

**HOSPITAL “HERMANOS AMEJEIRAS”**

**SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA Y REANIMACIÓN**

**Evaluación del comportamiento de la  
relación reserva y el consumo de  
oxígeno en cirugía pulmonar.**

**Abad H R M\* , Hernández J Y\*\*, Abela L A\*\*\* , Jiménez P R  
\*\*\*\*, Dra. Nora Lim Alfonso\*\*\*\*\***

\* Especialista de Segundo Grado en Anestesiología y Reanimación. Profesora  
Asistente. Hospital Hermanos Ameijeiras.

\*\* Especialista de Primer Grado en Anestesiología y Reanimación. Hospital Hermanos  
Ameijeiras.

\*\*\* Especialista de Primer Grado en Anestesiología y Reanimación. Profesora  
Asistente. Hospital Hermanos Ameijeiras.

\*\*\*\* Especialista de Segundo Grado en Bioestadística. Profesora Auxiliar. Dr. En  
Ciencia Médicas. Hospital Hermanos Ameijeiras.

\*\*\*\*\* Especialista de Primer Grado en Medicina Interna especializada en Cuidados  
Intensivos. Hospital Hermanos Ameijeiras

## RESUMEN

La cirugía de cáncer pulmonar exhibe riesgos, pero es el único tratamiento eficaz.

**OBJETIVOS:** Evaluar el comportamiento de la relación reserva de oxígeno pulmonar/consumo de oxígeno, en la resección pulmonar parcial y total. **MATERIAL Y**

**METODO:** Se determinó el tiempo de apnea que tarda la hemoglobina en desaturarse hasta 95 % al comienzo de la intervención (**apnea inicial**) y por medio de una fórmula que relacionó ese valor con los segmentos funcionantes preoperatorios y los que quedarían posterior al acto quirúrgico para calcular el posible tiempo final de apnea (**apnea final calculada**). Al finalizar la intervención se midió el tiempo final de apnea (**apnea final medida**) y se comparó con el calculado. Por último se relacionó con la evolución

postoperatoria, en cuanto a la separación del ventilador. **RESULTADOS:** Se realizaron 10 resecciones pulmonares totales y 13 parciales. La **apnea final medida** fue igual o superior a la **final calculada** en 16 de los 23 pacientes (70 %), 7 pacientes propuestos para resección parcial (53.8 %) y 9 de los que se le realizó neumectomías (90 %). Todos los pacientes se separaron del ventilador sin dificultad. **CONCLUSIONES:** La relación reserva pulmonar/consumo de oxígeno estimada por el tiempo que la hemoglobina tarda en

desaturarse hasta 95 %, podría ser un buen indicador intraoperatorio de operabilidad en la cirugía del cáncer pulmonar, si durante el acto operatorio se decide practicar la neumectomía, en aquellos pacientes con resección parcial planificada.

**Palabras Claves:** relación reserva de oxígeno pulmonar y consumo de oxígeno en cirugía pulmonar.

## INTRODUCCION

La primera neumectomía fue realizada en 1895 por el Doctor William Macewen; quien aplicó termocoagulación en varias etapas a la pared torácica, pleura y pulmón en un paciente con tuberculosis pleuropulmonar<sup>1</sup> En el año 1933, Evarts Graham realizó satisfactoriamente por vez primera una neumectomía en una sola etapa.<sup>2</sup> Este hecho demostró que la neumectomía podía ser realizada y además que el cáncer del pulmón podía curarse cuando se realizaba una adecuada resección pulmonar.

El riesgo operatorio de la cirugía pulmonar es elevado. La tasa de muerte en los primeros 30 días del postoperatorio es 6,2 % tras una neumectomía y 2,9 % después de una lobectomía,<sup>(3)</sup> de ahí, la necesidad de una adecuada valoración preoperatoria. Ello supone la solución de cuestiones como la reseabilidad y la operabilidad de la lesión. Al realizar la valoración de la operabilidad<sup>3-, 10</sup> el médico debe recordar que el carcinoma pulmonar no tratado tiene una supervivencia media inferior al año, y que el único medio de tratamiento con eficacia reconocida es su extirpación quirúrgica.

Existen diversas pruebas para establecer el criterio de operabilidad, nuestro centro coincide con muchos autores,<sup>(6-11)</sup> en emplear como valor predictivo para la resección pulmonar planteada, el cálculo del flujo espiratorio forzado en un segundo (FEV<sub>1</sub>) postoperatorio, a partir del valor obtenido del FEV<sub>1</sub> por espirometría simple, aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{FEV}_1 \text{ postoperatorio} = \frac{\text{FEV}_1 \text{ preoperatorio} \times \text{Segmentos pulmonares restantes}}{\text{Segmentos pulmonares funcionantes preoperatorios}}$$

Si el valor obtenido es inferior a 890 ml, es decir 35-40 %, no se realiza la intervención propuesta<sup>4</sup>.

El concepto de reserva de oxígeno en Anestesiología es importante. En teoría, se estima que las reservas normales de oxígeno en los adultos es aproximadamente 1500 ml. Esta cantidad incluye el oxígeno restante en los pulmones, el fijo a la hemoglobina y mioglobina y el disuelto en los líquidos corporales. Desdichadamente, la alta afinidad de la hemoglobina por el oxígeno y la cantidad muy limitada de oxígeno en solución, restringen la disponibilidad de estas reservas<sup>(11-14)</sup>. Cuando se interrumpe el flujo normal de O<sub>2</sub> por apnea, se consumen reservas de oxígeno existentes; si se agotan las reservas, se presentan a continuación hipoxia y finalmente muerte celular. Por tanto, el contenido de oxígeno dentro de la capacidad funcional residual (CFR) normal se convierte en la fuente más importante de oxígeno, teniendo en cuenta que quizás sólo 80 % de este volumen sea utilizable. De esta manera el tiempo de apnea de una persona que respira oxígeno al 100 % puede representar un estimado cualitativo de la relación reserva de O<sub>2</sub> pulmonar / consumo de O<sub>2</sub> si se mide hasta que la hemoglobina comience a desaturarse, dicho de otra manera, pudiera estimarse si la reserva de oxígeno pulmonar es una o más veces el oxígeno que se consume.<sup>(13-16)</sup>

El contenido de oxígeno en los pulmones de una persona que respira el aire de la habitación, es aproximadamente 480 ml (contenido de oxígeno = FiO<sub>2</sub> x CFR). La actividad metabólica de los tejidos, determina la velocidad con que se agota este reservorio en una persona que se encuentra en apnea, de ordinario se produce hipoxemia intensa en un plazo de 90 segundos<sup>16-18</sup>. La iniciación de la hipoxemia se puede retardar al incrementar la

FiO<sub>2</sub> antes de la apnea. Después de la ventilación con oxígeno al 100 %, la CFR contiene cerca de 2 300 ml de O<sub>2</sub>. Bajo estas condiciones, la hipoxemia posterior a la apnea suele demorarse de 4 a 5 minutos. Este concepto es la base de la preoxigenación antes de inducir la anestesia.<sup>(15-16)</sup>

En 1955, Hamilton y Eastwood demostraron que la desnitrogenación era 95 % en 2 ó 3 minutos, si el sujeto respiraba un volumen corriente normal desde un circuito de anestesia con flujo de 5 l/min<sup>17</sup>. Por tanto teóricamente, si oxigenamos durante 5 minutos toda la capacidad funcional residual será oxígeno y si posteriormente medimos el tiempo que el paciente permanece en apnea hasta que la hemoglobina desature hasta 95 %, podría tenerse un estimado de la relación entre la reserva de oxígeno pulmonar y el consumo.

En este estudio se pretende valorar el comportamiento de la relación reserva pulmonar de oxígeno/consumo de oxígeno en los pacientes sujetos a resecciones pulmonares con vistas a valorar su utilidad posterior como predictor intraoperatorio de operabilidad cuando la resección a realizar tiene que ser mayor que la planificada.

Fueron nuestros objetivos, evaluar el comportamiento de la relación reserva pulmonar de oxígeno/consumo de oxígeno estimada cualitativamente a través del tiempo de apnea transcurrido hasta que la hemoglobina se desatura a un valor de 95 % (**TEST DE APNEA**) en pacientes tributarios de resección pulmonar parcial y total. 1-Establecer la correlación entre el **tiempo de apnea final medida (AFM)** y el **tiempo de apnea final calculada (AFC)** en pacientes con resecciones pulmonares parciales, así como, establecer la correlación entre el **tiempo de apnea final medida (AFM)** y el **tiempo de apnea final calculada (AFC)** en pacientes neumectomizados.

## **MATERIAL Y METODO**

Se realizó un estudio de intervención, prospectivo de seguimiento longitudinal en el Servicio de Anestesiología y Reanimación del Hospital Clínico Quirúrgico “Hermanos Ameijeiras”

La muestra se constituyó por 23 pacientes, programados electivamente para resección quirúrgica parcial o total de pulmón después de valoración preoperatoria minuciosa del estado cardiopulmonar desde enero de 1999 hasta abril del 2001.

**CRITERIOS DE INCLUSIÓN:** Aprobación del paciente para formar parte de la investigación previo conocimiento del mismo. Parámetros clínicos en el preoperatorio inmediato dentro de límites normales (frecuencia cardíaca entre 60-100 latidos por minuto, tensión arterial menor de 140/90, frecuencia respiratoria entre 12-20 respiraciones por minuto, temperatura periférica entre 36,5- 37 °C, valor de hematócrito mayor de 30 vol%).

**CRITERIOS DE SALIDA:** Aquellos pacientes a los que no se les realizó la intervención quirúrgica por irresecabilidad de la tumoración. Aquellos, cuyas complicaciones postoperatorias inmediatas no estuvieron relacionadas con el segmento de pulmón resecado. -Trombosis Pulmonar- Pacientes que presentaron inestabilidad hemodinámica durante el intraoperatorio.

Se confeccionó un modelo de recolección de de cada paciente en el que se reflejaron como variables de control de cada paciente las siguientes: Nombre del paciente, HC. Valor de hematócrito preoperatorio. Tipo de intervención propuesta, segmentos pulmonares a reseca y los atelectasiados preoperatoriamente. Tiempo de apnea inicial, Tiempo de apnea

calculada y Tiempo de apnea final medida. Separación del ventilador: Sin dificultad, Con dificultad e Imposible de separar.

Cada paciente se medicó preoperatoriamente con diazepam  $0.15 \text{ mg.kg}^{-1}$  y  $0.01 \text{ mg.kg}^{-1}$  de Atropina. Ya en el quirófano, en todos los pacientes se utilizó un equipo Nihon Kohden para la monitorización de los siguientes parámetros: trazado electrocardiográfico continuo, presión no invasiva, saturación de la hemoglobina ( $\text{SHbO}_2$ ), frecuencia respiratoria (FR), frecuencia cardíaca (FC), concentración de  $\text{CO}_2$  espirado.

Se colocó un catéter peridural a nivel torácico (T7--T8) para el tratamiento del dolor postoperatorio. Luego, se procedió a la inducción de la anestesia con Fentanilo  $5\text{-}7 \text{ mcg.kg}^{-1}$ , Tiopental  $5 \text{ mcg.kg}^{-1}$ , y Atracurio  $0.5 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Posterior a la laringoscopia se colocó un tubo endotraqueal de doble luz, tipo RobertShaw comprobándose su correcta posición. Antes de colocar al paciente en la posición quirúrgica se ventilaron ambos pulmones con oxígeno al 100 % durante 5 minutos para garantizar la total desnitrógenación del alveolo con volumen corriente de  $8 \text{ ml.kg}^{-1}$  y frecuencia respiratoria de 12 respiraciones/minuto en un Servo ventilador 900 D. Se procedió luego a desacoplar el paciente del respirador, midiendo el tiempo en segundos (s) que tarda la hemoglobina en desaturarse hasta 95% (**tiempo de apnea inicial**). Se utilizó un cronómetro marca Star de fabricación española. El dedo donde se colocó el sensor (dedo índice) se bloqueó previamente con una mezcla de 2ml de Bupivacaína al 0.5% más 2ml de Lidocaína al 2% para eliminar las interferencias que podrían obstaculizar el funcionamiento adecuado del equipo.

Se colocó un catéter en la arteria radial para la medición de la presión arterial media invasiva por manómetro y la toma de muestra para determinaciones de gases en sangre,

electrólitos y hematócrito según se necesitó. También se colocó un catéter venoso central para reposición de volemia y una sonda vesical para la medición del gasto urinario horario. Posteriormente se procedió a calcular el **tiempo de apnea final (AFC)** sustituyendo en la fórmula original ya referida, los valores del FEV<sub>1</sub> por los del tiempo de **apnea inicial**, para lo cual se tuvieron en cuenta en cada paciente los segmentos pulmonares propuestos para resección parcial o total y los atelectasiados preoperatoriamente. De tal forma:

$$\text{Apnea final calculada} = \frac{\text{Apnea inicial} \times \text{Segmentos pulmonares restantes}}{\text{Segmentos pulmonares funcionantes preoperatorios}}$$

Total de segmentos en ambos pulmones = 20

**Apnea inicial:** Es el tiempo medido que demora la hemoglobina en desaturarse hasta 95 % después de anestesiado el paciente y antes de iniciar la intervención quirúrgica.

**Segmentos pulmonares restantes:** Es la diferencia entre los 20 segmentos pulmonares y los segmentos pulmonares a reseccionar quirúrgicamente.

**Segmentos pulmonares funcionantes preoperatorios:** Es la diferencia entre los 20 segmentos pulmonares y los segmentos atelectasiados determinados por la radiografía torácica y la broncoscopia preoperatoria.

El mantenimiento de la anestesia se basó en la administración de una mezcla de oxígeno y N<sub>2</sub>O, Fentanilo en dosis fraccionada según requerimientos individuales y Atracurio en infusión continua a razón de 5 a 10 mcg.kg.min, para garantizar un plano anestésico profundo.

Concluida la intervención, se colocó al paciente en decúbito supino y luego de ventilar con oxígeno al 100% durante 5 min. se procedió a medir nuevamente el tiempo que tardó en



desaturarse la hemoglobina hasta 95 % (**tiempo de apnea final medida**) y se comparó con el **tiempo de apnea final calculada**.

Por último se relacionaron los valores del **AFM** con la evolución postoperatoria de los enfermos, en cuanto a la separación del ventilador.

- **Separados del ventilador sin dificultad.** Si el paciente logró separarse del ventilador en las primeras 24 horas.
- **Separados del ventilador con dificultad.** Pacientes que no pudieron separarse del ventilador en las primeras 24 horas y se trasladaron a la UCI.
- **Imposible la separación del ventilador.** Cuando los pacientes no pudieron separarse del ventilador porque el segmento pulmonar reseca los impidió la función ventilatoria.

## **PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO**

Para la descripción de los resultados se calculó en cada paciente el porcentaje que representó la apnea final medida con respecto a la final calculada para evaluar la magnitud de la discrepancia entre ambos valores. Además de los valores de promedio y desviación estándar para cada una de las variables.

## RESULTADOS

La muestra se constituyó por 23 pacientes, de los cuales 17 fueron masculinos y 6 femeninos. Las resecciones parciales totalizaron 13 pacientes, para 56.5%, el resto fue resección total, para 43.5% (Cuadro I).

**Cuadro I. Distribución de los pacientes según el tipo de intervención.**

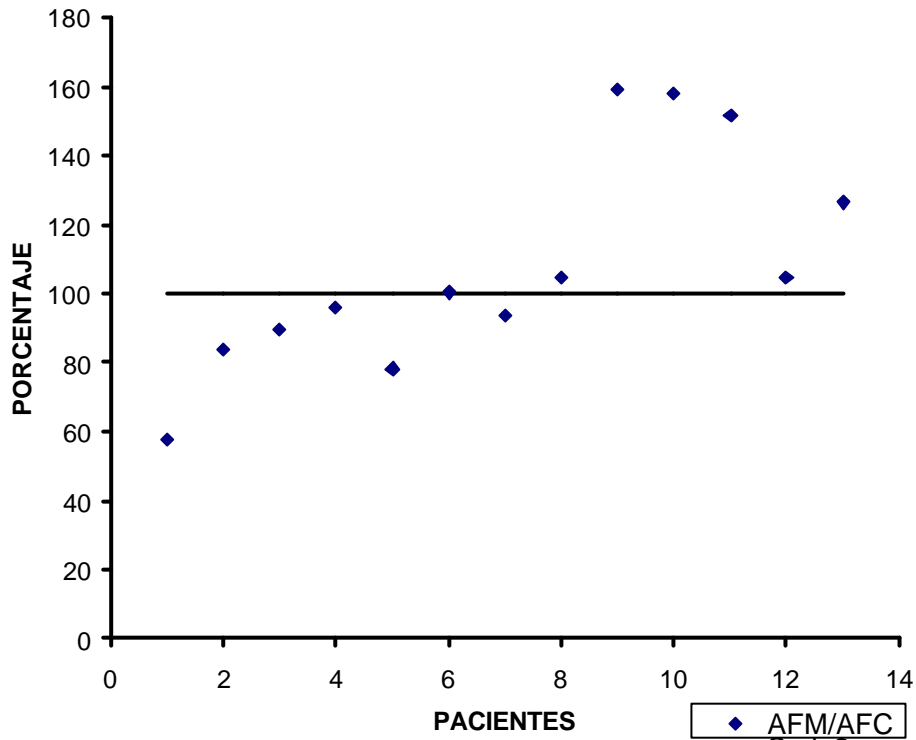
	<i>PACIENTES</i> <i>No. (%)</i>
<b>Resección Total</b>	<b>10 (43.5)</b>
<b>Resección Parcial</b>	<b>13 (56.5)</b>
<b>Total</b>	<b>23 (100)</b>

En el Cuadro II, se muestra el porcentaje del **tiempo de apnea final medida** con relación al **tiempo de apnea final calculada** en la totalidad de los pacientes. El valor mayor del **AFC** fue 555 s y el mínimo 98 s. El máximo valor del **AFM** fue 702 s y el valor mínimo 92 s. El porcentaje de **AFM/AFC** de los pacientes sometidos a resecciones pulmonares parciales se representa en el Gráfico 2. Se observa que 7 de los pacientes estuvieron por encima del 100%, lo que significa que **AFM** fue mayor que **AFC** y 6 pacientes por debajo de este valor. El menor tiempo de **apnea final medida** fue de 92 s y representó el menor valor hallado y el menor porcentaje.

**CUADRO II. Porcentaje de apnea final medida (AFM) con relación a la apnea final calculada (AFC) de todos los pacientes.**

<b>APNEA FINAL CALCULADA (s)</b>	<b>APNEA FINAL MEDIDA (s)</b>	<b>PORCENTAJE</b>
160	92	57.5
310	311	100.3
150	333	222
555	702	126.4
252	296	117.4
276	374	135.5
191	420	219.8
391	432	110.4
318	321	100.9
98	273	278.5
137	148	108
310	278	89.6
270	226	83.7
319	483	151.4
329	344	104.4
118	101	85.5
240	382	159
259	409	157.9
514	538	104.6
248	329	132.6
346	324	93.6
309	297	96.1
390	305	78.2
<b>Promedio: 282.17 DS: 114.82</b>	<b>Promedio: 322.54 DS: 134.20</b>	<b>Promedio: 126.66 DS: 52.51</b>

**GRAFICO 1. Porcentaje de apnea final medida con relación a la final calculada en pacientes con resecciones pulmonares parciales.**

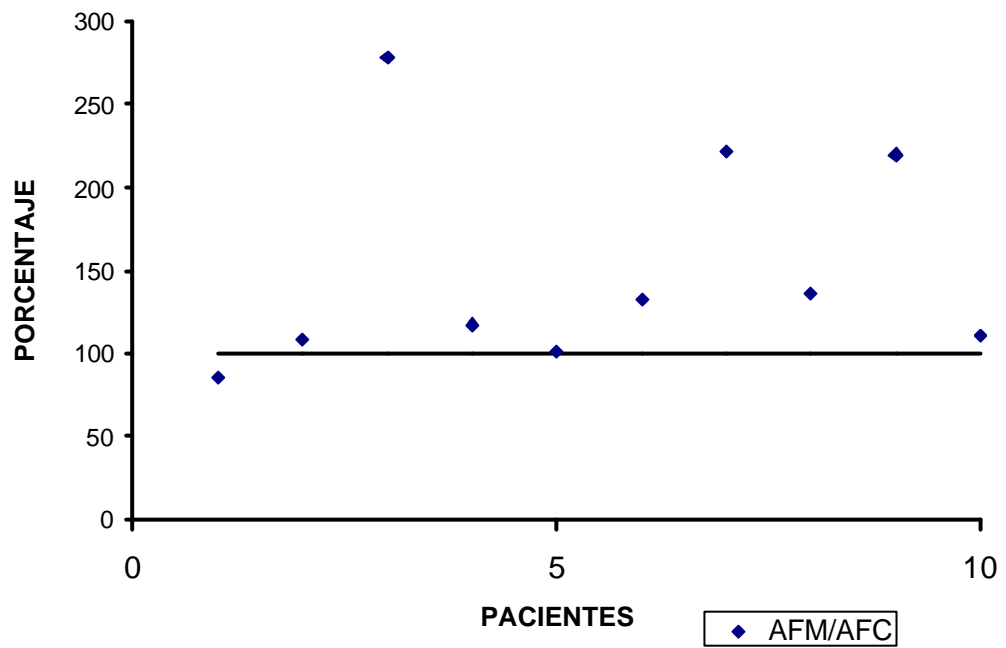


**Fuente: Cuadro II.**

En el Gráfico 2 se representó el porcentaje del **tiempo de apnea final medida** con respecto al **tiempo de final calculada** en pacientes a los cuales se les realizó resecciones pulmonares totales. El menor valor de **apnea final medida** fue de 101 s. Se halló un solo paciente por debajo del 100%, lo que significa que **AFC** menor que **AFM.**, pero su valor estuvo muy próximo al 100 %

Todos los pacientes fueron separados del ventilador sin dificultad.

**GRAFICO 2. Porcentaje de apnea final medida con relación a la final calculada en pacientes con resecciones pulmonares totales.**



**Fuente: Cuadro II.**

## DISCUSIÓN

La atelectasia es la complicación postoperatoria más frecuente y a su formación contribuyen el atrapamiento de aire, el neumotórax y la compresión mecánica del parénquima pulmonar durante la intervención, adicionalmente, el uso de los tubos de doble luz con interrupción de la ventilación en el pulmón operado puede acentuar también su formación. La compliancia pulmonar disminuye en proporción a la cantidad de tejido extraído inmediatamente después de la toracotomía, la cual mejora en las semanas después de la misma. La atelectasia, el daño directo al parénquima y la redistribución del flujo sanguíneo pulmonar incrementa la fracción de shunt (14-21 %) y la desigualdad ventilación pulmonar, conducen a hipoxemia. Esta se trata satisfactoriamente con drenaje postural, fisioterapia torácica y broncodilatadores; la insuficiente aspiración de secreciones puede progresar al colapso lobar y requerir broncoscopia terapéutica.<sup>4,5,9,12-18</sup>

Las complicaciones pulmonares son la principal causa de morbilidad después de toracotomía. Algunos autores<sup>11,13,15</sup> reportaron que se desarrollaba con más frecuencia posterior a las lobectomías comparando con las neumectomías. La insuficiencia respiratoria aguda, que produce la resección exagerada invalida al paciente desde el punto de vista funcional pulmonar, impide la separación del ventilador y lo lleva a la muerte, de ahí los estudios realizados para predecir la función pulmonar postoperatoria.

El cálculo del FEV<sub>1</sub> postoperatorio es el predictor que con más frecuencia se ha utilizado para determinar la operabilidad de una lesión pulmonar.<sup>6-12</sup> Sin embargo, tiene varios inconvenientes. Uno es que valora la función pulmonar total y no aporta ninguna información sobre la contribución respectiva de cada uno de los pulmones. Otro inconveniente, es que esta prueba requiere del esfuerzo del paciente y está influida por la

fuerza de los músculos respiratorios.<sup>18</sup> Para Boysen y sus colaboradores<sup>18,19</sup> el valor mínimo del FEV<sub>1</sub> postoperatorio predictivo compatible con una resección pulmonar exitosa, era de 800ml.

Filaire y colaboradores<sup>5</sup> hallaron que el mejor predictor de la hipoxemia postoperatoria fue el FEV<sub>1</sub> postoperatorio en la lobectomía y el volumen corriente en la neumectomía.

**El test de apnea** propuesto como expresión cualitativa de la relación existente entre reserva pulmonar de oxígeno/consumo de oxígeno, tiene por su parte el inconveniente que valora la función pulmonar total y no aporta información sobre el estado de cada pulmón por separado, como el FEV<sub>1</sub>, pero a diferencia de este último, no depende de la suficiencia de los músculos ventilatorios ni de la cooperación del paciente.

Hardman y sus colaboradores<sup>20</sup> determinaron los factores que influyen en el comienzo y curso de la hipoxemia durante la apnea y hallaron que la concentración de hemoglobina, la mezcla venosa y el cociente respiratorio tenían un pequeño o insignificante efecto sobre el tiempo de desaturación. La CFR reducida, la desnitrógenación incompleta, la hipoventilación y el incremento en el consumo de oxígeno acortaron significativamente el tiempo de desaturación durante la apnea.

Baraka y su grupo<sup>21</sup> midieron el tiempo de apnea que inducía la desaturación de la hemoglobina durante la ventilación de un pulmón contra la de los dos pulmones y concluyeron que la desaturación de la hemoglobina ocurrió más rápidamente durante la apnea que sigue a la ventilación de un solo pulmón. Esta rápida desaturación se atribuyó al descenso en la CFR, asociado con un incremento del shunt intrapulmonar.

En esta investigación, 46.2 % de los pacientes con resección parcial tuvieron un tiempo de apnea final medido menor que la apnea final calculada. Este resultado se explica por la

atelectasia residual debido a una aspiración incompleta de las secreciones, al aumento del cortocircuito intrapulmonar y a cierto grado de atrapamiento aéreo, sumado al daño que produjo el colapso y distensión del pulmón repetidas veces <sup>5,9,12</sup>. Vale decir que estas condiciones de atelectasia y atrapamiento de aire residual deben corregirse antes de la separación del ventilador, por tanto si el valor de **apnea final medida** se hubiera tomado en el momento antes de la separación del ventilador es muy probable que como en las neumectomías dicho valor fuera igual o mayor al calculado en el mayor porcentaje de los pacientes.

En sólo 10.0 % de los pacientes neumectomizados, el valor de la **apnea final medida** fue menor que la **apnea final calculada**. Por lo tanto, al terminar la intervención la función pulmonar fue mejor que la calculada en la mayoría de los pacientes, porque el pulmón que no es operado, no sufre el colapso ni tampoco atrapamiento aéreo y la fracción de cortocircuito pulmonar es menor<sup>12</sup>. El menor tiempo de apnea final medida de la muestra fue de 92 segundos lo que equivale a 1.5 min. Estimando que éste valor representa el cociente de la relación reserva pulmonar/ consumo de oxígeno, podemos inferir que la reserva de oxígeno pulmonar fue en este caso, una vez y media el oxígeno consumido. Esto nos explicaría por que a pesar de la importante reducción en la reserva de oxígeno pulmonar el paciente fue separado del ventilador sin dificultad, al igual que el resto de los pacientes estudiados.

Fueron nuestras conclusiones que podemos inferir que el **test de apnea** podría ser un buen indicador del estimado de la relación reserva de oxígeno/ consumo de oxígeno para la realización de neumectomía en los pacientes en que se planea la resección pulmonar parcial y durante el acto operatorio esta no es factible.



## **BIBLIOGRAFIA**

1. Meade RH. A History of thoracic surgery. Charles C Thomas Springfield Ill, 1961.
2. Graham EA, Singer JJ. Successful removal of an entire lung for carcinoma of the bronchus. *JAMA* 1933; *101*:1371.
3. Ginsberg RJ, Hill LD., Eagan RT. Modern thirty day operative mortality for surgical resection in lung cancer. *J Thoracic Cardiovasc Surg* 1983; *86*:654-8.
4. Amico Tomás AD., Sabiston JR. Carcinoma of the lung. En: Sabiston D.C. *Textbook of surgery*. 15 ed. Philadelphia: Saunders, 1997.
5. Filaire M, Bedu M, Noamer A, Aubret S, Vallet L, Normand B, Escande G Prediction of hypoxemia and mechanical ventilation after lung resection for cancer. *Ann Thorac Surg* 1999 may; *67*(5):1460-5
6. Uramoto H, Nakanishi R, Fujino Y, Imoto H, Takenoyama M, Yoshimatsu T, et al. Prediction of pulmonary complications after a lobectomy in patients with non small cell lung cancer. *Thorax* 2001 Jan; *56*(1):59-61
7. Pierce R.J. Copland JM, Sharpe K, Barter CE. Preoperative risk evaluation for lung cancer resection: predicted post operative product as a predictor of surgical mortality. *Am J Respir Crit Care Med* 1994 Oct; *150*(4):947-55.
8. Eisenkraft JB, Neustein SM, Cohen E. Anesthesia for thoracic surgery In: Barash PG, Cullen BS, Stoelting RK. *Clinical Anesthesia 2<sup>ed</sup>*, 2000: 964-66.
9. Gass GD, Olsen GN. Clinical significance of pulmonary function tests. Preoperative pulmonary function testing to predict postoperative morbidity and mortality. *Chest* 1986; *89*:127-35.
10. Eglebad K, Aunsholt NA, Funder V, Nielsen PH. A simple method for predicting pulmonary function after lung resection. *Scand J Thorac Cardiovasc Surg* 1986; *20*(2):103-7

11. Weissman MD. Pulmonary Function After Thoracic Surgery. *Anesthesia&Analgesia* 1999; 88: 1272-79.
12. Shapiro BA, Harrison RA, Cane RD, Templin R. Clinical application of blood gases. 4<sup>ta</sup> ed. Chicago: Yearbook Medical Publisher, Inc; 1989.
13. Morgan E. Anestesiología clínica. Mexico: D.F; 1997.
14. Stock MC, Harrison RA . Respiratory Function in anesthesia. In: Barash PG, Cullen BS, Stoelting RK. Clinical Anesthesia 2e. Lippincott- Raven, 2000: 919-941.
15. Benomof JL. Fisiología y Función Respiratoria durante la anestesia. En Miller RD. Anestesia 4<sup>ta</sup> ed Harcourt Brace, 1998: 571-81.
16. Baraka A, Salem HR, Joseph NJ. Critical hemoglobin desaturation can be delayed by apneic diffusion oxygenation *Anesthesiology* 1999; 90:332-33.
17. Ladurie MI, Ranson-Bitker B. Uncertainties in the expected value for forced expiratory volume in one second after surgery. *Chest* 1986 Aug; 90(2): 222-28.
18. Boysen PG, Harris JO, Block AJ, Olsen GN. Prospective evaluation for pneumectomy using perfusion the technetium quantitative perfusion lung scan. *Chest* 1977; 72: 422-25.
19. Boysen PG, Harris JO, Block AJ, Olsen GN. Prospective evaluation for pneumectomy using perfusion scanning. Follow-up beyond one year. *Chest* 1981; 80: 163-66.
20. Hardman JG, Wills JS, Aitkenhead AR: Factors determining the onset and course of hypoxemia during apnea: an investigation using physiological modelling *Anesth Analg* 2000 Mar; 90(3): 619-24.
21. Baraka A, Aovad M, Teha S, El Khatib M, Kaekabani N, Soucidi A: Apnea induced hemoglobin desaturation during one lung vs two lung ventilation. *Can J Anaesth* 2000 Jan; 47(1): 58-61.