Tabla XIX			
<u>COMPL = f(ANTRES)</u>			
VARIABLE	R <sup>2</sup> -Sec	F-Prob	Coefic.
Constante			-0,494
ANTRES	0,206	0,017	2,400
Prob. de mala-clasificación.			.31,5%
<u>COMPL = f(ANTRES + ETLC%)</u>			
VARIABLE	R <sup>2</sup> -Sec	F-Prob	Coefic.
Constante			-4,516
ANTRES	0,206	0,008	3,158
ETLC%	0,305	0,077	0,054
Prob. de mala-clasificación.			.27,1%
=====			
Se muestra la correlación, significación y coeficientes de los mejores modelos para el análisis discriminativo de las complicaciones generales. Abreviaturas en el apéndice D.			

1) Antecedentes respiratorios (ANTRES).

2) Capacidad pulmonar total estimada estandarizada (ETLC%)<sup>(19)</sup> De los 2 factores, el más importante es la presencia de antecedentes respiratorios (ANTRES), que

<sup>19</sup> Como ocurre en el grupo total con la ETLC%, tanto la Capacidad Vital como el Volumen Residual Estimados estandarizados (EVC% y VR%) mejoran significativamente el ajuste de la regresión cuando en el modelo ya estén presentes las variables ANTRES. Sin embargo los tres parámetros tienen una correlación entre ellos elevada ( $R^2=0,62$  como mínimo), lo que indica que básicamente contienen la misma información. Se eligió ETLC%, por ser la más significativa.

proporciona el 67,5% de la correlación total. En conjunto el modelo tiene una  $R^2$  mediocre de 0,305 ( $r=0,552$ , intervalo de  $r$  entre 0,294 y 0,735) En la Tabla XIX también se describe un modelo que consta de las variables: presencia de antecedentes respiratorios (ANTRES) y estimación de la capacidad pulmonar total estandarizada (ETLC%). Representa el modelo mejor sin variables del test de esfuerzo y su correlación es  $R^2=0,305$  (intervalo de  $r$  de 0,273 a 0,745;  $R^2$  de 0,075 a 0,555)

### 5.10.2 Predicción de complicaciones

#### 5.10.2.1

**Variables únicas:**  
Si consideramos los antecedentes respiratorios (ANTRES) para predecir compli-

Tabla XX						
<u>f (ANTRES)</u>			<u>f (ANTRES+ETLC%)</u>			
COMPL	NO	SI	COMPL	NO	SI	
NO	10	0	NO	5	5	
SI	10	7	SI	2	15	

=====  
Tablas de contingencia mostrando como se clasifican los pacientes con análisis discriminativo, respecto a las complicaciones. Abreviaturas en el apéndice D.

caciones (Tabla XIX y Tabla XX a la izquierda) vemos que la sensibilidad en la muestra analizada es de 7/17 (41,2%), mientras que la especificidad es de 10/10 (100%), con una reducción en el error de clasificación de 25,9%. La probabilidad de mala-clasificación asociada a la función discriminativa es del 31,5%.

**5.10.2.2 Múltiples variables:** La ecuación que contiene antecedentes respiratorios (ANTRES) y capacidad pulmonar total estimada estandarizada (ETLC%), tiene una sensibilidad del 88,2% para las complicaciones, pero su

especificidad es de 5/10 (50%). La reducción en el error de clasificación es del 48,1%. La probabilidad de mala-clasificación es de 27,1%.

### 5.11 VARIABLES QUE SE RELACIONAN CON LAS COMPLICACIONES "PREDECIBLES".

#### 5.11.1 Análisis de medias y frecuencias

En la Tabla XXI tenemos un extracto de las variables cuyas medias son significativamente distintas:

VARIABLE	COMPLICACIONES PREDECIBLES	OTRAS	Prob.
TIF	58,2 ± 2,7	64,3 ± 2,1	0,080
VR%	134,0 ± 12	108,5 ± 5,3	0,021
TLC%	100,4 ± 7,2	90,5 ± 3,0	0,018
RV/TLC%	47,6 ± 3,1	43,1 ± 1,7	0,110
VO <sub>2</sub> máx (&)	0,98 ± 0,08	1,39 ± 0,07	0,005
VO <sub>2</sub> máx%	54,1 ± 3,5	65,7 ± 2,8	0,050
VO <sub>2</sub> máx/Kg (*)	15,8 ± 1,2	20,7 ± 1,0	0,015
PuO <sub>2</sub>	7,0 ± 0,4	9,1 ± 0,4	0,007
V <sub>T</sub> /V <sub>C</sub>	40,6 ± 2,8	49,3 ± 2,0	0,023
EO <sub>2</sub> min (#)	38,6 ± 6,2	30,3 ± 0,9	0,122
ECO <sub>2</sub> AT (#)	43,0 ± 6,5	34,5 ± 1,1	0,127
HR (lpm)	138 ± 3,4	142 ± 3,9	0,010
HR%	79,7 ± 2,2	88,5 ± 2,1	0,005
IR%	30,0 ± 6,1	18,7 ± 3,5	0,070
EFEV <sub>1</sub> %	44,3 ± 3,9	53,1 ± 3,3	0,050
ED <sub>CO</sub> %	49,4 ± 5,6	64,1 ± 5,7	0,041
EVO <sub>2</sub> máx (&)	0,67 ± 0,1	1,10 ± 0,08	0,003
EVO <sub>2</sub> máx%	37,3 ± 3,1	54,2 ± 3,5	0,015
EVO <sub>2</sub> máx/Kg (*)	10,7 ± 0,2	17,3 ± 1,2	0,004

(&) en l/min; (\*) en ml/min/kg; (lpm) latidos por minuto ; (#) Con estas variables, debido a que no se puede asumir la igualdad de varianzas entre los dos grupos, se han analizado las diferencias con una prueba para varianzas desiguales. Abreviaturas en el apéndice D.

De los estudios de función basal el índice de Tiffenau (TIF), el volumen residual estandarizado (VR%) y la

capacidad pulmonar total estandarizada (TLC%). Entre las funciones estimadas son el EF<sub>EV1</sub>% y la ED<sub>CO</sub>% .

Si observamos los datos derivados de la ergometría, podemos comprobar que aparecen: la captación máxima de oxígeno absoluta (VO<sub>2</sub>máx), estandarizada, como porcentaje de los teóricos (VO<sub>2</sub>máx%) y expresada por kilogramo de peso (VO<sub>2</sub>máx/Kg), así como las estimaciones postoperatorias de las tres anteriores (EVO<sub>2</sub>máx, EVO<sub>2</sub>máx% y EVO<sub>2</sub>máx/Kg), que son, en definitiva, distintas formas de expresar una información esencialmente similar. De todas ellas la diferencia más significativa se observa en la captación máxima de oxígeno estimada estandarizada para el peso (EVO<sub>2</sub>máx/Kg). También presentan diferencias la frecuencia cardíaca máxima, tanto en valor absoluto (HR) como en porcentaje de lo previsto (HR%) y ambos equivalentes respiratorios, el de oxígeno mínimo (EO<sub>2</sub>min) y el de anhídrido carbónico en el umbral de anaerobiosis (ECO<sub>2</sub>AT).

Finalmente el índice de resección medio, expresado como porcentaje, es más alto en el grupo de complicaciones "predecibles" que en los demás pacientes, aunque cuando analizamos por separado la frecuencia de las cuatro categorías de resección, a saber, (a) neumonectomías, (b) lobectomías izquierdas o inferiores derechas, (c) lobectomía superior derecha, media o segmentectomías y (d) territorios afuncionales, no hay diferencias significativas.

No se observaron frecuencias significativamente diferentes de sexo, presencia de disnea, o de alteraciones

electrocardiográficas ni en los estadios de extensión. Por el contrario si se encontraron en:

1) Presencia de antecedentes respiratorios: que estaban en 3/6 (50%) de los "predecibles" y 4/21 (19%) de los demás. La probabilidad de que ambas frecuencias sean iguales es de 0,043.

2) Presencia de antecedentes circulatorios: que se encontraron en 2/6 (33,3%) de los "predecibles" y 2/21 (10,5%) del resto ( $p=0,085$ ).

Tabla XXII					
VARIABLE	R <sup>2</sup>	F-PROB	VARIABLE	R <sup>2</sup>	F-PROB
SEXO	0,007	0,701	EDAD	0,002	0,837
PESO	0,082	0,167	DISNEA	0,005	0,747
ANTRES	0,076	0,183	ANTCIR	0,071	0,199
ECG	0,002	0,824	FVC	0,047	0,300
VC%	0,030	0,419	FEV <sub>1</sub>	0,004	0,773
FEV <sub>1</sub> %	0,000	0,929	TIF	0,066	0,216
TIF%	0,037	0,356	VR	0,099	0,125
VR%	<b>0,140</b>	<b>0,065</b>	TLC	0,069	0,204
TLC%	0,067	0,211	RV/TLC	0,055	0,260
D <sub>CO</sub>	0,019	0,516	D <sub>CO</sub> %	0,024	0,462
PO <sub>2</sub>	0,001	0,870	PO <sub>2</sub> %	0,025	0,450
PO <sub>2</sub> E	0,037	0,360	GRO <sub>2</sub>	0,035	0,379
PCO <sub>2</sub>	0,001	0,880	<b>VO<sub>2</sub>máx</b>	<b>0,240</b>	<b>0,015</b>
<b>VO<sub>2</sub>máx%</b>	<b>0,162</b>	<b>0,051</b>	<b>VO<sub>2</sub>máx/Kg</b>	<b>0,303</b>	<b>0,005</b>
<b>PuO<sub>2</sub></b>	<b>0,281</b>	<b>0,007</b>	MVM	0,002	0,808
ID	0,021	0,484	<b>V<sub>T</sub>/VC</b>	<b>0,153</b>	<b>0,049</b>
<b>EO<sub>2</sub>min</b>	<b>0,179</b>	<b>0,031</b>	<b>ECO<sub>2</sub>AT</b>	<b>0,147</b>	<b>0,053</b>
HR	0,091	0,135	<b>HR%</b>	<b>0,147</b>	<b>0,053</b>
IR%	0,082	0,155	EST	0,053	0,163
EVC	0,006	0,717	EVC%	0,024	0,446
EFEV <sub>1</sub>	0,039	0,335	EFEV <sub>1</sub> %	0,068	0,225
EVR	0,004	0,749	EVR%	0,003	0,786
ETLC	0,006	0,718	ETLC%	0,018	0,519
ED <sub>CO</sub>	0,076	0,174	ED <sub>CO</sub> %	0,070	0,193
<b>EVO<sub>2</sub>máx</b>	<b>0,315</b>	<b>0,004</b>	<b>EVO<sub>2</sub>máx%</b>	<b>0,237</b>	<b>0,015</b>
<b>EVO<sub>2</sub>máx/Kg</b>	<b>0,329</b>	<b>0,003</b>			

En esta tabla se puede ver: la correlación de las distintas variables con las complicaciones "predecibles", expresada como R<sup>2</sup>. La probabilidad de que R<sup>2</sup> sea igual a 0 (PROB). En negrita F-PROB ≤ 0,1. Subrayado F-PROB ≤ 0,05. Abreviaturas en el apéndice D.

Empleando los procedimientos que ya vimos al estudiar las complicaciones en general encontramos un gran número de variables con poder discriminativo mayor o menor, ya que como se puede observar en la Tabla XXI y la Tabla XXII, son varias las que se diferencian en las medias o muestran correlación. Por tanto nos centraremos en los siguientes aspectos: Primero, si alguna variable aislada proporciona una buena clasificación. Segundo investigaremos el mejor modelo basado en variables que no

dependan del "test" de esfuerzo. Finalmente intentaremos definir el mejor modelo posible con todos nuestros datos.

**5.11.2.1 Variables únicas:** Cuando estudiamos la correlación que existe entre las distintas variables analizadas y las complicaciones "predecibles" (ver Tabla XXI y la Tabla XXII apartado I), se presenta prácticamente en las mismas que mostraban diferencias de las medias o de las frecuencias. La más significativa de todas ellas la encontramos con la captación máxima de oxígeno estimada por kilogramo de peso cuya  $R^2$  es de 0,329 ( $r = -0,574$ ), con un intervalo de confianza para  $R^2$  que va de 0,505 a 0,104 ( $r$  entre -0,710 y -0,324), por tanto es significativamente diferente de la correlación que presenta el  $EFEV_1$ , pero no de la de otros parámetros relacionados con el esfuerzo tanto basales como estimados (con  $VR\%$   $p=0,087$ <sup>(20)</sup> y con  $VO_{2,m\acute{a}x}/Kg$   $p=0,1469$ ). Correlaciones significativas muestran también el pulso de oxígeno máximo ( $PuO_2$ ), el equivalente de oxígeno mínimo ( $EO_{2,min}$ ), el volumen corriente como porcentaje de la capacidad vital ( $V_T/VC\%$ ), la frecuencia cardíaca máxima estandarizada ( $HR\%$ ) y el volumen residual estandarizado ( $VR\%$ ), aunque todas pobres, salvo el  $PuO_2$  que es mediocre.

**5.11.2.2 Múltiples variables:** Sin considerar los parámetros obtenidos directa o indirectamente de la ergometría "máxima", la asociación variables que mayor correlación presenta con las complicaciones consideradas

---

<sup>20</sup> No es infrecuente considerar significativamente diferentes dos correlaciones con una probabilidad de error menor de 0,1.

"predecibles", es la formada por (ver Tabla XXII y Tabla XXIII , apartado II):

1. Presencia o no de antecedentes respiratorios (ANTRES).
2. Volumen residual estandarizado (VR%) <sup>(21)</sup>.

El modelo que contiene estas dos variables tiene una mediocre  $r$  de 0,489 (intervalo de confianza de 0,210 a 0,680), que es peor, aunque no significativamente, que la que consigue sólo la estimación de la captación máximo de oxígeno por kilogramo de peso postresección.

Finalmente consideramos que el "mejor modelo posible" (ver Tabla XXII y Tabla XXIII , apartado II), es el formado por:

1. Estimación de la captación máxima de oxígeno postoperatoria por kilogramo de peso ( $EVO_2$ máx/Kg).
2. Volumen residual estandarizado para valores teóricos (VR%).
3. Pulso de oxígeno máximo ( $PuO_2$ )

La correlación global es de una valor aceptable de  $R^2$  de 0,596 ( $r=0,772$ , intervalo entre 0,879 y 0,592). En el modelo,  $EVO_2$ máx/Kg es, con mucho, el término de mayor importancia, pues ella sola representa el 55,2% de la  $R^2$  total. La correlación es significativamente diferente de la obtenida con los parámetros basales. Hay que decir que otros parámetros relacionados con la captación máxima de

---

<sup>21</sup> Como ocurría al analizar las complicaciones en general, varios de los volúmenes estáticos (Capacidad Pulmonar Total y Estimaciones del Volumen Residual y de la Capacidad Vital postoperatorias tanto en valores absolutos como estandarizados para sus teóricos), ajustaban de forma similar a VR% en el modelo. Aquí también se optó por el parámetro que mejor ajuste proporcionaba.

**Tabla XXIII**

**I. MODELOS DE UNA SOLA VARIABLE**

VARIABLE	R <sup>2</sup> -Sec.	F-Prob	Const.	Coefic.	Prob. de mala clasific.
EFEV <sub>1</sub> %	0,067	0,191	2,129	-0,043	45,5%
VR%	0,149	0,051	-4,428	0,036	34,1%
V <sub>T</sub> /VC%	0,153	0,049	-4,774	-0,106	33,9%
EO <sub>2</sub> min	0,179	0,032	-4,625	0,134	31,4%
PuO <sub>2</sub>	0,281	0,007	6,938	-0,846	23,6%
VO <sub>2</sub> máx/Kg	0,303	0,005	6,701	-0,367	22,4%
EVO <sub>2</sub> máx/Kg	0,329	0,006	4,892	-0,520	20,9%

Puntos de corte (EFEV<sub>1</sub>%= 48,7%; VR%= 121,5%; V<sub>T</sub>/VC%= 45%; PuO<sub>2</sub>= 8,2 ml/pm; EO<sub>2</sub>min= 34,4; VO<sub>2</sub>máx/Kg= 18,5 ml/min/Kg; EVO<sub>2</sub>máx/Kg= 13,9 ml/min/Kg)

**II. MODELOS QUE NO CUENTAN CON PARAMETROS DE LA ERGOMETRIA**

VARIABLE	R <sup>2</sup> -Sec.	F-Prob	Const.	Coefic.
Constante			-6,975	
ANTRES	0,085	0,102		2,181
VR%	0,239	0,035		0,047

Probabilidad de mala clasificación. . . . . 28,3%

**III. MODELOS QUE CUENTAN CON PARAMETROS DE LA ERGOMETRIA**

VARIABLE	R <sup>2</sup> -Sec.	F-Prob	Const.	Coefic.
Constante			-0,106	
EVO <sub>2</sub> máx/Kg	0,329	0,005		-0,296
VR%	0,465	0,019		0,039

Probabilidad de mala clasificación. . . . . 14,0%

VARIABLE	R <sup>2</sup> -Sec.	F-Prob	Const.	Coefic.
Constante			-9,517	
EVO <sub>2</sub> máx/Kg	0,329	0,005		-0,240
VR%	0,465	0,019		0,060
PuO <sub>2</sub>	0,596	0,052		0,182

Probabilidad de mala clasificación. . . . . 7,9%

=====  
 Distintos modelos obtenidos mediante análisis discriminativo, siendo complicaciones "predecibles" la variable dependiente. EVO<sub>2</sub>máx/Kg se expresa en ml/min/Kg. Abreviaturas en el apéndice D.

oxígeno (captación máxima de oxígeno preoperatoria y estimada postresección, tanto en valor absoluto como estandarizadas para el valor teórico y captación máxima de oxígeno por kilogramo preoperatoria) proporcionan modelos más ajustados que los parámetros de función basal, sin embargo hemos optado aquí por  $EVO_2\text{máx/Kg}$  debido a que es la que produce un ajuste mejor.

### 5.11.3 Predicción de las complicaciones.

Tabla XXIV								
f (EFEV <sub>1</sub> %)			f (VR%)			f (VO <sub>2</sub> máx/Kg)		
COMPL	NO	SI	COMPL	NO	SI	COMPL	NO	SI
NO	12	9	NO	15	6	NO	16	5
SI	2	4	SI	2	4	SI	2	4
=====			=====			=====		
f (EVO <sub>2</sub> máx/Kg)			f (ANTRES+VR%)			f (EVO <sub>2</sub> máx/Kg+VR%)		
COMPL	NO	SI	COMPL	NO	SI	COMPL	NO	SI
NO	16	5	NO	19	2	NO	18	3
SI	0	6	SI	3	3	SI	1	5
=====			=====			=====		
f (EVO <sub>2</sub> máx/Kg+VR%+PUO <sub>2</sub> )								
			COMPL	NO	SI			
			NO	18	3			
			SI	0	6			
			=====					

Tablas de contingencia de predicciones contra hallazgos con respecto a la presencia (SI) o ausencia (NO) de complicaciones "predecibles". EFEV<sub>1</sub>% y VR% se expresan en %, EVC en litros y EVO<sub>2</sub>máx/Kg en ml/min/Kg. Abreviaturas en el apéndice D.

Centrándonos ahora sobre el poder para discriminar los pacientes que hicieron de los que no hicieron complicaciones "predecibles", daremos los mismos pasos que seguimos en el apartado previo. Comenzaremos pues por cada variable aisladamente.

**5.11.3.1 Variables únicas:** No vamos a desarrollar aquí todos los modelos de monovariable. Se han escogido los cuatro de interés (ver Tabla XXIV): el primero se basa en el volumen espiratorio máximo forzado en el primer segundo, expresado en forma estandarizada respecto a los valores teóricos (EFEV<sub>1</sub>%). Podemos ver en la (Tabla XXII y Tabla XXIII, apartado I), que este parámetro no presenta correlación significativa con las complicaciones "predecibles" y de hecho su capacidad de clasificación es mala, con un punto de corte <sup>(18)</sup> en 48,7%, la sensibilidad (Tabla XXIV) es de 4/6 (66,6%) y la especificidad del 12/21 (57,1%). Reduce el error de clasificación al azar en un magro 15,4% y la probabilidad de mala-clasificación es del 45,5%.

En segundo lugar emplearemos el volumen residual estandarizado (VR%), con este parámetro (ver Tabla XXIII y Tabla XXIV), el punto de corte<sup>(18)</sup> se sitúa en 121,5%, la sensibilidad es de 4/6 (66,6%), la especificidad es de 15/21 71,4% y el porcentaje de reducción en el error de clasificación del grupo es del 38,1%. La probabilidad de mala-clasificación es de 34,1%.

La captación máxima de oxígeno, tiene su punto de corte <sup>(18)</sup>

en 18,5 ml/min/Kg (Tabla XXIII). La sensibilidad es de 4/6 (66,6%), la especificidad de 16/21 (76,2%) y la reducción en el error de clasificación es del 53,8% (ver Tabla XXIV primer nivel a la derecha). La probabilidad de mala-clasificación es del 22,4%.

La captación máxima de oxígeno estimada por kilo de peso, es la variable con mayor correlación de todas (ver Tabla XXIV segundo nivel a la izquierda). El punto de corte<sup>(18)</sup> se sitúa en 13,9 ml/min/Kg. La sensibilidad es de 6/6 (100%), la especificidad de 15/21 (71,4%) y la reducción en el error de clasificación es del 61,5%. La probabilidad de mala-clasificación es del 20,7%. Sólo son significativamente diferentes las matrices de clasificación de EFEV<sub>1</sub>% y EVO<sub>2</sub>máx/Kg. Entre las probabilidades de mala-clasificación hay diferencias en la proporcionada por EVO<sub>2</sub>máx/Kg y la que corresponde a VR% (p=0,051) y EFEV<sub>1</sub>% (p=0,019). VO<sub>2</sub>máx/Kg no es significativamente diferente de ninguna de las otras tres.

Al final del capítulo encontraremos la Tabla XXV donde podemos observar la clasificación de complicados y no complicados por estratos de 5 en 5 ml/min/Kg y las probabilidades de complicación, derivadas de la función discriminativa, asociadas a cada nivel.

**5.11.3.2 Múltiples variables:** Siguiendo por orden de complejidad, veremos ahora el que consideramos "mejor modelo" sin las variables derivadas directa o indirectamente de la ergometría. En nuestro grupo sería el constituido por las variables antecedentes respiratorios (ANT-RES) y volumen residual estandarizado (VR%). Los coeficientes y correlación están descritos en la Tabla XXIII, apartado II. En la tabla Tabla XXIV podemos ver cómo clasifican a la muestra. La sensibilidad es de 5/6 (83,3%), la especificidad 16/21 (76,2%) y la reducción en

el error de clasificación es del 53,8%. La probabilidad de mala-clasificación es del 28,3%, aunque no hay diferencias en la clasificación real de la muestra, al tener menor correlación es potencialmente peor estimador de la población que  $EVO_2$ máx/Kg.

**Tabla XXV**

	$VO_2$ máx/Kg	$EVO_2$ máx/Kg
FALSOS POSITIVOS	5/9 (55%)	5/11 (45%)
FALSOS NEGATIVOS	2/18 (11%)	0/16 (0%)
SENSIBILIDAD	4/6 (67%)	6/6 (100%)
ESPECIFICIDAD	16/21 (76%)	16/21 (76%)

**ESTRATIFICACION**

<10 ml/min/Kg	-----	1/2 (50%)
10-14,9 ml/min/Kg	4/5 (80%)	5/10 (50%)
15-19,9 ml/min/Kg	2/7 (29%)	0/10 (0%)
>20 ml/min/Kg	0/15 (0%)	0/5 (0%)

**PROBABILIDADES DERIVADAS DE LA ECUACION DISCRIMINATIVA**

10 ml/min/Kg	76%	45%
15 ml/min/Kg	33%	12%
20 ml/min/Kg	7%	2,4%
25 ml/min/Kg	1%	0,4%

En esta tabla se muestra el número y porcentaje de pacientes complicados por estratos de 5 en 5 ml/min/Kg y las probabilidades de complicación obtenidas de la función discriminativa para los niveles expresados.

Finalmente estudiamos los mejores modelos, contando con todas las variables medidas (Tabla XXIII, apartado III). El modelo de mayor correlación, el constituido por captación máxima de oxígeno por kilo de peso estimada

(EVO<sub>2</sub>máx/Kg), volumen residual estimado (VR%) y pulso de oxígeno máximo (PuO<sub>2</sub>). Tiene una sensibilidad de 6/6 (100%), una especificidad de 18/21 (85,7%) y reduce el error de clasificación en el 83%. La probabilidad de mala-clasificación asociada al modelo es del 12,3%. Aunque la tabla de contingencia no es significativamente diferente mas que de la derivada de la función discriminativa de EFEV<sub>1</sub>%, la probabilidad de mala-clasificación es significativamente menor que las que se asocian a los modelos mencionados mas arriba, con la excepción del de EVO<sub>2</sub>máx/Kg. Si eliminamos el factor PuO<sub>2</sub> de la ecuación (Tabla XXIII y Tabla XXIV), el modelo resultante, mas sencillo, clasifica correctamente a 5/6 (83,3%) pacientes y su especificidad es de 18/21 (85,7%), con una reducción del error de clasificación del 77,8%. La probabilidad de mala-clasificación es de 14,9%. La probabilidad de mala clasificación es significativamente diferente de las ecuaciones de los apartados I y II de la Tabla XXIII (p<0,05), salvo EVO<sub>2</sub>máx/Kg.

**6 RESUMEN GENERAL  
DE RESULTADOS**

## 6.1

## PACIENTES

### 6.1.1 GRUPO TOTAL

Se estudiaron 58 pacientes de los cuales 46 resultaron aptos para investigar las complicaciones. La edad era de  $58,4 \pm 11,1$  años, el FEV<sub>1</sub> de  $77,5\% \pm 18,4\%$  y el índice de tiffenau de  $67,7\% \pm 9,9\%$ . Cuarenta y uno de los pacientes eran varones (89%). También cuarenta y uno tenían cáncer bronquial y 5 (10,9%) otros procesos. Se practicaron 12 neumonectomías, 31 lobectomías y 3 segmentectomías.

### 6.1.2 GRUPO DE FEV<sub>1</sub> MENOR DEL 80% O INDICE DE TIFFENAU MENOR DEL 85%

Con el fin de ver si contar con pacientes de función normal en el grupo pudiera modificar los resultados se analizó un subgrupo de 27 pacientes con FEV<sub>1</sub><80% y TIF<85%. La edad media de este subconjunto era de  $57,6 \pm 8,9$  (No significativamente diferente del total), 24 eran varones (88,9%). El FEV<sub>1</sub> medio del grupo era de  $65,4\% \pm 13,2\%$  y el TIF de  $62,9\% \pm 9,4\%$ . Se hicieron 10 neumonectomías, 15 lobectomías y dos segmentectomías.

## 6.2 COMPLICACIONES DE LA PRUEBA DE ESFUERZO Y TECNICAS ASOCIADAS.

No se registraron complicaciones de importancia durante o en las 24 horas posteriores a las 104 pruebas de esfuer-

zo realizadas. De forma pormenorizada los incidentes fueron: 1 caso de positividad electrocardiográfica para cardiopatía isquémica, 1 caso de extrasistolia ventricular, 3 hematomas, considerados excesivos, secundarios a la extracción de sangre arterial y 2 pacientes notaron dolor en las pantorrillas, descritos como "calambres".

### **6.3 MODIFICACIONES FUNCIONALES TRAS LA RESECCION**

Del análisis de los resultados preoperatorios y a los 6 meses de la intervención se desprende que la exéresis supone una reducción media de los VOLUMENES Y CAPACIDADES PULMONARES proporcional al número de subsegmentos reseca-

dos.

En cuanto a la CAPACIDAD DE TRANSFERENCIA DE MONÓXIDO DE CARBONO Y LA CAPTACIÓN MÁXIMA DE OXÍGENO los datos obtenidos parecen indicar lo mismo, sin embargo en los casos de exéresis de poca cuantía hay una variabilidad de comportamiento notable.

### **6.4 PREDICCIONES FUNCIONALES**

El análisis de regresión y correlaciones muestra que las predicciones basadas en la fórmula:

**Función estimada postoperatoria = Función basal \* (n-b)/(42-b)**

Siendo "n" el número de subsegmentos a extirpar y "b" el número de obstruidos según los criterios descritos en material y métodos, se ajustan de forma buena o excelente a los valores postoperatorios medidos a los seis meses, tanto para los VOLÚMENES, para los que estaba diseñada la fórmula, como para la CAPTACIÓN MÁXIMA DE OXÍGENO como tal o ESTANDARIZADA PARA EL PESO. En la mayoría de los casos no hay diferencias entre las neumonectomías y las otras resecciones en la naturaleza de la relación de las estimaciones con las mediciones (coincidencia de las rectas), pudiéndose asumir que ambos tipos de resección están definidos por las relaciones globales cuyas correlaciones oscilan entre  $R^2$  de 0,40 y 0,821 ( $r=0,633$  y  $0,906$ ). En concreto las ESTIMACIONES DE LA CAPTACION MAXIMA DE OXÍGENO y SU RELACIÓN CON EL PESO son muy buenas:  $R^2=0,626$  ( $r=0,791$ ) y  $R^2=0,593$  ( $r=0,770$ ) respectivamente.

#### 6.5 DESCRIPCION Y FRECUENCIA DE COMPLICACIONES

De los cuarenta y seis pacientes incluidos en el estudio de complicaciones, veintiocho (60,8%) hicieron alguna, de las definidas en material y métodos:

1)	Drenaje persistente	11 (23,9%)
2)	Atelectasia	7 (14,5%)
3)	Ventilación prolongada	4 ( 8,7%)
4)	Muerte	3 ( 6,5%)

5)	Insuficien. Respiratoria	4 ( 8,7%)
	a) Transitoria	2 ( 4,3%)
	b) Crónica	2 ( 4,3%)
7)	Arritmias	2 ( 4,3%)
8)	Neumonías	2 ( 4,3%)
9)	Insuficiencia cardíaca	1 ( 2,2%)
10)	Tromboembolismo pulmonar	1 ( 2,2%)
11)	Cardiopatía isquémica	1 ( 2,2%)
12)	Re-exploración	1 ( 2,2%)
13)	Infección de la herida	1 ( 2,2%)
14)	Otras:	
	a) Episod. hipertensivos	3 ( 6,5%)
	b) Hemorragia digestiva	2 ( 4,3%)
	c) Sangrado excesivo	1 ( 2,2%)
	d) Hipotensión	1 ( 2,2%)

## 6.6 COMPARACION DE MEDIAS SEGUN TIPO DE COMPLICACIONES

### 6.6.1 GRUPO TOTAL

Cuando estudiamos los pacientes divididos en las categorías: (I) No hicieron complicaciones; (II) Hicieron complicaciones, excluyendo las consideradas "predecibles" y (III) hicieron complicaciones "predecibles", podemos ver que los sujetos del grupo III muestran una tendencia clara a tener valores distintos y peores que los otros dos, que son similares; tendencia que se acentúa en las estimacio-

nes postoperatorias debido a que el mayor porcentaje rese-  
cado medio (IR) es el de dicho grupo. Más concretamente  
los pacientes del III son de media más obstructivos,  
tienen inferior valor de los parámetros relacionados con  
la CAPTACIÓN MÁXIMA DE OXÍGENO y mayores los EQUIVALENTES  
RESPIRATORIOS DE OXÍGENO Y ANHIDRIDO CARBÓNICO. Al contra-  
rio de esta tendencia general la  $PCO_2$  es significativamente  
menor en el grupo I que en los otros dos que son simila-  
res.

En cuanto a las variables categóricas, sólo la frecuencia  
de ANTECEDENTES RESPIRATORIOS muestra diferencias signifi-  
cativas: ninguno de los 18 que constituían el grupo I los  
tenían, pero los había en 6 de 20 pacientes del grupo II  
y en 4 de 8 del grupo III; la diferencia es significativa  
exclusivamente entre el grupo I y los otros dos.

#### **6.6.2 GRUPO CON $FEV_1 < 80\%$ O ÍNDICE DE TIFFENAU $< 85\%$**

No hay diferencias notables con el grupo total.

### **6.7 VARIABLES QUE SE RELACIONAN CON LAS COMPLICACIONES EN GENERAL**

#### **6.7.1 GRUPO TOTAL**

**6.7.1.1 Medias:** Las medias de tres variables son  
distintas entre los pacientes complicados y los no compli-  
cados: LA PRESENCIA DE ANTECEDENTES RESPIRATORIOS, LA  
PRESIÓN ARTERIAL DE DIOXIDO DE CARBONO Y EL INDICE DE  
TIFFENAU.

**6.7.1.2 Correlaciones y discriminación:** Cuando estudiamos las correlaciones aisladamente, sólo la PRESENCIA DE ANTECEDENTES RESPIRATORIOS presenta alguna, aunque pobre ( $R^2=0,179, r=0,423$ ), por lo que tiene poca utilidad para la discriminación. Si añadimos CAPACIDAD PULMONAR TOTAL ESTIMADA, ESTANDARIZADA, que sólo tiene importancia siempre que la variable ANTECEDENTES RESPIRATORIOS esté ya presente, la correlación aumenta discretamente ( $R^2=0,233, r=0,483$ ), pero sin conseguirse un potencial discriminador de interés. La probabilidad de clasificación errónea es muy elevada (34,1%).

#### **6.7.2 GRUPO CON $FEV_1 < 80\%$ O ÍNDICE DE TIFFENAU $< 85\%$**

**6.7.2.1 Medias:** En estos enfermos volvemos a encontrar diferencias en la PRESENCIA DE ANTECEDENTES RESPIRATORIOS y el INDICE DE TIFFENAU, además en este subgrupo también las presenta LA RELACION VOLUMEN CORRIENTE MAXIMO-CAPACIDAD VITAL.

**6.7.2.2 Correlaciones y discriminación:** En cuanto a las correlaciones el comportamiento es idéntico al observado con el grupo entero. La mejor correlación individual es la que muestra la presencia de ANTECEDENTES RESPIRATORIOS ( $R^2=0,206; r=0,454$ ); la mejor correlación múltiple es la que consiguen ANTECEDENTES RESPIRATORIOS Y CAPACIDAD PULMONAR TOTAL ESTIMADA ESTANDARIZADA ( $R^2= 0,305$  y  $r=0,552$ ). Su probabilidad de mala clasificación es del 27,1%.

## 6.8 VARIABLES QUE SE RELACIONAN CON LAS COMPLICACIONES "PREDECIBLES".

### 6.8.1 GRUPO TOTAL

6.8.1.1 Medias: Aunque algunas variables de función basal (INDICE DE TIFFENAU VOLUMEN RESIDUAL ESTANDARIZADOS Y RELACIÓN VOLUMEN RESIDUAL- CAPACIDAD PULMONAR TOTAL) muestran medias significativamente diferentes en ambos grupos: con y sin complicaciones "predecibles", en otras ( VOLUMEN ESPIRATORIO FORZADO EN EL PRIMER SEGUNDO y CAPACIDAD VITAL FORZADA), parece que las diferencias se acentúan cuando tenemos en cuenta la cantidad de tejido a resecar, como ocurre en los parámetros ESTIMADOS POSTOPERATORIOS. Las variables relacionadas con la CAPTACIÓN MÁXIMA DE OXÍGENO evidencian diferencias más significativas que las de función basal. De la misma manera, con ellas sucede que la diferencia se acentúa al considerar las ESTIMACIONES POSTOPERATORIAS. Los pacientes con EQUIVALENTES RESPIRATORIOS DE OXÍGENO Y DIOXIDO DE CARBONO más altos también entran en el grupo que sufrieron complicaciones del tipo considerado en este apartado. Finalmente LOS ANTECEDENTES RESPIRATORIOS Y CIRCULATORIOS son más frecuente en los pacientes que sufren complicaciones "predecibles".

**6.8.1.2 Correlaciones y discriminación:** Varios parámetros de función tanto basal, como de esfuerzo y algunos datos de la historia tienen más relación con las complicaciones que hemos agrupado como "predecibles" - entre las que se encuentra la muerte, que con el resto.

De todas las variables medidas la CAPTACIÓN MÁXIMA DE OXÍGENO, particularmente la ESTIMADA POSTOPERATORIA POR KILO DE PESO, parece tener la asociación más fuerte ( $R^2=0,283$ ,  $r=-0,532$ ), significativamente diferente de la que presentan los parámetros de función basal, tanto pre como estimados postoperatorios, aunque no de la CAPTACIÓN MÁXIMA DE OXÍGENO POR KILO DE PESO PREOPERATORIA. La CAPTACIÓN MÁXIMA DE OXÍGENO POR KILO DE PESO ESTIMADA POSTOPERATORIA es parte decisiva de los modelos multi-variables de mayor correlación con la aparición de complicaciones predecibles. El mejor de estos modelos es el constituido por dicha variable más el VOLUMEN RESIDUAL y LA FRECUENCIA CARDIACA MÁXIMA ESTANDARIZADOS (esta última no añade correlación significativa pero sí precisión). En conjunto el modelo tiene una  $R^2$  de 0,517 ( $r= 0,719$ ).

Para el análisis discriminativo, el mejor parámetro individual es la ESTIMACIÓN DE LA CAPTACIÓN MÁXIMA DE OXÍGENO POR KILO DE PESO. Valiéndose de ella como criterio clasificador el punto de corte se sitúa en 15,3 ml/min/Kg y acertaríamos en 7/8 de los pacientes que se complicaron (87,5%), pero hubiésemos errado en otros 6/38 (15,8%), que toleraron bien el procedimiento y se hubiese considerado que no. La probabilidad de mala clasificación es del

20,9%. El modelo multivariable de más correlación con la CAPTACIÓN MÁXIMA DE OXÍGENO POR KILO DE PESO ESTIMADA POSTOPERATORIA, VOLUMEN RESIDUAL ESTANDARIZADO y el PULSO DE OXÍGENO MÁXIMO, descrito más arriba, clasifica correctamente al 100% de los pacientes que se complicaron (8/8), pero rechaza a 4/38 de los que no (10,5%). La probabilidad de mala clasificación es del 8,8%.

#### **6.8.2 GRUPO CON $FEV_1 < 80\%$ O ÍNDICE DE TIFFENAU $< 85\%$**

**6.8.2.1 Medias:** Hay pocas diferencias en el comportamiento de las medias en este subgrupo con el grupo total, quizá lo más notable sea que aumenta la significación de las desigualdades de PULSO DE OXÍGENO MÁXIMO y de la ESTIMACION POSTOPERATORIA DE LA TRANSFERENCIA DE MONOXIDO DE CARBONO.

**6.8.2.2 Correlaciones y discriminación:** En el subgrupo de pacientes con  $FEV_1 < 80\%$  y TIF  $< 85\%$  también es  $EVO_2$  máx/Kg la variable con mejor correlación ( $R^2 = 0,329$   $r = 0,573$ ). El punto de corte de la ESTIMACIÓN DE LA CAPTACIÓN MÁXIMA DE OXÍGENO POR KILO DE PESO se sitúa en 13,9 ml/min/Kg. Por debajo de esta marca estaban todos (6/6) los complicados, pero también 5/21 de los no complicados (23,8%), con una probabilidad de mala-clasificación del 20,9% .

El mejor modelo encontrado por nosotros en este subgrupo se parece al del grupo total, pero en vez de la frecuencia

cardíaca máxima estandarizada, el tercer término es el  $PuO_2$ . Por tanto, consta de las tres variables CAPTACIÓN MÁXIMA DE OXÍGENO POR KILO DE PESO ESTIMADA POSTOPERATORIA, VOLUMEN RESIDUAL ESTANDARIZADO y el PULSO DE OXÍGENO MÁXIMO. La correlación es  $R^2$  de 0,596 ( $r=0,772$ ). Clasifica bien todos los pacientes que eventualmente se complicaron y sólo 3/21 de los que no lo hicieron, se hubiesen considerados no aptos (14,3%). La probabilidad de mala-clasificación es del 7,9%.

## **7 DISCUSION Y CONCLUSIONES**

## 7.1

## ESTIMACIONES DE FUNCION POSTOPERATORIA

### 7.1.1 Discusión

Al desarrollar fórmulas matemáticas que contaban con los segmentos para sus predicciones basadas en estimaciones cuantitativas de la función regional mediante métodos radioisotópicos, Krissterson y cols.<sup>29,33</sup> y Ali y cols.<sup>31</sup> se dieron cuenta de que probablemente el nivel subsegmentario de obstrucción era la unidad mínima donde se producían trastornos ventilatorios. A las mismas conclusiones llegó Nakajara<sup>40</sup> realizando broncografías y comparándolas con las radioespirometrías de Xe<sup>133</sup>, lo que le condujo a desarrollar una fórmula de predicción basada en las 42 unidades subsegmentarias<sup>44</sup> (la que hemos empleado nosotros). En los 52 pacientes estudiados por este autor y sus colaboradores, encontraron una correlación muy buena del FEV<sub>1</sub> estimado con el medido, oscilando r entre 0,790 y 0,905 para los distintos tipos de lobectomías y de 0,717 para los 13 neumonectomizados. Las pendientes y elevaciones de las rectas que relacionan las estimaciones con las mediciones y las correlaciones no son significativamente diferentes de las nuestras y de hecho son muy similares (Tabla VI).

Entre los estudios que han intentado predecir la función postoperatoria por métodos gammagráficos, los ajustes mejores son los reportados por Ali y cols.<sup>31</sup> y

Werlny y cols<sup>32</sup>. El primer autor, usando un método sofisticado con 8 gammacámaras (4 por campo pulmonar), encontró correlaciones excelentes para la predicción tanto del FEV<sub>1</sub> (0,96 en 44 lobectomías y 0,91 en 47 neumonectomías) como de la FVC (0,89 en lobectomías y 0,86 en neumonectomías), aunque eran mucho peores en las segmentectomías y lobectomías superiores derechas. En este trabajo se encontró que en las lobectomías, había una pérdida de función inicial muy superior a la esperable por la cantidad de tejido a reseca, que se recuperaba en los 3 primeros meses. La importancia clínica de este hallazgo no está demostrada.

Werlny y cols.<sup>32</sup> también obtienen correlaciones excelentes en sus estimaciones del FEV<sub>1</sub> (0,95 para 14 lobectomías y  $r=0,81$  en 20 neumonectomías).

Como podemos ver en la Tabla VI, en lo referente a la predicción del FEV<sub>1</sub> y de la FVC nuestros resultados son muy similares a los mencionados más arriba. En todos los trabajos, las correlaciones de las lobectomías pueden estar algo infladas, puesto que al ser mayor el tejido remanente, la dispersión es de menor magnitud relativa, este artefacto matemático es menos notable al extirpar todo el pulmón.

En el único estudio en el que se han comparado una estimación del FEV<sub>1</sub> postoperatorio basada solamente en la cantidad de tejido a reseca con la derivada de la valoración regional de función por métodos radioisotópicos (gammagrafías cuantitativas de ventilación y perfusión),

Werlby y cols.<sup>32</sup> no encuentran diferencias entre los tres procedimientos en las lobectomías con los que se obtiene correlaciones muy similares (estimación en función del tamaño de resección  $r=0,96$ , de gammagrafías cuantitativas de ventilación  $r=0,95$  y de perfusión  $r=0,96$ ). El autor concluye que no es necesario el uso de escintigrafías cuantitativas en estas resecciones. Sin embargo no estudia el mismo fenómeno en las neumonectomías ni aporta los datos de los pacientes que permitieran hacer los cálculos, pero el propio trabajo pone en evidencia que diferencias de cierta magnitud en la estimación de la función regional no tiene efecto sobre la correlación de las predicciones con los valores reales postoperatorios: En 10 pacientes a neumonectomizar con discrepancias superiores al 10% entre la proporción de ventilación y perfusión del pulmón sano, el ajuste de las estimaciones era similar usando uno u otro método. El autor concluye que el uso de la gammagrafía de perfusión es suficiente y no se precisa realizar rutinariamente la más cara y engorrosa radioespirometría. A nosotros el hallazgo nos sugiere que, también en las neumonectomías, las estimaciones por medios isotópicos tienen imperfecciones inherentes al método, que anulan, al menos en el comportamiento de un grupo, el teórico beneficio de una valoración de la función regional muy escrupulosa. Ladurie y cols.<sup>43</sup> exponen varias posibles causas de tal inexactitud: poca homogeneidad de las muestras en los estudios que agrupan a pacientes con función diversa, variabilidad intrínseca de los parámetros medidos, la

técnica de realización de las gammagrafías (con frecuencia en decúbito supino, posición en la que la distribución de la ventilación y perfusión puede ser distinta que sentado, como se hace la espirometría, la adaptación diferente del pulmón remanente en función de las alteraciones previas, las diferentes complicaciones (pleurales por ejemplo) y, en fin, las necesidades técnicas (resección parietal, plastia, etc.); Esta imprecisión pudiera explicar porqué nuestro método obtiene correlaciones de la misma magnitud que la conseguidas mediante gammagrafías cuantitativas, siendo la valoración de la distribución regional de ventilación por el sistema broncoscópico que hemos empleado, aunque probablemente menos exacta, comparable a los otros procedimientos.

En nuestros pacientes ocurre, como encuentran muchos otros autores<sup>(30, 31, 32, 34, 36, 39, 40)</sup> en sus estimaciones del FEV<sub>1</sub>, que los errores de predicción son despreciables o, los mayores, siempre por exceso (es decir función prevista inferior a la real), dando un margen de seguridad adicional.

Otros han estudiado el potencial de los estudios regionales de ventilación<sup>29</sup> y perfusión<sup>30,36</sup> para estimar el volumen residual, capacidad residual funcional y capacidad pulmonar total encontrado correlaciones de 0,57 a 0,70; de 0,65 a 0,81 y de 0,76 a 0,89 respectivamente, no diferentes de las nuestras (Tabla VI).

Dos trabajos, que tengamos conocimiento, han intentado predecir la capacidad de transferencia de CO (T<sub>LCO</sub> ó D<sub>CO</sub>).

En el de Olsen y cols.<sup>30</sup>, usando métodos de estimación radioisotópica de la función regional, se obtuvieron correlaciones mediocres ( $r=0,57$ ) en 15 pacientes neumonectomizados. En el otro estudio, Corris y cols<sup>42</sup> investigaron 28 neumonectomizados con radioespirometrías de  $Kr^{81m}$  y gammagrafías de perfusión con microesferas de albúmina marcada con  $Tc^{99m}$ . Se encontraron correlaciones similares entre las estimaciones y las mediciones con ambos procedimientos, siendo las mejores, con perfusión, de 0,68 para  $T_{LCO}$ , 0,71 para  $K_{CO}$ . Nuestros resultados son parecidos a los descritos por estos autores (Tabla VI).

Sólo Corris y cols<sup>42</sup>, que sepamos, han abordado previamente la predicción de la captación máxima de oxígeno postoperatoria. En 14 pacientes encontró que la correlación entre estimaciones y mediciones postoperatorias era de 0,89 para la ventilación máxima y 0,90 para la captación máxima de oxígeno, esta última, mayor incluso que la obtenida para el  $FEV_1$  en el mismo estudio ( $r=0,86$ ), es sorprendentemente buena pues, en general la variabilidad del  $VO_2$  es mayor que la del  $FEV_1$ <sup>61</sup>. No hubo diferencias en las predicciones según los procedimientos. Sus pacientes, como los nuestros realizaron una prueba de esfuerzo limitada por los síntomas. La correlación es mejor (Tabla VI), aunque no significativamente, que la de nuestros neumonectomizados ( $p=0,174$ ).

Por tanto encontramos ajustes excelentes entre nuestras predicciones de  $FEV_1$  y FVC y el valor real a los 6

meses tras la cirugía tanto en lobectomías, como en neumonectomías, probablemente porque la estimación broncoscópica del trastorno ventilatorio empleada tenga una precisión similar a las gammagrafías que tienen un cierto grado de inexactitud como se deduce de la bibliografía. Dado que el intervalo de confianza en el límite inferior (0,8 l-1 l) del FEV<sub>1</sub> previsto oscila entre ±0,2 l y ±0,165 l, consideramos, de forma en parte arbitraria, como límite mínimo seguro 1 l de FEV<sub>1</sub> previsto.

Hallamos correlaciones medias de RV y D<sub>CO</sub> y muy buenas de la TLC. Probablemente no es posible esperar demasiada exactitud en los dos primeros. En el caso del volumen residual porque por su valor absoluto menor, dispersiones similares a las encontradas con FVC y TLC tiene más importancia relativa. En el caso de la D<sub>CO</sub> las causas son posiblemente los ajustes de perfusión que lógicamente se producirán en el pulmón remanente tras la resección, y la propia variabilidad del "test" de difusión, mayor que con otros parámetros de función estática.

Las correlaciones obtenidas con el VO<sub>2</sub>máx y VO<sub>2</sub>máx por kilogramo son buenas, indicando que su reducción esta también en relación con la pérdida funcional ventilatoria. La correlación es inferior, al contrario que en los parámetros de función basal, en los lobectomizados, a pesar del efecto sobre la variabilidad relativa que tiene la mayor cuantía de las estimaciones del VO<sub>2</sub>máx en las lobectomías. A nuestro parecer, este hallazgo podría estar en relación con la disparidad de comportamiento en

resecciones menores. Otra explicación posible es que, la sensación de disnea, limitante en la mayoría de las pruebas, haga muy dependiente el  $VO_2$ máx postoperatorio de la reserva funcional ventilatoria, que en general es inferior en los neumonectomizados.

### 7.1.2 Conclusiones

I) MEDIANTE UNA ESTIMACIÓN SENCILLA DEL TEJIDO A RESECAR PODEMOS PREDECIR DE FORMA PRECISA EL  $FEV_1$ , LA FVC, LA TLC Y, CON MENOS PRECISIÓN, EL RV Y LA  $T_{LCO}$  POSTRESECCION.

II) EL LÍMITE MÍNIMO DE SEGURIDAD EN NUESTRA MUESTRA ERA DE 1L DE  $FEV_1$  ESTIMADO.

III) EL PROCEDIMIENTO TAMBIÉN PERMITE ESTIMAR CON PRECISIÓN EL  $VO_2$ MÁX Y  $VO_2$ MÁX/KG.

IV) EN TODAS ESTAS ESTIMACIONES LA CORRELACIÓN ES SIMILAR A LA ENCONTRADA EN LA BIBLIOGRAFÍA CON OTROS PROCEDIMIENTOS CONSIDERADOS EL PATRÓN ACTUAL DE REFERENCIA (FUNCIÓN REGIONAL POR GAMMAGRAFÍAS DE VENTILACIÓN O PERFUSIÓN).

## 7.2 DETECCIÓN DE LAS COMPLICACIONES "PREDECIBLES"

### 7.2.1 Discusión

Al separar nuestros pacientes en tres grupos, los que hicieron complicaciones "predecibles" son claramente diferentes tanto de los que sufrieron otros percances, como de los que no tuvieron ningún contratiempo postoperatorio. Los últimos dos grupos salvo en lo que respecta a la presión arterial de anhídrido carbónico y, fundamentalmente, a los antecedentes respiratorios, son muy parecidos. Olsen y cols<sup>74</sup>, -considerando como "intolerancia" un conjunto de complicaciones semejantes a las juzgadas por nosotros como "predecibles"- tampoco encontraron diferencias entre los pacientes que "toleraron", pero hicieron otras complicaciones y los que no tuvieron incidentes en el postoperatorio; en su trabajo no se estudiaron los antecedentes respiratorios. Por otra parte, parece lógico no esperar relación entre la situación funcional y un hemotórax, fuga aérea persistente, neumonía o sangrado excesivo, y que sólo sea posible anticipar cierto tipo de contratiempos como la insuficiencia cardiorrespiratoria, transitoria, crónica o mortal que nosotros hemos agrupado dentro de lo que consideramos complicaciones "predecibles". A la misma conclusión habían llegado previamente otros autores<sup>9,74</sup>.

Si comparamos las medias de las variables de función basal de los pacientes que hicieron complicaciones "predecibles" con las de los demás, algunos parámetros (TIF, RV y RV/TLC%) y estimaciones postoperatorias de otros (EFEV<sub>1</sub>, EFVC) son significativamente peores<sup>(22)</sup>. Todas han sido descritas previamente como procedimientos para definir el riesgo quirúrgico<sup>1 7 12 15 29 30 56</sup>.

Cuando estudiamos cuál era la mejor combinación de variables no derivadas de la ergometría, resultó ser la asociación de antecedentes respiratorios, circulatorios y volumen residual estandarizado. Con ellas, se clasificaba incorrectamente a 2/8 (25%) de los complicados y 8/38 (21%) de los no complicados, es decir usando como criterio la función discriminativa que consta de estas 3 variables, hubiésemos negado la cirugía a 8 pacientes que la toleraron y se hubiesen complicado 2 de los que hubiéramos admitido, incluyendo uno de los fallecidos. En el subgrupo obstructivo se hubiese ordenado erróneamente 1/6 (16,6%) de los complicados y 5/21 (23,8%) de los que no. En la población se clasificaría mal a un 23% ó 29% de los pacientes a operar (según que consideremos la población de la que está tomado el grupo total o la del grupo obstructivo). Por tanto, como le ocurrió a Lookwood<sup>8</sup> con sus datos, tampoco con los nuestros la función basal permite una definición precisa del riesgo postoperatorio.

---

<sup>22</sup> A partir de este momento, en la presente discusión nos referiremos a las complicaciones "predecibles" simplemente como complicaciones.

En nuestra muestra de operados, el volumen residual estandarizado fue, dentro de las variables no obtenidas en la prueba de esfuerzo, la que mejores propiedades discriminativas tenía, ligeramente mejores que el FEV<sub>1</sub> postoperatorio estimado estandarizado.

Los criterios funcionales de aumento de riesgo derivados del presente estudio son:

- a) Presencia de antecedentes respiratorios (asma o cicatrices tuberculosas importantes)
- b) Presencia de antecedentes circulatorios (Hipertensión arterial, alteraciones electrocardiográficas, arteriopatía arterioesclerótica, arritmias)
- c) Estimación postoperatoria estandarizada del FEV<sub>1</sub> < 58%.
- d) Volumen residual estandarizado > 122%.

Otro hallazgo de interés es que, aunque no hubo diferencias significativas en la frecuencia de neumonecтомías, lobectomías y otras intervenciones practicadas, la media del índice de resección fue mayor en los pacientes que hicieron complicaciones "predecibles". En el estudio multicéntrico del "Lung Cancer Study Group" (Grupo de Estudios del Cáncer)<sup>58</sup>, en 2200 operados del tórax, la tasa de mortalidad de todos los enfermos de distintas edades fue del 6,2% para neumonecтомizados, 2,9% para lobectomizados y 1,3% para resecciones en cuña (no siendo estadísticamente significativa la diferencia entre estas dos últimas). Estos datos muestran la relación entre la

extensión de la resección y la mortalidad de forma semejante a lo que ocurre con nuestros pacientes.

Entre las variables obtenidas de la prueba de esfuerzo se encuentran las diferencias medias y, sobre todo, las correlaciones más significativas. Otros han investigado la ergometría como medio de valorar el riesgo quirúrgico, bien comprobando la tolerancia a un determinado grado de esfuerzo, o bien, midiendo ciertas variables fisiológicas (como la captación máxima de oxígeno). En la mayoría de los estudios del primer tipo se concluyó que completar una prueba de esfuerzo hasta casi el nivel máximo conllevaba un buen pronóstico <sup>67 69 70 71</sup>. Los del segundo tipo <sup>74 75 76 77 78 79</sup> son metodológicamente similares al nuestro y se han descrito ya en el capítulo de BASES DEL CONOCIMIENTO con detalle (pág. 41). En resumen, de ellos se deduce que el uso del  $VO_2$  máx o del  $VO_2$  a una potencia submáxima es útil como parámetro fisiológicos para predecir la mortalidad postoperatoria e incluso en dos estudios <sup>74 77</sup>, en que se comparó, fue mejor predictor que el FEV<sub>1</sub> previsto con espirometría y gammagrafía cuantitativa. De los dos trabajos que utilizan la prueba submáxima <sup>74 79</sup> podemos sacar la conclusión de que ésta es tan útil como la determinación de la captación máxima de oxígeno limitada por síntomas en la predicción de mortalidad, pero no de morbilidad. El trabajo de Olsen y cols <sup>74</sup> sugiere que la captación de oxígeno submáxima es mejor predictor que la hemodinámica pulmonar en pacientes con obstrucción al flujo aéreo.

Al comparar nuestro ensayo con la literatura mencionada más arriba podemos apreciar que: En cuanto al método nosotros realizamos una prueba de esfuerzo progresiva similar a la de Coleman<sup>76</sup>, Smith<sup>77</sup> y Bechard<sup>78</sup> con la diferencia de que usamos la rampa (o tapiz rodante) en vez del cicloergómetro. Este último tiene la ventaja de permitir conocer con exactitud la potencia correspondiente a cada paso y  $VO_2$ , pero dado que la finalidad de nuestro estudio era determinar la captación máxima de oxígeno, no creemos que esto suponga una diferencia notable, aunque parece que en la rampa se obtienen valores de este parámetro de hasta un 12% más altos que en el cicloergómetro-<sup>59, 60, 61, 62</sup>. Los enfermos se adaptaron perfectamente al tapiz rodante, tras la prueba de ensayo, a cualquier edad. Eugene y cols.<sup>75</sup>, por su parte, utilizan una prueba máxima, pero en escalones de 3 minutos. Por último Miyoshi y cols.<sup>79</sup> y Olsen y cols.<sup>74</sup> usan pruebas submáximas.

Nosotros definimos las complicaciones "predecibles" de manera similar a como lo hicieron Olsen y cols.<sup>74</sup>, por tanto, de forma más restrictiva que Smith y cols.<sup>77</sup> y Bechard y Wetstein<sup>78</sup> quienes incluyen además atelectasias, neumonías, tromboembolismo pulmonar o arritmias. Miyoshi y cols.<sup>79</sup> definieron morbilidad como "cualquier complicación pulmonar postoperatoria", incluyendo edema pulmonar. Coleman y cols.<sup>76</sup> también incluyeron todas las complicaciones encontradas, quizá por ello no encontraron relación entre éstas y la captación de oxígeno. Eugene y cols.<sup>75</sup> sólo se fijaron en la mortalidad.

Nuestro grupo total es de edad y funciones medias similares a la mayoría de los estudiados<sup>75 76 77 78 79</sup>. El subgrupo obstructivo tiene función intermedia entre los previos y el de Olsen y cols<sup>74</sup>.

La captación máxima de oxígeno de nuestros pacientes (1,41 l  $\pm$  0,36 l para el total y 1,28 l  $\pm$  0,35 l para el subgrupo obstructivo) fue mayor que en los otros ensayos. Así en él de Coleman y cols<sup>76</sup> era de 1,196 l  $\pm$  0,378 l y en el de Eugene y cols.<sup>75</sup> de 1,198  $\pm$  0,098 l. Las diferencias son significativas ( $p < 0,01$ ) con el grupo total, pero no con los obstructivos, a pesar de que la función basal era más parecida al primero y significativamente mayor que la del segundo. Los pacientes de Smith y cols<sup>77</sup> tienen una  $VO_{2,m\acute{a}x}/Kg$  de 18,7 ml/min/Kg  $\pm$  5,41 ml/min/Kg y los de Bechard y Wetstein<sup>78</sup> de 15,9 ml/min/Kg  $\pm$  5,36 ml/min/Kg. Ambos valores son significativamente diferentes entre si y de los de nuestro grupo total (21,7 ml/min/Kg  $\pm$  5,49 ml/min/Kg); sólo los de Bechard y Wetstein<sup>78</sup> lo son del subgrupo obstructivo (19,3 ml/min/Kg  $\pm$  4,70 ml/min/Kg). Posiblemente las causas de esta disparidad son las diferencias de equipo, el uso del tapiz rodante y quizá, aunque no podemos comprobarlo, la proporción de pacientes con sobrepeso, que en nuestro grupo es muy baja y de sujetos delgados que en nuestro grupo es alta; además entre los pacientes estudiados por Bechard y Wetstein<sup>78</sup>, aunque respecto a la función basal son bastante parecidos a los de Smith y cols<sup>77</sup> y los nuestros, 7 tienen un  $VO_{2,m\acute{a}x}$  menor de 10 ml/min/Kg ( $\approx$  3 METs), 3 de los cuales lo tiene

menor de 6,6 ml/min/Kg ( $\approx$  2 METs), es decir no debieron sobrepasar los 30 W (usando la fórmula descrita antes  $VO_{2m\acute{a}x} = 5,8 \cdot \text{Peso (Kg)} + 151 + 10,1 \cdot \text{Potencia (W)}$ ), estarían en clases funcionales 4 y 5 (disnea de pequeños esfuerzos o de reposo). Ni entre nuestros pacientes ni entre los de Smith y cols<sup>77</sup> hubo enfermos tan discapacitados.

En lo referente al potencial pronóstico, Eugene y cols.<sup>75</sup> encontraron que mientras 3/4 (75%) pacientes con  $VO_{2m\acute{a}x}$  menor de 1 l fallecieron, los 15 con más de 1 l sobrevivieron a la resección, 1 l es aproximadamente 15 ml/min/Kg para una persona de 65 Kg (el peso medio de nuestro grupo). Miyoshi y cols.<sup>79</sup> no pudieron discriminar con ningún "test" los 25 pacientes que no hicieron complicaciones cardiorrespiratorias de los 8 que sí, entre estos últimos, sin embargo la media del  $VO_2$  por  $m^2$  de superficie corporal cuando se alcanzó una lactacidemia de 20 mg/dl ( $VO_2/BSA-La20$ ) era distinta entre los 4 que sobrevivieron a las complicaciones ( $471 \text{ ml/min/m}^2 \pm 53 \text{ ml/min/m}^2$ ) y los 4 que no ( $296 \text{ ml/min/m}^2 \pm 72 \text{ ml/min/m}^2$ ).

Como podemos ver en la Tabla XXVI, Smith y cols<sup>77</sup> encontraron, al estratificar su muestra de 5 en 5 ml/min/Kg, que 6/6 pacientes con captación máxima de oxígeno menor de 15 ml/min/Kg se complicaron, uno de ellos falleció; 4/6 pacientes con  $VO_{2m\acute{a}x}$  entre 15 ml/min/Kg y 20 ml/min/Kg, también sufrieron contratiempos incluyendo otra defunción, pero sólo el 1/10 de los enfermos con  $VO_{2m\acute{a}x}$  mayor de 20 ml/min/Kg sufrió incidentes (una atelectasia). Sólo cinco

**Tabla XXVI**

	Nosotros		Bechard <sup>78</sup>		Smith <sup>77</sup>
	A	B	C	D	
<b>Punto de Corte</b>	<b>19,7</b>	<b>18,5</b>	<b>14,1</b>	<b>11,3</b>	<b>18,9</b>
<b>falsos (+)</b> (%)	<b>9/16</b> (56%)	<b>5/9</b> (55%)	<b>15/20</b> (75%)	<b>7/10</b> (70%)	<b>2/10</b> (20%)
<b>falsos (-)</b> (%)	<b>1/30</b> (3%)	<b>2/18</b> (11%)	<b>3/30</b> (10%)	<b>0/40</b> (0%)	<b>1/7</b> (14%)
<b>sensibilidad</b> (%)	<b>7/8</b> (87%)	<b>4/6</b> (67%)	<b>5/8</b> (63%)	<b>3/3</b> (100%)	<b>8/9</b> (89%)
<b>especificidad</b> (%)	<b>29/38</b> (76%)	<b>16/21</b> (76%)	<b>27/42</b> (64%)	<b>40/47</b> (85%)	<b>6/8</b> (75%)

**ESTRATIFICACION**

<b>&lt; 10 ml/min/Kg</b>	---	---	<b>5/7</b> (57%)	<b>3/7</b> (43%)	---
<b>&lt; 15 ml/min/Kg</b>	<b>4/5</b> (80%)	<b>4/5</b> (80%)	<b>1/15</b> (7%)	<b>0/15</b> (0%)	<b>6/6</b> (100%)
<b>&lt; 20 ml/min/Kg</b>	<b>4/13</b> (31%)	<b>2/7</b> (29%)	<b>2/15</b> (13%)	<b>0/15</b> (0%)	<b>4/6</b> (67%)
<b>&gt; 20 ml/min/Kg</b>	<b>0/28</b> (0%)	<b>0/15</b> (0%)	<b>0/13</b> (0%)	<b>0/13</b> (0%)	<b>1/10</b> (10%)

**RIESGO DE COMPLICACION SEGUN LA ECUACION DISCRIMINATIVA**

<b>10 ml/min/Kg</b>	<b>75%</b>	<b>76%</b>	<b>42%</b>	<b>20%</b>	<b>78%</b>
<b>15 ml/min/Kg</b>	<b>43%</b>	<b>33%</b>	<b>11%</b>	<b>4%</b>	<b>38%</b>
<b>20 ml/min/Kg</b>	<b>16%</b>	<b>7%</b>	<b>2%</b>	<b>1%</b>	<b>9%</b>
<b>25 ml/min/Kg</b>	<b>5%</b>	<b>1%</b>	<b>0,4%</b>	<b>0,1%</b>	<b>2%</b>

A: Grupo total del presente trabajo. B:Subgrupo obstructivo del presente trabajo. C: Complicaciones según las considera Bechard en su trabajo. D:De los pacientes descritos por Bechard, subgrupo con complicaciones que entran dentro de las que nosotros hemos considerado "predecibles".

pacientes tuvieron complicaciones similares a las buscadas por nosotros (dos fallecieron y tres hicieron insuficiencia respiratoria) de ellos cuatro tenían menos de 15 ml/min/Kg de  $VO_2$ máx y uno entre 15 ml/min/Kg y 20 ml/min/Kg. El punto de corte para los pacientes de este autor es de 19 ml/min/Kg, que clasifica incorrectamente a tres pacientes (dos falsos positivos y un falso negativo). Aplicando la función discriminativa, las probabilidades de complicación (o riesgos) serían 78% para 10 ml/min/Kg; 38% para 15 ml/min/Kg y 9% para 20 ml/min/Kg. Bechard y Wetstein<sup>78</sup> vieron (Tabla XXVI) que 5/7 pacientes con  $VO_2$ máx menor de 10 ml/min/Kg fueron mal (2 murieron), 3/30 de los que tenían un  $VO_2$ máx entre 10 ml/min/Kg y 20 ml/min/Kg se complicaron, pero ninguno murió. Ninguno por encima de 20 ml/min/Kg tuvo problemas. El punto de corte para estos pacientes estaría en 14 ml/min/Kg. clasificando mal a 7 (14%) falsos positivos, pero no existiendo falsos negativos. Las probabilidades de complicación serían para 10 ml/min/Kg 42%, para 15 ml/min/Kg 11% y para 20 ml/min/Kg 2%. Si estratificamos nuestra muestra como lo han hecho los dos autores precedentes (Tabla XXVI), ocurre que en el grupo total se complicaron 4/5 pacientes con captación máxima de oxígeno menor de 15 ml/min/Kg y 4/13 con  $VO_2$ máx entre 15 ml/min/Kg y 20 ml/min/Kg, por encima de esta cifra no se complicó ninguno de los 28 pacientes restantes. En el grupo obstructivo, la cifras son :con  $VO_2$ máx < 15 ml/min/Kg hay 4/5 complicaciones; entre 15 ml/min/Kg y 20 ml/min/Kg hay 2/7 complicaciones; con más de 20

ml/min/Kg ninguno de los 15 operados se complicó. Nuestro punto de corte para el  $VO_2$ máx/Kg en el grupo completo es de 19,7 ml/min/Kg. 7/13 con  $VO_2$ máx inferior se complicaron y sólo 1/23, con cifras mayores lo hizo, no siendo mortal. En el subgrupo de obstructivos el punto de corte estaba en 18,5 ml/min/Kg, por debajo 5/11 se complicaron y por encima 1/16 lo hicieron. Según nuestro análisis, las probabilidades de complicaciones, derivadas de la ecuación discriminativa, son del 75% (76%)<sup>(23)</sup> si el  $VO_2$ máx es igual a 10 ml/min/Kg, de 43% (33%)<sup>(23)</sup> si es de 15 ml/min/Kg y de 16% (7%)<sup>(23)</sup> si es de 20 ml/min/Kg.

Las cifras de probabilidad de complicación son del mismo orden que las derivadas de los datos de Smith y cols<sup>77</sup>, pero las resultantes de los datos de Bechard y Wetstein<sup>78</sup> son más bajas para niveles equivalentes, habiendo un desfase de aproximadamente 5 ml/min/Kg (Tabla XXVI).

Nosotros no encontramos ningún parámetro que separe los muertos de los otros que sufrieron complicaciones predecibles, como hallaron Miyoshi y cols.<sup>79</sup> con su " $VO_2/BSA-La20$ " (que no es más que una forma sofisticada de detectar la captación de oxígeno en el umbral de anaerobiosis, variable que, desde un punto fisiopatológico, depende de los mismos factores respiratorios y de transporte de oxígeno que la  $VO_2$ máx<sup>59, 60, 61, 62</sup>). Puede que la diferencia esté en que estos investigadores incluyen en sus "complicaciones

---

<sup>23</sup> En paréntesis la probabilidad de complicación en el grupo obstructivo para los valores de  $VO_2$ máx/Kg mencionados.

pulmonares" atelectasias, neumonías, edemas de pulmón y ventilación prolongada. Nosotros no hubiésemos incluido las 2 primeras a no ser que motivasen retención de carbónico o ventilación mecánica. En el reporte de estos autores no se describen pormenorizadamente los datos, sólo se menciona que 3 pacientes fallecieron de neumonía y uno de insuficiencia respiratoria. Por tanto no podemos saber si hubo pacientes con complicaciones de las consideradas "predecibles" por nosotros que no fueran los fallecidos y en caso de haberlos su " $VO_2/BSA-La20$ ".

Olsen y cols<sup>74</sup> no establecen ni estratos ni puntos de corte en su estudio. Hacen un análisis discriminativo, similar al que hemos hecho nosotros, y encuentran una correlación entre la captación de oxígeno calculada y la "intolerancia" a la resección de  $-0,68$  ( $-0,770$  a  $-0,410$ ). Nuestra " $r$ " en el grupo obstructivo, que funcionalmente es más parejo al de estos autores, es de  $-0,45$  ( $-0,570$  a  $-0,274$ ), que no es significativamente diferente de la mencionada más arriba ( $p=0,22$ ), aunque ellos hicieron una prueba submáxima y la nuestra fue máxima. Este dato puede sugerir que el "test" submáximo es igual de valorable que el máximo, sin embargo la respuesta definitiva debe esperar a un estudio controlado comparando ambos procedimientos. La correlación del  $VO_{2,m\acute{a}x}/Kg$  con las complicaciones, calculada por nosotros con los datos de Smith y cols.<sup>77</sup>,  $r = -0,654$  (límites  $-0,844$  a  $-0,319$ ) y la de Bechard y Wetstein<sup>78</sup> con las complicaciones "predecibles" es  $r = -0,458$  (rango entre  $-0,626$  y  $0,249$ ). Ninguna de

estas correlaciones son significativamente diferentes entre si.

No obstante ser significativa en nuestro grupo, la correlación de la captación máxima de oxígeno con las complicaciones es pobre y aunque las encontradas por Olsen<sup>74</sup> y por Smith<sup>77</sup> son mejores, no pasan de ser aceptables. La revisión de nuestros datos y la de los de los autores que los describen, nos sugieren que la pobre asociación se debe a la existencia de sujetos con valores de  $VO_{2m\acute{a}x}/Kg$  bajos (por debajo del punto de corte) que no se complicaron y a algunos que sí lo hicieron a pesar de estar por encima.

Nuestro estudio demuestra una relación de la  $VO_{2m\acute{a}x}$  con las complicaciones "predecibles" (muerte e insuficiencia cardiorrespiratoria), pero no con otro tipo de morbilidad pulmonar como atelectasias, neumonías, tromboembolismos pulmonares, fugas persistentes o empiemas. Estos resultados están en consonancia con quienes han encontrado asociación con la mortalidad, más que con la morbilidad. Pensamos que el  $VO_{2m\acute{a}x}$  no es una medida de la probabilidad de que se produzcan ciertos percances, sino de la reserva cardiorrespiratoria de la que depende la capacidad de soportar las complicaciones, si ocurren, sin hacer insuficiencia respiratoria o cardíaca. De esta forma sí tendría relación con la gravedad de las mismas.

El que se observe una estratificación del riesgo implica la existencia de un nivel de captación máxima de

oxígeno -definido estadísticamente por el punto de corte- a partir de la cual hay o no hay reserva funcional suficiente. No obstante, algunos operados con captaciones máximas de oxígeno inferiores al nivel "crítico" no sufrieron incidentes, induciéndonos a pensar que el que se produzcan o no contratiempos depende de otros factores, quizá fortuitos.

En resumen, nuestra hipótesis es que la relación captación máxima de oxígeno y las complicaciones "predecibles" indica que ésta juega un papel importante en la tolerancia al "stress" cardiorrespiratorio impuesto por la cirugía y las complicaciones postquirúrgicas, pero sin que se vincule directamente con la mayoría de ellas.

Ciertas evidencias apuntan a que dentro de los factores de los que depende la  $VO_2$ máx (respiración, ventilación y transporte sanguíneo de oxígeno ( $TO_2$ )), es este último el elemento que falla:

(a) El transporte de oxígeno es el sistema que limita fisiológicamente el esfuerzo por ser el que menos reserva tiene.

(b) Los pacientes de Miyoshi y cols.<sup>79</sup> que fallecieron, tenían un umbral de anaerobiosis ( $VO_2/BSA-La20$ ) más bajo, lo que implica un  $TO_2$  menor.

(c) Aunque los operados de Bechard y Wetstein<sup>78</sup> son bastante parecidos de función ventilatoria a los de Smith y cols<sup>77</sup> y a nuestro grupo total, los complicados "predecibles" tienen un  $VO_2$ máx/Kg desproporcionadamente bajo a su

capacidad ventilatoria y por tanto, probablemente limitado por el transporte de oxígeno.

(d) En nuestro grupo de complicados, tanto en todos los pacientes como en los obstructivos, la limitación al consumo máximo no se fue por causa ventilatoria, sino del  $TO_2$ , teniendo el  $PuO_2$  significativamente más bajo. Dado que ninguno de los estudiados presentaba anemia ni anormalidades de la hemoglobina, el transporte oxígeno bajo no puede deberse mas que a incapacidad de elevar el gasto cardíaco de forma global o a los tejidos metabólicamente mas activos (en la prueba de esfuerzo: los músculos).

(e) Olsen y cols<sup>74</sup> vieron que los pacientes que no toleraron la cirugía también tenían pulsos de oxígeno y gastos cardíacos menores, para una potencia baja de 40 W.

Resumiendo pues, el transporte insuficiente de oxígeno y concretamente la incapacidad de elevar el gasto cardíaco, parece el mecanismo fisiopatológico que limita la  $VO_{2máx}$  en los pacientes con  $FEV_1$  postoperatorio estimado superior a 1 litro que hacen insuficiencia cardiorrespiratoria o fallecen. Surge una nueva pregunta que quizá podamos responder ¿Por qué tienen limitado el gasto cardíaco estos pacientes?.

Nuestros pacientes con captaciones de oxígeno postoperatorias medida más bajas tienen un comportamiento al esfuerzo propio de enfermedad vascular pulmonar. Igualmente Uggla y cols.<sup>52</sup> Harrison y cols.<sup>49</sup> encontraron que el grado de incapacidad de los pacientes tras la resección pulmonar se relacionaba más con la hemodinámica pulmonar

anómala que con la limitación ventilatoria. Olsen y cols<sup>74</sup>, por el contrario, no encontraron correlación entre la presiones o resistencias pulmonares previas y la "intolerancia" que sin embargo otros autores si han hallado<sup>73</sup>. Observaron que la pendiente de la relación  $VO_2$ /potencia fue menor en los "intolerantes" y consideraron que la capacidad de aumentar el gasto local a los músculos también jugaba un papel.

Por todo lo argüido pensamos que la captación máxima de oxígeno se relaciona con las complicaciones en los pacientes con FEV<sub>1</sub> estimado postoperatorio mayor de 1 litro, básicamente como medida de la capacidad de aumentar el gasto cardíaco y en muchos de los pacientes incapaces de aumentarlo, la causa está en la circulación pulmonar, aunque esta última afirmación se basa en evidencias no concluyentes.

A diferencia de los autores mencionados, salvo Olsen y cols<sup>74</sup>, nosotros si encontramos diferencias en la media de las funciones basales entre los complicados y los no complicados, aunque menos significativas que el  $VO_{2\text{máx}}$ . Cuando comparamos este último con otros parámetros de función en reposo, nos encontramos que su correlación en el grupo total ( $R^2=215$ ,  $r=-0,447$  no es significativamente diferente de la del volumen residual ( $p=0,14$ ) -el mejor parámetro de función basal en nuestros pacientes-. Sin embargo discrimina significativamente mejor la muestra desde el punto de vista de las complicaciones "predecibles".

Ningún trabajo previo, que tengamos referencia, ha investigado la relación con las complicaciones de otros parámetros del esfuerzo que la captación máxima o submáxima de oxígeno, la distancia recorrida, la potencia realizada o el índice disnéico<sup>7</sup>. Nosotros encontramos diferencias y correlaciones significativas para la frecuencia cardíaca máxima, el equivalente respiratorio de oxígeno mínimo, la relación volumen corriente máximo-capacidad vital y el pulso de oxígeno máximo. Tanto la frecuencia cardíaca como el  $PuO_2$  pueden ser menores en los pacientes complicados debido a los menores consumos de oxígeno alcanzados por estos pacientes, pero el equivalente respiratorio de oxígeno mínimo es interesante porque se ha relacionado su elevación con el estado de la circulación vascular pulmonar<sup>61</sup>.

No hemos encontrado en la literatura revisada ningún estudio que intentase relacionar una estimación de la captación máxima de oxígeno postoperatoria o, en su defecto, la captación máxima de oxígeno y una estimación cuantitativa del tejido a reseca. Sin embargo, de forma intuitiva, parece lógico pensar que la "tolerancia" al "stress" que suponga la reducción del tejido pulmonar y las complicaciones postoperatorias tenga más relación con la función que permanezca tras la exéresis, de hecho ésto ocurre así con los parámetros de función basal, especia-

lmente con el FEV<sub>1</sub>. Comprobar si esta hipótesis era cierta ha sido el motivo fundamental de este estudio.

Tanto la diferencia entre las medias del grupo complicado y no complicado como la correlación de la captación máxima de oxígeno estimada postoperatoria, en especial cuando la expresamos por kilogramo de peso, son las más significativas de los múltiples parámetros analizados. Incluso, de forma distinta a lo que ocurría con el VO<sub>2</sub>máx/Kg, la correlación de la captación máxima de oxígeno estimada con la aparición de complicaciones ( $R^2=317$   $r=-0,563$ , rango  $-0,710$  a  $-0,318$ ) es significativamente diferente de la del volumen residual ( $p=0,019$ ) -el mejor parámetro de función basal en nuestros pacientes-. Sin embargo no es significativamente distinta de la que presenta VO<sub>2</sub>máx/Kg. Es notable que en el subgrupo obstructivo la correlación sea algo mejor, a pesar de un tamaño de muestra menor, nuestra explicación para este fenómeno es nuevamente la dispersión de los pacientes no complicados. En los obstructivos, la diferencia con la correlación de VRP no es significativa al nivel que estamos considerando de forma genérica, la probabilidad de que ambas correlaciones sean iguales es de 0,087 -muy cerca del criterio internacional, 0,05- creemos que no es aventurado dar valor a esta diferencia, basándonos en que hay autores que sugieren que una probabilidad menor 0,1 es valorable para correlaciones<sup>84</sup> y que la diferencia es significativa en el grupo total, de mayor tamaño, y que tiene un

comportamiento general similar a este subgrupo obstructivo.

El punto de corte de la  $EVO_2$ máx/Kg está en 15,3 ml/min/Kg en el grupo total. Se complicaron 7 de los 13 (54%) que estaban por debajo de este nivel y 1 de los 33 que estaban por encima (3%), mientras que en el subgrupo obstructivo, en el que el punto de corte se sitúa en 13,9 ml/min/Kg, 6/11 (54,5%) de los que estaban por debajo se complicaron y 0/16 de los que estaban por encima no lo hicieron. Como vemos clasifica mejor los pacientes que la captación máxima de oxígeno preoperatoria medida, aunque la diferencia de las tablas no es significativa. La probabilidad de mala-clasificación es 20,9% para ambos grupos, que tampoco son significativamente distintas comparadas con las derivadas de la función discriminativa basada en el  $VO_2$ máx/Kg.

La probabilidad de complicaciones derivada de la función discriminativa de  $EVO_2$ máx/Kg es de 53% (45%)<sup>(23)</sup> para 10 ml/min/Kg, 19% (12%)<sup>(23)</sup> para 15 ml/min/Kg y 4% (2%)<sup>(23)</sup> para 20 ml/min/Kg. Clasificando a los pacientes por estratos, con menos de 10 ml/min/Kg se complicaron 1/2 (50%) de los pacientes, uno de ellos fallecido; entre 10 ml/min/Kg y 15 ml/min/Kg, 6/11(54%) fueron mal, dos muertos; con más de 15 ml/min/Kg, 1/25 (4%) sufrió contratiempos. En el grupo obstructivo con menos de 10 ml/min/Kg se complicaron 1/2 (50%) de los pacientes, uno de ellos fallecidos; entre 10 ml/min/Kg y 15 ml/min/Kg, fueron mal 5/10 (50%), uno muerto; con más de 15 ml/min/Kg, 1/15

(6,6%) sufrió percances. De la misma manera que ocurría con las correlaciones, la captación máxima estimada por kilogramo de peso discrimina mejor la muestra desde la perspectiva de las complicaciones "predecibles", clasificando correctamente un número mayor de pacientes o lo que es lo mismo tiene más sensibilidad y especificidad que el  $EFEV_{1P}$  y el VRP, siendo en este caso las diferencias significativas. También son significativamente diferentes las probabilidades de mala-clasificación con las variables de función basal (VRP y  $EFEV_{1P}$ ). En cuanto a los enfermos obstructivos, la captación máxima de oxígeno estimada postoperatoria clasifica significativamente mejor a los pacientes que  $EFEV_{1P}$ , pero no que VRP. La probabilidad de mala-clasificación sí es, por el contrario distinta de la de VRP ( $p=0,051$ ) y  $EFEV_{1P}$  ( $p=(0,019)$ ). Por tanto en el grupo total como en el obstructivo la estimación postoperatoria de la captación máxima de oxígeno es mejor estimador que los parámetros de función basal.

En resumen,  $EVO_{2m\acute{a}x/Kg}$  es individualmente el mejor parámetro para distinguir los pacientes que se complicaron y los que no, significativamente mejor que los parámetros de función basal, pero no que el  $VO_{2m\acute{a}x/Kg}$ .

¿Por que no podemos confirmar nuestra hipótesis que presumía que una estimación precisa de la captación máxima de oxígeno postoperatoria iba a tener una relación mayor con las complicaciones "predecibles"?

Hay que tener presente que dentro de la lógica del razonamiento estadístico, no haber podido probar nuestra

hipótesis con nivel de significación aceptable, no permite afirmar que se falsa. De hecho, dada la diferencia de correlaciones observada en la muestra analizada, para establecer una conclusión con una probabilidad de error menor de 0,05, serían necesarios unos 700 pacientes (la cifra exacta es de 694), o sea 15 veces superior a las de este estudio y, obviamente, fuera de nuestro alcance. Con la captación máxima de oxígeno estimada postoperatoria por Kg ocurre lo mismo que vimos con la  $VO_{2m\acute{a}x}/Kg$ , que una proporción de los pacientes por debajo del umbral no se complicaron. La explicación verosimilmente es la misma que dimos entonces: estar por debajo de un cierto grado de reserva funcional predispone a que las complicaciones provoquen insuficiencia cardiorrespiratoria, pero el que se produzcan depende de otros factores independientes de la captación de oxígeno. Este comportamiento no permitiría obtener correlaciones mejores.

Alternativamente podía ocurrir, que tanto el  $VO_{2m\acute{a}x}/Kg$  como la estimación postoperatoria del mismo, contengan exactamente la misma "información" sin que contar con la cantidad de tejido a reseca añadiese capacidad predictiva del riesgo (suponeumos, como vimos mas arriba, que la "información" es la incapacidad de aumentar el gasto cardíaco). De hecho, la correlación entre ambas variables es  $R^2=0,734$  y  $r=0,8579$ . Sin embargo esta hipótesis supondría que todos los enfermos que tenían  $EVO_{2m\acute{a}x}/Kg$  dentro del rango que implica aumento de riesgo (menos de 15 ml/min/Kg) también manifestaron alteraciones del  $VO_{2m\acute{a}x}$

preoperatorio. Al menos tres de estos casos tenían consumos de oxígeno basales dentro del percentil de normalidad ( $VO_{2\text{máx}} \text{ teórico} - 0,0082 \cdot \text{Peso}$ )<sup>61</sup>. A los tres se les practicó neumectomía, lo que nos sugiere que, quizá, la estimación postoperatoria de la captación máxima de oxígeno pueda aumentar el valor predictivo del  $VO_{2\text{máx}}/\text{Kg}$  sólo en los casos de neumonectomía en los que se pierde una cantidad importante de tejido pulmonar.

El último aspecto que hemos tratado en nuestro estudio es la posibilidad de aumentar la correlación con el riesgo postoperatorio, mediante el uso de más de una variable a la vez. Los modelos óptimos, es decir aquellos que reúnen a la vez parsimonia con ajuste y poder discriminativo alto, son, tanto en el grupo total como en el de pacientes obstructivos, los que constan de la estimación postoperatoria de la captación máxima de oxígeno por kilo de peso y del volumen residual estandarizado. En el caso del grupo total, añadiendo además la frecuencia cardíaca máxima estandarizada, se obtiene una correlación de 0,719 y una probabilidad de mala clasificación del 9%. Contado solamente con  $EVO_{2\text{máx}}/\text{Kg}$  y VRP,  $r$  sería de 0,643 y la probabilidad de mala-clasificación del 15,6%. Ambos modelos son estadísticamente mejores que los univariables y multivariables de función basal y la correlación está fundamentalmente determinada por la estimación de la captación máxima de oxígeno por kilo de peso. Los criterios de aumento del riesgo serían:

- a) Una estimación de la captación máxima de oxígeno por kilo de peso postoperatoria menor de 15,3 ml/min/Kg
- b) Un volumen residual estandarizado mayor del 117%.
- c) Una frecuencia cardíaca máxima estandarizada menor del 82%.

En el grupo de pacientes obstructivos la mayor correlación ( $r= 0,772$ ) se obtiene con la combinación de la estimación postoperatoria de la captación máxima de oxígeno por kilo de peso, del volumen residual estandarizado y del pulso de oxígeno máximo. La probabilidad de mala clasificación sería del 8%. Sin el pulso de oxígeno máximo, la correlación es 0,68 (probabilidad de mala-clasificación 14%). Como en el grupo total, tanto con dos como con tres variables, la diferencia es significativa comparada con los modelos monovariantes y con los que no cuentan con parámetros de esfuerzo. La estimación de la captación máxima de oxígeno postoperatoria es, con diferencia, la variable que más aporta a la correlación. Los criterios de riesgo serían:

- a) Una estimación de la captación máxima de oxígeno por kilo de peso postoperatoria menor de 13,9 ml/min/Kg
- b) Un volumen residual estandarizado mayor del 121%.
- c) Un Pulso de oxígeno máximo menor de 8,2 ml/p.m.

Aunque las ecuaciones discriminativas que cuentan con la estimación de la captación máxima de oxígeno postoperatoria presenten las mejores correlaciones, la mayor era de 0,772, es decir, un 40%  $[(1-R^2) \cdot 10]$  de la varianza queda sin explicar. Por tanto seguimos sin obtener un

modelo que nos permita predecir las complicaciones con exactitud. Dada la cantidad de parámetros empleados en nuestro estudio, no creemos que ningún "test" de función pueda llegar a predecir el riesgo con la perfección que necesaria. Los factores de los que depende tal imprecisión, probablemente, son múltiples:

a) existen limitaciones intrínsecas de los propios parámetros, como la variabilidad inherente a los mismos y a los procedimientos de medición, que impiden eliminar totalmente la incertidumbre.

b) Ciertos acontecimientos fortuitos que influyen el desarrollo de algunas complicaciones, no dependen de las situación funcional del paciente. Entre ellas: problemas prequirúrgicos, técnicos, la colaboración del paciente y otras.

c) finalmente, los parámetros que hemos visto que se relacionan con las complicaciones pueden estar alterados por diferentes causas y, posiblemente, el origen de la anomalía juegue un papel a tener tan en cuenta como la misma magnitud de la alteración. Por ejemplo, la captación máxima de oxígeno esta midiendo el comportamiento y acoplamiento de una serie de sistemas y es posible que no sea lo mismo si la limitación se debe al fallo de un sistema, de otro o de varios a la vez. Con los parámetros de función ventilatoria, por ejemplo, considerando un paciente con volumen residual por debajo de los límites que suponen aumento de riesgo, puede ocurrir que los pulmones son normales, o bien que sobre un pulmón alterado, se

sume un componente restrictivo por lesiones cicatriciales o por el propio tumor, siendo la resultante un valor normal. Así mismo una reducción de flujos espiratorios puede deberse a una restricción con pérdida de aire movilizable, a una obstrucción condicionada por el tumor que obstruye una vía aérea central y que va a ser eliminado con la resección o a una enfermedad pulmonar obstructiva crónica difusa.

Los mejores modelos múltiples son simplemente aquellos que cuentan con las variables que por separado presentan las correlaciones más importantes y no representan el mismo aspecto funcional (por ejemplo  $VO_2$ máx/Kg tiene más correlación que VRP con la complicaciones, pero representa el mismo fenómeno que  $EVO_2$ máx /Kg, que tiene mejor comportamiento). En general, la correlación global es aproximadamente la suma de la de los componentes de la ecuación, sugiriendo que no hay sinergismo y que cada variable mejora la predicción sobre cierto grupo de pacientes, pero no son distintas partes de un único factor del que, hipotéticamente, dependieran las complicaciones.

Estimamos que se practican en España unas 4000 resecciones pulmonares anuales por motivo del cáncer bronquial. Los pacientes sometidos a estas intervenciones generalmente tienen enfermedades neumológicas o cardiovasculares importantes. A pesar de la mejoría en las técnicas quirúrgicas la morbilidad permanece alta<sup>58</sup>, oscilando entre el 10% y el 70% y mortalidad del 2,5% al 15%. La capacidad de

identificar pacientes susceptibles de complicaciones postoperatorias, disminuirá el riesgo de las intervenciones. Aunque los "test" de función estática han sido la piedra angular de la valoración preoperatoria de los pacientes sometidos a toracotomía, las altas tasas de mortalidad y morbilidad que persisten, significan que no son suficientemente eficientes. Como ya establecimos en el capítulo de bases del conocimiento, estos "test" son apropiados para la identificación de los pacientes de muy alto y muy bajo riesgo, pero no se comportan tan bien en las zonas intermedias. El presente estudio consta de pacientes considerados como de riesgo "aceptable", según criterios fisiológicos de empleo casi universal ( $FEV_1$  estimado postoperatorio mayor de 1 l), sin embargo 3 de estos pacientes murieron y otros 5 tuvieron insuficiencia cardio-respiratoria grave en el postoperatorio. En ellos la norma falló.

Estudiando muchas variables de función respiratoria tanto basales como en el esfuerzo encontramos que dentro de las primeras el volumen residual estandarizado fue la que tuvo mejor correlación (0,317) y poder discriminativo; no obstante muy pobres. La captación máxima por kilo de peso clasificaba significativamente mejor este tipo de complicaciones y su correlación era mayor (0,550). La estimación postoperatoria de la captación máxima de oxígeno por kilo de peso tiene una correlación de 0,573, que aunque sigue siendo mediocre, es la mejor de todos los parámetros considerados. Su poder discriminador también es

el mayor. Pero en ninguno de los dos conceptos es significativamente diferente de la captación máxima de oxígeno. Cuando analizamos sistemas multivariados de clasificación, los modelos con  $EVO_2$ máx/Kg tienen correlaciones y poder discriminativo significativamente mayores, que otros sin parámetros derivados del esfuerzo. Por tanto, en nuestros pacientes,  $EVO_2$ máx/Kg es la variable que mejores propiedades estadísticas tiene para la valoración del riesgo de desarrollar las complicaciones que estamos considerando, para este fin es significativamente mejor que otros parámetros de función basal, pero no que el  $VO_2$ máx/Kg.

Cuando estudiamos el grupo de pacientes obstructivos, en un intento de homogeneizar la muestra, nos encontramos que sucede prácticamente lo mismo, aunque, las correlaciones tienden a ser algo más altas, en virtud probablemente de tal homogeneidad.

Al revisar el estado de la cuestión, al comienzo de este trabajo, planteamos una serie de preguntas "pendientes" de aclarar con respecto al papel del "test" de esfuerzo en la valoración preoperatoria del riesgo postoperatorio:

1-¿ Predice mejor la prueba de esfuerzo la morbilidad y mortalidad que otras formas de "test" preoperatorio?

De nuestro trabajo se deduce que sí, al menos determinado grupo de complicaciones graves así como la muerte

tienen una correlación mayor con la captación máxima de oxígeno (o su estimación postoperatoria) que cualquier otro parámetro de función basal.

Otras complicaciones, sin embargo tienen más relación con otras variables, especialmente con la presencia de antecedentes respiratorios.

2- ¿A qué pacientes debe hacerse la prueba?

El estudio no estaba diseñado para responder a esta pregunta. Entre los pacientes que se complicaron había quienes se les practicaron lobectomías y con funciones previstas bastante mayores de lo que consideraríamos límite, invitando a realizar la ergometría siempre. Sin embargo, dado que exige cierto tiempo, pensamos que de forma general, es recomendable en tres situaciones:

- (a) pacientes a los que se les vayan a practicar neumonectomías, ya que, como vimos, hay relación entre la cantidad de tejido a reseca y la frecuencia de complicaciones.
- (b) Cuando tengamos dudas de la aptitud de las pruebas basales para estimar el riesgo como, por ejemplo, enfermos con disnea o hipoxemia desproporcionadas a su función ventilatoria.
- (c) También es razonable en la valoración de sujetos límites por criterios convencionales, donde no se den escatimar esfuerzos por conseguir la máxima precisión.

3-¿Cómo debiera estandarizarse el ejercicio?

Hemos demostrado la utilidad de la prueba máxima limitada por síntomas, pero no hemos investigado si el  $VO_2$  submáximo es de igual utilidad. La revisión de la literatura sugiere que así es y sería útil hacer un estudio comparativo.

4-¿Cómo predice el  $VO_{2\text{máx}}$  la mortalidad y morbilidad?

Opinamos que este  $VO_{2\text{máx}}/Kg$  ó  $EVO_{2\text{máx}}/Kg$  permiten saber que pacientes tienen más riesgo de desarrollar insuficiencia cardiorrespiratoria primariamente o a causa de otras complicaciones que no tienen relación directa con la captación de oxígeno. No podemos establecer con seguridad el mecanismo fisiopatológico subyacente a esta relación, pero bastantes evidencias implican a la incapacidad de elevar el gasto cardíaco que posiblemente se ve comprometido por la reducción del lecho capilar, como el factor fundamental.

5-¿Quién debe rechazarse para la resección del cáncer pulmonar?

Hasta la fecha en nuestro conocimiento, nadie ha contestado el límite fijado por los estudios de función desdoblada que sitúan este límite en un  $FEV_1$  estimado de 0,8 l, por mucho que este límite sea arbitrario. En nuestra opinión, parece que una captación máxima de oxígeno estimada menor de 10 ml/min/Kg se asocia a una probabilidad de complicación prohibitiva.

Varias investigaciones futuras se deducen naturalmente de nuestro trabajo:

- 1) Ampliar el número de pacientes para establecer si la captación máxima estimada realmente es o no diferente de la determinación preoperatoria
- 2) Comparar una prueba máxima con una prueba submáxima.
- 3) Validar nuestros resultados con un estudio de campo, aplicando la estimación de la captación máxima de oxígeno de forma amplia.
- 4) Confirmar la hipótesis de que la incapacidad de elevar el gasto cardíaco es el factor subyacente a la captación máxima de oxígeno, verdaderamente responsable de la mortalidad y de insuficiencia respiratoria.
- 5) Cuestionar el límite de operabilidad fijado para el FEV<sub>1</sub> estimado postoperatorio y si fuera procedente sustituirlo por un límite basado en la estimación de la captación máxima de oxígeno, que se comporta mejor en el rango del riesgo intermedio y parece que contempla de forma más global la situación funcional del organismo.

### **7.2.2 Conclusiones**

I) VARIOS PARÁMETROS DE FUNCIÓN BASAL Y DE ESFUERZO MUESTRAN DIFERENCIAS DE LAS MEDIAS ENTRE LOS QUE HACEN CIERTO TIPO DE COMPLICACIONES QUE HEMOS LLAMADO "PREDECIBLES" Y LOS QUE NO. LOS MISMOS QUE MUESTRAN CORRELACIONES SIGNIFICATIVAS.

II) LA CAPTACIÓN MÁXIMA DE OXÍGENO POR KILO DE PESO Y SU ESTIMACIÓN POSTOPERATORIA SON PREDICTORES SIGNIFICATIVAMENTE MEJORES QUE LOS PARÁMETROS DE FUNCIÓN BASAL.

III) NUESTRA MUESTRA NO DEMUESTRA QUE LA CAPTACIÓN MÁXIMA DE OXÍGENO ESTIMADA POSTOPERATORIA CONSIGA VALORAR MEJOR EL RIESGO QUIRURGICO QUE LA CAPTACIÓN MÁXIMA DE OXÍGENO PREOPERATORIA.

IV) DENTRO DE LOS PARÁMETROS DE FUNCIÓN BASAL ESTUDIADOS, EL VOLUMEN RESIDUAL ESTANDARIZADO Y LA ESTIMACIÓN POSTOPERATORIA DEL VOLUMEN ESPIRATORIO EN EL PRIMER SEGUNDO SON LOS QUE TIENEN MEJORES PROPIEDADES PREDICTIVAS.

V) OTROS PARÁMETROS DE ESFUERZO, COMO EL PULSO DE OXÍGENO MÁXIMO, EL EQUIVALENTE DE OXÍGENO MÍNIMO, LA FRECUENCIA CARDÍACA MÁXIMA Y LA RELACIÓN VOLUMEN CORRIENTE MÁXIMO-CAPACIDAD VITAL TIENEN RELACIÓN CON LAS COMPLICACIONES.

VI) CUANDO ANALIZAMOS MÚLTIPLES VARIABLES, LA CAPTACIÓN MÁXIMA DE OXÍGENO POR KILO DE PESO ESTIMADA POSTOPERATORIA Y EL VOLUMEN RESIDUAL ESTANDARIZADO ES LA ASOCIACIÓN CON MÁS CORRELACIÓN CON LAS COMPLICACIONES. SIGNIFICATIVAMENTE DISTINTA DE CUALQUIER ASOCIACIÓN DE VARIABLES DE FUNCIÓN VENTILATORIA.

VII) LOS RESULTADOS NO VARIAN CUANDO CONSIDERAMOS UN GRUPO EN EL QUE INCLUIAMOS NO OBSTRUCTIVOS Y OTRO, MÁS HOMOGÉNEO, SOLO DE OBSTRUCTIVOS.

### **7.3 CONCLUSIONES FINALES**

I) MEDIANTE UNA ESTIMACIÓN SENCILLA DEL TEJIDO A RESECAR PODEMOS PREDECIR DE FORMA PRECISA EL  $VO_2MÁX$  Y  $VO_2MÁX/KG$ .

II) EN NUESTRA MUESTRA NO SE CONSIGUE DEMOSTRAR QUE LA CAPTACIÓN MÁXIMA DE OXÍGENO ESTIMADA POSTOPERATORIA VALORE MEJOR EL RIESGO POSTQUIRURGICO QUE LA CAPTACIÓN MÁXIMA DE OXÍGENO PREOPERATORIA.

III) LA CAPTACIÓN MÁXIMA DE OXÍGENO POR KILO DE PESO Y SU ESTIMACIÓN POSTOPERATORIA SON PREDICTORES SIGNIFICATIVAMEN-

TE MEJORES DEL RIESGO POSTQUIRURGICO "PREDECIBLE" QUE LOS PARÁMETROS DE FUNCIÓN BASAL.

IV) DENTRO DE LOS PARÁMETROS DE FUNCIÓN BASAL ESTUDIADOS, EL VOLUMEN RESIDUAL ESTANDARIZADO Y LA ESTIMACIÓN POSTOPERATORIA DEL VOLUMEN ESPIRATORIO EN EL PRIMER SEGUNDO SON LOS QUE TIENEN MEJORES PROPIEDADES PREDICTIVAS DE LAS COMPLICACIONES "PREDECIBLES".

V) OTROS PARÁMETROS DE ESFUERZO, COMO EL PULSO DE OXÍGENO MÁXIMO, EL EQUIVALENTE DE OXÍGENO MÍNIMO, LA FRECUENCIA CARDÍACA MÁXIMA Y LA RELACIÓN VOLUMEN CORRIENTE MÁXIMO-CAPACIDAD VITAL TIENE

RELACIÓN CON LAS COMPLICACIONES "PREDECIBLES".

VI) CUANDO ANALIZAMOS MÚLTIPLES VARIABLES, LA CAPTACIÓN MÁXIMA DE OXÍGENO POR KILO DE PESO ESTIMADA POSTOPERATORIA Y EL VOLUMEN RESIDUAL ESTANDARIZADO ES LA ASOCIACIÓN CON MÁS CORRELACIÓN CON LAS COMPLICACIONES "PREDECIBLES". SIGNIFICATIVAMENTE DISTINTA DE CUALQUIER ASOCIACIÓN DE VARIABLES DE FUNCIÓN VENTILATORIA.

VII) LOS RESULTADOS NO VARIAN CUANDO CONSIDERAMOS UN GRUPO EN EL QUE INCLUI-MOS NO OBSTRUCTIVOS Y OTRO MÁS HOMOGNEO SOLO DE OBSTRUCTIVOS.

# APENDICE A (FORMULAS)

## I. GENERALES:

### (1) Humedad absoluta ( $P_{H_2O}^o$ ):

$$(a) \quad P_{H_2O}^o = e^y$$

$$(b) \quad y = (20,846 - 5270 \div (273+t^o)) \cdot HR \cdot 0,01.$$

Siendo "HR" la humedad relativa expresada en % y "t<sup>o</sup>" la temperatura en grados centígrados.

### (2) Conversiones:

$$(a) \quad 1 \text{ l (BTPS)} = 1 \text{ l (ATPS)} \cdot \left[ \frac{(273+37)}{(273+t^o)} \right] \cdot \left[ \frac{(P_B - P_{H_2O}^o)}{(P_B - 47)} \right]$$

$$(b) \quad 1 \text{ l (STPD)} = 1 \text{ l (BTPS)} \cdot \frac{273}{(273+37)} \cdot \frac{(P_B - 47)}{760}$$

$$(c) \quad 1 \text{ Torr} = 0,1333 \text{ kPa.}$$

### (3) Factores de corrección del neumotacógrafo:

(a) Inspiratorio  $K_{ATP \rightarrow BTPS_{in}}$  ó  $K_{ABin}$ :

$$(1) \quad K_{ABin} = \frac{(273 + t^o_c \div 273 + t^o_m)}{N \div Z}$$

$$(2) \quad N = P_B - PH_2O_{t^o_m}$$

$$(3) \quad Z = P_B - PH_2O_{t^o_c}$$

Donde K es el factor de corrección medido en condiciones ATPS; "t<sup>o</sup><sub>c</sub>" es la temperatura corporal en grados Celsius (37°); "t<sup>o</sup><sub>m</sub>" es la temperatura del aire inspirado que es igual a la del aire de la habitación (t<sup>o</sup><sub>a</sub>); "P<sub>H<sub>2</sub>O<sub>t<sup>o</sup><sub>m</sub></sub>" es la presión parcial de vapor de agua del aire ambiente, calculada según las fórmulas I.A.(1) y I.A.(2); "P<sub>H<sub>2</sub>O<sub>t<sup>o</sup><sub>c</sub></sub>" es la presión parcial de agua saturada a 37° (46.8 Torr ó 6,24 kPa).</sub></sub>

(b) Espiratorio  $K_{ATP \rightarrow BTPS_{es}}$  ó  $K_{ABes}$ :

$$(1) \quad K_{ABes} = K \cdot \frac{(273 + t^o_c \div 273 + t^o_m)}{N \div Z}$$

$$(2) \quad N = P_B - PH_2O_{t^o_m}$$

$$(3) \quad Z = P_B - PH_2O_{t^o_c}$$

Donde K es el factor de corrección medido en condiciones ATPS; "t<sup>o</sup><sub>c</sub>" es la temperatura corporal en grados Celsius (37°); "t<sup>o</sup><sub>m</sub>" es la temperatura del aire espirado, que en este caso es distinta a la de la habitación (t<sup>o</sup><sub>a</sub>) y se calcula:

$$(4) \quad t^o_m = t^o_c - (t^o_c - t^o_a) \div 3$$

" $P_{H_2O_{37^{\circ}C}}$ " es la presión parcial de vapor de agua del aire ambiente, calculada según las fórmulas I.A.(1) y I.A.(2); " $P_{H_2O_{37^{\circ}C}}$ " es la presión parcial de agua saturada a  $37^{\circ}$  ( $46.8$  Torr ó  $6,24$  kPa).

## II. PLETISMOGRAFIA:

### (1) Gas intratorácico total en reposo del tórax (ITGV):

- (a)  $ITGV = (P_B - 46,8) \cdot S_2 \div \tan \alpha$
- (b)  $\tan \alpha = \delta P \div \delta P_{cab}$
- (c)  $S_2 \approx S_1 \cdot (V_{cab} - \text{Peso} \div 1,07) \div V_{cab}$
- (d)  $S_1 = \delta V \div \delta P_{cab}$

Siendo " $P_B$ " la presión barométrica; " $46,8$ " la presión de vapor de agua en aire saturado a  $37^{\circ} C$ ; " $S_2$ " es un factor que pretende corregir " $S_1$ " para la disminución que sufre el volumen de la cabina ( $V_{cab}$ , en nuestro equipo  $830$  L) al introducir al paciente, cuyo volumen es aproximadamente su peso (Peso) dividido por la densidad media del cuerpo humano ( $1,07$ ), " $S_1$ " se obtiene por la mañana, con la cabina cerrada, inyectando y extrayendo  $25$  ml (variación  $50$  ml) y midiendo los cambios de presión cabina. " $\delta P$ " es la disminución de presión del gas alveolar al inspirar, como no hay movimiento de aire, al estar cerrada la vía aérea por el "shutter" es la misma que la disminución de presión en la boca; " $\delta P_{cab}$ " son los cambios de presión en la cabina al inspirar con el "shutter" cerrado.

## III. "TEST" DE DIFUSION:

### (1) Volumen alveolar efectivo ( $V_A$ ):

- (a)  $V_A = VC_{in} (BTPS) \cdot F_{iHe} \div F_{AHe} - (V_{DA} - V_{AT})$

Donde " $V_{DA}$ " es el espacio muerto del aparato ( $0,185$  L); " $V_{AT}$ " es el espacio muerto fisiológico estimado del sujeto ( $0,3$  L); " $VC_{in}$ " es la capacidad vital del "test" de difusión, " $F_{AHe}$ " la fracción alveolar de helio (o sea la del gas tele-espírotorio). y " $F_{iHe}$ " la fracción inicial de helio.

### (2) Transferencia de monóxido de carbono ( $D_{CO}$ ó $T_{LCO}$ ):

- (a)  $D_{CO} = b \cdot V_A \div t \cdot \log_{10} F_oCO \div F_ACO$

Donde " $b$ " =  $[(2,3 \cdot 0,826) \div (22,4 \cdot 0,133 + (P_B - 47))] = 0,893$  a  $760$  Torr, si la difusión se expresa en  $mmol \cdot s^{-1} \cdot kPa^{-1}$

a saber:

"2,3" es el factor de conversión de los logaritmos en base "e" a base 10.

"0,826" es el factor de conversión de ml STPD a l BTPS a 760 Torr de presión.

"22,4" es el volumen de 1 mol de gas STPD.

"0,133" es el factor de conversión de Torr a KPa.

"P<sub>B</sub>" es la presión barométrica.

"47" es la presión parcial de vapor de agua del aire saturado a 37° C.

"F<sub>o</sub>CO" es la fracción inicial en el alveolo que se calcula de la F<sub>i</sub>CO (fracción inspiratoria de CO) y las fracciones inicial y alveolar de helio:

$$(b) F_oCO = F_iCO \cdot F_iHe \div F_eHe$$

### (3) Corrección para la hemoglobina.

$$(a) \text{ Varones: } D_{CO} \text{ final} = D_{CO} \text{ medida} \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot 15 \div [\text{Hb}]\right)$$

$$(b) \text{ Mujeres: } D_{CO} \text{ final} = D_{CO} \text{ medida} \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot 13 \div [\text{Hb}]\right)$$

Siendo [Hb] la concentración sanguínea de hemoglobina en miligramos por decilitro.

## IV. GASOMETRIA:

(1) Las saturación de O<sub>2</sub> se calcula según el procedimiento descrito por Severinghaus<sup>88</sup> y se expresa en "%".

(2) La concentración de bicarbonato en plasma ([HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>]<sub>p</sub> a 37°C), se calculó según la ecuación de Henderson--Haselbach, en mmol/l:

$$(a) [\text{HCO}_3^-]_{p(37^\circ\text{C})} = 10^y$$

$$(b) y = \text{pH} + \log_{10} (0,03 \cdot P_a\text{CO}_2) - 6,08.$$

### (3) Carbónico total (COT):

$$(a) \text{COT} = 0,03 \cdot P_a\text{CO}_2 + [\text{HCO}_3^-]_{p(37^\circ\text{C})}$$

### (4) Exceso de bases (EB)

$$(a) \text{EB} = K_b \cdot \{[\text{HCO}_3^-]_p - 24 + \beta_b \cdot [(\text{pH})_m - 7,4]\}$$

$$(b) \beta_b = 7,7 + 1,43 \text{ Hb} \cdot (\text{gm}\% \text{ Hb})$$

$$(c) K_b = 1 - 0,0143 \text{ Hb} (\text{gm}\% \text{ Hb}).$$

Asumiendo (gm% Hb) = (mmol/l de Hb) · 0,6206. β<sub>b</sub> es el valor de tampón no bicarbonato de la sangre (δ[HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>]<sub>plasma</sub> / δpH) y K<sub>b</sub> corrige para la inhomogenidad del valor del "buffer" entre células y plasma.

### (5) Exceso de bases en fluido extracelular (EB<sub>EC</sub>):

$$(a) \text{EB}_{EC} = K_{ECF} \cdot \{[\text{HCO}_3^-]_p - 24 + \beta_{ECF} \cdot [(\text{pH})_m - 7,4]\}$$

- (b)  $B_{ECF} = 7,7 + 1.43 \text{ Hb (gm\% Hb)}$   
 (c)  $K_{ECF} = 1 - 0,0143 \text{ Hb (gm\% Hb)}$ .

Asumiendo  $(\text{gm\% Hb}) = (\text{mmol/l de Hb}) \cdot 0,6206$ ,  $B_{ECF}$  es el valor determinado experimentalmente de  $(d[\text{HCO}_3^-]_{\text{plasma}} \div dpH)$  y  $K_{ECF}$  corrige la inhomogenidad del valor del "buffer" entre células rojas y el resto del fluido extracelular.

**(6) El Contenido arterial de oxígeno ( $\text{CaO}_2$ ) ml/dl:**

(a)  $\text{CaO}_2 = 1.34 \cdot [\text{Hb}] \cdot \text{SatO}_2 \% + 0,0031 \cdot P_{\text{O}_2}$ .

Donde  $[\text{Hb}]$  es la concentración de hemoglobina en g/dl.

**V. ESFUERZO:**

**(1) Potencia, wattios (P):**

(a)  $P = 0,29 \cdot \text{Peso} \cdot [2,3 + 0,32 (v-5)^{1,65} + p \cdot (0,2 + 0,07 \cdot (v-2,59))^{89}]$

Siendo "Peso" el peso del sujeto; "v" la velocidad en Km/h y "p" la pendiente en grados sexagesimales.

**(2) Volumen corriente en litros ( $V_T$ ):**

(a)  $V_T = V_E(\text{BTPS}) \div \text{FR}$

Siendo " $V_E$ " la ventilación minuto espiratoria, que mide el equipo y "FR", la frecuencia respiratoria, también medida por el equipo.

**(3) Ventilación inspiratoria ( $V_I$ ), l/min:**

(a)  $V_I(\text{STPD}) = [V_E(\text{STPD}) \cdot (1 - \text{FeO}_2 - \text{FeCO}_2) \div 0,7903]$ .

Siendo " $V_E$ " la ventilación espiratoria, medida por el equipo y el factor "0,7903" =  $1 - \text{FiO}_2$  (seco), es decir aproximadamente la fracción inhalada de  $\text{N}_2$ .

**(4) Capacitación de oxígeno ( $\text{VO}_2$ ), l/min :**

(a)  $\text{VO}_2 (\text{STPD}) = V_{I(\text{STPD})} \cdot 0,2094 - V_E(\text{STPD}) \cdot \text{FeO}_2$

de IV.C.(1) y IV.D.(2), simplificando:

(b)  $\text{VO}_2(\text{STPD}) = V_E(\text{STPD}) \cdot [0,265 \cdot (1 - \text{FeCO}_2) - 1.265 \cdot \text{FeO}_2]$

corrigiendo para el espacio muerto de la válvula:

(c)  $\text{VO}_2(\text{STPD}) = V_E(\text{STPD}) \cdot [0,265 \cdot (1 - \text{FeCO}_2) - 1.265 \cdot \text{FeO}_2] - (0,2094 - \text{Feto}_2) \cdot VV$

Siendo " $F_{et}O_2$ " la fracción tele-espíroria de  $O_2$  y " $VV$ " el volumen de la válvula.

**(5) Emisión de carbónico ( $V_{CO_2}$ ), l/min:**

(a)  $V_{CO_2}(STPD) = V_E(STPD) \cdot F_{eCO_2}$

Puesto que  $F_{iCO_2} = 0$ .

Corrigiendo para el espacio muerto de la válvula:

(b)  $V_{CO_2}(STPD) = V_E(STPD) \cdot F_{eCO_2} - F_{etCO_2} \cdot VV$

Siendo " $F_{etCO_2}$ " la fracción tele-espíroria de " $CO_2$ " y " $VV$ " el volumen de la válvula.

**(6) Cociente respiratorio (R):**

(a)  $R = V_{CO_2} \div V_{O_2}$ .

**(7) Equivalente respiratorio de oxígeno ( $EO_2$ ):**

(a)  $EO_2 = V_E \div V_{O_2}$

**(8) Equivalente respiratorio de anhídrido carbónico- ( $ECO_2$ ):**

(a)  $ECO_2 = V_E \div ECO_2$

**(9) Pulso de  $O_2$  ( $PuO_2$ ), ml/latido:**

(a)  $PuO_2 = V_{O_2} \div \text{frecuencia cardíaca}$

**(10) Espacio muerto ( $V_D/V_T$ ), % :**

(a)  $V_D \div V_T = (P_A CO_2 - P_{ECO_2}) \div P_A CO_2 - \alpha V_{id} \div V_T$

**(11) Ecuación del gas alveolar:**

(a)  $P_{AO_2} = (P_B - 47) \cdot F_{iO_2} - P_A CO_2 \div R - P_A CO_2 \div R \cdot F_{iO_2} \cdot (1-R)$

Donde " $P_{AO_2}$ " es la presión alveolar de  $O_2$ , " $P_B$ " es la presión barométrica; " $F_{iO_2}$ " es la fracción inspiratoria de oxígeno;  $P_A CO_2$  es la presión alveolar de  $CO_2$ , que se asume igual a la presión arterial de  $CO_2$  y " $R$ " es el cociente respiratorio.

Siendo " $P_A CO_2$ " la presión alveolar de  $CO_2$ , a efectos prácticos se usa la presión tele-espíroria de  $CO_2$  ( $P_{ETCO_2}$ ) o la presión arterial de  $CO_2$  ( $P_a CO_2$ ). " $P_{ECO_2}$ " es la presión espirada mixta de  $CO_2$ . " $V_{id}$ " es el espacio muerto de la pieza bucal, válvula e instrumentos usados en la colección del gas. " $\alpha$ " es la fracción de  $V_{id}$  que entra en alvéolos perfundidos:

$$(b) \alpha = [P_A CO_2 \div P_a CO_2]^2 = \{ (PECO_2 \cdot VT) \div [PaCO_2 \cdot (VT - V_{da} - V_{id})] \}$$

"Vda" es el espacio muero anatómico:

$$(c) \quad V_{da} = 70 \cdot V_T (l) + 140 \pm 90^{90}$$

**(12) Índice disnéico ID en %:**

$$(a) \quad ID = (MBCi - MV_E) \cdot 100\% \div MBCi$$

Siendo MBC la capacidad ventilatoria máxima indirecta:

$$(b) \quad MBCi = FEV_{0,75} \cdot 40^{91}$$

$$(c) \quad FEV_{0,75} = 0,92 \cdot FEV_1 - 0,07 \text{ (límites } 95\% \pm 8\%)^{92}$$

O sea:

$$(d) \quad MBCi = 36,8 \cdot FEV_1 - 0,07$$

**(13) Índice de frecuencia cardíaca en % (IFC):**

$$(a) \quad IFC \% = 100 \cdot (FCT - FC_{m\acute{a}x}) \div FCT$$

Siendo "FCT" la frecuencia cardíaca teórica:

$$(b) \quad FCT = 210 - 0,65 \cdot \text{edad (en años)}^{59, 60, 61, 62}$$

y FCE la frecuencia cardíaca máxima en ejercicio

**(14) Coeficiente energético en ml÷W (CE)**

$$(a) \quad CE = (VO_{2m\acute{a}x} - VO_{2bas}) \div P_{m\acute{a}x}$$

Siendo  $VO_{2m\acute{a}x}$  y  $VO_{2bas}$  los consumos de oxígeno máximos y basal respectivamente expresados en mililitros y  $P_{m\acute{a}x}$  la potencia máxima en wattios.

**APENDICE B  
(EQUIPO Y ESTANDARIZACION  
DE LAS PRUEBAS)**

(1) FLUJO Y VOLUMEN

El aparato utilizado es un neumotacógrafo Jaeger (Masterlab, Erich Jaeger GmbH & CO Leibnizstraße 7 D-8706 Höchberg), que deriva del tipo "Fleisch", acortando considerablemente el tubo, de tal forma que sólo un filtro o criba sirve como resistencia a la corriente. Un transductor mide la diferencia de presión entre los dos lados de la criba y la transforma en una señal eléctrica, que a su vez es transformada en una señal digital por un convertidor analógico-digital de 12 bytes (salida máxima  $\pm 2048$  pasos) acoplado exactamente en fase<sup>(24)</sup>). El aparato tiene acoplada una pantalla que muestra simultáneamente el trazado de la curva flujo-volumen. La memoria de registro es de 28 Kb<sup>(24)</sup>, En consecuencia tiene las siguientes prestaciones:

	Volumen	Flujo
Precisión del transductor de presión:	$\pm 2\%$	$\pm 2\%$
Resistencia de la criba a 12 l/s:	-	< de 1cmH20
Rango:	0-10,24 l	0-20,48
l/s		
Rango de respuesta lineal:	0-7,5 l	0-15 l/s
Precisión:	$\pm 2\%$	$\pm 2\%$
Resolución:	10 ml	10 ml/s
Frecuencia máxima de determinación de valores:	1000 Hz\$	1000 Hz\$
Duración del acúmulo de datos:		
inspiración (VCin)	ilimitada	ilimitada
expiración (FVC)	ilimitada	ilimitada
Registro gráfico:	si	si

-----\$  
= proporcional a las variaciones de flujo por segundo. <sup>(24)</sup>

Comienzo de la medición: El inicio del registro es inmediatamente posterior a un volumen de 30 ml inspiratorio o espiratorio.

Terminación de la medición: El final de la inspiración o de la espiración se establece por la variación del sentido del flujo con un excedente de 30 ml/s.

Tanto las características del aparato como los criterios de selección de principio y final de la prueba, superan los mínimos sugeridos tanto por la normativa de la SEPAR<sup>93</sup> como por la de la ATS<sup>94</sup>.

Calibración: diaria con una jeringa de 2 l.

<sup>24</sup>. Datos suministrados por el fabricante

Selección del "mejor test" De 3 trazados obtenidos computarizadamente por el método sugerido por Pelsin y cols.<sup>95</sup>, entre los que al menos 2 muestren variaciones de  $\pm 5\%$  o 100 ml, Aquel en el que la suma de FEV<sub>1</sub>+ FVC sea máxima<sup>94</sup>.

Operadores: Uno de dos personas con experiencia suficiente<sup>93,94</sup>

Expresión de resultados: Tras corregir el volumen por el factor de corrección del neumotacógrafo en la calibración diaria, se expresa en litros BTPS (fórmula I.C.(1) y I.C.(2) del apéndice A).

Teóricos: FEV<sub>x</sub>, FVC, FEV<sub>1</sub>%, MEF75, MEF50, MEF25 y PEF de las tablas de Knudson y cols.<sup>96</sup>.

"test" de broncodilatadores: Se administra, tras realizarse la primera curva flujo-volumen, un aerosol húmedo con 4 gotas de solución al 0,5% de fenoterol (200  $\mu$ g) en 2 cc de suero fisiológico durante 15 minutos, mediante un nebulizador tipo Hudson a 7 l/min. A continuación se hace la segunda curva flujo-volumen. La mejor de las dos, es la que se considera para las valoraciones preoperatorias.

## (2) PLETISMOGRAFIA

Se realiza mediante un pletismógrafo de volumen constate de 830 L (Bodyscreen, Erich Jaeger GmbH & CO Leibnizstraße 7 D-8706 Höchberg)) de plexiglas, anecóico, sin acondicionamiento de aire(<sup>25</sup>), acoplado a un ordenador personal AT de IBM (International Business Machine United Kingdom. PO BOX 41 North Harbour. Porthsmouth PO63AV) que realiza los cálculos y con dos transductores -a parte del neumotacógrafo antes referido- uno que mide los cambios de presión en la caja y otro que mide los cambios de presión en la boca. Simultáneamente a la realización se observan en una pantalla los trazados flujo-presión en la cabina y presión boca-presión cabina. El sistema de cierre es tipo "shutter" apoyado en el neumotacógrafo, activado semi-automáticamente por el computador(<sup>24</sup>).

	Transductor cabina	Transductor boca
Rango lineal:	$\pm 10$ cmH <sub>2</sub> O	$\pm 50$ cmH <sub>2</sub> O
Precisión:	$\pm 2\%$	$\pm 2\%$
Sensibilidad:	0,05 cmH <sub>2</sub> O	0,1 cmH <sub>2</sub> O

<sup>25</sup>. Para compensar la elevación creciente de la temperatura con el sujeto dentro, la cabina dispone de un disipador térmico de alta resistencia, que consiste en un tubo de 6,3 mm de diámetro de longitud no facilitada por el fabricante, pero que mantiene estable la temperatura, a partir del minuto del cierre de la puerta. El orificio se cierra automáticamente al comenzar a medir los cambios de presión.

### Calibración:

1. Neumotacógrafo: diariamente con una jeringa de 21.
2. Transductor de presión de la boca: diariamente con una bomba de pistón que eleva la presión sobre la válvula de cierre (shutter) a 5 hPa (3,75 Torr).
3. Tiempo de descompresión de la cabina: diariamente introducen 100 cc de aire y se mide el cambio se determina el tiempo de hemidescompresión, manteniéndolo entre 4 s y 7 s.
4. Transductor de presión de la cabina: diariamente con un bomba sinusoidal, que introduce y extrae 25 ml (Determina  $S_1$  (fórmula II.A.(4) del apéndice A) y calibra el detector de presión).

Selección del "mejor test": de 5 intentos se selecciona 3 en los que la diferencia del valor de ITGV sea  $\leq 15\%$ <sup>97</sup>. el valor finalmente usado para el cálculo del ITGV es la tangente del ángulo medio (tan  $\alpha$  de la fórmula II.A.(1) del apéndice A) del trazado  $P_{boca} \div P_{cabina}$  de esos 3 intentos.

Operadores: Uno de dos personas con experiencia suficiente<sup>93,94</sup>

Expresión de resultados: Tras corregir el volumen por el factor

de corrección del neumotacógrafo en la calibración diaria, se expresa BTPS (fórmula I.C.(1) y I.C.(2) del apéndice A).

Teóricos: tablas de la SECA para ITGV, RV y TLC.

### C. "TEST" DE DIFUSION

Se realiza mediante un aparato Transferscreen II (Erich Jaeger GmbH & CO Leibnizstraße 7 D-8706 Höchberg), que consta del equipamiento preciso para hacer el "test" de difusión por el procedimiento de respiración única según la técnica ya clásica<sup>98 99 100</sup> a saber:

- a) Un neumotacógrafo de características similares al descrito antes (párrafo A)
- b) Una válvula respiratoria de 5 pasos.
- c) Gas de prueba con 0,3% de CO, 5% de He, 21% de O<sub>2</sub> y el resto N<sub>2</sub>.
- d) Un globo de Douglas, impermeable al He y CO, de 100 l de gas inspiratorio.
- e) Válvulas, tubos, boquillas y bolsas de neopreno (impermeables también). El espacio muerto del equipo es de 185 ml.

- f) Un analizador de monóxido de carbono del tipo absorción de radiación infrarroja.
- g) Un analizador de Helio de conductividad térmica.
- h) 3 filtros:
- 1)  $\text{CaCl}_2$  para absorber humedad.
  - 2) Cal sodada absorbente de  $\text{CO}_2$ .
  - 3) Silicagel para completar absorción de humedad.
- i) Un microprocesador que analiza las mediciones del neumotacógrafo, según se ha descrito en el párrafo A y calcula el  $V_A$  la  $D_{\text{CO}}$ , según las fórmulas.

Analizador	Helio	CO
Rango	0-10%	0-0,5%
Precisión	$\pm 5\%$	$\pm 5\%$
Resolución	0,01%	0,001%
Tiempo de respuesta	30 s	1 s

(<sup>24</sup>)

Comienzo y terminación de la prueba: El inicio del tiempo de apnea es la mitad de la capacidad vital y el final el comienzo de la colección de gas alveolar<sup>101</sup>. De forma estándar se desechan 500 ml del gas espirado y se recogen 800 ml.

Calibración:

- a) Del neumotacógrafo: diaria con una jeringa de 1l.
- b) Del analizador de CO: semanal con un gas de concentración de CO exacta de 0,3% de CO y 5% de He.
- c) Del analizador de He: de forma idéntica al CO.

Estandarización y selección del "mejor test": Los pacientes no debían haber fumado ni comido fuerte en las 4 horas anteriores. El "test" se hizo siempre sentado y entre las 12 y las 14 horas.

De dos mediciones de la  $D_{\text{CO}}$ , se elegía aquella "razonable" en la que el  $V_A$  efectivo se aproximaba mas a la TLC-300ml.

Operadores: Uno de dos personas con experiencia suficiente<sup>93,94</sup>

Expresión de resultados: Se expresa en  $\text{mmol kPa}^{-1} \text{s}^{-1}$ .

Teóricos: tablas de Cotes<sup>102</sup>

**D. GASOMETRIA**

Se hizo mediante un aparato AVL-940 (Biomedical Suiza) de electrodos calibrados basados en los diseñados por Sveringhaus, Bradley<sup>103</sup> (pH y pCO<sub>2</sub>) y Clark<sup>104</sup> (PO<sub>2</sub>).

	Zona medición	Precisión
pH	6,0-8,0	0,003
pCO <sub>2</sub>	4-200 Torr (0,5-26,7 kPa)	<1%
pO <sub>2</sub>	0-2000 Torr (0-266,7 kPa)	( <sup>26</sup> )

(<sup>24</sup>)

El resto de los parámetros (HCO<sub>3</sub><sup>-1</sup>, CO<sub>2</sub> total, EB, EB<sub>ECF</sub> y SatO<sub>2</sub>) se calculan según las formulas del capítulo IV del apéndice A.

#### Calibraciones:

a) Cada 10 minutos:

- 1) Calibración de un punto de los electrodos de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> con un gas mezcla de aire y CO<sub>2</sub> al 5,5%, saturado y calentado a 37° C.

b) Cada 3 horas:

c) Calibración de dos puntos del electrodo de pH:

1. "Buffer" 1 de pH 7,383.
2. "Buffer" 2 de pH 6,841.

d) Dirariamente:

- 1) Chequeo de las funciones del aparato ("buffer" 1 y 2, solución de ClK, otros fluidos, presión de gases de calibración, aspirado, lavado y presencia de electrodos).
- 2) Calibración de dos puntos del electrodo de PO<sub>2</sub>:
  1. con un gas de 5,5% de CO<sub>2</sub> en aire saturado y calentado a 37° C.
  2. con CO<sub>2</sub> al 100% (0).
- 3) Calibración de dos puntos del electrodo de pH:
  1. "Buffer" 1 de pH 7,383.
  2. "Buffer" 2 de pH 6,841.
- 4) Calibración de dos puntos del electrodo de CO<sub>2</sub>:
  1. Con un gas de 1 de CO<sub>2</sub> en aire.
  2. Con un gas de 5%,5 de CO<sub>2</sub> en aire.
- 5) Comprobación de varias muestras sanguíneas al azar en dos aparatos.

e) Mensualmente:

- 1) comprobación, con soluciones tamponadas suministradas por el fabricante de la precisión de medida de los electrodos.

Los procesos de calibración son realizados automáticamente por el aparato y cumplen las recomendaciones actuales para estas determinaciones<sup>82, 83</sup>

<sup>26</sup> para pO<sub>2</sub> de 94 Torr (12,53 kPa).

Técnica: La sangre arterial se obtuvo, tras comprobar la patencia de la arteria ulnar, por punción de arteria radial, según la técnica convencional<sup>82, 83</sup>. Las muestras se procesaron en menos de 10 minutos desde su extracción.

Operadores: Uno de dos personas con experiencia suficiente<sup>82, 83</sup>.

Resultados: Se expresan a 37°C. La  $pO_2$  y  $PCO_2$  en Torr y kPa; EL bicarbonato, carbónico total, exceso de bases y bases "buffer" en mEq/L. el contenido de  $O_2$  en mL de  $O_2$  / dl de sangre. La saturación de  $O_2$  en % ( fórmulas del capítulo IV del apéndice A).

## **E. ERGOMETRIA**

Se hizo en un tapiz rodante Laufergometer Junior (Erich Jaeger GmßH & CO Leibnizstraße 7 D-8706 Höchberg) de controles manuales, oscilando su velocidad de 0 a 12 Km/h y su pendiente de 0° a 20°.

Las mediciones de ventilación e intercambio gaseosos se hicieron con un aparato Ergo-oxysceen (Erich Jaeger GmßH & CO Leibnizstraße 7 D-8706 Höchberg). Consta de:

a) una pieza bucal, unida a un válvula en Y de 100 cc de volumen y un tubo de respiración (8 cm de diámetro).

b) Un neumotacógrafo similar a los ya descritos (A) que integra el flujo espiratorio, para obtener la ventilación espiratoria ( $V_E$ ) cada 30 s. También determina la frecuencia respiratoria.

c) Una bolsa de mezcla de 20 l, del tipo "semiabierto" (es decir existe una barrera de difusión en la parte superior de la bolsa de mezcla que se adapta automáticamente a los cambios de ventilación) a la que va el gas espiratorio y de la que se obtiene contunualmente la muestra.

d) Un tubo de cloro-polivinilo (PVC) de 4 mm de calibre y un dispositivo, también de PVC con  $Cl_2Ca$ , para absorber la humedad, que conectan la bolsa de mezcla con los analizadores.

e) Un analizador de  $CO_2$  de absorción infrarroja.

f) Un analizador de  $O_2$  del tipo de susceptibilidad paramagnética.

(24)	INTERVALO	PRECISIÓN
Flujo neumotacógrafo:	0-12 l/s	±2%
Volumen integración digital:	0-210 l/min	±2%
Oxígeno paramagnético:	0-10 vol % increm FEO <sub>2</sub>	±2%
	0-100 vol % FEO <sub>2</sub>	±2%
CO <sub>2</sub> absorción infrarroja:	0-10 vol % FEO <sub>2</sub>	±2%
precisión del reloj:		10 <sup>-6</sup> s

g) El tiempo de respuesta es de 15 s para el analizador de O<sub>2</sub> y 1-2 s para el de CO<sub>2</sub>.

h) Un monitor de ECG de 1 derivación para medir la frecuencia cardíaca midiendo el intervalo RR.

i) Una unidad de cálculo ( $\mu$ -Dataspir) que consta de un micropcesador de 12 bytes , 28 KBy de ROM y un reloj de cuarzo.

#### Calibración:

##### a) Diaria:

1) El neumotacógrafo se calibra con una jeringa de 1 litro.

2) Tras 1 hora de encendido se calibran los analizadores del gases en tres puntos para el O<sub>2</sub> y dos puntos para el CO<sub>2</sub>:

1. Los ceros mediante un gas 100% N<sub>2</sub>

2. Una calibración máxima con aire (20,093 O<sub>2</sub>; 0,0004% CO<sub>2</sub>; trazas de otros gases y el resto N<sub>2</sub>).

b) Revisión y limpieza de la válvula en Y.

##### c) Periódica:

1) Cambio del depósito de Cl<sub>2</sub>Ca.

2) Determinación del tiempo de demora.

#### Estandarización:

n

a) La sala donde se realiza la prueba está ventilada y se evita la concentración de personal.

b) Al sujeto se le da una explicación de la naturaleza, fines y como debe colaborar en la prueba. Se establece un código sencillo de señales para comunicarse.

c) Se hace una prueba submáxima, explicándole al enfermo que no se apoye en, ni haga fuerza con los brazos. Después en la misma jornada se hace la prueba máxima.

d) La sangre arterial se punciona antes de cualquier exploración que implique hiperventilación u administración de oxígeno, con el enfermo sentado.

e) La sangre arterial final se extrae de arteria radial, al final de la prueba. En todos los casos se consigue entre 30 s y 1 min, se siguen realizando mediciones de intercambio gaseoso durante la punción, para comprobar si ha habido caída significativa de la frecuencia cardíaca o de la ventilación.

**Resultados:** La ventilación se corrige por el factor de corrección obtenido durante la calibración y se expresa en litros BTPS (fórmulas I.C.(1) y I.C.(2) del apéndice A). El  $VO_2$  y  $VCO_2$  se expresa también en litros BTPS.

**Teóricos:** Se utilizan los teóricos de Wasserman y cols.<sup>61</sup>

Anexo al equipo utilizamos, como elemento de seguridad un pulsioxímetro Ohmeda 4700 OxiCap (Ohmeda 1315 West Century Drive Louisville CO 80027) basado en medir la absorción pulsátil de ondas de 640 nm (luz roja) y 940nm (infrarroja).

	RANGO	PRECISION
SaO <sub>2</sub>	(60%-100%)	2,4% global
SaO <sub>2</sub>	(90%-100%)	1,5%
SaO <sub>2</sub>	(80%-89,9%)	2,1%

Rango 0%-100%  
 tiempo de respuesta < 15 s. (<sup>24</sup>)

**APENDICE C**  
**(TABLAS DE POTENCIA APROXIMA-**  
**DA)**

PESO	50 Kg			55 Kg			60 Kg		
E	p	V	W	p	V	W	p	V	W
0	0	0	0	0	0.0	0	0	0.0	0
1	0	3.3	22	0	3.3	24	0	3.3	27
2	0	4.8	33	0	4.8	36	0	4.8	40
3	2	4.8	43	2	4.8	48	2	4.8	52
4	4	4.8	54	4	4.8	59	4	4.8	64
5	6	4.8	64	6	4.8	70	6	4.8	77
6	8	4.8	74	8	4.8	82	8	4.8	89
7	10	4.8	84	10	4.8	93	10	4.8	101
8	12	4.8	95	12	4.8	104	12	4.8	114
9	14	4.8	105	14	4.8	116	14	4.8	126
10	16	4.8	115	16	4.8	127	16	4.8	138
11	18	4.8	126	18	4.8	138	18	4.8	151
12	20	4.8	136	20	4.8	149	20	4.8	163
13	20	5.3	147	20	5.3	162	20	5.3	176
14	20	5.7	157	20	5.7	173	20	5.7	188
15	20	6.1	168	20	6.1	185	20	6.1	202

(<sup>27</sup>)

---

<sup>27</sup> "E": estadio del "test" ; "p": pendiente de la rampa; "V": velocidad del tapiz rodante y "W": potencia aproximada.

PESO	65 Kg			70 kg			75 kg		
E	p	V	W	p	V	W	p	V	W
0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	0
1	0	3.3	29	0	3.3	31	0	3.3	33
2	0	4.8	43	0	4.8	46	0	4.8	50
3	2	4.8	56	2	4.8	61	2	4.8	65
4	4	4.8	70	4	4.8	75	4	4.8	80
5	6	4.8	83	6	4.8	89	6	4.8	96
6	8	4.8	96	8	4.8	104	8	4.8	111
7	10	4.8	110	10	4.8	118	10	4.8	127
8	12	4.8	123	12	4.8	133	12	4.8	142
9	14	4.8	137	14	4.8	147	14	4.8	158
10	16	4.8	150	16	4.8	161	16	4.8	173
11	18	4.8	163	18	4.8	176	18	4.8	188
12	20	4.8	177	20	4.8	190	20	4.8	204
13	20	5.3	191	20	5.3	206	20	5.3	220
14	20	5.7	204	20	5.7	220	20	5.7	236
15	20	6.1	218	20	6.1	235	20	6.1	252

(27)

PESO	80 Kg			85 Kg			90 Kg		
E	p	V	W	p	V	W	p	V	W
0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	0.0	0
1	0	3.3	36	0	3.2	36	0	3.2	38
2	0	4.8	53	0	4.3	52	0	4.3	55
3	2	4.8	69	2	4.5	71	2	4.5	75
4	4	4.8	86	4	4.5	87	4	4.5	92
5	6	4.8	102	6	4.5	104	6	4.5	110
6	8	4.8	119	8	4.5	120	8	4.5	127
7	10	4.8	135	10	4.5	136	10	4.5	144
8	12	4.8	152	12	4.5	153	12	4.5	162
9	14	4.8	168	14	4.5	169	14	4.5	179
10	16	4.8	185	16	4.5	186	16	4.5	197
11	18	4.8	201	18	4.5	202	18	4.5	214
12	20	4.8	217	20	4.5	219	20	4.5	232
13	20	5.3	235	20	4.9	235	20	4.9	249
14	20	5.7	251	20	5.3	250	20	5.3	265
15	20	6.1	269	20	5.7	267	20	5.7	283

(27)

PESO	95 Kg			100 kg			105 kg		
E	p	V	W	p	V	W	p	V	W
0	0	0.0	0	0	0.0	0	0	2.8	0
1	0	3.2	40	0	2.8	33	0	2.8	34
2	0	4.3	58	0	3.8	54	0	3.8	57
3	2	4.5	79	2	4.0	75	2	4.0	78
4	4	4.5	97	4	4.0	92	4	4.0	97
5	6	4.5	116	6	4.0	109	6	4.0	115
6	8	4.5	134	8	4.0	127	8	4.0	133
7	10	4.5	152	10	4.0	144	10	4.0	151
8	12	4.5	171	12	4.0	161	12	4.0	169
9	14	4.5	189	14	4.0	179	14	4.0	188
10	16	4.5	208	16	4.0	196	16	4.0	206
11	18	4.5	226	18	4.0	213	18	4.0	224
12	20	4.5	244	20	4.0	231	20	4.0	242
13	20	4.9	262	20	4.3	247	20	4.3	259
14	20	5.3	279	20	4.6	262	20	4.6	275
15	20	5.7	298	20	5.0	281	20	5.0	295

(27)

**APENDICE D**  
**(LISTADO DE ABREVIATURAS)**

**A**

$\alpha$ . . . .	Símbolo generalmente usado para denotar la probabilidad de cometer un error de Tipo I en la hipótesis nula de los test de inferencia estadística. Con este significado se usa en el texto.
A1 . . . .	Adenocarcinoma bien diferenciado.
A2 . . . .	Adenocarcinoma moderadamente diferenciado.
A3 . . . .	Adenocarcinoma poco diferenciado.
Adenoca .	Adenocarcinoma
Adenocarc.	Adenocarcinoma.
ALT . . . .	Alteraciones.
ANTCIR .	Presencia de antecedentes circulatorios.
ANTRES .	Presencia de antecedentes respiratorios.
ARRIT . .	Arritmias.
ARTEROSCL	Arteriosclerosis.
ASP . . . .	Aspergiloma.
ATEL . . .	Atelectasia.
AURIC . . .	Auricular.

**B**

B . . . . .	Término <b>b</b> de la ecuación para estimar el tejido a resecar, descrita en material y métodos.
BCRD . . .	Bloqueo Completo de Rama Derecha.
BCRI . . .	Bloqueo Completo de Rama Izquierda.
BE . . . .	Bronquiectasias.

**C**

CA ó Ca . .	Carcinoma.
CAR . . . .	Carcinoide.
CI . . . . .	Cardiopatía Isquémica.
CM . . . . .	Carcinoide Maligno.
COMPL ó COM	Complicaciones.
Coefic . . .	Coefficiente.
CTE ó Cte .	Constante.

**D**

$D_{CO}$ ó $TL_{CO}$	Capacidad de Transferencia de Monóxido de Carbono, expresada en mmol/s/KPa.
DCO% . . .	Transferencia de Monóxido de Carbono, estandarizada como porcentaje(%) del valor teórico.
DCHO . . . .	Derecho.
DISNEA . .	Presencia de este síntoma.
DREN . . . .	Drenaje persistente.

**E**

E1 . . .	Carcinoma Epidermoide de alto grado de madurez.
E2 . . .	Carcinoma Epidermoide de mediano grado de madurez.
E2 . . .	Carcinoma Epidermoide de bajo grado de madurez.
E+A . . .	Tumor que contenía dos estirpes: Epidermoide y Adenocarcinoma.
ECG . . .	Presencia de alteraciones en el electrocardiograma.
ECO <sub>2</sub> AT .	Equivalente Respiratorio de dióxido de carbono en el umbral de anaerobiosis.
EDAD . . .	Edad expresada en años
ED <sub>CO</sub> . . .	Estimación de la Capacidad de Transferencia de Monóxido de Carbono postoperatoria, expresada en mmol/s/KPa.
ED <sub>CO</sub> % . .	Estimación de la Capacidad de Transferencia de Monóxido de Carbono postoperatoria, estandarizada como porcentaje(%) del valor teórico.
EFEV <sub>1</sub> . .	Estimación del Volumen Espiratorio Forzado en el 1 postoperatorio, expresada en litros.
EFEV <sub>1</sub> %	Estimación del Volumen Espiratorio Forzado en el 1 postoperatorio, estandarizada como porcentaje(%) del valor teórico.
EO <sub>2</sub> min .	Equivalente Respiratorio de Oxígeno mínimo.
Episod . .	Episodio(s)
EMPIEM . .	Empiema.
ERV . . .	Estimación del Volumen Residual postoperatorio. Se expresa en litros.
ERV% . . .	Estimación del Volumen Residual postoperatorio, estandarizado como porcentaje(%) del valor teórico.
ESPONT . .	Espontáneo.
EST . . .	Estadío tumoral.
ETLC . . .	Estimación de la Capacidad Pulmonar Total. Se expresa en litros.
ETLC% . . .	Estimación de la Capacidad Pulmonar Total, estandarizada como porcentaje(%) del valor teórico.
EVC . . .	Estimación de la Capacidad Vital forzada postoperatoria, se expresa en litros.
EVC% . . .	Estimación de la Capacidad Vital forzada postoperatoria, estandarizada como porcentaje(%) del valor teórico.
EVO <sub>2</sub> máx .	Estimación de la captación máxima de oxígeno postoperatoria, expresada en litros por minuto.
EVO <sub>2</sub> máx/Kg	Estimación de la captación máxima de oxígeno por Kg de peso postoperatoria, expresada en ml/Kg.

**EVO<sub>2</sub>máx%**      **Estimación de la captación máxima de oxígeno, postoperatoria, estandarizada como porcentaje(%) del valor teórico.**  
**EXTRAS .**      **Extasístoles.**

## **F**

**f()** . . .      **Función de la variable contenida en el paréntesis.**  
**FEV<sub>1</sub>** . . .      **Volumen Espiratorio Forzado en 1s, en nomenclatura internacional, se expresan en litros.**  
**FEV<sub>1</sub>%** . . .      **Volumen Espiratorio Forzado en 1s, en nomenclatura internacional, estandarizada como porcentaje(%) del valor teórico.**  
**F-Prob** .      **Probabilidad que corresponde al valor de F en la comparación que se esté considerando.**  
**F-Test** .      **Prueba de la F de Fisher para comparar varianzas.**  
**FRA** . . .      **Fracaso Renal Agudo.**  
**FVC** . . .      **Capacidad Vital Forzada, en nomenclatura internacional, se expresan en litros.**  
**FVC%** . . .      **Capacidad Vital Forzada, en nomenclatura internacional, estandarizada como porcentaje(%) del valor teórico.**

## **G**

**GRO<sub>2</sub>** . . .      **Gradiente Alveolo-arterial de oxígeno en el esfuerzo máximo, expresado en Torr ó en KPa.**

## **H**

**HAM** . . .      **Hamartoma.**  
**HBAI** . . .      **Hemibloqueo Anterior Izquierdo.**  
**HDA** . . .      **Hemorragia Digestiva Alta.**  
**HIST** . . .      **Estirpe histológica.**  
**HR** . . .      **Frecuencia cardíaca máxima en el esfuerzo.**  
**HR%** . . .      **Frecuencia cardíaca máxima en el esfuerzo, estandarizada como porcentaje(%) del valor teórico.**  
**HTA** . . .      **Hipertensión Arterial.**

## **I**

**IAM** . . .      **Infarto Agudo de Miocardio.**  
**ICG** . . .      **Carcinoma Indiferenciado de Células Grandes.**  
**ICP** . . .      **Carcinoma Indiferenciado de Células Pequeñas (microcítico).**  
**ID%** . . .      **Indice Disnéico. Resultado de dividir MVM por la MBC (Máxima Capacidad Ventilatoria), expresado como porcentaje.**  
**INSRES** .      **Insuficiencia Respiratoria.**  
**INSCAR** .      **Insuficiencia Cardíaca.**

INSUF o  
 Insuf . . . Insuficiencia.  
 IR% . . . Índice de Resección. Porcentaje estimado de  
 tejido a resecar, según la definición que  
 consta en material y métodos.  
 IZQ . . . Izquierdo(a).

**L**

LID . . . Lobectomía Inferior Derecha.  
 LII . . . Lobectomía Inferior Izquierda.  
 LIYM . . . Lobectomía Inferior y Media derecha.  
 LM . . . Lobectomía Media.  
 LSD . . . Lobectomía Superior Derecha.  
 LSD\* . . . Lobectomía Superior Derecha con parietectomía.  
 LSI . . . Lobectomía Superior Izquierda.

**M**

MMII . . . Miembros Inferiores.  
 MVM . . . Máxima Ventilación Minuto en el esfuerzo, en  
 l/min.

**N**

n . . . . Término n de la ecuación para calcular la  
 cantidad de tejido a resecar, descrito en  
 material y métodos.  
 ND . . . . Neumonectomía Derecha. (\*)=parietectomía.  
 NECR . . . Necrosis.  
 NEUMO . . . Neumonía.  
 NI . . . . Neumonectomía Izquierda.  
 NIA . . . . Neumonía.  
 NTX . . . . Neumotórax.  
 Núm ó núms Número ó Números.

**P**

PCO<sub>2</sub> . . . Presión arterial de dióxido de carbono expre-  
 sada en Torr ó en KPa.  
 PESO . . . Peso medido en la báscula del laboratorio de  
 función respiratoria expresado en Kg.  
 p.m. . . . Por minuto  
 PO<sub>2</sub> . . . Presión arterial de oxígeno en condiciones  
 basales, expresada en Torr ó en KPa.  
 PO<sub>2</sub>E . . . Presión arterial de oxígeno en el esfuerzo  
 máximo, expresada en Torr ó en KPa.  
 PO<sub>2</sub>% . . . Presión arterial de oxígeno en condiciones  
 basales, estandarizada como porcentaje(%) del  
 valor teórico.  
 PuO<sub>2</sub> . . . Pulso máximo de oxígeno, expresado en ml/lati-  
 do.

R

r . . . .	Coefficiente de correlación de Pearson.
REEXPL .	Reexploración de la cavidad torácica.
REPOLARIZ	Repolarización.
RES . . .	Residual.
Resp . .	Respiratoria.
RIP . . .	Muertes.
R <sup>2</sup> . . .	Coefficiente de correlación de Pearson al cuadrado.
R <sup>2</sup> -Añad .	Coefficiente de correlación de Pearson al cuadrado, que tendría una variable si se añadiese la última a un modelo que ya contiene otras variables.
R <sup>2</sup> -Sec .	Coefficiente de correlación de Pearson al cuadrado, que tiene una variable si se añade secuencialmente, en el orden descrito, a un modelo de múltiples variables.
R <sup>2</sup> -X's .	Coefficiente de correlación de Pearson al cuadrado, que resultaría si se hiciera la regresión de la variable independiente considerada en las demás variables independientes.
RT . . .	Radioterapia.
RTTO . .	Retratamiento de proceso tuberculoso.
RV . . .	Volumen Residual, expresado en litros.
RV% . . .	Volumen Residual, estandarizada como porcentaje(%) del valor teórico.
RV/TLC .	Cociente resultante al dividir el Volumen Residual por la Capacidad Pulmonar Total, expresado como porcentaje.

S

S1-2I . .	Resección atípica, abarcando fundamentalmente el Segmento 1-2 Izquierdo.
S8-10I .	Resección atípica, abarcando fundamentalmente los Segmentos 8 y 9-10 Izquierdos (pirámide basal).
SEXO . .	Sexo.
SVI . . .	Sobrecarga de Ventrículo Izquierdo.

T

TALLA . .	Estatura en metros.
TBP . . .	Tuberculosis Pulmonar.
TEP . . .	Tromboembolismo Pulmonar.
TIF . . .	Indice de Tiffenau o sea FEV <sub>1</sub> /FVC.
TIF% . .	Indice de Tiffenau expresado como porcentaje(%)
TLC . . .	Capacidad Pulmonar Total, en nomenclatura internacional, se expresa en litros.
TLC% . .	Capacidad Pulmonar Total, estandarizada como porcentaje(%) del valor teórico.

TO<sub>2</sub> . . . Transporte sanguíneo de Oxígeno.  
 T-Prob . . Probabilidad que corresponde al valor de T en la comparación que se esté considerando.  
 T-test . . Prueba de la T de Student.  
 TRAQUEOS Traqueostomía.

## V

VASC . . . Vasculares.  
 VC . . . Capacidad Vital, en nomenclatura internacional, se expresan en litros.  
 VC% . . . Capacidad Vital, en nomenclatura internacional, estandarizada como porcentaje(%) del valor teórico.  
 VCin . . Capacidad Vital inspiratoria.  
 VENT . . Insuficiencia Ventilatoria.  
 VO<sub>2</sub> . . . Captación de oxígeno.  
 VO<sub>2</sub>máx . Captación máxima de oxígeno, expresada en litros por minuto.  
 VO<sub>2</sub>máx/Kg Captación máxima de oxígeno por Kg de peso, expresada en ml/Kg.  
 VO<sub>2</sub>máx% . Captación máxima de oxígeno, estandarizada como porcentaje(%) del valor teórico.  
 VT/VC% . Volumen corriente máximo en el esfuerzo partido por la Capacidad Vital inspiratoria expresado en porcentaje.

## U

UFC . . . Unidades formadoras de colonias.

## APENDICE E

PTE	SEXO	EDAD	PESO	TALLA	DISNE	ANTECEDENTES RESPIR.	ANTECEDENTES CIRCUL.	ECG
1	1	60	55	1.67	0			
3	1	54	70	1.68	0			
4	0	62	49	1.51	0	TBP RESIDUAL	CARDIOPATIA ISQUEMICA	ALT. REPOLARIZACION
7	1	62	66	1.67	0	TRAQUEOT.CERRADA;TBP RES		
8	1	48	57	1.57	0	NEUMONIA 1989		
9	1	60	72	1.73	0	IR POR BARNICES 1988		
10	1	66	69	1.71	0	NEUMONIA 1988		
13	1	66	64	1.63	0			NECR. ANTEROSEPTAL
15	1	52	70	1.64	0			HBAI/ALT. REPOLARIZ.
18	0	70	57	1.50	0			HBAI
19	1	59	57	1.58	1	NEUMONIA EN 1953	HTA	SVI/EXTRAS. AURICUL.
23	1	52	53	1.71	0	NEUMONIA 1986		
26	1	65	60	1.65	0	PLEURITIS IZD. EN 1944		
27	1	55	55	1.65	1			
29	1	61	86	1.70	0			
30	1	60	50	1.68	0			
32	1	64	65	1.62	1	TRABAJO EN MINAS 1966.	HTA/ENF. SEND AURIC.	HBAI/52 p.m.
34	0	76	59	1.59	0		HTA	
35	1	60	75	1.72	0			
36	1	38	59	1.70	1	TBP 1982. RETTO. 1987		120 p.m.
37	1	62	59	1.68	0			
38	1	60	69	1.81	0	NTX ESPONT. DCHO. 1951		
39	1	73	82	1.66	0	CA LARINGEO 1986	HTA/IAM en 1986	
40	1	62	70	1.72	0			EXTRAS. AURICULARES
41	1	57	75	1.65	1		HTA LABIL	
43	1	69	55	1.58	0		INSUF. VASC. MII.	
44	1	66	88	1.77	1			
45	1	34	59	1.72	0			
47	1	63	68	1.70	0			
48	1	66	82	1.66	0		INSUF. VASC. MII.	
57	1	70	70	1.60	1			
58	1	53	62	1.58	0			BCFD

---

32 29 60.2 65.2 1.658  
8.8 10.1 0.068

PTE	VC	VC%	FEV1	FEV1%	TIF	TIF%	VR	VR%	TLC	TLC%	RV/TLC	DCO	DCO%	P02	V02	V02%
1	2.80	77.8	1.70	60.7	65.4	84.1	2.60	118.2	5.40	103.8	48.1	0.068	54.8	57.6	1.35	64.3
3	3.50	92.1	2.40	80.0	68.6	86.9	2.60	136.8	6.20	106.9	41.9	0.165	113.0	79.4	1.65	70.6
4	2.48	100.0	2.07	109.4	83.5	109.6	1.60	84.2	4.08	85.9	39.2	0.165	113.0	70.9	1.01	90.2
7	2.40	70.6	1.50	57.7	62.5	81.7	1.60	69.6	4.10	71.9	39.0	0.074	57.8	60.7	1.04	53.1
8	3.70	112.1	2.70	103.8	73.0	92.6	1.60	100.0	5.40	108.0	29.6	0.133	100.8	72.1	1.76	83.9
9	2.70	67.5	1.80	58.1	66.7	86.0	2.00	90.9	4.70	75.8	42.6	0.098	66.2	68.4	1.45	62.9
10	4.40	98.9	3.30	93.8	75.0	95.7	2.40	104.3	6.90	115.0	34.8	0.078	56.5	79.3	1.60	80.0
13	3.70	112.1	2.60	100.0	70.3	89.2	2.40	120.0	6.20	114.8	38.7	0.092	70.8	75.0	1.12	55.5
15	2.70	75.0	2.00	71.4	74.1	95.2	2.00	105.3	4.80	87.3	41.7	0.070	50.0	54.7	1.56	65.9
18	3.10	90.9	2.30	85.5	74.2	94.1	2.20	96.1	5.20	87.5	42.3	0.114	115.2	78.0	0.99	91.4
19	3.20	96.7	2.70	102.5	84.4	105.5	1.60	84.2	4.90	98.0	32.7	0.084	68.9	72.8	1.25	68.7
23	4.10	100.0	2.40	75.0	58.5	72.2	3.00	151.0	7.00	114.8	42.9	0.101	66.0	63.8	1.06	58.9
26	3.12	94.5	2.24	86.2	71.8	91.1	2.00	90.9	5.30	94.6	37.7	0.134	104.7	77.7	1.62	90.0
27	2.70	75.0	1.20	42.9	44.4	57.1	3.00	157.8	5.80	96.4	51.7	0.032	26.7	54.7	1.18	43.6
29	2.93	73.1	2.32	76.1	79.2	104.1	2.44	104.3	5.33	86.0	45.8	0.161	116.7	70.7	1.96	85.3
30	4.30	106.2	3.10	96.9	72.1	92.0	2.20	104.8	6.30	108.6	34.9	0.110	79.1	84.6	1.57	98.1
32	3.15	92.4	1.85	72.3	58.7	78.3	2.80	120.7	5.95	101.5	47.0	0.120	96.8	70.9	1.87	95.6
34	2.14	93.9	1.47	83.5	68.7	89.0	2.35	111.4	4.49	95.5	52.3	0.109	103.8	80.6	1.05	105.0
35	3.90	99.8	3.00	96.8	69.8	87.8	2.38	103.5	6.68	101.1	35.6	0.125	85.6	67.2	1.82	76.6
36	2.30	52.3	1.30	36.1	56.5	69.1	1.32	82.5	4.45	73.0	29.7	0.095	56.9	71.5	1.37	69.1
37	3.10	86.1	2.20	78.6	71.0	91.2	2.30	109.5	5.40	93.1	42.6	0.154	112.4	65.8	1.48	81.5
38	4.80	106.7	2.40	68.6	50.0	64.3	4.69	176.3	9.49	128.6	32.4	0.125	76.7	67.1	1.33	61.1
39	3.10	96.9	2.10	87.5	67.7	90.3	2.40	100.0	5.60	100.0	42.9	0.142	117.4	73.3	1.48	80.2
40	3.70	94.9	2.50	83.3	67.6	87.8	2.70	122.7	6.40	104.9	42.2	0.137	95.1	76.7	1.91	88.9
41	2.60	74.7	1.31	47.0	50.4	62.8	2.50	113.6	5.20	88.7	48.1	0.136	103.8	76.2	1.49	65.2
43	3.50	105.0	2.50	99.0	71.4	95.2	2.35	99.6	5.73	103.4	41.0	0.145	130.6	88.0	1.31	85.9
44	3.00	73.0	1.80	56.6	60.0	77.5	2.41	94.1	4.96	70.3	48.6	0.130	87.2	80.5	1.76	76.6
45	4.63	97.8	3.36	88.1	72.6	89.8	1.80	119.3	6.40	103.2	21.9	0.176	100.6	90.0	1.96	79.7
47	3.54	89.4	2.28	76.3	64.4	85.3	2.38	100.0	5.92	91.1	40.2			82.5	1.43	69.6
48	3.49	93.3	2.12	72.9	60.7	78.1	2.85	118.8	6.84	105.2	41.7	0.158	116.2	73.9	1.71	79.7
57	2.59	78.7	1.28	50.6	49.4	66.2	4.00	162.0	6.59	109.4	60.7	0.096	79.33	55.4	1.10	58.0
58	2.13	63.0	1.76	63.5	82.6	100.8	1.78	88.6	4.09	73.8	43.5	0.104	80.6	71.0	1.72	80.6
-----																
32	3.23	85.6	2.17	76.9	67.0	86.0	2.38	110.7	5.68	96.8	41.1	0.117	87.2	72.2	1.47	75.5
	0.70	14.7	0.57	18.7	9.8	12.4	0.66	23.9	1.08	14.0	7.4	0.034	24.9	9.0	0.29	14.1

PTE	VD2/Kg	RES	n	b	IRX	ESTAD	VC2	VC2%	EVC	EVC%	FEV1_2	FEV1_2%	EFEV1	EFEV1%	VR2	VR2%
1	24.5	LIYMD	16	10	18.8	I	2.11	58.8	2.28	63.4	1.50	53.6	1.38	49.3	2.00	90.9
3	23.6	ND	22	2	50.0	IIIA	1.90	50.0	1.75	46.1	1.40	46.7	1.20	40.0	1.70	89.5
4	20.7	LSD	6	0	14.3	I	2.10	84.6	2.13	85.8	1.60	98.7	1.77	93.4	1.00	52.6
7	15.7	ND	22	6	44.4	II	2.00	58.8	1.33	39.2	1.30	50.0	0.83	32.1	1.60	69.6
8	30.9	NI	20	10	31.3	IIIA	2.60	78.8	2.54	77.1	1.90	73.1	1.86	71.4	1.00	62.5
9	20.1	NI	20	4	42.1	IIIA	1.80	45.0	1.56	39.1	1.30	41.9	1.04	33.6	1.40	63.6
10	23.2	LSD*	6	2	10.0	II	3.50	78.7	3.96	89.0	2.70	76.7	2.97	84.4	2.60	113.0
13	17.5	S1-2I	4	0	9.5	IIIA	3.10	93.9	3.35	101.4	2.10	80.8	2.35	90.5	1.80	90.0
15	22.3	NI	20	10	31.3	II	2.50	69.5	1.86	51.6	1.90	66.1	1.38	47.8	1.70	89.5
18	17.4	SB-10I	4	0	9.5		3.02	88.6	2.80	82.3	2.28	84.8	2.08	77.4	1.77	77.3
19	21.9	LSI	10	0	23.8		2.80	84.6	2.44	73.7	2.20	83.2	2.06	77.8	1.84	96.8
23	20.0	ND*	22	0	52.4	IIIA	2.30	56.0	1.95	47.6	1.40	43.8	1.14	35.7	1.40	70.5
26	27.0	LII	10	0	23.8	I	2.80	84.8	2.38	72.0	1.90	73.1	1.71	65.6	1.80	81.8
27	21.5	LII	10	0	23.8	II	2.33	64.7	2.06	57.1	1.04	37.1	0.91	32.7	2.65	139.4
29	22.8	LII	10	10	0.0	II	2.80	69.8	2.93	73.1	2.20	72.1	2.32	76.1	2.66	111.1
30	31.4	LSD	6	0	14.3	IIIA	2.52	55.3	3.69	80.9	2.28	75.9	2.66	88.5	2.07	98.6
32	28.8	LSD	6	0	14.3	0	2.77	81.3	2.70	79.2	1.61	62.8	1.59	62.0	2.63	113.4
34	17.8	LSD	6	0	14.3	I	2.02	88.6	1.83	80.5	1.56	88.6	1.26	71.6	1.56	73.9
35	24.3	LSD+PA	6	0	14.3	IIIA	3.40	87.0	3.34	72.1	2.57	84.9	2.57	68.4	2.40	104.3
36	23.2	NI	20	20	0.0	IIIA	2.30	52.3	2.30	52.3	1.18	32.8	1.30	36.1	1.60	100.0
37	25.1	LMYID	16	8	23.5	IIIA	2.73	87.3	2.37	75.8	1.52	54.6	1.68	60.4	1.34	63.8
38	19.3	ND	22	6	44.4	II	3.36	74.7	2.67	59.3	1.84	52.6	1.33	38.1	2.85	107.1
39	18.0	ND	22	14	28.6	IIIA	2.51	78.4	2.21	69.2	1.80	75.0	1.50	62.5	1.86	77.5
40	27.3	LSD	6	0	14.3	I	3.60	92.3	3.17	81.3	1.90	63.3	2.14	71.4	2.30	104.5
41	19.9	LSD	6	6	0.0	I	3.10	89.1	2.60	74.7	1.20	43.0	1.31	47.0	2.10	95.5
43	23.6	LSI	10	0	23.8	IIIA	2.09	68.0	2.67	86.7	1.60	63.2	1.90	75.2	2.23	94.5
44	20.0	ND	22	6	44.4	II	2.08	50.6	1.67	40.6	1.52	47.8	1.00	31.4	1.48	57.8
45	33.2	LSI	4	0	9.5	I	4.16	94.5	4.19	95.2	2.97	78.3	3.04	80.1	1.50	69.4
47	21.0	LII	10	4	15.8	I	2.77	69.9	2.98	75.3	1.81	60.5	1.92	64.2	1.89	79.4
48	20.9	LSI	10	0	23.8	I	3.41	91.2	2.66	71.1	1.70	58.4	1.62	55.5	2.87	119.6
57	15.7	LM	4	0	9.5	II	2.27	69.0	2.34	71.2	1.40	55.3	1.16	45.8	2.63	106.5
58	27.7	LID	12	8	11.8	I	2.02	59.8	1.88	55.6	1.76	63.5	1.55	56.1	1.67	83.1
-----																
32	22.7				21.6		2.65	73.6	2.52	69.4	1.78	63.8	1.70	60.1	1.93	89.9
	4.4				14.3		0.57	14.7	0.67	16.1	0.45	16.2	0.57	18.7	0.51	19.6

PTE	EVR	EVR%	TLC2	TLC2%	ETLC	ETLC%	DCO2	DCO2%	EDCO	EDCO%	V02_2	V02_2%	EVO2	EVO2%	V02K_2	EVO2/K
1	2.11	96.0	4.30	82.7	4.39	84.4	0.059	47.6	0.055	44.6	1.06	50.7	1.10	52.2	19.3	19.9
3	1.30	68.4	3.70	63.8	3.10	53.4	0.083	56.8	0.083	56.5	0.92	39.4	0.83	35.3	13.2	11.8
4	1.37	72.2	3.10	65.2	3.50	73.6	0.097	66.4	0.141	96.9	0.97	88.3	0.87	77.3	19.7	17.7
7	0.89	38.6	3.60	63.2	2.28	40.0	0.062	48.4	0.041	32.1	1.03	31.3	0.58	29.5	15.6	8.8
8	1.10	68.8	3.70	74.0	3.71	74.2	0.079	59.8	0.091	69.3	1.40	66.4	1.21	57.7	24.5	21.2
9	1.16	52.6	3.10	50.0	2.72	43.9	0.068	45.9	0.057	38.3	0.97	42.2	0.84	36.4	13.5	11.7
10	2.16	93.9	6.80	113.3	6.21	103.5	0.086	62.3	0.070	50.9	1.21	60.6	1.44	72.0	17.6	20.9
13	2.17	108.6	4.90	90.7	5.61	103.9	0.094	72.3	0.083	64.0	1.12	46.0	1.01	50.2	17.5	15.8
15	1.38	72.4	4.40	80.0	3.30	60.0	0.100	71.4	0.048	34.4	1.33	62.1	1.07	45.3	19.0	15.3
18	1.99	86.9	4.79	80.6	4.70	79.2	0.112	113.1	0.103	104.2	1.02	93.7	0.90	82.7	17.9	15.7
19	1.22	64.2	4.70	94.0	3.73	74.7	0.104	85.2	0.064	52.5	1.09	60.0	0.95	52.3	19.1	16.7
23	1.43	71.9	3.70	60.7	3.33	54.6	0.053	34.6	0.048	31.4	0.42	23.2	0.50	28.0	7.9	9.5
26	1.52	69.3	4.50	80.4	4.04	72.1	0.118	92.2	0.102	79.8	1.22	67.5	1.23	68.6	20.3	20.6
27	2.29	120.2	4.98	82.8	4.42	73.5	0.057	47.5	0.024	20.3	1.00	36.7	0.90	33.2	18.1	16.3
29	2.44	104.3	5.40	87.1	5.33	86.0	0.152	110.1	0.161	116.7	1.56	67.8	1.96	85.3	18.1	22.8
30	1.89	89.8	4.68	80.7	5.40	93.1	0.094	67.6	0.094	67.8	1.02	63.9	1.35	84.1	20.4	26.9
32	2.40	103.5	5.51	94.0	5.10	87.0	0.088	71.0	0.103	82.9	1.75	89.8	1.60	81.9	27.0	24.7
34	2.01	95.5	3.76	80.0	3.85	81.9	0.081	77.1	0.093	89.0	1.05	91.4	0.90	90.0	17.8	15.3
35	2.04	88.7	5.80	87.7	5.73	86.6	0.120	82.2	0.107	73.4	1.65	61.9	1.56	65.7	22.0	20.8
36	1.32	82.5	4.00	65.6	4.45	73.0	0.087	52.1	0.095	56.9	1.00	50.2	1.37	69.1	16.9	23.2
37	1.76	83.8	3.34	57.6	4.13	71.2	0.069	50.4	0.118	86.0	1.09	68.2	1.13	62.3	18.4	19.2
38	2.61	98.0	6.32	85.6	5.27	71.4	0.072	44.2	0.069	42.6	0.79	36.4	0.74	33.9	11.5	10.7
39	1.71	71.4	4.50	80.4	4.00	71.4	0.110	90.9	0.101	83.8	0.97	52.5	1.06	57.3	11.8	12.9
40	2.31	105.2	5.80	95.1	5.49	89.9	0.135	93.8	0.117	81.5	1.92	79.4	1.64	76.2	27.4	23.4
41	2.50	113.6	5.24	89.4	5.20	88.7	0.105	80.2	0.136	103.8	1.60	70.0	1.49	65.2	21.4	19.9
43	1.79	75.9	4.35	78.5	4.37	78.8	0.111	100.0	0.110	99.5	1.18	76.9	1.00	65.4	21.4	18.1
44	1.34	52.3	3.40	48.2	2.76	39.0	0.067	45.0	0.072	48.5	1.35	53.1	0.98	42.5	15.3	11.1
45	1.63	107.9	5.66	91.3	5.79	93.4	0.182	104.0	0.159	91.0	2.00	77.1	1.77	72.1	33.9	30.1
47	2.00	84.2	4.72	72.6	4.99	76.7					1.19	57.6	1.20	58.6	17.4	17.7
48	2.17	90.5	6.41	98.6	5.21	80.2	0.110	80.9	0.120	88.5	1.25	58.2	1.30	60.7	15.2	15.9
57	3.62	146.6	5.55	92.2	5.96	99.0	0.083	68.6	0.087	71.8	0.95	50.1	1.00	52.5	13.6	14.2
58	1.57	78.1	3.76	67.9	3.61	65.1	0.086	66.7	0.092	71.1	1.40	65.6	1.52	71.1	22.7	24.5
-----																
32	1.85	86.1	4.64	79.2	4.43	75.7	0.094	70.6	0.092	68.7	1.20	60.6	1.16	59.8	18.6	17.9
	0.55	21.6	0.99	14.5	1.03	16.4	0.028	20.7	0.033	24.5	0.33	17.5	0.34	17.4	5.0	5.1

PTE	COMPL	ATEL	DREN	REEX	EMPI	OTROS
1	1	1	1	0	0	
3	0	0	0	0	0	
4	1	1	0	0	0	
7	1	0	0	0	0	FIBRILAICON AURICULAR
8	0	0	0	0	0	
9	1	0	1	0	0	
10	1	1	1	0	0	
13	0	0	0	0	0	
15	0	0	0	0	0	
18	0	0	0	0	0	
19	1	0	0	0	0	HTA
23	1	0	1	0	0	HTA
26	1	0	1	0	0	
27	0	0	0	0	0	
29	1	0	0	0	0	INFECCION DE LA HERIDA
30	1	0	1	0	0	
32	1	0	0	0	0	
34	0	0	0	0	0	
35	0	0	0	0	0	
36	1	0	0	1	0	HEMOTORAX
37	0	0	0	0	0	
38	1	0	0	0	0	
39	1	0	0	0	0	IR CRONICA
40	1	1	0	0	0	FIBRILAICON AURICULAR
41	1	0	0	0	0	HTA
43	0	0	0	0	0	
44	0	0	0	0	0	
45	1	0	1	0	0	
47	0	0	0	0	0	
48	0	0	0	0	0	
57	1	0	0	0	0	HIPOTENSION
58	0	0	0	0	0	

---

32            29    32

## APENDICE F

PTE	SEXO	EDAD	PESO	TALLA	DISNE	ANTECEDENTES RESPIR.	ANTECEDENTES CIRCUL.	ECG
1	1	60	55	1.67	0			
3	1	54	70	1.68	0			
4	0	62	49	1.51	0	TBP RESIDUAL	CARDIOPATIA ISQUEMICA	ALT. REPOLARIZACION
7	1	62	66	1.67	0	TRAQUEOT. CERRADA; TBP RES		
8	1	48	57	1.57	0	NEUMONIA 1989		
9	1	60	72	1.73	0	IR POR BARNICES 1988		
10	1	66	69	1.71	0	NEUMONIA 1988		
11	1	26	73	1.73	0	HEMOPTISIS 1985		
13	1	66	64	1.63	0			NECR. ANTEROSEPTAL
14	1	54	56	1.72	1	CRISIS DISNEA AGUDA 1989	PROLAPSO MITRAL	
15	1	52	70	1.64	0			HBAI/ALT. REPOLARIZ.
18	0	70	57	1.50	0			HBAI
19	1	59	57	1.58	1	NEUMONIA EN 1953	HTA	SVI/EXTRAS. AURICUL.
20	1	44	62	1.68	1	TPB EN 1983; TRABAJO EN		59 p.m.
22	1	64	69	1.55	1			
23	1	52	53	1.71	0	NEUMONIA 1986		
24	1	57	59	1.59	0	NEUMONIA 1987		
26	1	65	60	1.65	0	PLEURITIS IZQ. EN 1944		
27	1	55	55	1.65	1			
28	1	71	84	1.71	0			
29	1	61	86	1.70	0			
30	1	60	50	1.68	0			
32	1	64	65	1.62	1	TRABAJO EN MINAS 1966.	HTA/ENF. SEND AURIC.	HBAI/52 p.m.
33	1	48	66	1.70	1	NEUMONIA 1988		BCRI
34	0	76	59	1.59	0		HTA	
35	1	60	75	1.72	0			
36	1	38	59	1.70	1	TBP 1982. RETTO. 1987		120 p.m.
37	1	62	59	1.68	0			
38	1	60	69	1.81	0	NTX ESPONT. DCHO. 1951		
39	1	73	82	1.66	0	CA LARINGEO 1986	HTA/IAM en 1986	
40	1	62	70	1.72	0			EXTRAS. AURICULARES
41	1	57	75	1.65	1		HTA LABIL	
42	1	34	48	1.67	0			
43	1	69	55	1.58	0		INSUF. VASC. MMII.	
44	1	66	88	1.77	1			
45	1	34	59	1.72	0			
47	1	63	68	1.70	0			
48	1	66	82	1.66	0		INSUF. VASC. MMII.	
49	1	68	74	1.66	0	ABSCESO PULM IZQ EN 1973	ARRITMIA EN 1975?	ALT. REPOLARIZACION
51	0	39	51	1.57	0			
52	1	68	68	1.69	0			
53	0	53	67	1.58	1	TBP 1950/ATEL. LII		
55	1	62	69	1.69	1		ARTERIOSCL. BI-CAROTIDEA BCRI	
56	1	69	59	1.59	0	CA LARINGE OPERADO+RT 86.		
57	1	70	70	1.60	1			
58	1	53	62	1.58	0			BCRD

---

46      58.4 64.4 1.65  
11.1 11.1 0.663

PTE	VC	VCX	FEV1	FEV1X	TIF	TIFX	VR	VRX	TLC	TLCX	RV/TLC	Dco	DcoX	P02	P02X	P02E
1	2.80	77.8	1.70	60.7	65.4	84.1	2.60	118.2	5.40	103.8	48.1	0.068	54.8	57.6	73.1	62.3
3	3.50	92.1	2.40	80.0	88.6	86.9	2.60	136.8	6.20	106.9	41.9	0.165	113.0	79.4	96.0	83.1
4	2.48	100.0	2.07	109.4	83.5	109.6	1.60	84.2	4.08	85.9	39.2	0.165	113.0	70.9	94.7	88.0
7	2.40	70.6	1.50	57.7	62.5	81.7	1.60	69.6	4.10	71.9	39.0	0.074	57.8	60.7	73.7	58.5
8	3.70	112.1	2.70	103.8	73.0	92.6	1.60	100.0	5.40	108.0	29.6	0.133	100.8	72.1	88.7	70.0
9	2.70	67.5	1.80	58.1	66.7	86.0	2.00	90.9	4.70	75.8	42.6	0.098	66.2	68.4	88.0	70.2
10	4.40	98.9	3.30	93.8	75.0	95.7	2.40	104.3	6.90	115.0	34.8	0.078	56.5	79.3	109.8	84.1
11	4.90	98.0	3.80	95.0	77.6	96.9	1.70	130.8	6.60	103.1	25.8	0.191	102.7	74.1	89.3	91.2
13	3.70	112.1	2.60	100.0	70.3	89.2	2.40	120.0	6.20	114.8	38.7	0.092	70.8	75.0	86.2	83.9
14	4.40	107.3	2.60	77.8	56.8	78.0	2.20	100.0	6.10	92.4	36.1	0.076	50.3	84.7	95.3	83.9
15	2.70	75.0	2.00	71.4	74.1	95.2	2.00	105.3	4.80	87.3	41.7	0.070	50.0	54.7	76.2	52.6
18	3.10	90.9	2.30	85.5	74.2	94.1	2.20	96.1	5.20	87.5	42.3	0.114	115.2	78.0	89.8	92.8
19	3.20	96.7	2.70	102.5	84.4	105.5	1.60	84.2	4.90	98.0	32.7	0.084	68.9	72.8	95.2	87.8
20	4.20	102.4	2.50	75.8	59.5	74.0	2.30	135.3	6.50	110.2	35.4	0.121	77.1	72.6	94.7	71.8
22	1.70	63.0	1.30	61.9	76.5	98.3	1.80	90.0	3.50	72.9	51.4	0.055	49.5	60.6	67.3	58.5
23	4.10	100.0	2.40	75.0	58.5	72.2	3.00	151.0	7.00	114.8	42.9	0.101	66.0	63.8	74.5	63.6
24	3.50	109.4	2.00	80.0	57.1	73.1	2.32	122.1	5.69	111.6	40.8	0.082	65.1	72.8	88.8	73.5
26	3.12	94.5	2.24	86.2	71.8	91.1	2.00	90.9	5.30	94.6	37.7	0.134	104.7	77.7	94.9	66.7
27	2.70	75.0	1.20	42.9	44.4	57.1	3.00	157.8	5.80	96.4	51.7	0.032	26.7	54.7	72.5	48.8
28	3.50	100.0	2.60	96.3	74.3	96.3	3.10	129.2	6.90	115.0	44.9	0.165	125.0	74.6	90.8	79.0
29	2.93	73.1	2.32	76.1	79.2	104.1	2.44	104.3	5.33	86.0	45.8	0.161	116.7	70.7	81.8	92.5
30	4.30	106.2	3.10	96.9	72.1	92.0	2.20	104.8	6.30	108.6	34.9	0.110	79.1	84.6	105.4	74.0
32	3.15	92.4	1.85	72.2	68.7	78.3	2.80	120.7	5.95	101.5	47.0	0.120	96.8	70.9	82.3	62.3
33	3.50	85.4	2.30	69.7	65.7	81.6	1.56	86.7	5.06	84.3	30.8	0.129	82.7	76.8	96.4	73.0
34	2.14	93.9	1.47	83.5	68.7	89.0	2.35	111.4	4.49	95.5	52.3	0.109	103.8	80.6	102.5	81.8
35	3.90	99.8	3.00	96.8	69.8	87.8	2.38	103.5	6.68	101.1	35.6	0.125	85.6	67.2	78.0	78.7
36	2.30	52.3	1.30	36.1	56.5	69.1	1.32	82.5	4.45	73.0	29.7	0.095	56.9	71.5	83.5	75.6
37	3.10	86.1	2.20	78.6	71.0	91.2	2.30	109.5	5.40	93.1	42.6	0.154	112.4	65.8	77.2	65.9
38	4.80	106.7	2.40	68.6	50.0	64.3	4.69	176.3	9.49	128.6	49.4	0.125	76.7	67.1	81.6	60.4
39	3.10	96.9	2.10	87.5	67.7	90.3	2.40	100.0	5.60	109.0	42.9	0.142	117.4	73.3	89.5	66.3
40	3.70	94.9	2.50	83.3	67.6	87.8	2.70	122.7	6.40	104.9	42.2	0.137	95.1	76.7	88.6	73.5
41	2.60	74.7	1.31	47.0	50.4	62.8	2.50	113.6	5.20	88.7	48.1	0.136	103.8	76.2	85.4	65.8
42	3.50	79.5	3.10	88.6	88.6	111.3								81.6	99.1	90.4
43	3.50	105.0	2.50	99.0	71.4	95.2	2.35	99.6	5.73	103.4	41.0	0.145	130.6	88.0	104.4	99.8
44	3.00	73.0	1.80	56.6	60.0	77.5	2.41	94.1	4.96	70.3	48.6	0.130	87.2	80.5	87.8	75.8
45	4.63	97.8	3.36	88.1	72.6	89.8	1.80	119.3	6.40	103.2	21.9	0.176	100.6	90.0	118.4	82.0
47	3.54	89.4	2.28	76.3	64.4	85.3	2.38	100.0	5.92	91.1	40.2			82.5	89.6	67.7
48	3.49	93.3	2.12	72.9	60.7	78.1	2.85	118.8	6.84	105.2	41.7	0.158	116.2	73.9	88.3	79.2
49	3.15	91.3	2.56	95.5	81.3	104.6	2.72	111.5	6.41	103.7	42.4	0.145	115.1	79.0	99.2	92.0
51	3.10	101.6	2.08	79.1	67.1	77.8	1.20	81.6	4.30	94.1	27.9	0.111	81.6	76.2	96.9	99.9
52	4.20	113.8	3.10	109.2	73.8	95.9	2.36	95.5	6.76	106.6	34.9	0.115	89.9	90.4	96.4	92.6
53	2.04	73.2	1.12	48.9	54.9	69.7	2.52	146.5	4.44	95.7	56.8	0.089	71.8	59.3	70.3	55.0
55	2.30	63.9	1.35	48.4	58.7	75.7	2.73	130.0	5.62	96.9	48.6	0.089	74.2	64.7	78.9	56.6
56	2.07	73.9	1.45	69.0	70.0	93.4	1.80	100.0	3.87	84.1	46.5	0.101	64.2	70.2	84.6	71.2
57	2.59	76.7	1.28	50.6	49.4	66.2	4	162.0	6.59	109.4	60.7	0.096	79.33	55.4	73.6	60.3
58	2.13	63.0	1.36	63.5	82.6	100.8	1.76	88.6	4.09	73.8	43.5	0.104	80.6	71.0	93.4	
-----																
46	3.25	89.0	2.20	79.3	67.7	86.5	2.32	111.1	5.68	97.1	41.5	0.115	85.7	72.6	86.5	74.6
	3.81	15.7	0.67	16.4	5.9	12.7	0.64	27.2	1.12	13.5	7.9	0.035	24.3	8.8	10.9	13.4

PTE	GR02	PC02	V02	V02%	V02/Kg	Pu02	MVM	ID	VT/VC	ED2min	EC02AT	HR	HR%	RESEC.	n	b
1	30.5	40.0	1.35	64.2	24.5	8.5	44.4	70.6	50.0	27.3	28.2	159	95.2	LIYMD	16	10
3	20.3	38.9	1.65	70.6	23.6	12.2	67.1	75.6	51.9	28.3	28.6	135	77.1	ND	22	2
4	15.4	40.9	1.01	90.2	20.7	7.2	38.0	49.7	50.0	27.1	29.7	141	82.9	LSD	6	0
7	41.5	34.8	1.04	53.1	15.7	7.7	39.2	70.6	40.0	41.9	45.8	135	81.3	ND	22	6
8	30.8	39.9	1.76	83.9	30.9	10.9	60.3	60.4	54.3	23.1	25.7	161	89.9	NI	20	10
9	33.8	40.0	1.45	62.9	20.1	9.3	61.3	92.0	45.5	33.6	34.0	156	91.2	NI	20	4
10	20.4	39.8	1.60	80.0	23.2	12.1	75.5	61.8	47.7	43.4	39.4	132	79.0	LSD*	6	2
11	12.0	38.9	2.27	68.8	31.1	14.8	73.7	52.4	36.7	25.7	26.9	153	79.3	LSI	10	2
13	16.0	34.0	1.12	55.5	17.5	7.9	39.4	41.0	62.7	30.7	34.7	141	82.5	S1-2I	4	0
14	16.3	32.1	0.79	41.4	14.1	6.0	71.4	74.2	40.5	67.2	73.7	131	74.9	LSI	10	0
15	34.0	42.3	1.56	65.9	22.3	10.9	55.0	74.3	48.5	28.3	36.2	143	81.3	NI	20	10
18	9.4	33.0	0.99	91.4	17.4	7.3	41.7	49.0	31.3	32.4	39.0	135	81.8	S8-10I	4	0
19	12.4	41.4	1.25	68.6	21.9	9.5	49.4	49.4	53.2	23.8	28.7	132	76.7	LSI	10	0
20	24.9	44.1	1.74	55.5	28.1	10.0	51.0	55.1	63.3	24.5	32.0	174	96.1	S1-2I	4	2
22	44.2	33.1	0.90	50.2	13.1	7.0	44.8	93.1	60.0	35.0	40.5	128	100.0	NI	20	20
23	33.4	37.7	1.06	58.9	20.0	7.6	39.9	44.9	30.0	32.6	38.0	140	79.5	ND*	22	0
24	22.9	40.5	1.35	70.8	22.8	9.2	47.2	63.8	40.0	29.8		147	85.0	LSI	10	0
26	31.4	42.9	1.62	90.0	27.0	10.5	62.7	75.7	50.0	26.1	33.5	155	92.3	LII	10	0
27	41.9	43.4	1.18	43.5	21.5	9.6	31.3	76.9	40.0	29.9		123	70.7	LII	10	0
28	18.7	41.6	1.90	94.9	22.6	13.6	59.8	62.2	55.1	21.5	29.4	140	85.4	LII	10	4
29	13.8	39.4	1.96	85.3	22.8	13.2	78.2	91.1	62.7	27.7	29.6	148	87.1	LII	10	10
30	30.7	36.7	1.57	98.1	31.4	10.3	62.5	54.5	48.4	30.1	33.0	153	89.5	LSD	6	0
32	42.1	38.3	1.87	95.6	28.7	14.7	74.3	94.8	50.3	30.3	32.9	127	75.6	LSD	6	0
33	34.6	32.5	1.26	52.3	19.1	7.4	54.4	63.9	36.1	33.2	35.3	170	95.0	LII	10	6
34	22.9	36.8	1.05	105.0	17.8	7.4	33.6	61.8	42.4	26.8	32.9	142	88.2	LSD	6	0
35	29.3	37.0	1.82	76.6	24.3	10.9	77.7	70.0	54.8	32.6	34.0	167	97.7	LSD+PA	6	0
36	27.1	38.5	1.37	69.1	23.2	7.5	47.3	98.3	51.5	36.1	39.4	183	98.9	NI	20	20
37	38.2	37.3	1.48	81.5	25.1	9.6	60.7	74.6	54.5	35.3	38.2	154	90.6	LMYID	16	8
38	46.7	37.1	1.33	61.1	19.3	8.8	68.6	77.3	39.7	43.5	43.9	152	88.9	ND	22	6
39	33.3	40.6	1.48	80.2	18.0	11.0	55.6	71.6	47.2	25.1	30.1	134	82.2	ND	22	14
40	24.5	42.1	1.91	88.9	27.3	13.5	92.5	100.0	44.7	30.1	30.5	141	82.9	LSD	6	0
41	31.4	39.9	1.49	65.2	19.9	8.6	44.7	92.2	57.3	26.2	32.3	173	100.0	LSD	6	6
42	10.0	36.8	1.55	76.2	32.3	11.6	59.1	48.4	46.9	28.5	33.1	134	71.3	LSD	6	0
43	4.0	38.0	1.31	85.9	23.8	9.4	49.4	53.4	52.7	25.5	28.9	140	84.8	LSI	10	0
44	30.6	34.1	1.76	76.6	20.0	12.1	55.3	83.0	42.9	25.5	38.4	146	87.4	ND	22	6
45	14.3	47.2	1.96	79.7	33.2	11.5	57.9	36.4	32.2	22.6	26.6	171	91.0	LSI	4	0
47	42.2	31.5	1.43	69.6	21.0	9.3	67.6	80.1	46.7	33.2	36.1	153	90.5	LII	10	4
48	20.4	38.1	1.71	79.7	20.9	10.6	66.2	84.4	57.5	30.6	31.6	161	96.4	LSI	10	0
49	9.6	41.7	1.44	75.2	19.5	13.7	55.3	58.4	58.5	28.3	33.3	105	63.3	LSD	6	0
51	3.7	34.6	0.79	51.9	15.5	6.5	37.5	48.7	32.7	28.8		122	65.9	LSD, PL	6	6
52	10.7	36.0	1.31	69.1	19.3	9.4	47.5	41.4	43.7	23.4	31.6	140	84.8	LSP	6	0
53	38.8	40.7	0.94	62.0	14.0	6.6	41.4	88.1	52.0	28.7	35.0	142	73.8	NI	20	14
55	31.9	43.4	0.88	45.9	12.8	6.5	31.3	62.7	40.0	27.3	28.2	135	81.3	LSD	6	0
56	32.4	42.5	0.86	55.6	14.6	6.7	47.4	88.3	41.4	32.4	39.0	129	79.6	LII	10	0
57	32.8	45.9	1.10	58.0	15.7	8.4	43.2	75.0	46.0	26.3	29.9	131	79.6	LM	4	0
58		43.0	1.72	80.6	27.7	9.8	44.3	68.0	75.7	28.1	31.5	176	100.0	LID	12	8
-----																
46	26.5	39.1	1.41	71.4	21.7	9.7	54.8	68.7	48.0	30.4	34.4	145.4	85.0			
	12.3	33.8	0.36	15.9	5.5	2.3	14.1	16.9	9.5	7.5	7.7	16.4	5.0			

PTE	IRZ	HIST	EST	EVC	EVCX	EFEV1	EFEV1Z	EVR	EVRX	ET	ETLCZ	EDco	EDcoZ	EVO2	EVO2Z	EVO2/Kg
1	18.8	E2	I	2.28	63.4	1.38	45	2.11	96.0	4.39	84.4	0.055	44.6	1.10	52.2	19.9
3	50.0	E2	II	1.75	46.1	1.20	40.0	1.30	88.4	3.10	53.4	0.082	56.5	0.83	35.3	11.8
4	14.3	A	I	2.13	85.8	1.77	93.2	1.37	72.2	3.50	73.6	0.141	96.9	0.87	77.3	17.7
7	44.4	E1	II	1.33	39.2	0.83	32.1	0.89	38.6	2.28	40.0	0.041	32.1	0.58	29.5	8.8
8	31.3	E2	IIIA	2.54	77.1	1.86	71.4	1.10	68.8	3.71	74.2	0.091	69.3	1.21	57.7	21.2
9	42.1	IC6	IIIA	1.56	39.1	1.04	33.6	1.16	52.6	2.72	43.9	0.056	38.3	0.84	36.4	11.7
10	10.0	E2	II	3.96	89.0	2.97	84.4	2.16	93.9	6.21	103.5	0.070	50.9	1.44	72.0	20.9
11	20.0	CM	II	3.92	78.4	3.04	76.0	1.36	104.6	5.28	82.5	0.152	82.2	1.82	55.0	24.9
13	9.5	A3	IIIA	3.35	101.4	2.35	90.5	2.17	108.6	5.61	103.9	0.083	64.0	1.01	50.2	15.6
14	23.8	A3	II	3.35	81.8	1.98	59.3	1.68	76.2	4.65	70.4	0.057	38.3	0.60	31.5	10.7
15	31.3	E3	II	1.86	51.6	1.38	47.8	1.38	72.4	3.30	60.0	0.048	31.4	1.07	45.3	15.3
18	9.5	HAM		2.80	82.3	2.08	77.4	1.99	86.9	4.70	79.2	0.103	104.2	0.90	82.7	15.7
19	23.8	BE		2.44	73.7	2.06	77.8	1.22	64.2	3.73	74.7	0.064	52.5	0.95	52.3	16.7
20	5.0	ASP		3.99	97.3	2.38	72.0	2.19	128.5	6.18	104.7	0.114	73.2	1.65	52.7	26.7
22	0.0	E2	II	1.70	63.0	1.30	61.9	1.80	90.0	3.50	72.9	0.055	49.5	0.90	50.2	13.0
23	52.4	E1	IIIA	1.95	47.6	1.14	35.7	1.43	71.9	3.33	54.6	0.048	31.4	0.50	28.0	9.5
24	23.8	IC6	II	2.67	83.3	1.52	61.0	1.77	93.0	4.34	85.0	0.062	49.6	1.03	53.9	17.4
26	23.8	E2	I	2.38	72.0	1.71	65.6	1.52	69.3	4.04	72.1	0.102	79.8	1.23	68.6	20.6
27	23.8	A1	II	2.06	57.1	0.91	32.7	2.29	120.2	4.42	73.5	0.024	20.3	0.90	33.1	16.3
28	15.8	E3	I	2.95	84.2	2.19	81.1	2.61	108.8	5.81	96.8	0.138	105.3	1.60	79.9	19.0
29	0.0	E3	II	2.93	73.1	2.32	76.1	2.44	104.3	5.33	86.0	0.161	116.7	1.96	85.3	22.8
30	14.3	IC6	IIIA	3.69	80.9	2.66	88.5	1.89	89.8	5.40	93.1	0.094	67.8	1.35	84.1	26.9
32	14.3	E1	0	2.70	79.2	1.59	62.0	2.40	103.5	5.10	87.0	0.102	82.9	1.60	81.9	24.7
33	11.1	E1	I	3.11	75.9	2.04	62.0	1.39	77.0	4.50	75.0	0.114	73.5	1.12	46.5	17.0
34	14.3	E+A	I	1.83	80.5	1.26	71.6	2.01	95.5	3.85	81.9	0.093	89.0	0.90	90.0	15.3
35	14.3	A3	IIIA	3.34	85.5	2.57	82.9	2.04	88.7	5.73	86.6	0.107	73.4	1.56	65.7	20.8
36	0.0	E2	IIIA	2.30	52.3	1.30	36.1	1.32	82.5	4.45	73.0	0.095	56.9	1.37	69.1	23.2
37	23.5	E3	IIIA	2.37	75.8	1.68	60.4	1.76	83.8	4.13	71.2	0.118	86.0	1.13	62.3	19.2
38	44.4	A2	II	2.67	59.3	1.33	38.1	2.61	98.0	5.27	71.4	0.069	42.6	0.74	33.9	16.7
39	28.6	E2	IIIA	2.21	69.2	1.50	62.5	1.71	71.4	4.00	71.4	0.101	83.8	1.06	57.3	12.9
40	14.3	E2	I	3.17	81.3	2.14	71.4	2.31	105.2	5.49	89.9	0.117	81.5	1.64	76.2	23.4
41	0.0	E3	I	2.60	74.7	1.31	47.0	2.50	113.6	5.20	88.7	0.136	103.8	1.49	65.2	19.9
42	14.3	E3	IIIA	3.00	68.2	2.66	75.9							1.33	65.3	27.7
43	23.8	A1	IIIA	2.67	86.7	1.90	75.2	1.79	75.9	4.37	78.8	0.110	99.5	1.00	65.4	18.1
44	44.4	E1	II	1.67	40.6	1.00	31.4	1.34	52.3	2.76	39.0	0.072	48.5	0.98	42.6	11.1
45	9.5	ICP	I	4.19	95.2	3.04	80.1	1.63	107.9	5.79	93.4	0.159	91.0	1.77	72.1	30.1
47	15.8	E1	I	2.98	75.3	1.92	64.2	2.00	84.2	4.99	76.7			1.20	58.6	17.7
48	23.8	E2	I	2.66	71.1	1.62	55.5	2.17	90.5	5.21	80.2	0.120	88.5	1.30	60.7	15.9
49	14.3	E2	J	2.70	78.3	2.19	81.9	2.33	95.6	5.49	88.9	0.124	98.6	1.23	64.5	16.7
51	0.0	CAF		3.10	101.6	2.08	79.1	1.20	81.6	4.30	94.1	0.111	81.6	0.79	51.9	15.5
52	14.3	E1	II	3.60	97.6	2.66	93.6	2.02	81.9	5.79	91.4	0.099	77.1	1.12	59.2	16.5
53	21.4	BE		1.60	57.3	0.88	38.4	1.98	115.1	3.49	75.2	0.070	56.4	0.74	48.7	11.0
55	14.3	E2	IIIA	1.97	54.8	1.16	41.5	1.93	91.68	4.82	83.1	0.076	63.6	0.75	39.3	10.9
56	23.8	A2	IIIA	1.58	56.3	1.10	52.6	1.37	76.2	2.95	64.1	0.076	64.1	0.66	42.4	11.1
57	9.5	E1	II	2.34	71.2	1.16	45.8	3.62	146.6	5.96	99.0	0.086	71.8	1.00	52.5	14.2
58	11.8	E1	I	1.88	55.6	1.55	56.1	1.57	78.1	3.61	65.1	0.091	71.1	1.52	71.1	24.5
-----																
46	19.4			2.51	72.0	1.79	62.4	1.84	88.4	4.51	77.95	0.093	69.09	1.14	57.7	17.6
	13.3			0.73	16.5	0.59	16.5	0.52	20.6	1.90	15.67	0.032	23.31	0.35	16.7	5.4

PTE	COMPL	RIP	VENT	INSRES	NEUM	ATLEC	CAISQ	ARR	IC	TEP	DRE	REEX	EMPIEM	GTROS
1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
7	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0 FIBRILAICON AURICULA
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
10	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 HTA
20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0 HTA
24	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
26	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 HDA
29	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 INFECCION DE LA HERI
30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
32	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
33	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
36	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0 HEMOTORAX
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
38	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
39	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 IR CRONICA
40	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0 FIBRILAICON AURICULA
41	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 HTA
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
49	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 HDA
51	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
53	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
55	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0 FFA
56	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 FFA
57	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0 HIPOTENSION
58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
-----														
46	28	7	4	5	2	7	1	2	1	1	11	1		

## APENDICE G

PTE	SEXO	EDAD	PESO	TALLA	DISNE	ANTECEDENTES RESPIR.	ANTECEDENTES CIRCUL.	ECG
1	1	60	55	1.67	0			
3	1	54	70	1.68	0			
7	1	62	66	1.67	0	TRAQUEOT.CERRADA;TBP RES		
9	1	60	72	1.73	0	IR POR BARNICES 1988		
14	1	54	56	1.72	1	CRISIS DISNEA AGUDA 1989 PROLAPSO MITRAL		
15	1	52	70	1.64	0			HBAI/ALT. REPOLARIZ.
20	1	44	62	1.68	1	TPB EN 1983;TRABAJO EN		59 p.m.
22	1	64	69	1.55	1			
23	1	52	53	1.71	0	NEUMONIA 1986		
24	1	57	59	1.59	0	NEUMONIA 1987		
27	1	55	55	1.65	1			
29	1	61	86	1.70	0			
32	1	64	65	1.62	1	TRABAJO EN MINAS 1966.	HTA/ENF. SEND AURIC.	HBAI/52 p.m.
33	1	48	66	1.70	1	NEUMONIA 1988		BCRI
36	1	38	59	1.70	1	TBP 1982. RETTO. 1987		120 p.m.
37	1	62	59	1.68	0			
38	1	60	69	1.81	0	NTX ESPONT. DCHO. 1951		
41	1	57	75	1.65	1		HTA LABIL	
44	1	66	88	1.77	1			
47	1	63	68	1.70	0			
48	1	66	82	1.66	0		INSUF. VASC. MMII.	
51	0	39	51	1.57	0			
53	0	53	67	1.58	1	TBP 1950/ATEL. LII		
55	1	62	69	1.69	1		ARTERIOSCL. BI-CAROTIDEA	BCRI
56	1	69	59	1.59	0	CA LARINGE OPERADO+RT B6.		
57	1	70	70	1.60	1			
58	1	53	62	1.58	0			BCRD
-----								
27	25	57.2	66.0	1.66	12		15	
		8.2	9.4	0.063				

PTE	VC	VCL	FEV1	FEV1%	TIF	TIF%	VR	VR%	TLC	TLC%	RV/TLC	Dea	Dea%	PO2	PO2%	PO2E
1	2.80	77.8	1.70	60.7	65.4	84.1	2.60	118.2	5.40	103.8	48.1	0.068	54.8	57.6	73.1	62.3
3	3.50	92.1	2.40	80.0	68.6	86.9	2.60	136.8	6.20	106.9	41.9	0.165	113.0	79.4	96.0	83.1
7	2.40	70.6	1.50	57.7	62.5	81.7	1.60	69.6	4.10	71.9	39.0	0.074	57.8	60.7	73.7	58.5
9	2.70	67.5	1.80	58.1	66.7	86.0	2.00	90.9	4.70	75.8	42.6	0.098	66.2	68.4	88.0	70.2
14	4.40	107.3	2.60	77.8	56.8	78.0	2.20	100.0	6.10	92.4	36.1	0.076	50.3	84.7	95.3	83.9
15	2.70	75.0	2.00	71.4	74.1	95.2	2.00	105.3	4.80	87.3	41.7	0.070	50.0	54.7	76.2	52.6
20	4.20	102.4	2.50	75.8	59.5	74.0	2.30	135.3	6.50	110.2	35.4	0.121	77.1	72.6	94.7	71.8
22	1.70	63.0	1.30	61.9	76.5	98.3	1.80	90.0	3.50	72.9	51.4	0.055	49.5	60.6	67.3	58.5
23	4.10	100.0	2.40	75.0	58.5	72.2	3.00	151.0	7.00	114.8	42.9	0.101	66.0	63.8	74.5	63.6
24	3.50	109.4	2.00	80.0	57.1	73.1	2.32	122.1	5.69	111.6	40.8	0.082	65.1	72.8	88.8	73.5
27	2.70	75.0	1.20	42.9	44.4	57.1	3.00	157.8	5.80	96.4	51.7	0.032	26.7	54.7	72.5	48.8
29	2.93	73.1	2.32	76.1	79.2	104.1	2.44	104.3	5.33	86.0	45.8	0.161	116.7	70.7	81.8	92.5
32	3.15	92.4	1.85	72.2	68.7	78.3	2.80	120.7	5.95	101.5	47.0	0.120	96.8	70.9	82.3	62.3
33	3.50	85.4	2.30	69.7	65.7	81.6	1.56	86.7	5.06	84.3	30.8	0.129	82.7	76.8	96.4	73.0
36	2.30	52.3	1.30	36.1	56.5	69.1	1.32	82.5	4.45	73.0	29.7	0.095	56.9	71.5	83.5	75.6
37	3.10	86.1	2.20	78.6	71.0	91.2	2.30	109.5	5.40	93.1	42.6	0.154	112.4	65.8	77.2	65.9
38	4.80	106.7	2.40	68.6	50.0	64.3	4.69	176.3	9.49	128.6	49.4	0.125	76.7	67.1	81.6	60.4
41	2.60	74.7	1.31	47.0	50.4	62.8	2.50	113.6	5.20	88.7	48.1	0.136	103.8	76.2	85.4	65.8
44	3.00	73.0	1.80	56.6	60.0	77.5	2.41	94.1	4.96	70.3	48.6	0.130	87.2	80.5	87.8	75.8
47	3.54	89.4	2.28	76.3	64.4	85.3	2.38	100.0	5.92	91.1	40.2			82.5	89.6	67.7
46	3.49	93.3	2.12	72.9	60.7	78.1	2.85	118.8	6.84	105.2	41.7	0.158	116.2	73.9	88.3	79.2
51	3.10	101.6	2.08	79.1	67.1	77.8	1.20	81.6	4.30	94.1	27.9	0.111	81.6	78.2	96.9	99.9
53	2.64	73.2	1.12	48.9	54.9	69.7	2.52	146.5	4.44	95.7	56.8	0.089	71.8	59.3	70.3	55.2
55	2.30	63.9	1.35	48.4	58.7	75.7	2.73	130.0	5.62	96.9	48.6	0.089	74.2	64.7	78.9	58.8
56	2.07	73.9	1.45	69.0	70.0	93.4	1.80	100.0	3.87	84.1	46.5	0.101	84.2	70.2	84.6	71.2
57	2.59	78.7	1.28	50.6	49.4	66.2	4	162.0	6.59	109.4	60.7	0.096	79.33	55.4	73.6	60.3
58	2.13	63.0	1.76	63.5	82.6	100.8	1.78	88.6	4.09	73.8	43.5	0.104	80.6	71.0	93.4	
-----																
27	3.01	82.3	1.86	65.0	62.9	80.1	2.40	114.5	5.46	93.3	43.7	0.105	76.8	69.1	83.4	68.9
	0.77	15.6	0.46	12.8	9.4	11.9	0.75	27.5	1.23	15.1	7.7	0.034	23.2	8.7	8.9	12.1

PTE	GR02	PC02	V02	V02%	V02/Kg	Pu02	MVM	ID	VT/VC	EO2min	ECO2AT	HR	HR%	RESEC.	n	b
1	30.5	40.0	1.35	64.2	24.5	8.5	44.4	70.6	50.0	27.3	28.2	159	95.2	LIYMD	16	10
3	20.3	38.9	1.65	70.6	23.6	12.2	67.1	75.6	51.9	28.3	28.6	135	77.1	ND	22	2
7	41.5	34.8	1.04	53.1	15.7	7.7	39.2	70.6	40.0	41.9	45.8	135	81.3	ND	22	6
9	33.8	40.0	1.45	62.9	20.1	9.3	61.3	92.0	45.5	33.6	34.0	156	91.2	NI	20	4
14	16.3	32.1	0.79	41.4	14.1	6.0	71.4	74.2	40.5	67.2	73.7	131	74.9	LSI	10	0
15	34.0	42.3	1.56	65.9	22.3	10.9	55.0	74.3	48.5	28.3	36.2	143	81.3	NI	20	10
20	24.9	44.1	1.74	55.5	28.1	10.0	51.0	55.1	63.3	24.5	32.0	174	96.1	S1-21	4	2
22	44.2	33.1	0.90	50.2	13.1	7.0	44.8	93.1	60.0	35.0	40.5	128	100.0	NI	20	20
23	33.4	37.7	1.06	58.9	20.0	7.6	39.9	44.9	30.0	32.6	38.0	140	79.5	ND*	22	0
24	22.9	40.5	1.35	70.8	22.8	9.2	47.2	63.8	40.0	29.8		147	85.0	LSI	10	0
27	41.9	43.4	1.18	43.5	21.5	9.6	31.3	76.9	40.0	29.9		123	70.7	LII	10	0
29	13.8	39.4	1.96	85.3	22.8	13.2	78.2	91.1	62.7	27.7	29.6	148	87.1	LII	10	10
32	42.1	38.3	1.87	95.6	28.7	14.7	74.3	94.8	50.3	30.3	32.9	127	75.6	LSD	6	0
33	34.6	32.5	1.26	52.3	19.1	7.4	54.4	63.9	36.1	33.2	35.3	170	95.0	LII	10	6
36	27.1	38.5	1.37	69.1	23.2	7.5	47.3	98.3	51.5	36.1	39.4	183	98.9	NI	20	20
37	38.2	37.3	1.48	81.5	25.1	9.6	60.7	74.6	54.5	35.3	38.2	154	90.6	LMYID	16	8
38	46.7	37.1	1.33	61.1	19.3	8.8	68.6	77.3	39.7	43.5	43.9	152	88.9	ND	22	6
41	31.4	39.9	1.49	65.2	19.9	8.6	44.7	92.2	57.3	26.2	32.3	173	100.0	LSD	6	6
44	30.6	34.1	1.76	76.6	20.0	12.1	55.3	83.0	42.9	25.5	38.4	146	87.4	ND	22	6
47	42.2	31.5	1.43	69.6	21.0	9.3	67.6	80.1	46.7	33.2	36.1	153	90.5	LII	10	4
48	20.4	38.1	1.71	79.7	20.9	10.6	66.2	84.4	57.5	30.6	31.6	161	96.4	LSI	10	0
51	3.7	34.6	0.79	51.9	15.5	6.5	37.5	48.7	32.7	28.8		122	65.9	LSD,PL	6	6
53	38.8	40.7	0.94	62.0	14.0	6.6	41.4	88.1	52.0	28.7	35.0	142	73.8	NI	20	14
55	31.9	43.4	0.88	45.9	12.8	6.5	31.3	62.7	40.0	27.3	28.2	135	81.3	LSD	6	0
56	32.4	42.5	0.86	55.6	14.6	6.7	47.4	88.3	41.4	32.4	39.0	129	79.6	LII	10	0
57	32.8	45.9	1.10	58.0	15.7	8.4	43.2	75.0	46	26.3	29.9	131	79.6	LM	4	0
58		43.0	1.72	80.6	27.7	9.8	44.3	68.0	65.7	28.1	31.5	176	100.0	LID	12	8
-----																
27	31.2	38.7	1.28	64.0	19.3	9.0	53.3	77.7	47.7	32.3	36.6	147.1	86.0			
	10.3	4.0	0.35	13.4	4.7	2.2	13.2	14.4	9.5	8.4	9.2	17.5	9.8			

PTE	IRZ	HIST	EST	EVC	EVC%	EFEV1	EFEV1%	EVR	EVR%	ETLC	ETLC%	EDco	EDco%	EVO2	EVO2%	EVO2/Kg
1	18.8	E2	I	2.28	63.4	1.38	49.3	2.11	96.0	4.39	84.4	0.055	44.6	1.10	52.2	19.9
3	50.0	E2	IIIA	1.75	46.1	1.20	40.0	1.30	68.4	3.10	53.4	0.082	56.5	0.83	35.3	11.8
7	44.4	E1	II	1.33	39.2	0.83	32.1	0.89	38.6	2.28	40.0	0.041	32.1	0.58	29.5	8.8
9	42.1	IC6	IIIA	1.56	39.1	1.04	33.6	1.16	52.6	2.72	43.9	0.056	38.3	0.84	36.4	11.7
14	23.8	A3	II	3.35	81.8	1.98	59.3	1.68	76.2	4.65	70.4	0.057	38.3	0.60	31.5	10.7
15	31.3	E3	II	1.86	51.6	1.38	47.8	1.38	72.4	3.30	60.0	0.048	31.4	1.07	45.3	15.3
20	5.0	ASP		3.99	97.3	2.38	72.0	2.19	128.5	6.18	104.7	0.114	73.2	1.65	52.7	26.7
22	0.0	E2	II	1.70	63.0	1.30	61.9	1.80	90.0	3.50	72.9	0.055	49.5	0.90	50.2	13.0
23	52.4	E1	IIIA	1.95	47.6	1.14	35.7	1.43	71.9	3.33	54.6	0.048	31.4	0.50	28.0	9.5
24	23.8	IC6	I	2.67	83.3	1.52	61.0	1.77	93.0	4.34	85.0	0.062	49.6	1.03	53.9	17.4
27	23.8	A1	II	2.06	57.1	0.91	32.7	2.29	120.2	4.42	73.5	0.024	20.3	0.90	33.1	16.3
29	0.0	E3	II	2.93	73.1	2.32	76.1	2.44	104.3	5.33	86.0	0.161	116.7	1.96	85.3	22.8
32	14.3	E1	0	2.70	79.2	1.59	62.0	2.40	103.5	5.10	87.0	0.102	82.9	1.60	81.9	24.7
33	11.1	E1	I	3.11	75.9	2.04	62.0	1.39	77.0	4.50	75.0	0.114	73.5	1.12	46.5	17.0
36	0.0	E2	IIIA	2.30	52.3	1.30	36.1	1.32	82.5	4.45	73.0	0.095	56.9	1.37	69.1	23.2
37	23.5	E3	IIIA	2.37	75.8	1.68	60.4	1.76	83.8	4.13	71.2	0.118	86.0	1.13	62.3	19.2
38	44.4	A2	II	2.67	59.3	1.33	38.1	2.61	98.0	5.27	71.4	0.069	42.6	0.74	33.9	10.7
41	0.0	E3	I	2.60	74.7	1.31	47.0	2.50	113.6	5.20	88.7	0.136	103.8	1.49	65.2	19.9
44	44.4	E1	II	1.67	40.6	1.00	31.4	1.34	52.3	2.76	39.0	0.072	48.5	0.98	42.6	11.1
47	15.8	E1	I	2.98	75.3	1.92	64.2	2.00	84.2	4.99	76.7			1.20	58.6	17.7
48	23.8	E2	I	2.66	71.1	1.62	55.5	2.17	90.5	5.21	80.2	0.120	88.5	1.30	60.7	15.9
51	0.0	DAR		3.10	101.6	2.08	79.1	1.20	81.6	4.30	94.1	0.111	81.6	0.79	51.9	15.5
53	21.4	BE		1.60	57.3	0.88	38.4	1.98	115.1	3.49	75.2	0.070	56.4	0.74	48.7	11.0
55	14.3	E2	IIIA	1.97	54.8	1.16	41.5	1.93	91.68	4.82	83.1	0.076	63.6	0.75	39.3	10.9
56	23.8	A2	IIIA	1.58	56.3	1.10	52.6	1.37	76.2	2.95	64.1	0.076	64.1	0.66	42.4	11.1
57	9.5	E1	II	2.34	71.2	1.16	45.8	3.62	146.6	5.96	99.0	0.086	71.8	1.00	52.5	14.2
58	11.8	E1	I	1.88	55.6	1.55	56.1	1.57	78.1	3.61	65.1	0.091	71.1	1.52	71.1	24.5
-----																
27	21.2			2.33	64.6	1.45	50.8	1.84	88.4	4.23	73.0	0.083	60.5	1.05	50.4	15.9
	16.4			0.65	16.6	0.43	14.0	0.59	23.7	1.03	16.8	0.033	23.8	0.37	15.4	5.2

PTE	COMPL	RIP	VENT	INSRES	NEUM	ATLEC	CAISO	ARR	IC	TEP	DRE	REEX	EMPIEM	OTROS
1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	FIBRILACION AURICULA
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
14	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	HTA
24	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
29	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	INFECCION DE LA HERI
32	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
33	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
36	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	HEMOTORAX
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
38	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
41	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	HTA
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
51	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
53	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
55	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	FRA
56	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	FRA
57	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	HIPOTENSION
58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

---

27 18 2 3 6 2 4 1 1 1 1 7 1 0

1. Tisi GM "Preoperative Evaluation of Pulmonary Function" Am Rev Respir Dis 1979;119; 293-310.
2. Cooper JD, Pearson EG, Todd ERJ, Paterson A, Ginsberg RJ ; Basuik J, Blair V y Cass W. "Radiotherapy Alone for Patients with Operable Carcinoma of the Lung". Chest. 1985;87;287-292.
3. Pearson FG. "Lung Cancer. The Past Twenty-Five Years". Chest 1986;89;200s-205s.
4. Mountain CF "A New International Staging System for Lung Cancer". Chest 1986;89;225s-233s.
5. Manual for Staging of Cancer-1977. American Joint Committee for Lung Staging. 55E Erie St. Chicago IL 60611.
6. Berggren H, Ekroth R, Malmbers R, Nauder S y William-Olsson G. "Hospital mortality and long term survival in relation to preoperative function in elderly patients with bronchogenic carcinoma". Ann Thorac Surg 1984;38:633-36.
7. Gaensler EA, Cugell DW, Lindgren I, Verstraeten JM, Smith SS y Straider JV. "The Role of Pulmonary Insufficiency in Mortality and Invalidism Following Surgery for Pulmonary Tuberculosis". J Thorac Cardivasc Surg. 1955;29; 163-87.
8. Loockwood P. "Lung function test results and the risk of postthoracotomy complications". Respir. 1973; 30; 529-42.
9. Khoman LJ, Meyer JA, Ikins PM, Oates RP, " Random versus predictable risk of mortality after thoracotomy for lung cancer". J Thorac Cardivasc Surg 1986;91: 551-54.
10. Warring FC Jr. "Ventilatory function" Am Rev Tuberc. 1945; 51:432-437.
11. Miller WF, Wu N y Johnson RL Jr. "Convenient method of evaluating pulmonary ventilatory function with a single breath test" Anesth. 1956;17:480-84.
12. Mittman C.: "Assesment of operative risk in thoracic surgery". Am Rev Respir Dis. 1961;84:197-207.
13. Candler L. Physiologic assesement and manegement of the preoperative patient with pulmonary emphysema". Am J Cardiol 1963; 12:324-26.
14. Gerson G. "Preoperative respiratory function tests and postoperative mortality: A study of patients undergoing surgery for carcinoma of the bronchus" Br J Anesth. 1969;41:967-970.

15. Boushy SF, Billig DM, North LB, Helgason AH. "Clinical course related to preoperative and postoperative pulmonary function in patients with bronchogenic carcinoma". Chest 1971;58:383-91.
16. Didokar MS, Moore RH y Takita H. "Evaluation of the risk in pulmonary resection for bronchogenic carcinoma". Am J Surg. 1974;127:700-703.
17. Boysen PG, Block AJ y Moulder PV. "Relationship between preoperative pulmonary function tests and complications after thoracotomy" Surg Gynecol Obstetr 1981;153:893-95.
18. Miller JI, Grossman GD y Hatcher CR. "Pulmonary function test criteria for operability and pulmonary resection". Surg Gynecol Obstetr. 1981;153:893-895.
19. Stein M, Koota GM, Simon M, Frank HA. "Pulmonary evaluation of surgical patients". JAMA 1962;181:765-70.
20. Milledge JS, Nun JF. "Criteria of fitness for anesthesia in patients with chronic obstructive lung disease". Br Med J. 1975;3:670-73.
21. Burrows B y Earle RH. " Prediction of survival in patients with chronic airway obstruction". Am Rev Respir Dis. 1969; 99: 865-868.
22. Segall JJ y Butterworth BA: "Ventilatory capacity in chronic bronchitis in relation to carbon dioxide retention" Scand J Respir Dis. 1966;47:215-224.
23. Nehaus H y Cherniack NS. "A bronchoespirometric method of estimating the effect of pneumonectomy on the maximum breathing capacity". J Thorac Cardiovasc Surg. 1968;55:144-48.
24. Bergan F. "A simple method for determination of relative function of the right and left lung". Acta Chir Scan 1960; 253s-258s.
25. Marion JM, Alderson PO, Lefrack SS, Senior RM, Jacobs MH. "Unilateral lung function: comparison of the lateral position test with radionuclide ventilation-perfusion studies". Chest. 1976;59:5-9.
26. Walkup RH, Vossel LF, Groffin JP y Proctor RJ. "Prediction of postoperative pulmonary function with the lateral position test: a prospective study". Chest 1980;77:24-27.
27. Jay SJ, Stonehill RB, Kiblan SO y Norton J. "Variability of the lateral position test in normal subjects". Am Rev Respir Dis 1980;121:165-67.

28.Schoonover GA, Olsen GN, Habibian MR, Edwards DG y Spurrier P. "Lateral position test and quantitative lung scan in the preoperative evaluation for lung resection". Chest 1984; 86:854-859.

29.Kristersson S, Lindell S y Stramberg L. "Prediction of pulmonary function loss due to pneumonectomy using <sup>133</sup>Xe radioespirometry". Chest 1972;62:694-98.

30.Olsen GN, Block AJ, Tobias JA. "Prediction of postpneumonectomy pulmonary function using quantitative macroaggregate lung scanning". Chest 1974;66:13-16.

31.Ali ML, Mountain CF, Ewer MS, Johnston D, Haynie TP."Prediction of loss of pulmonary function after pulmonary resection for bronchogenic carcinoma". Chest 1980;77:337-42.

32.Wernly JA, De Meester TR, Kirchner PT, Myerowitz PD, Oxford DE y Golomb HM."Clinical value of quantitative ventilation-perfusion lung scans in the surgical management of the lung carcinoma". J Thorac Cardivasc Surg 1980;80:535-43.

33. Krissterson S, Arboreus M y Jungquist G. Prediction of ventilatory capacity after lobectomy. Scan J Respir Dis 1973;54:315-19.

34.Ali MK, Mountain C, Miller JM, Jonhston DA y Schulleberger CC. "Regional Pulmonary Function before and after Pneumonectomy Using 133-Xenon". Chest; 1975;288-295.

35. Fraser HS, McLeod WM, Garnett ES, y Goddard BA. "Lung Scanning in the preoperative assesement of carcinoma of the bronchus". Am Rev Respir Dis. 1970;101:349-58.

36.Lipscomb DJ, Pride NB. "Ventilation and perfusión scans in the preoperative assesement of bronchial carcinoma". Thorax, 1977;32:720-725.

37.Loodenkemper R, Gabler A y Gobel D. " Criteria of functional operability in patients with bronchial carcinoma: Preoperative assesement of risk and prediction of postoperative function". Thorac Cardivasc Surg. 1983;31:334-7.

38.Secker Walker RH, Provian JL, Jackson JA y Goodwin. "Lung scanning in carcinoma of the bronchus". Thorax 1971;26:23-32.

39. Williams AJ, Cayton RM, Harding LK, Mostrafa AB y Matthews HR."Quantitative lung scintigrams and lung function in the selection of patients for pneumonectomy". Br J Dis Chest 1984;78:105-112.

40. Nakajara K, Maeda M y Monden Y.  $^{133}\text{Xe}$ -radioespirometry and lung cancer: a tentative normogram to detect subsegmental obstruction. *Lung Cancer* 1981;21:143-148.
41. Taube K y Konietzko N. "Prediction of postoperative cardiopulmonary function in patients undergoing pneumonectomy". *Thorac Cardiovasc Surg.* 1980;28:348-51.
42. Corris PA, Ellis DA, Hawkins T, Gibson GJ. "Use of radionuclide scanning in the preoperative estimation of pulmonary function after pneumonectomy". *Thorax* 1987; 44:487-90.
43. Ladurie LM y Ranson-Bitker B. "Uncertainties in the expected value for forced expiratory volume in one second". *Chest* 1986;90:222-228.
44. Nakahara K, Monden Y, Ohno K, Miyoshi S, Maeda H y Kawashima Y. "A method for predicting postoperative lung function and its relation to postoperative complications in patients with lung cancer". *Ann Thorac Surg* 1985;39:260-5.
45. Olsen GN, Block AJ, Swenson EW, Castle JR y Wynne JW. "Pulmonary function evaluation of the lung resection candidate: A prospective study". *Am Rev Respir Dis* 1975;111:379-87.
46. Teevlesa DB, Racoreanu C y Manicatide MA. "Relationships of carbon dioxide retention to ventilatory impairment and hypoxemia in chronic obstructive lung disease". *Respir.* 1979; 38:81-87.
47. Javaheri S, Blum J y Kazemic H. Pattern of breathing and carbon dioxide retention in chronic obstructive lung disease. *Am J Med.* 1981; 71:228-36.
48. Adams WE, Perkins JF, Flores A, Chao P, Castellanos M. "The significance of pulmonary hypertension as cause of death following pulmonary resection". *J Thorac Surgery.* 1953;26:407-18.
49. Harrison RW, Adams WE, Long ET, Burrows B, Reimann A. "The clinical significance of "cor pulmonale" in the prediction of cardiopulmonary reserve following extensive pulmonary resection". *J Thorac Surg* 1958; 36: 352-68.
50. DeGraff AC, Taylor HF, Ord JW, Chuang TH y Johnson KL. "Exercise limitation following extensive pulmonary resection". *J Clin Invest.* 1965; 44:1514-22.
51. Laros CD, Swierenga J. "Temporary unilateral pulmonary artery occlusion in the preoperative evaluation of patients with bronchial carcinoma". *Med Thorac* 1967; 24: 269-83.

52. Uggla LG. "Indications for and results of thoracic surgery with regard to respiratory and circulation function test". Acta Chir Scand. 1956; 111:197-213
53. Sodelrhörnlm B. "The hemodynamics of the lesser circulation in pulmonary tuberculosis: effect of exercise, temporary unilateral artery occlusion, and operation". Scand J Clin Lab Invest 1957; (sup 26):1-98.
54. Rams JJ, Harrison RW, Fry WA, Moulder PV y Adams WE. "Operative pulmonary artery pressure measurements as a guide to postoperative management and prognosis following pneumonectomy". Dis Chest. 1962; 41:85-90.
55. Carlens E, Hansom HE, Nordestrom B. "Temporary unilateral occlusion of the pulmonary artery". J Thorac Surg 1951;22:527-36.
56. Gass GD, Olsen GN. " Preoperative pulmonary function testing to predict postoperative morbidity and mortality". Chest. 1986;89:127-35.
57. Nagasaki F, Flehinger BJ, Martini N. "Complications of surgery in the treatment of carcinoma of the lung". Chest 1982; 82: 25-9.
58. Ginsberg RJ, Hill LD, Eagan RT, Thomas P, Mountain CF, Deslauries J y cols. "Modern 30-day operative mortality for surgical resections in lung cancer". Thorac Cardiovasc Surg 1983; 86:654-58.
59. Wasserman K, Whipp BJ, "Exercise physiology in health and disease". Am Rev Respir Dis 1975; 112:219-49.
60. Jones NL. "Clinical exercise testing". Philadelphia: WB Saunders, 1988.
61. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY y Whipp BJ. " Principles of exercise testing and interpretation". Philadelphia Lea and Febiger, 1987.
62. Weber KT, Janicki JS. " Cardiopulmonary exercise testing: Physiologic principles and clinical application". Philadelphia: WB Saunders, 1986.
63. Snell PG, Mitchell JH. " The role of maximal oxygen uptake in exercise performance". Clin Chest Med. 1984;5:51-62.
64. Astrand PO, Ryhming I. "A normogram for calculation of aerobic capacity (fysical fitness) from pulse rate during submaximal work". J Appl Physiol. 1954; 7:218-21.
65. Zavala DG, Printen KJ. "Basal and exercise test on morbidity of obese patients before and after gastric bypass". Surgery 1984;95:221-29.

66. Gladden LB. "Current anaerobic threshold controversies". *Physiologist* 1984;27:312-18.
67. Beaver WL, Wasserman K, Whipp BJ. "Bicarbonate buffering of lactic acid generated during exercise". *J Appl Physiol* 1986; 60:472-78.
68. Bolton JWR, Weiman DS, Haynes JL, Hornung CA, Olsen GN, Almond CH. "Stair climbing as indicator of pulmonary function". *Chest* 1987;92:783-88.
69. Van Nostrand D, Kjelsberg MO, Humphrey EW. "Preresectional evaluation of risk from pneumonectomy". *Surg Gynecol Obstet.* 1968;127:306-12.
70. Reichel, J. "Assesement of operative risk of pneumonectomy". *Chest.* 1972; 62: 570-76.
71. Bagg LR. "The 12-min walking distance: its use in the preoperative assesement of patients with bronchial carcinoma before lung resection". *Respiration* 1984;46:342-45.
72. McGavin CR, Gupta SP, McHardy GJR." Twelve-minute walking test for assesing disability in chronic bronchitis". *Br Med J.* 1976;1:822-23.
73. Fee JH, Holmes EC, Gerwitz Hs, Remming KP, Alexander JM. "Role of pulmonary resistance meassurement in preoperative evaluation of candidates for lung resection" *J Thorac Cardivasc Surg* 1975; 32;424-35.
74. Olsen G, Weiman DS, Bolton JWR, Gass D, McLain WC, Schoonover GA y Hornugh CA. "Maximal invasive exercise testing and cuantitative lung scanning in the evaluation for tolerance of lung resection". *Chest* 1989;95:267-273.
75. Eugene J. Brown SE, Light RW, Milne NE y Stemmer EA. "Maximun oxygen consumption: a physiologic guide to pulmonary resection". *Surg Forum.* 1982; 33:260-62
76. Coleman NC, Sraunfnagel DE, Rivington RN, Pardy RN. "Exercise testing in evaluation of patients for lang resection". *Am Rev Respir Dis* 1982; 125:604-06.
77. Smith TP, Kinasewitz GT, Tucker WY, Spillers WP y George RB. Exercise capacity as predictor of post-thoracotomy morbidity. *Am Rev Respir Dis.* 1984; 129:730-34.
78. Bechard D. y Weststein L. Assesement o f execise oxygen consumption as preoperative criterion for lung resection. *Ann Thorac Surg.* 1987; 44:344-49.
79. Miyoshi S, Nakahara K, Ohno K, Manden y Kawashima Y. Exercise tolerance test in lung cancer patients; the relationship between execise capacity and post-thoracotomy hospital mortality. *Ann Thorac Surg.* 1987; 44:487-90.

80. Yellin A y Benfield JR. "Surgery for bronchogenic carcinoma in the elderly". (editorial) Am Rev Respir Dis. 1985; 131:197.
81. Arboerius M, Kristersson S, Lindell S. "<sup>133</sup>Xe radioespirometry and extensión of lung cancer". Scand J Respir Dis 1971; 52:145-9.
82. Rodríguez Roisín R. (Coordinador), Agustí García-Navarro A, Burgos Rincón F, Casán Clara P, Perpiñá Tordera M., Sanchez Agudo L. y Sobradillo Peñas V. " Normativa sobre gasometría arterial". SEPAR 1987.
83. Moholer JG, Collier CR, Brandt W, Abramson J, Verkaik G, Yates S. " Blood Gases" en "Pulmonary function testing: Guidelines and controversies". Editor: Clausen JL. Academic Press (New York) 1982. Pág. 229-35.
84. Kleinbaum DG, Kupper LL and Muller KE. Applied Regression Analisis and Other Multivariable Methods. 2<sup>d</sup> edition. PWS-KENT Publishing Company, Boston 1988.
85. Colton T. Estadística en Medicina. SALVAT 1979.
86. Carrasco JL. El Método Estadístico en la Investigación Médica. 3<sup>a</sup> edición. Editorial Ciencia SA. 1986
87. Hintze JL " Number cruncher statistical system". Publicado por JL Hintze. 1987 Keysville (Utha). USA.
88. Severinghaus JW. " Simple, accurate equations for human blood O<sub>2</sub> dissocaition computations". J Appl Physiol 1979;46:599-602.
89. Romero Colomer P. " La prueba de esfuerzo en la valoración del paciente neumológico". 1986; pág 8.
90. Asmussen E y Nielsen M " Physiological dead space and alveolar gas presures at rest and during muscular exercise" Acta Physiol Scand 1956;38:1-21.
91. Stok JPP y Kennedy MCS. "Ventilatory cost of exercise before and after mitral valvotomy ". Thorax 1959;14:238-46.
92. McKerrow CB, McDermott M y Gilson JC. " A espirometer for measuring the forced expiratory volume with a simple calibrating device". Lancet 1960;I:149-151.
93. Sanchis Aldás J (coordinador), Casan Clarà P, Castillo Gómez J, González Mangado N, Palenciano ballesteros L y Roca torrent J. " Normativa para la espirometría forzada" SEPAR 1985.

94. Gardner RM, Baker CD, Broennle AM Jr y cols. ATS Statement- "Snowbird Workshop on Standardization of Spirometry". Am Rev Respir Dis 1979;119:831-838
95. Pelsin R, Bohadana A, Hannhart B y cols. "Comparasion of various methods for reading maximal expiratory flow-volume curves". Am Rev Respir Dis 1979; 119:271-77.
96. Knudson, RJ, Slatin RC, Lebowitz MD y Burrows "The maximal expiratory flow-volume curve" Am Rev Respir Dis. 1976;113: 587-600.
97. Pelzer AM y Thompsom ML. "Effect of age, sex, stature and smoking habits on human airways conductance" J Appl Physiol 1976; 21:469-476.
98. Krogh M: "The diffusion of gases through the lungs of man". J Physiol (London) 1915;49:271-300.
99. Forster RE, Cohn JE, Briscoe WA y cols." a modification of the Krogh carbon monoxide breath holding tecnique for estimating the diffusing capacity off the lung: A compa-raision with three other methods". J Clin Invest 1955;34:1417-26.
100. Oglivie CM, Forster RE, Blackemore WS y cols. " A standardized breath holding technique for clinical measurement of the diffusing capacity of the lung for carbon monoxide. J Clin Invest 1957;36:1-17.
101. Gaensler EA y Smith AA. " Attachment for automated single breath diffusing capacity measurements". Chest 1973;63:136-45.
102. Cotes JE. "LUNG FUNCTION: Assesement and application in medicine". Cuarta edición. Blakwell Scientific Publications, Oxford, London, Edimburgh, Melbourne.pág 370.
103. Sveringhaus JW, Bradley AF. "Electrodes for blood PO2 y PCO2 determinations". J Appl Physiol 1958;13:515-520.
104. Clark LC. " Moonitor and control of blood and tissue oxygen tensions" Trans Am Soc Artif Intern Organs 1956;2:41-48.