

*VALOR PRONOSTICO DE LAS PRUEBAS FUNCIONALES
EN CIRUGIA PULMONAR*

DR. ENRIQUE STAINES,

DR. ARADIO LOZANO

Médicos del Sanatorio de Huipulco.

DR. FERNANDO QUIJANO

Médico de la Unidad de Neumología
del Seguro Social.

LA EXPLORACIÓN RACIONAL y satisfactoria de las función pulmonar es adquisición relativamente reciente, y año tras año en los últimos lustros, nuevas aportaciones que investigadores del mundo entero vienen haciendo, contribuyen a facilitar más la comprensión y evaluación de la intrincada y compleja función respiratoria.

No es nuestro propósito invadir aspectos tan sutiles como la determinación del nitrógeno pulmonar residual o de las presiones parciales de los gases alveolares y sanguíneos, etc., aspectos que aunque tienen numerosas y muy importantes aplicaciones prácticas, por la complejidad de sus técnicas y del equipo requerido son más bien del resorte de laboratorios muy especializados. Por el contrario, nuestra intención es referirnos a los procedimientos sencillos, fácilmente practicables y aplicables a la clínica diaria, y que a la vez son capaces de informar al clínico acerca del estado que guardan la función respiratoria y las reservas funcionales. Más concretamente, se hará referencia a la aplicación de estos conocimientos en la valuación del riesgo quirúrgico, en el cálculo aproximado de la extensión pulmonar sacrificable en la operación y en el pronóstico del estado funcional postoperatorio.

El estudio preoperatorio del funcionamiento pulmonar es en la actualidad una práctica habitual en la cirugía pulmonar en la mayoría de los países, y en el nuestro también se efectúa ya de manera rutinaria en instituciones como el Sanatorio de Huipulco y la Unidad de Neumología de I.M.S.S. Su importancia, señalada insistentemente por diversos autores extranjeros, comenzamos en nuestro medio a captarla cada vez mejor a medida que la experiencia nos demuestra el gran valor que tiene dicha exploración.

Conviene recordar que desde Cournand¹ se considera a la respiración pulmonar dividida en dos grandes aspectos: ventilación pulmonar e intercambio gaseoso alvéolo-capilar o hematosis.

La *ventilación pulmonar* tiene por misión mantener dentro de los alvéolos una mezcla gaseosa adecuada a los requerimientos del organismo; para ello, la inspiración se encarga de aportar una cantidad suficiente de oxígeno y la expiración de expeler el exceso de anhídrido carbónico producto del catabolismo orgánico. El progreso del aire inspirado y *del expirado* a través del aparato respiratorio no es un fenómeno meramente mecánico, ya que lo hace en virtud de la ley de las prestaciones parciales de los gases y debido a los gradientes tensiones del O_2 y del CO_2 en los distintos sitios del árbol traqueobronquial. Por mecanismos que no es del caso mencionar, la ventilación responde con alteraciones, bien sea hiperventilación o hipoventilación de acuerdo con las necesidades orgánicas, a las diferentes condiciones fisiológicas o patológicas. Se comprende fácilmente que cualquiera interferencia en la ventilación pulmonar tendrá que repercutir en la función de este órgano.

El *intercambio gaseoso alvéolo-capilar* se realiza a través de la llamada "membrana respiratoria", la cual se comporta como una membrana semipermeable que permite el intercambio de los gases respiratorios, que también aquí es recogido por la ley de las presiones parciales de los gases. Para la adecuada realización de la hematosis se requiere la concurrencia de tres factores: 1º adecuada composición del aire alveolar, 2º correcta perfusión capilar, 3º conservación del estado de permeabilidad de la membrana.

De lo anterior se desprende que para que exista una hematosis correcta deberá haber un equilibrio, mantenido dentro de ciertos límites pequeños, entre la ventilación alveolar y la perfusión sanguínea de los capilares alveolares. La ruptura de dicho equilibrio puede ser debida a una deficiencia circulatoria en un territorio pulmonar bien ventilado, dando lugar a un espacio muerto funcional; o por el contrario, a un zona insuficientemente

ventilada en la cual se conserva la irrigación sanguínea: en este caso la consecuencia será que dicha sangre venosa pasa al corazón izquierdo sin ser debidamente oxigenada e irá a contaminar la sangre arterializada proveniente del parénquima pulmonar sano, constituyéndose lo que hemos llamado un "corto circuito funcional", equivalente funcional de una fístula arteriovenosa.

Método y material empleado

Si hemos recordado someramente el proceso de la respiración es para justificar el empleo de los procedimientos de exploración usados en los casos motivo de esta comunicación, y que llevan por miras: por una parte, el estudio de la ventilación pulmonar mediante la espirometría, y por otra, conocer el resultado del intercambio respiratorio alvéolo-capilar por medio de la dosificación de CO_2 y O_2 en la sangre arterial. Consideramos que entre las numerosas pruebas propuestas para la exploración de la función pulmonar, las aquí empleadas constituyen el número indispensable para poder proporcionar una información suficiente. Fueron las siguientes:

1. Medición de la ventilación pulmonar o gastoventilatorio por minuto, en condiciones de reposo y durante el ejercicio moderado estándar.

2. La C.R.M., o sea el volumen máximo que un sujeto es capaz de ventilar en un minuto, con movimientos respiratorios llevados al máximo de profundidad y de frecuencia. Al relacionar este dato con los anteriores se obtiene información sobre la magnitud de las reservas disponibles, las que pueden ser expresadas en cifras porcentuales (Índices de Reserva de Courmand).

3. En algunos de los enfermos se midieron las capacidades vitales: inspiratoria, espiratoria y la de 3 segundos. Con este nombre se designa la espiración máxima que se puede efectuar en dicho tiempo a partir de la posición de inspiración profunda, y que actualmente se considera como lo que podría llamarse capacidad vital funcional.

4. Determinación del grado de saturación arterial de oxígeno, tanto durante el reposo como inmediatamente después del ejercicio.

Para la determinación de la ventilación pulmonar y de la C.R.M. se empleó el espirómetro de campana de Tissot por considerar que su gran capacidad y su buen sistema valvular, presenta el mínimo de espacio muerto y de resistencia al mismo tiempo. Las lecturas proporcionadas han sido corregidas en función de: temperatura del aparato, presión barométrica y volumen del vapor de agua que a saturación contiene el aire expirado. Como las cifras absolutas quedan dentro de límites demasiado amplios en los diferentes sujetos normales, las cifras obtenidas se relacionan con las que

concedemos a ésta el valor máximo entre todas, ya que es un magnífico índice del resultado final de la función pulmonar.

En la forma descrita hemos estudiados 30 enfermos candidatos a cirugía pulmonar, con un nuevo examen funcional, algún tiempo después de practicada la intervención quirúrgica. Sólo se tomarán en consideración casos de exéresis pulmonar, ya que en toracoplastias y neumotórax extra-pleural nuestra experiencia es muy pequeña. Tampoco se consideran casos de extirpación de tumores o simples toracotomías, ya que el tema se refiere a cirugía pulmonar precisamente.

ANALISIS DE CASOS

Neumonectomías: 8

En las 8 neumonectomías estudiadas la ventilación en reposo aumentó en relación con la correspondiente al estudio preoperatorio en 2 casos, disminuyó en 5 y en 1 faltaron datos comparativos. La disminución de la ventilación en reposo es un dato favorable y no interfiere con la saturación de O_2 , como en el Caso U.R. en el que baja 14 unidades de por ciento en la ventilación en reposo (de 134% en el preoperatorio a 120% en el postoperatorio) y la saturación de O_2 sube 2.9% del reposo al ejercicio. En otros casos al contrario puede disminuir ligeramente. Se ve que han disminuido 5 de 7 casos, lo que significa que en la mayoría de las ocasiones la neumonectomía, autorizada por el resultado del estudio funcional preoperatorio, ha dejado a los enfermos sin ventilar las grandes cantidades de aire que acompañan a la sensación subjetiva de disnea, es decir, en condiciones favorables.

En cuanto al volumen de la ventilación en ejercicio aumenta ligeramente en 3 casos, permanece igual en 2 y disminuye en 3, siendo de estas disminuciones la máxima de 21 unidades de por ciento de la preoperatoria de por sí muy alta (114% de lo normal) habiendo quedado con una magnífica ventilación en ejercicio de 93% de lo normal después de la neumonectomía. La disminución más marcada es de 15%, habiendo quedado en este caso con un 85% de la ventilación en ejercicio, el cual es magnífico, revelado además por un aumento de la saturación de O_2 en ejercicio pre y postoperatorio de 66% a 81.5% en un caso y de 76.7% a 86.4% en el otro de los dos casos de descenso a 85% de ventilación en ejercicio.

La C.R.M. en los estudios preoperatorios está disminuída en todos los casos. Puesto que los cambios postoperatorios de esta prueba son mínimos, se demuestra que el pulmón que se planeó extirpar y que las pruebas funcionales autorizaron, era un pulmón prácticamente excluído de la función

respiratoria. El caso de disminución máxima (77% preoperatorio a 53% postoperatorio) eliminó la hiperventilación, solamente redujo 9% la ventilación en ejercicio, mantuvo una relación de ventilación en reposo y en ejercicio de cifra normal ya que fué de 3.1 y además mejoró la saturación de O_2 de 81.9% a 85.7% en reposo manteniendo igual la de ejercicio, lo cual significa que zonas del pulmón extirpado ventilaban sin contribuir a la hematosis, lo que demuestra que la neumonectomía cumplió con una indicación terapéutica nosológica por tuberculosis pulmonar y también con una indicación funcional.

La interrelación entre los distintos datos usados para valorar los casos anteriores nos demuestra la necesidad de utilizar todas las pruebas de exploración funcional mencionadas en esta comunicación.

Las reservas ventilatorias en reposo antes y después de la intervención quirúrgica permanecieron prácticamente idénticas, ya que el cambio mayor (4.2 unidades de por ciento) está dentro del coeficiente de variabilidad del método.

Las pruebas de saturación de O_2 en reposo demuestran que 6 enfermos han mejorado y 2 disminuyeron el de grado mayor de 90.4% a 73.6% debiéndose anotar al respecto que a pesar de la marcada disminución en reposo la saturación en ejercicio no disminuyó.

La saturación de O_2 en ejercicio aumentó en 3 casos, quedó igual en 1 y disminuyó en 4, siendo en grados mínimos en 6 y marcados en 2: uno de aumento y otro de disminución. Hay que anotar que de estos datos, obtenidos por las pruebas ya descritas, son más fehacientes los de saturación en reposo que los hallados durante ejercicio, porque las condiciones físicas del enfermo pueden mejorar después de la operación a tal grado que en el minuto de ejercicio logren realizar un trabajo 3 y 4 veces mayor, con la consecuente disminución de la presión parcial del O_2 en la sangre de retorno.

El estudio correlacionado de cada una de las pruebas funcionales en neumonectomizados revela, de una manera global, que la autorización dada por la valoración conjunta de los resultados de estas pruebas practicadas antes de la operación, permitió realizar la indicación terapéutica de cada caso nosológico sin cambios desfavorables en la función respiratoria en uno de ellos y con evidente mejoría en otros.

Lobectomías: 8

De las 8 lobectomías estudiadas la ventilación en reposo disminuyó en 4 y aumentó en tres, faltando prueba comparativa en 1, siendo su interpretación semiológica semejante a lo anotado para neumonectomías, ya

que en 2 de los 3 que hiperventilan los datos restantes son de franca mejoría.

La ventilación en ejercicio da los resultados siguientes: aumento en 3, disminución en 1 e igualmente en 3, de los 7 casos con datos completos. Los resultados en esta prueba son también favorables ya que el único caso con disminución de la ventilación en ejercicio, mejora, tanto en su C.R.M., como en sus reservas ventilatorias y en la saturación arterial de O_2 .

La C.R.M. aumenta en 4 y disminuye en 3 de los 7 casos mencionados. El mayor descenso observado, de 72 a 49% se presentó en una lobectomía superior derecha subtoracoplástica en un enfermo con paquipleuritis post-neumotórax intrapleurales terapéutico, en el cual la reexpansión postoperatoria del pulmón derecho remanente fué incompleta por la mencionada paquipleuritis; sin embargo la saturación arterial de O_2 en reposo subió de 79.2% en el preoperatorio a 83.9% en el postoperatorio.

Las reservas ventilatorias siguen cambios paralelos a los de la C.R.M.

Los cambios de la saturación arterial de O_2 en reposo acusan un aumento de las cifras en 4 casos y disminución en los 4 restantes. La saturación más baja en el postoperatorio es de 80.5%, cifra compatible con una vida activa.

La saturación de O_2 en ejercicio aumentó en 2, quedó igual en 1 y disminuyó en 5 casos, llegando la disminución más marcada a 67.7%, menor que cualquiera de las neumonectomías.

Los resultados tan variables en este grupo de las lobectomías es necesario relacionarles con los factores siguientes: cavidad hemitorácica residual, hiperdistensión pulmonar remanente, acodamientos y torsiones bronquiales postoperatorios, lesiones residuales homo y contralaterales, etc.

Segmentectomías: 11

De los 11 casos de segmentectomías la ventilación en reposo se encontró disminuida en relación con el estudio preoperatorio, en 9 y aumentada en 2. Es de hacer notar que en el preoperatorio 7 hiperventilaban, 3 de ellos considerablemente, lo cual es explicado por la existencia, en la mayoría, de neumoperitoneo terapéutico.

En el postoperatorio se observan 6 con grados variables de hiperventilación, que creemos debida en parte al mismo factor enunciado. Sin embargo no ocasionan incapacidad a los enfermos, puesto que sus reservas respiratorias en reposo son muy buenas, dado que sólo 2 descienden por debajo de 90%, siendo la menor de 87.1%. A mayor abundamiento la reserva ventilatoria en ejercicio se mantiene en cifras muy aceptables en todos los casos, menos en 1 que tiene 68.1%, es decir, que está cerca del umbral de la

disnea de Courmand que oscila entre 62 y 72%, y que tenía esta misma cifra de 68.1% en el estudio preoperatorio.

La ventilación en ejercicio en relación con la del preoperatorio se encuentra aumentada en 2, igual en 1 y disminuída en 7, excluyéndose un caso por carecer de cifra comparativa, siendo de notar que son muy bajas, hasta de 64%, en 4 de ellos. Sin embargo es aplicable también lo ya anotado en párrafo anterior respecto a las reservas ventilatorias, todas ellas indicando la ausencia de incapacidad funcional.

La C.R.M. revela los siguientes resultados: aumentada en 5 casos, igual en 4 y disminuída en 2. Esto confirma, junto con las buenas reservas ventilatorias ya mencionadas, la buena condición ventilatoria en el estudio postoperatorio.

La saturación de O_2 en reposo está aumentada en 3, igual en 2 y disminuída en 6, comparada con la preoperatoria. Las cifras de esta prueba en ejercicio revelan aumento en 2, igualdad en 1 y disminución en 7.

Con excepción de un caso, todos los valores de saturación de O_2 en reposo están dentro de los límites máximos del coeficiente de variabilidad para esta prueba en la ciudad de México, de 81.7% como límite mínimo.

En la saturación en ejercicio las cifras son, excepto una, compatibles con una vida activa, aún la mínima de 76.4%.

Como consideración final en cuanto a segmentectomías creemos conveniente apuntar que las pruebas funcionales respiratorias preoperatorias deben valorarse tomando en cuenta no tan sólo la necesidad de la exéresis indicada, sino también la posibilidad de su ampliación y las posibles complicaciones del postoperatorio, como fístula bronquial, exudados, engrosamientos pleurales o depósitos de fibrina en capa, incompleta reexpansión pulmonar, etc.

Utilidad de las pruebas

En primer lugar, conviene insistir en el hecho de que las cifras proporcionadas por el examen funcional deben ser comparadas con las cifras normales que teóricamente corresponderían a un sujeto del mismo sexo, edad, peso y estatura del examinado.

En segundo término, señalemos la circunstancia de que las cifras obtenidas tienen escaso valor por sí mismas si no se correlacionan con los aspectos clínico, anatomorradiológico y otros exámenes disponibles. Los resultados aislados de las pruebas funcionales no permiten hacer una valuación, un balance del estado del organismo, como no lo permiten tampoco una radiografía, un examen de laboratorio o de gabinete o cualquier otro dato aislado. Las pruebas funcionales sólo representan un auxiliar más,

muy valioso por cierto, para que el clínico lo agregue a otros datos para conocer mejor el caso estudiado.

Disponiendo de las pruebas con este criterio, resultan de gran utilidad:

1º En la valuación del riesgo quirúrgico. Puede así saberse si un estado de anoxia permitirá la intervención quirúrgica, si un precario estado funcional no se verá más afectado durante la operación, si la naturaleza de la intervención comprometerá más aún la respiración, etc.

2º Permite al cirujano mayor liberalidad en los cambios de conducta terapéutica que pueda verse obligado a imprimir durante el momento quirúrgico. Por ejemplo: Se ha planeado una lobectomía y durante la operación se ve la conveniencia o necesidad de ampliar la exéresis a todo un pulmón, resultando entonces valiosísimo el informe de las pruebas funcionales respecto al margen más o menos amplio que se tiene en cuanto a extensión de parénquima sacrificable.

3º Para preveer con bastante exactitud el estado funcional futuro de acuerdo con la influencia que la operación vaya a tener sobre el equilibrio alveólo-capilar. Si existe, V. gr., un corto circuito ocasionado por una zona mal ventilada que conserva su circulación, la sangre venosa no oxigenada, eferente a esta zona, está contaminando a la sangre arterial, cabe esperar que si en la intervención se va a excindir dicha zona, desaparecerá el estado de hipoxia. Frecuentemente hemos aconsejado una neumonectomía en enfermos con severa insuficiencia respiratoria, con insaturación arterial alrededor de 75%, con el pensamiento de que al extirpar un pulmón no ventilado y bien perfundido, la hipoxia disminuirá, lográndose entonces aumentar la saturación a cifras cercanas a lo normal.

La comprobación del efecto benéfico que la eliminación de una zona pulmonar (lóbulo o pulmón entero) en la que existe un cortocircuito, tiene sobre la función respiratoria, la hemos hecho por los siguientes medios:

a) Examen comparativo de las pruebas funcionales pre y postoperatorias en casos de lobectomía o neumonectomía.

b) En enfermos que durante el reposo presentan manifestaciones clínicas de insuficiencia respiratoria (disneas, cianosis) e insaturación arterial, el ejercicio moderado, de un modo aparentemente paradójico, hace disminuir o desaparecer la disnea y la cianosis, al mismo tiempo que la oximetría muestra un aumento considerable de la saturación.

c) En varios casos, durante la toracotomía y cuando se presenta un estado de cianosis, ha bastado la compresión digital de la arteria pulmonar para que la cianosis desaparezca; las maniobras sucesivas de compresión y descompresión de la arteria producen respectivamente desaparición y reaparición de la cianosis. (Ramírez Gama y Rubio Palacios).