

VIII Reunión de la Sección Española de la AIEB 2.ª Ponencia

LA EXPLORACION FUNCIONAL RESPIRATORIA PREQUIRURGICA

Doctores ALBERTO AGUSTÍ, RAIMUNDO CORNUDELLA, FRANCISCO MARTÍ-LLEONART
y JORGE SALVADÓ (Barcelona)

CAPÍTULO PRIMERO

La exploración funcional pulmonar (E.F.P.) consiste en un conjunto de métodos que permiten el análisis y la medida, tanto en el sano como en el enfermo, de la función respiratoria del pulmón y, por tanto, procura a los neumólogos los medios precisos para estudiar las afecciones pulmonares desde el punto de vista fisiopatológico.

La puesta a punto de los métodos y técnicas de la E.F.P. es directamente tributaria de los trabajos de fisiólogos, físicos y químicos. HUTCHINSON, en 1846 descubre la espirometría y define la Capacidad Vital. A pesar de la antigüedad de estas primeras exploraciones y de los estudios realizados a partir de los últimos decenios del siglo pasado por físicos y fisiólogos —Paul BERT, HALDANE, BARCROFT, BOHR, KROGH, Van SLYKE, HENDERSON— no es sino en épocas recientes que la E.F.P. entra en la práctica neumológica y cardiológica con ANTONHY y KNIPPING, éste creador de la ergoespirografía, en Alemania; DAUTREBANDE en Bélgica; en Estados Unidos, FEHN, RAHN y OTIS, investigadores de los fenómenos alveolo-capilares, y COURNAND, codificador del cateterismo intracardíaco derecho; Mc MICHAEL y CHRISTIE en Inglaterra; JACOBÉAUS, creador de la broncoespirografía, en Suecia; en Suiza, JEQUIER-DOGE, ROSSIER, vulgarizador del método de análisis del anhídrido carbónico en sangre arterial y de la noción de Ventilación Alveolar, y FLEISCH, diseñador del metabógrafo.

Durante la segunda guerra mundial y a consecuencia de los problemas urgentes planteados por la cirugía, la anestesia y la medicina aeronáutica, se crea prácticamente la fisiopatología respiratoria. En esta misma época, Francia, con ARNAUD, aporta una nueva técnica de estudio de los pulmones por separado; más tarde, la escuela francesa, con BRILLE, CARA, SADOUL y TIFFENEAU a la cabeza, precisa las técnicas espirográficas, la aplicación clínica de las determinaciones alveolares y ergométricas y la supervisión de las reanimaciones respiratorias. En los últimos años, las investigaciones fisiopatológicas y los trabajos de aplicación práctica clínica se han multiplicado extraordinariamente, de tal modo que hoy en día la fisiopatología respiratoria constituye una ciencia en plena madurez.

No parece oportuno abordar aquí una cuestión que creemos fundamental. Durante años se ha pretendido integrar la fisiopatología a la neumología clínica en un intento de ajustar los trastornos funcionales a las diferentes entidades nosológicas. Ello no ha conducido a resultados positivos evidentes; en efecto, no existe una alteración fisiopatológica específica para cada una de las enfermedades del aparato respiratorio. El trastorno funcional está menos ligado a la naturaleza misma de la afección que a la lesión o lesiones que ella haya podido determinar en cada caso en

las estructuras que componen el sistema bronco-pleuro-pulmonar. En otras palabras, la fisiopatología respiratoria trabaja a partir de síndromes funcionales que en general no son superponibles a las entidades clínicas nosológicas.

El interés de la E.F.P. no es sólo de índole diagnóstica, en cuanto objetiva el estado actual del funcionalismo pulmonar de un enfermo dado, sino también terapéutica, ya que el conocimiento de la función respiratoria de un paciente permite poner en marcha las medidas de tratamiento más adecuadas y la repetición de los exámenes da ocasión de controlar la respuesta a la terapéutica instituida. Cabe citar por último el valor de tales exploraciones cuando se trata de argumentar un pronóstico.

La evolución que ha experimentado la Neumología a tenor de los nuevos horizontes abiertos por estos estudios ha coincidido con los profundos avances logrados en el campo de la Cirugía de tórax. Si por un lado los conocimientos fisiopatológicos han permitido al cirujano torácico ser más osado, por otro el compromiso que las intervenciones especialmente de exéresis representan para el funcionalismo pulmonar han impuesto la necesidad de valorar con detalle el estado de la función de cada paciente y prever el deterioro que el acto quirúrgico representará para ella.

Se puede afirmar rotundamente que hoy en día no puede, o no debe, ser realizada ninguna intervención quirúrgica sobre el tórax, sea cual fuere su tipo y el proceso causal determinante, sin un previo examen de la función pulmonar. Los datos que aporta este estudio han de ser puestos al mismo nivel que los otros elementos del historial clínico-radiológico: la decisión de operabilidad es fruto de la valoración conjunta y meticulosa de todos los componentes del «dossier» del enfermo.

Para una mayor claridad de exposición, hemos sistematizado nuestro estudio en varios apartados. En primer lugar, y tras un sucinto recordatorio de fisiología pulmonar, se pasa revista a los objetivos de la exploración funcional pulmonar preoperatoria. En una segunda parte se analizan los diferentes métodos de estudio empleados y se indican las circunstancias en que debe ser utilizado cada uno de ellos. Después se destina un apartado al estudio de las correlaciones existentes entre las diversas pruebas. En la última parte intentaremos precisar los criterios de operabilidad en función del análisis conjunto de los resultados obtenidos con las diferentes exploraciones realizadas.

BASES DE FISIOLÓGIA PULMONAR

La función respiratoria tiene por misión asegurar a nivel de los tejidos los intercambios gaseosos que su metabolismo necesita. Ello es posible merced a la acción mancomunada del aparato respiratorio, que provee el oxígeno esencial para el metabolismo celular y eliminar el anhídrico carbónico producido, y del aparato cardiovascular que vehícula dichos gases hasta o desde, respectivamente, la intimidad de los tejidos donde tienen lugar los fenómenos de combustión o respiración tisular.

La etapa pulmonar de la función respiratoria es la encargada de asegurar la hematosis, es decir el abastecimiento en oxígeno y la eliminación de anhídrico carbónico de la sangre. Esquemáticamente puede dividirse en tres estadios: ventilatorio, alveolo-capilar y sanguíneo. Cada uno de ellos se subdivide, a su vez, en funciones elementales. Del lado aire, la ventilación global y la ventilación profunda renuevan el gas alveolar. Del lado sangre, la circulación pulmonar, con el aporte permanente de sangre venosa, reconstituye continuamente frente al gas alveolar un medio más rico que él en anhídrido carbónico y más pobre que él en oxígeno. La membrana alveolo-capilar separa ambas circulaciones —gaseosa una, líquida la otra—, permite la difusión de los gases de un territorio al otro gracias a los gradientes tensionales alveolo-capilares y constituye la región de los intercambios por excelencia.

La variedad de factores que entran en juego para asegurar la hematosis condici-ona que los métodos de examen sean múltiples. En la exploración funcional del pulmón, las pruebas de tipo analítico van encaminadas al estudio específico de cada uno de los elementos que integran las tres etapas en que puede desglosarse la función pulmonar: tales métodos de análisis se completan unos a otros sin que ninguno de ellos resuma la totalidad de la función. Pero a veces ello no basta: aunque se investigue la mayor parte de sus componentes no puede considerarse que el examen refleja a ciencia cierta el funcionalismo respiratorio de la persona en todas las circunstancias. Por ello puede completarse con pruebas de tipo sintético, cuyos resultados dependen de la actuación conjunta de varios de estos elementos funcionales. Tales pruebas no suplen a la analíticas sino que las completan y aún su correcta interpretación debe basarse en los resultados de estas últimas.

La multiplicidad de métodos usados en E.F.P. hace que el neumólogo a veces se sienta perplejo en el momento de escoger los más idóneos para un fin determinado o en la interpretación de sus resultados. En lo que concierne a la exploración prequirúrgica, frente a unas técnicas que debieran ser realizadas siempre o puestas en marcha ante la menor duda, hay otras que tienen un interés muy secundario. Por ejemplo, los estudios de la mecánica ventilatoria, aparte de que constituyen aún patrimonio de centros muy especializados, no parecen ser demasiado útiles como test preoperatorios de rutina. Otros exámenes, como la medida del gradiente alvéolo-capilar de oxígeno y gas carbónico y el estudio de la difusión por el monóxido de carbono, si bien aportan elementos de juicio interesantes desde el punto de vista científico, son poco útiles en el balance preoperatorio puesto que ponen raramente en evidencia contra-indicaciones no detectadas con anterioridad por la clínica o por las pruebas funcionales habituales. En el curso de la exposición iremos dando cuenta de aquellos métodos que nos parecen de interés fundamental.

LA EXPLORACION FUNCIONAL PULMONAR EN CIRUGIA DE TORAX

La E.F.P. tiene tres campos de aplicación clínica de fundamental interés. De un lado se agrupan las indicaciones médicas y los estudios fisiopatológicos, es decir el estudio de las insuficiencias respiratorias y de la repercusión de las afecciones pulmonares y extrapulmonares, cardíacas en especial, sobre los diversos componentes de la función del pulmón. Otro grupo comprende las indicaciones médico-laborales y médico-legales: aquí la E.F.P. objetiva el grado de invalidez que haya podido determinar una bronconeumopatía profesional, posibilita el indemnizar en justicia al trabajador y aún permite una orientación profesional adaptada al estado respiratorio del sujeto. El tercer campo es el quirúrgico, único del que nos ocuparemos en el curso del presente trabajo; y aún nos referiremos a él de una manera parcial puesto que no mencionaremos el interesante capítulo de las repercusiones de los diferentes tipos de intervenciones torácicas sobre la función pulmonar ni haremos referencia tampoco al valor que la E.F.P. tiene en cirugía general tanto en lo que concierne la previsión de los riesgos anestésicos y operatorios como en lo que se refiere a la prevención de las complicaciones postoperatorias.

Dos son, en especial, las cuestiones cuya respuesta debe darnos el examen funcional pulmonar preoperatorio:

En primer lugar debe proporcionarnos información sobre las características cualitativas y cuantitativas de la función pulmonar actual en su conjunto. Ello permite justipreciar las reservas de que dispone el enfermo para frontar la anestesia y el trauma operatorio.

En segundo término debe hacer factible la apreciación del valor funcional de la zona lesionada y de las regiones vecinas que serán dañadas, temporal o definitivamente, por el acto operatorio.

La E.F.P. preoperatoria permite preveer con cierta probabilidad:

- el riesgo respiratorio inmediato.
- el déficit funcional definitivo que creará la intervención quirúrgica propuesta.

Por riesgo inmediato entendemos no tanto el riesgo preoperatorio, que la anestesia moderna con respiración asistida ha prácticamente suprimido, como el del período postoperatorio inmediato durante el cual existe o puede existir una sideración funcional reversible del parénquima, ligada al acto quirúrgico. La E.F.P. aporta datos que permiten enjuiciar si en este período crítico el parénquima funcionante bastará para mantener la homeostasis respiratoria o si, por el contrario, existirán probabilidades de que aparezca una insuficiencia respiratoria. En una palabra, previsión de la morbilidad postoperatoria ligada al acto quirúrgico.

La restricción funcional irreversible observada después de una fase de recuperación, que dura aproximadamente un año y durante la cual se asiste a una lenta recuperación de los parámetros funcionales dramáticamente hundidos durante el acto quirúrgico, constituye lo que hemos llamado déficit definitivo, que no depende únicamente del tipo de intervención realizado sino que también está ligado a la naturaleza y topografía de la lesión, a la calidad del conjunto del parénquima, a la cantidad de tejido pulmonar funcional amputada quirúrgicamente, a la presentación eventual de complicaciones pleurales o bronquiales postoperatorias, a la eficacia de los tratamientos con que éstas son combatidas y a la calidad de la fisioterapia. Todos estos albrues explican la variabilidad de los resultados funcionales postoperatorios, de manera especial en las intervenciones de exéresis.

No existen baremos que permitan standardizar los límites de operabilidad para cada tipo de intervención sobre el tórax sino sólo reglas generales a la luz de las cuales cada caso debe ser discutido individualmente. Estas reglas generales son las que vamos a intentar desentrañar basándonos en nuestra práctica diaria. Quiere esto decir que renunciamos «a priori» a hacer un repaso exhaustivo de todos los métodos de exploración funcional para limitarnos a aquellos que nosotros manejamos y de los que poseemos una experiencia directa. Hemos preferido, pues, sacrificar la posibilidad de presentar un estudio completo y erudito a fin de ofrecer el fruto de los problemas vividos por nosotros en nuestro quehacer de cada día en los centros de trabajo: Sanatorio-Clinica de Nuestra Señora de la Merced, Servicio de Aparato Respiratorio y Servicio de Cirugía Torácica cardio-pulmonar del Hospital de la Santa Cruz y San Pablo y Servicio de Cardiología del Hospital de la Cruz Roja, todos ellos de Barcelona.

CAPÍTULO II

MÉTODOS DE EXAMEN

Los métodos de exploración funcional respiratoria son numerosísimos y no se puede pretender realizar todas las exploraciones a todos los pacientes.

Un examen funcional básico comprenderá como mínimo: una ANAMNESIS cuidadosa, RADIOSCOPIODINÁMICA y una ESPIROGRAFIA SIMPLE con PRUEBAS BRONCODINÁMICAS.

Frecuentemente bastará este mínimo básico; pero en otras ocasiones será imprescindible apurar el examen funcional con otros métodos: PRUEBAS DE ESFUERZO, BRONCOESPIROGRAFIA, ANALISIS DE GASES EN SANGRE ARTERIAL, CATETERISMO DE LA ARTERIA PULMONAR y ELECTROCARDIOGRAMA.

1.º ANÁLISIS Y EXAMEN CLÍNICO Y RADIOGRÁFICO

En general, la decisión de operabilidad o no operabilidad no reposa de manera exclusiva sobre la E.F.P. Los datos que esta proporciona han de ser puestos al mismo nivel de todos los elementos del historial: clínicos, radiológicos, broncológicos y aún sociales. Sólo entonces se podrán cotejar las posibilidades de curación de la enfermedad por el tratamiento médico con el riesgo inmediato y la reducción funcional tardía que comporta la intervención planeada. Una vez decidida ésta, los resultados del examen funcional pulmonar preoperatorio ayuuan a escoger el tipo de operación más idóneo y a precisar su extensión a fin de que sea suficiente desde el punto de vista de la lesión y se respete el máximo posible de parénquima funcional. Y aún el resultado de la E.F.P. prequirúrgica permite preparar mejor al paciente, escoger y dirigfiir la anestesia más adecuada y preveer, comprender y tratar los accidentes postoperatorios.

Es de capital importancia el estudio clínico y radiográfico retrospectivo del presunto candidato a una intervención quirúrgica. Nunca se insistirá bastante en el nterés sumo de este estudio. La investigación cuidadosa de todas las afecciones sufridas en el pasado por el aparato respiratorio, la detección de una disnea a veces no valorada por el propio paciente, el estudio meticoloso, desde el inicio, de la enfermedad actual tanto en el aspecto clínico como radiológico (de especial interés cuando se trata de una afección crónica como la tuberculosis por ejemplo), el precisar el estado presente y pretérito del pulmón presumido más sano, son datos que revisten un extraordinario valor en el momento de interpretar la E.F.P. puesto que permiten, ante un resultado funcional dado, inclinar la balanza en pro o en contra de una intervención quirúrgica.

El examen clínico tiene también un valor no despreciable. La palpación, la percusión y la auscultación de un tórax proporcionan datos de índole funcional si se tiene el hábito de interpretar los resultados en términos fisiopatológicos y no sólo anatomo-patológicos.

2.º RADIOSCOPIA DINÁMICA

El examen radioscópico en su aspecto dinámico constituye ya un test funcional ventilatorio de sumo interés que debiera ser realizado siempre. Su fundamento es el siguiente: si se hace respirar a una persona detrás de la pantalla fluoroscópica se aprecia alternativamente, durante el ciclo ventilatorio, el agrandamiento y aclaramiento simultáneos inspiratorios de la imagen torácica y después su disminución

y obscurecimiento espiratorios. Observando las variaciones de luminosidad de la imagen y del perímetro de la caja torácica en varias incidencias: frontal, oblicua anterior derecha e izquierda y perfil, se podrá tener una noción, para un enfermo dado, del tipo de trastorno ventilatorio y de la localización de las regiones pulmonares que presentan un déficit y será posible valorar aproximadamente la importancia del trastorno global y su repartición entre los diferentes lóbulos pulmonares. La observación, en la proyección de perfil, del grado de obscurecimiento espiratorio de los espacios retroesternal y retrocardíaco es de singular valor en la detección precoz de un enfisema pulmonar. Gracias a la radioscopia se podrán evidenciar posibles asincronismos de la cinemática costodiafragmática, tributarios de una fisioterapia reeducadora, y posibles desviaciones mediastínicas en el curso de los ciclos ventilatorios máximos, que pondrán sobre aviso, junto con la falta de obscurecimiento espiratorio o aún el aclaramiento paradójico de un territorio pulmonar, de la existencia de una estenosis bronquial incompleta.

Este examen tiene el inconveniente, aparte de que expone a una irradiación con la que hay que contar, de que no permite conservar un documento de las observaciones hechas. Ello puede ser obviado por la toma de placas radiográficas en inspiración y espiración en las proyecciones frontal y de perfil; se requiere en tal caso que las características tanto del disparo como del revelado sean idénticas para la placa inspiratoria y la espiratoria. La digrafía es otro método que permite el análisis de la cinemática costo-diafragmática y de la dinámica del parénquima. A título informativo citaremos la statidensigrafía, en la cual la luminosidad de la pantalla es recogida por una célula fotoeléctrica, amplificada electrónicamente y registrada por fotografía. A pesar de que no se trata de un examen radiológico, mencionamos la neumotoracografía ya que informa sobre la motilidad y coordinación de movimientos del diafragma y la parrilla costal.

El interés especial de la radioscopia dinámica como prueba preoperatoria dimana del hecho de que la información cualitativa, cuantitativa y topográfica que proporciona del déficit ventilatorio, al completar y matizar los datos globales aportados por la espirografía, permite en ciertos casos ahorrar el examen broncoespirográfico.

3.º ESPIROGRAFÍA SIMPLE

La práctica del espirograma deberá sujetarse a las condiciones de todos sabidas. Estas condiciones técnicas indispensables pueden referirse a: 1.º Condiciones técnicas del aparato (asegurarse de que no haya pérdidas, del buen estado del absorbente de CO₂, que los tubos del espirógrafo tengan un diámetro suficiente; si se trata de un circuito ventilado, el volumen ventilado por lo menos debe ser de 80 l., y para pruebas de esfuerzo se requerirá que la bomba arroje débitos de por lo menos 250 l/m.; 2.º Condiciones ambientales de confort; 3.º Condiciones del enfermo: que esté sosegado, que esté tranquilo, a ser posible en condiciones basales; 4.º Condiciones del médico o del técnico que ejecute la espirografía.

La espirografía deberá abarcar los *volúmenes* (volumen de reserva inspiratorio, volumen corriente, volumen de reserva respiratoria, etc.) *capacidades* (capacidad inspiratoria, capacidad espiratoria, capacidad vital, etc.) y *ventilaciones* (ventilación minuto, ventilación máxima y volumen espiratorio máximo segundo o V.E.M.S.) así como la determinación del consumo o toma de oxígeno y del equivalente respiratorio.

Capacidades: La *capacidad vital* (C.V.) es el volumen de gas movilizable en un ciclo ventilatorio máximo. *Capacidad total* (C.T.) es el volumen de gas que se encuentra en el pulmón al término de una inspiración forzada. *Capacidad residual funcional* (C.R.F.) es la suma del volumen de reserva espiratorio más el volumen residual; equivale, por tanto, a la cantidad de gas existente en el pulmón después de una espiración normal. La capacidad residual funcional es de gran utilidad para evitar las variaciones tensionales gaseosas alveolares demasiado bruscas.

Volúmenes: Aparte del volumen de reserva inspiratorio, del volumen corriente y del volumen de reserva espiratorio, de todos sabidos, el volumen más importante en exploración funcional respiratoria es el *volumen residual* (V.R.), o diferencia entre C.T. y C.V. Dicho de otro modo, V.R. es el que queda en el pulmón después de una espiración forzada. Su determinación se basa en hacer respirar un gas extraño, que generalmente es el helio, añadido a un aparato de circuito cerrado al que se conectará el paciente en el mismo momento de terminada su espiración normal. De esta manera, cuando la concentración del gas extraño se haya igualado por todo el circuito (espirógrafo y pulmones) será posible calcular, sabiendo el volumen del espirógrafo y las concentraciones iniciales y finales del gas extraño, el volumen residual del pulmón que es la incógnita de la ecuación. Generalmente el tiempo necesario para lograr esta isoconcentración («tiempo de mixique o mixing») es de 2 a 3 minutos en el sujeto normal pero aumenta mucho en los casos patológicos.

El V.R. está aumentado en el enfisema y en los procesos obstructivos en general, mientras que puede estar disminuido en las fibrosis y en los procesos que bloqueen de manera difusa muchos alveolos o lobulillos pulmonares.

Tiene que tenerse en cuenta no sólo su valor absoluto sino su relación con la capacidad pulmonar total, V.R./C.T.) la cual oscila entre un 20 y un 35 %.

Ventilaciones: Resultan de combinar volúmenes con tiempos. Así surgen una *ventilación o volumen minuto* (V) como el producto del volumen corriente por la frecuencia, y una *ventilación máxima* como el producto del volumen corriente máximo por su frecuencia; dicho de otra manera, es la ventilación que realiza el sujeto cuando se le invita a respirar tan rápida y profundamente como pueda.

Esta ventilación máxima puede obtenerse de una manera indirecta a partir del V.E.M.S. multiplicándolo por un coeficiente que según los autores oscila de 30 a 40, siendo el de 37 el más corrientemente usado. En realidad, este índice debería variarse proporcionalmente a la alteración de la relación (V.E.M.S./C.V.) 100.

El *volumen espiratorio máximo por segundo* (V.E.M.S.) es el que se elimina en el primer segundo de una espiración forzada, subsiguiente a una inspiración máxima.

La relación (V.E.M.S./C.V.) 100 es lo que constituye el índice de Tiffeneau.

La relación entre ventilación y consumo de oxígeno (VO_2) es lo que se llama *equivalente respiratorio* (E.R.): o número de litros de aire a ventilar para consumir 1 l. de O_2 .

Este equivalente se obtiene dividiendo el número de litros de aire ventilado en un minuto por el oxígeno consumido en el mismo tiempo. El dividendo (V) se reducirá a «condiciones alveolares» o de B.T.P.S. (es decir a 37° C, saturación de vapor de agua a 37° C y presión atmosférica ambiental), y el divisor (VO_2) a «condiciones de los físicos» (S.T.P.D.) o «condiciones standard» (es decir, a 0° y 760 mm. Hg).

Sus valores normales oscilan entre 25 y 35. Este equivalente respiratorio puede estudiarse respirando el paciente aire o respirando una atmósfera de oxígeno. Cuando entre los dos equivalentes (aire y oxígeno) existen diferencias, siendo normal el equivalente en oxígeno y aumentado el equivalente en aire, se dice que existe «un déficit espirográfico de oxígeno», que la escuela de KNIPPING equiparó a la existencia de una desaturación arterial de oxígeno (de ahí el nombre «déficit arterial de oxígeno» por el que también es conocido). A ello se han hecho múltiples objeciones y la verdad es que como traductora de una hipoxemia la prueba carece de valor, por lo menos en reposo. En esfuerzo indicaría la existencia de una insuficiencia respiratoria o cardiorespiratoria, en el sentido amplio de la palabra, pero nada más, sin que de ello se pueda sacar ninguna conclusión sobre el grado de saturación oxihemoglobínica arterial.

Algunos de los parámetros obtenidos en la espirografía deberán compararse con los llamados «teóricos», calculados según la edad, sexo, talla o superficie corpo-

ral, y que representan las cifras ideales o normales para el sujeto examinado. Estas varían según los autores. Durante muchos años nosotros nos hemos servido de las tablas de BALDWIN y COURNAND pero desde hace más de dos años venimos utilizando las tablas publicadas en NANCY por SADOUL que nos parecen mucho más manejables si bien dan unos valores teóricos «mínimos», en tanto que todas las demás suelen dar valores promediales considerándose como dentro de la normalidad variaciones de hasta menos un 10 %. Ultimamente utilizamos los valores teóricos elaborados por los técnicos de la C.E.C.A., que reproducimos.

Recordemos nuevamente que las cifras arrojadas por el espirógrafo deberán sufrir las debidas correcciones a condiciones alveolares antes de ser comparadas con las teóricas. Los volúmenes, ventilaciones y capacidades que suelen compararse a los teóricos son: Capacidad vital, ventilación máxima, V.R., índice (V.E.M.S./C.V.) 100 y V.R./C.T. y a veces, el consumo de oxígeno.

De todas estas cifras y porcentajes ¿en cuáles nos deberemos fijar de manera especial en vista a una posible intervención quirúrgica?

En primer lugar, en la magnitud de la C.V. y del V.E.M.S. y de la relación entre ambos o índice de TIFFENEAU (V.E.M.S./C.V.) 100. Un defecto ventilatorio, por pequeño que sea, supone la alteración de por lo menos una de estas dos variables, de modo que podemos decir que si C.V. y V.E.M.S. son normales (y, por ende, el índice de TIFFENEAU) podemos excluir, en principio, la existencia de defectos ventilatorios importantes. Y, en cambio, del acortamiento o amputación relativa que sufran deduciremos la existencia de un defecto ventilatorio, que en la práctica catalogaremos según dos grandes grupos: *obstructivos* y *restrictivos*.

El *defecto ventilatorio obstructivo*, el más importante desde el punto de vista funcional por afectar profundamente la función ventilatoria, se evidencia claramente en el trazado espirográfico por los siguientes signos:

- Acortamiento o aplanamiento del V.E.M.S.
- Relativa conservación de la C.V.
- Consecuencia de ello, es el acortamiento del índice (V.E.M.S./C.V.) 100 por debajo de 75 que es la cifra media normal (y que oscila entre 68 y 85 según la edad y sexo del paciente) pudiendo alcanzar cifras hasta inferiores a 20.

En trastornos ventilatorios avanzados, la C.V. también se amputa, así como en los casos de rigidez torácica, por cuyo motivo el índice (V.E.M.S./C.V.) 100 puede encontrarse relativamente conservado y, en cambio, existir un defecto obstructivo marcado. En estos casos tiene gran valor la determinación del V.R. que se encontrará aumentado.

— Importante amputación de la Ventilación máxima (VM), con el signo del «creneau» o de la «almena», por desplazamiento de la posición media pulmonar hacia la inspiración, a lo cual algunos autores atribuyen un significado aún más precoz que al acortamiento del V.E.M.S.

— Signo del «atrapamiento aéreo»: después de una inspiración máxima, la vuelta a la posición espiratoria no se logra sino fraccionadamente a través de algunos ciclos respiratorios, traduciendo la dificultad de salida del aire debido al proceso obstructivo.

El *defecto ventilatorio restrictivo* no significa otra cosa que la ocupación, restricción o amputación de parénquima funcionante sea por la causa que sea (colapso quirúrgica o médica, atelectasia, exéresis, pleuresías y sínfisis pleurales extensas, fibrosis, etc.). A diferencia del defecto obstructivo que respeta bastante la C.V. y amputa mucho el V.E.M.S., el defecto restrictivo mutila bastante o mucho la C.V. y respeta, por lo menos relativamente, el V.E.M.S., de suerte que la relación (V.E.M.S./C.V.) 100 se mantiene en los límites de la normalidad o por encima. Estos pacientes son aun capaces de realizar una VM casi normal a expensas de aumentar la frecuencia ventilatoria. La inscripción de esta VM en el trazado espirográfico se realiza no sólo en territorio inspiratorio, como veíamos ocurría en

Capacité vitale, en litres dans les conditions suivantes, en fonction de l'âge et de la taille (valeurs moyennes normales déterminées à partir de 3.163 observations obtenues lors de l'enquête sur les volumes ventilatoires normaux, effectuée par la C.E.S.A. en 1953-1956 (d'après M. Caro 14))

Taille (mètres)	18-19 ans	20-29 ans	30-34 ans	35-39 ans	40-44 ans	45-49 ans	50-54 ans	55-59 ans	60-64 ans
1.50	3,34	3,46	3,44	3,41	3,33	3,34	3,27	3,21	3,14
1.51	3,41	3,53	3,51	3,47	3,44	3,41	3,34	3,27	3,20
1.52	3,48	3,60	3,58	3,54	3,51	3,48	3,41	3,34	3,27
1.53	3,55	3,67	3,65	3,61	3,59	3,55	3,47	3,40	3,33
1.54	3,62	3,74	3,72	3,68	3,65	3,62	3,54	3,47	3,40
1.55	3,69	3,82	3,80	3,76	3,72	3,69	3,61	3,54	3,46
1.56	3,76	3,90	3,88	3,84	3,80	3,76	3,68	3,61	3,53
1.57	3,83	3,97	3,95	3,91	3,87	3,83	3,75	3,68	3,60
1.58	3,90	4,04	4,02	3,98	3,94	3,90	3,82	3,75	3,67
1.59	3,98	4,12	4,10	4,06	4,02	3,98	3,90	3,82	3,74
1.60	4,06	4,20	4,18	4,14	4,10	4,06	3,97	3,89	3,81
1.61	4,13	4,28	4,26	4,22	4,18	4,13	4,04	3,96	3,88
1.62	4,21	4,36	4,34	4,30	4,26	4,21	4,12	4,04	3,96
1.63	4,29	4,44	4,42	4,38	4,34	4,29	4,20	4,11	4,03
1.64	4,37	4,52	4,50	4,46	4,42	4,37	4,28	4,19	4,10
1.65	4,45	4,60	4,58	4,54	4,50	4,45	4,36	4,27	4,18
1.66	4,53	4,69	4,67	4,63	4,58	4,53	4,44	4,34	4,25
1.67	4,61	4,77	4,75	4,71	4,66	4,61	4,52	4,43	4,33
1.68	4,69	4,86	4,84	4,79	4,74	4,69	4,60	4,51	4,41
1.69	4,77	4,95	4,92	4,87	4,82	4,77	4,68	4,59	4,49
1.70	4,86	5,04	5,01	4,96	4,91	4,86	4,77	4,67	4,57
1.71	4,95	5,13	5,10	5,05	5,00	4,95	4,85	4,75	4,65
1.72	5,04	5,22	5,19	5,14	5,09	5,04	4,94	4,83	4,73
1.73	5,13	5,31	5,28	5,23	5,18	5,13	5,02	4,92	4,82
1.74	5,22	5,40	5,37	5,32	5,27	5,22	5,11	5,00	4,90
1.75	5,31	5,49	5,46	5,41	5,36	5,31	5,20	5,09	4,98
1.76	5,40	5,59	5,56	5,51	5,45	5,40	5,29	5,18	5,07
1.77	5,49	5,68	5,65	5,60	5,54	5,49	5,38	5,27	5,16
1.78	5,58	5,78	5,75	5,69	5,63	5,58	5,47	5,36	5,24
1.79	5,67	5,88	5,85	5,79	5,73	5,67	5,56	5,45	5,33
1.80	5,77	5,98	5,95	5,89	5,83	5,77	5,66	5,54	5,42
1.81	5,87	6,08	6,05	5,99	5,93	5,87	5,75	5,63	5,51
1.82	5,97	6,18	6,15	6,09	6,03	5,97	5,85	5,73	5,60
1.83	6,07	6,28	6,25	6,19	6,13	6,07	5,94	5,82	5,69
1.84	6,17	6,39	6,36	6,29	6,23	6,17	6,04	5,92	5,78
1.85	6,27	6,49	6,45	6,39	6,33	6,27	6,14	6,01	5,88
1.86	6,37	6,60	6,56	6,50	6,44	6,37	6,24	6,11	5,98
1.87	6,47	6,70	6,67	6,60	6,54	6,47	6,34	6,21	6,09
1.88	6,58	6,81	6,78	6,71	6,65	6,58	6,44	6,31	6,18
1.89	6,68	6,92	6,89	6,82	6,75	6,68	6,54	6,41	6,28
1.90	6,79	7,03	7,00	6,93	6,86	6,79	6,65	6,52	6,38
1.91	6,90	7,14	7,11	7,04	6,97	6,90	6,76	6,62	6,48
1.92	7,01	7,25	7,22	7,15	7,08	7,01	6,87	6,72	6,58
1.93	7,12	7,36	7,33	7,26	7,19	7,12	6,97	6,83	6,68
1.94	7,23	7,48	7,45	7,37	7,30	7,23	7,08	6,94	6,79

Volume résiduel, en litres, dans les conditions standards, et (VR/CT) 100 en fonction de l'âge et de la taille: valeurs moyennes normales dérivées à partir de 1.076 observations réalisées lors de l'enquête sur les volumes ventilatoires normaux, conduite par la C.E.C.A. en 1955-1960 (d'après M. Carré¹⁴)

Taille (mètres)	19-19 ans	20-29 ans	30-34 ans	35-39 ans	40-44 ans	45-49 ans	50-54 ans	55-59 ans	60-64 ans
1,50	0,81	0,93	1,01	1,04	1,08	1,11	1,18	1,25	1,32
1,51	0,83	0,95	1,03	1,06	1,10	1,14	1,20	1,27	1,34
1,52	0,84	0,97	1,05	1,08	1,12	1,16	1,23	1,30	1,37
1,53	0,86	0,99	1,07	1,10	1,14	1,18	1,25	1,32	1,40
1,54	0,88	1,00	1,10	1,13	1,17	1,21	1,28	1,35	1,42
1,55	0,89	1,02	1,12	1,15	1,19	1,23	1,30	1,38	1,45
1,56	0,91	1,04	1,14	1,17	1,21	1,25	1,33	1,40	1,48
1,57	0,92	1,06	1,16	1,19	1,23	1,27	1,35	1,43	1,51
1,58	0,94	1,08	1,18	1,21	1,25	1,29	1,37	1,46	1,54
1,59	0,96	1,10	1,20	1,24	1,28	1,32	1,40	1,49	1,57
1,60	0,98	1,13	1,23	1,27	1,31	1,35	1,43	1,52	1,60
1,61	1,00	1,15	1,25	1,29	1,33	1,37	1,45	1,54	1,63
1,62	1,02	1,17	1,27	1,31	1,36	1,39	1,48	1,57	1,66
1,63	1,04	1,19	1,30	1,34	1,39	1,42	1,51	1,60	1,69
1,64	1,06	1,21	1,33	1,37	1,41	1,45	1,54	1,63	1,72
1,65	1,08	1,24	1,35	1,39	1,44	1,48	1,57	1,66	1,75
1,66	1,10	1,26	1,38	1,42	1,47	1,51	1,60	1,69	1,78
1,67	1,12	1,28	1,40	1,44	1,49	1,53	1,63	1,72	1,81
1,68	1,14	1,30	1,42	1,46	1,51	1,56	1,66	1,75	1,84
1,69	1,16	1,32	1,45	1,49	1,54	1,59	1,69	1,78	1,88
1,70	1,18	1,35	1,47	1,52	1,57	1,62	1,72	1,82	1,92
1,71	1,20	1,37	1,49	1,54	1,59	1,65	1,75	1,85	1,95
1,72	1,22	1,40	1,52	1,57	1,62	1,68	1,78	1,88	1,98
1,73	1,24	1,42	1,55	1,60	1,65	1,71	1,81	1,91	2,01
1,74	1,26	1,45	1,58	1,63	1,68	1,74	1,84	1,94	2,05
1,75	1,29	1,47	1,61	1,66	1,71	1,77	1,87	1,98	2,09
1,76	1,31	1,49	1,64	1,69	1,74	1,80	1,91	2,01	2,12
1,77	1,33	1,52	1,66	1,71	1,77	1,83	1,94	2,04	2,15
1,78	1,35	1,54	1,69	1,74	1,80	1,86	1,97	2,08	2,19
1,79	1,37	1,57	1,72	1,77	1,83	1,89	2,00	2,12	2,23
1,80	1,40	1,60	1,75	1,80	1,86	1,92	2,04	2,16	2,27
1,81	1,42	1,62	1,78	1,83	1,89	1,95	2,07	2,19	2,31
1,82	1,45	1,65	1,81	1,86	1,92	1,98	2,10	2,22	2,35
1,83	1,47	1,68	1,84	1,89	1,95	2,01	2,14	2,26	2,39
1,84	1,50	1,71	1,87	1,93	1,99	2,05	2,18	2,30	2,43
1,85	1,52	1,74	1,90	1,96	2,02	2,09	2,22	2,34	2,47
1,86	1,54	1,77	1,93	1,99	2,05	2,12	2,25	2,38	2,51
1,87	1,57	1,80	1,96	2,02	2,08	2,15	2,28	2,42	2,55
1,88	1,59	1,83	1,99	2,05	2,11	2,18	2,32	2,46	2,59
1,89	1,62	1,86	2,02	2,08	2,15	2,22	2,36	2,50	2,63
1,90	1,66	1,89	2,06	2,12	2,19	2,26	2,40	2,54	2,68
1,91	1,67	1,92	2,09	2,16	2,23	2,30	2,44	2,58	2,72
1,92	1,70	1,95	2,12	2,19	2,26	2,34	2,48	2,62	2,76
1,93	1,73	1,98	2,16	2,23	2,30	2,37	2,52	2,66	2,80
1,94	1,75	2,01	2,19	2,26	2,33	2,41	2,56	2,70	2,85
1,95	1,78	2,04	2,22	2,29	2,37	2,45	2,60	2,74	2,89
(VR/CT) 100	19,5	21	22,5	23,5	24,2	25	26,5	28	29,5

Valores esperó en proximidad de una semana, en líneas de las condiciones atmosféricas, en (VEMS/CV) 100 en función de la edad y de la talla; valores correspondientes obtenidos directamente a partir de 2.285 observaciones realizadas durante los cuarenta años; los valores estadísticos mostrados, compilados por la C.E.C.A. en 1935-1936 (véase M. Carr 14)

Talla (metros)	18-19 años	20-29 años	30-34 años	35-39 años	40-49 años	45-49 años	50-54 años	55-59 años	60-64 años
1.50	2.74	2.76	2.68	2.63	2.56	2.49	2.41	2.31	2.20
1.51	2.79	2.81	2.73	2.68	2.61	2.54	2.45	2.35	2.23
1.52	2.85	2.87	2.79	2.73	2.66	2.59	2.50	2.40	2.28
1.53	2.91	2.93	2.85	2.79	2.71	2.64	2.55	2.45	2.33
1.54	2.96	2.99	2.90	2.84	2.76	2.69	2.60	2.50	2.38
1.55	3.02	3.05	2.96	2.89	2.81	2.74	2.65	2.55	2.42
1.56	3.08	3.11	3.02	2.95	2.87	2.79	2.70	2.60	2.47
1.57	3.14	3.17	3.08	3.01	2.93	2.85	2.75	2.65	2.52
1.58	3.20	3.23	3.15	3.07	2.99	2.91	2.81	2.71	2.57
1.59	3.26	3.29	3.20	3.12	3.04	2.96	2.86	2.76	2.62
1.60	3.32	3.35	3.26	3.18	3.10	3.02	2.93	2.81	2.67
1.61	3.39	3.41	3.32	3.24	3.16	3.07	2.97	2.86	2.72
1.62	3.45	3.48	3.39	3.31	3.22	3.13	3.03	2.91	2.77
1.63	3.51	3.54	3.45	3.37	3.28	3.19	3.09	2.96	2.82
1.64	3.58	3.61	3.51	3.43	3.34	3.25	3.15	3.02	2.87
1.65	3.64	3.67	3.57	3.49	3.40	3.31	3.20	3.07	2.92
1.66	3.71	3.74	3.64	3.56	3.46	3.37	3.26	3.13	2.98
1.67	3.78	3.81	3.70	3.62	3.52	3.43	3.32	3.18	3.03
1.68	3.85	3.88	3.77	3.69	3.59	3.49	3.38	3.24	3.09
1.69	3.92	3.95	3.84	3.75	3.65	3.55	3.44	3.30	3.14
1.70	3.99	4.02	3.91	3.82	3.72	3.62	3.50	3.36	3.20
1.71	4.06	4.09	3.97	3.88	3.78	3.68	3.56	3.42	3.25
1.72	4.13	4.16	4.05	3.95	3.85	3.75	3.63	3.48	3.31
1.73	4.20	4.23	4.11	4.02	3.92	3.81	3.69	3.54	3.37
1.74	4.28	4.31	4.19	4.10	3.99	3.88	3.76	3.60	3.43
1.75	4.35	4.38	4.25	4.17	4.06	3.95	3.82	3.66	3.49
1.76	4.43	4.46	4.33	4.24	4.13	4.02	3.89	3.73	3.55
1.77	4.50	4.53	4.40	4.31	4.20	4.09	3.95	3.79	3.61
1.78	4.58	4.61	4.48	4.39	4.28	4.16	4.02	3.85	3.67
1.79	4.66	4.69	4.55	4.46	4.35	4.23	4.09	3.92	3.73
1.80	4.74	4.77	4.64	4.54	4.42	4.30	4.16	3.99	3.80
1.81	4.82	4.85	4.71	4.61	4.49	4.37	4.23	4.05	3.86
1.82	4.90	4.93	4.79	4.69	4.57	4.44	4.30	4.12	3.92
1.83	4.98	5.01	4.87	4.77	4.64	4.51	4.37	4.19	3.99
1.84	5.06	5.10	4.95	4.85	4.72	4.59	4.44	4.26	4.05
1.85	5.14	5.18	5.03	4.93	4.80	4.66	4.51	4.33	4.12
1.86	5.22	5.26	5.12	5.01	4.88	4.74	4.59	4.40	4.19
1.87	5.31	5.35	5.20	5.09	4.96	4.82	4.66	4.47	4.26
1.88	5.40	5.44	5.28	5.17	5.04	4.90	4.74	4.55	4.33
1.89	5.48	5.52	5.36	5.25	5.12	4.98	4.81	4.62	4.40
1.90	5.57	5.61	5.45	5.34	5.21	5.06	4.89	4.69	4.47
1.91	5.66	5.70	5.54	5.42	5.29	5.14	4.97	4.76	4.54
1.92	5.75	5.79	5.63	5.51	5.37	5.22	5.05	4.84	4.61
1.93	5.84	5.88	5.71	5.59	5.45	5.30	5.13	4.91	4.68
1.94	5.93	5.97	5.80	5.68	5.54	5.38	5.21	4.99	4.75
1.95	6.02	6.07	5.89	5.77	5.62	5.46	5.29	5.07	4.83
(VEMS/CV) 100	82	80	78	77	75.5	74.5	73.5	72	70

los obstructivos (signo del «creneau» o «almena») sino también en el circulante y en el espiratoria, como ocurre normalmente. Tampoco existe «atrapamiento aéreo».

Generalmente se dan combinaciones de ambos defectos y lo que encontramos son simples «predominios».

Conclusiones preoperatorias del examen espirográfico

Como conclusiones, muy generales, de tipo preoperatorio deducibles sólo a través del espirograma podemos indicar:

1.º Desconfiar de la insuficiencia ventilatoria de tipo obstructivo y de los acortamientos, a veces pequeños, del índice (V.E.M.S./C.V.) 100 que es su más fiel exponente.

2.º Desconfiar de los enfermos que hayan sido sometidos largo tiempo a neumotórax y que presentan un equivalente respiratorio alto, pues puede traducir una falta de perfusión en aquel pulmón.

3.º Es muy arriesgado dar «cifras topes», por cuanto éstas están también en relación con el tipo de intervención proyectada; de modo que lo que sería prohibitivo para una exéresis puede ser apto para una colapsoterapia. No obstante y a título muy general, podemos adelantar:

a) Que una toracoplastia de hasta cinco costillas, o un extramúsculo-perióstico, amputan poco la función ventilatoria, y que para este tipo de intervenciones no hace falta ser muy exigente en los datos espirográficos, sino que se pueden realizar con valores francamente deficientes.

b) Que la amputación funcional que pueda crear una exéresis, por limitada que sea, es siempre una incógnita (dolor, falta de reexpansión, secreciones, fiebre, etcétera), por lo menos durante las primeras horas o primeros días del postoperatorio, horas o días que el enfermo tiene que vivirlas y, por tanto, debemos asegurar que el hemitórax opuesto rinda por lo menor un 25 % de la ventilación máxima teórica por cuyo motivo serán arriesgadas las exéresis proyectadas basándose sólo en un espirograma global que indique una ventilación máxima inferior al 60 %. A ser posible, como veremos más adelante, deberá completarse la exploración mediante una broncoespirografía.

4.º PRUEBAS BRONCODINÁMICAS

La musculatura lisa de bronquios, vasos pulmonares y glándulas bronquiales, se encuentra bajo el doble control antagonista del sistema nervioso vegetativo: el parasimpático, con su mediador químico, la acetilcolina; el simpático con su mediador químico, la adrenalina-noradrenalina. De la armonía de este doble sistema regulador depende el esfuerzo o frente a los más variados estímulos. Las pruebas broncodinámicas sirven para estudiar esta función respiratoria, a la que TIFFENEAU denominó mecanismo interno de la ventilación.

La exploración funcional broncodinámica consiste en la valoración espirográfica de las variaciones de la función ventilatoria conseguidas con la administración de sustancias broncomotoras, ya sean con poder broncoconstrictivo o broncodilatador. Estas pruebas se realizan administrando al sujeto a explorar la sustancia broncodinámica en forma de aerosol y haciendo a continuación un registro del V.E.M.S., a fin de establecer comparación con el examen espirográfico previo para poder estudiar así, con el máximo detalle, las variaciones que se hayan podido provocar en el tránsito aéreo broncoalveolar. Es imprescindible el control espirográfico, pues muchas veces las variaciones no llegan a tener manifestación clínica aunque, por el contrario, sean muy patentes en el espirograma. De todos los parámetros ventilatorios, el único adecuado para determinar la positividad de estas pruebas es el V.E.M.S., valorando el porcentaje de variación absoluta que en su valor provoca el aerosol administrado.

La importancia de las pruebas broncodinámicas como exploración funcional

prequirúrgica podemos resumirla diciendo que por medio de ellas llegamos a detectar aquellos enfermos, ya sea su función ventilatoria normal o anormal, capaces de desarrollar una crisis broncoespástica ante el insulto quirúrgico, accidente que puede ser muy grave especialmente en la inducción anestésica y en el postoperatorio inmediato. Conocida la posibilidad, puede establecerse una medicación preventiva adecuada y adoptar las medidas clásicas preanestésicas del broncolaringoespasmó. Este diagnóstico nos lo brinda la *prueba broncoconstrictora de la acetilcolina*.

Por otra parte, la *prueba broncodilatadora de la aleudrina* nos informará sobre si los trastornos ventilatorios obstructivos son irreversibles o si por el contrario están mantenidos por un espasmo bronquial, en cuyo caso estará justificado retrasar unos días la intervención a fin de instaurar un tratamiento médico adecuado y llevar así el enfermo a la mesa de operaciones en mejores condiciones.

1. *Prueba broncoconstrictora*: El *test de la acetilcolina* es la prueba de más valor para llegar al diagnóstico categórico de asma bronquial en todos aquellos pacientes en los cuales los medios exploratorios corrientes sólo nos dan un diagnóstico de presunción.

Todos los asmáticos, tanto si están en evolución, en una fase de regresión, o bien antes de que se les haya manifestado la enfermedad, tienen sus pulmones hipersensibles a la acetilcolina cuando ésta se les administra en forma de aerosol. Se les desencadena una crisis pasajera broncoespástica, que muchas veces se manifiesta clínicamente y siempre se pone en evidencia en el trazado espirográfico. Esta crisis broncoconstrictiva aparece inmediatamente y va decreciendo su intensidad de un modo paulatino.

El mecanismo de acción por el cual la acetilcolina desencadena el espasmo bronquial es desconocido. No se trata de un proceso alérgico ya que todos los estudios que se han realizado en enfermos asmáticos por medio de pruebas cutáneas han resultado negativos. Según hipótesis de TIFFENEAU, basándose en que hay un grupo de sustancias con propiedades broncoconstrictoras-vasodilatadoras (colinérgicas) y que su doble acción es contrarrestada por las sustancias adrenérgicas, la hipersensibilidad del asmático frente al aerosol de acetilcolina sería debida a una insuficiencia adrenérgica pulmonar.

Si bien el broncoespasmo franco sólo aparece en el asma, en los casos en que existe inflamación de la mucosa bronquial hay un ligero aumento de la sensibilidad frente al aerosol de acetilcolina.

Pauta para realizar la prueba: Todas las técnicas empleadas correctamente son satisfactorias, pero citaremos algunas condiciones que son comunes e imprescindibles a todas ellas:

- 1.º Realizar la prueba solamente en aquellos casos en que esté indicado.
- 2.º Emplear siempre el mismo preparado comercial de acetilcolina.
- 3.º Escogida una técnica, seguirla siempre escrupulosamente.

No debe realizarse sistemáticamente la prueba broncoconstrictora a todos los enfermos pulmonares. La prueba de la acetilcolina es una prueba de diagnóstico diferencial. En aquellos casos en que se nos presenta un enfermo con un cuadro florido en el cual el diagnóstico de asma no ofrece ninguna duda, no realizaremos dicha prueba, pues con ello sólo conseguiremos una respuesta que ya sabemos que fatalmente se presentará y que no deja de ser molesta para el paciente.

Tampoco debe realizarse cuando la espirografía que hemos realizado antes de la prueba haya puesto en evidencia una insuficiencia ventilatoria grave, pues en tal caso si resultase positiva comprometeríamos seriamente el precario equilibrio respiratorio existente.

A) Material necesario:

- Espirógrafo que disponga de una velocidad rápida de registro.
- Caudal de gas para realizar la nebulización: Las pruebas broncomotoras

se pueden realizar indistintamente con aire u oxígeno; lo interesante es que el débito que empleemos sea constante, a fin de no variar la cantidad de fármaco que se administra.

— Nebulizadores: Es aconsejable el empleo de nebulizadores que sean fácilmente lavables, que no sean de nebulización regulable y que den una niebla seca con partículas de una a tres micras de diámetro. Conviene disponer de dos nebulizadores y marcarlos convenientemente a fin de destinar uno a la acetilcolina es tan intensa que una vez lavado el nebulizador aún conserva poder broncoconstrictor para los individuos muy sensibles.

— Acetilcolina: Cualquier preparado con garantía de pureza y concentración sirve. Dada la inestabilidad de esta sustancia, deben prepararse en el momento de la prueba —no antes— tres soluciones en agua destilada o suero fisiológico a las concentraciones siguientes:

Al uno por diez mil.

Al uno por mil.

Y al uno por cien.

Colocando cada una de estas soluciones en tubos de ensayo, previamente marcados.

B) Realización de la prueba. Con el débito de 10 litros/minutos se empieza a administrar:

Aerosol AL UNO POR DIEZ MIL de Acetilcolina, vigilando que no aparezcan sibilancias o disnea; si no aparece ninguno de estos signos, se prosigue este aerosol hasta un total de tres minutos, transcurridos los cuales se registra un V.E.M.S., que es comparado con el obtenido antes de iniciar la prueba, y que nos sirve de referencia. Si la modificación obtenida es inferior al 10 %, se administra el aerosol de acetilcolina al UNO POR MIL, durante tres minutos, vigilando la aparición de los signos mencionados, y acto seguido se hace el registro espirográfico para comprobar si ha disminuido el V.E.M.S. De no ser así, administraremos el aerosol al UNO POR CIEN, extremando las precauciones en su utilización. Lo más recomendable es interrumpir la nebulización cada quince segundos para realizar el control espirográfico, suspendiendo la prueba tan pronto se reduzca el V.E.M.S., sin esperar la aparición de disnea o sibilancias.

No es necesario decir que si durante la nebulización al UNO POR MIL o al UNO POR MIL se manifestasen signos de broncoespasmo (sibilancias o disnea), se hará inmediatamente un registro espirográfico que, indefectiblemente, demostrará un V.E.M.S., alterado y daremos la prueba como concluida y positiva.

Terminado el último registro espirográfico y después de comparado con el inicial, se administrará al paciente un aerosol de aleudrina (al uno por quinientos, débito 10 litros/minuto) durante 10 minutos. Quince minutos más tarde se hará un nuevo espirograma para comprobar la desaparición del broncoespasmo desencadenado en caso de que la prueba a la acetilcolina hubiese sido positiva.

C) Valoración de la prueba. Como se ha dicho anteriormente, se valora la positividad de la prueba por las variaciones conseguidas en el V.E.M.S.

Muchos enfermos portadores de trastornos ventilatorios de tipo obstructivo, a pesar de tener un tránsito aéreo broncoalveolar afectado, presentan una capacidad vital normal o subnormal. Esto se debe a que la capacidad vital es un volumen estático de ventilación, es decir que en la determinación del mismo no entra el factor tiempo. El enfermo consigue realizar una capacidad vital de volumen normal a expensas de una trabajosa y prolongada espiración. Diciéndolo de otro modo, puede tener una capacidad vital «normal en volumen», pero necesita mucho más tiempo que el sujeto sano para realizarla. Excluida la capacidad vital, nos quedamos, pues, para valorar la positividad de la prueba, con el V.E.M.S., fijándonos en las variaciones absolutas de su valor respecto al valor obtenido en el espirograma inicial y expresando su reducción en tantos por cien. Cuando la reducción del

diferentes para el mismo sujeto, estos valores son sensiblemente proporcionales a la intensidad de la prueba. Para esfuerzos más intensos también se observa el mismo tipo de reacciones hasta una cierta intensidad a partir de la cual el consumo de oxígeno del segundo minuto es insuficiente, se instala una hiperventilación y la deuda de oxígeno sobrepasa el 40 % del consumo de oxígeno necesitado por el esfuerzo; el tiempo de recuperación se alarga.

En realidad, el margen de variación de los valores es obligadamente bastante laxo, habida cuenta de la imprecisión de las medidas que se pueden hacer sobre el espirograma y la variabilidad individual de las reacciones al esfuerzo.

2. *En patología respiratoria.*

A) Trastornos ventilatorios sin hipoxia ni enfisema importante.

Cuando el trastorno funcional es estrictamente ventilatorio y no determina hipoxia, las reacciones al esfuerzo equilibrado sobre la función ventilatoria son normales, superponibles a las que acabamos de referir para los sujetos sanos.

B) Hipoxia.

En tal caso esta prueba se caracteriza por una ventilación excesiva durante el esfuerzo, siempre que lo permita el estado de la mecánica ventilatoria, con elevación anormal del E.R. La deuda de oxígeno generalmente es normal, pero a veces difícil de calcular por el hecho de la hiperventilación que puede en ciertos casos falsear la significación de la línea de base del trazado. El tiempo de recuperación es normal. Repitiendo la prueba en atmósfera de oxígeno puro la ventilación disminuye en la medida en que se corrige la hipoxia. Cuando esta corrección es completa, la ventilación y el E.R., retornan a los valores normales: éste es el caso de los trastornos de difusión alveolocapilar y de los cortocircuitos inferiores al 25 % del débito cardíaco total. Por encima de este tanto por ciento la corrección es incompleta: V y E.R. disminuyen pero permanecen superiores a los valores normales.

C) Enfisema.

En estos enfermos el dintel de disnea (la ventilación del dintel de disnea es aproximadamente un tercio de la «Ventilación Máxima») acostumbra a estar elevado: la ventilación puede sobrepasar ampliamente el tercio de la ventilación máxima sin que aparezca disnea. Por ello resulta difícil definir para tales pacientes la noción de esfuerzo equilibrado.

En el curso del esfuerzo tiende a elevarse la posición respiratoria de donde se deriva una elevación excesiva del trazado con anulación más o menos rápida de tal desnivelación una vez el esfuerzo acabado. El conjunto dificulta el cálculo del consumo y la deuda de oxígeno.

A pesar de la hipoxia asociada, rara vez se observa hiperventilación debido a la importancia de la limitación ventilatoria consecutiva al trastorno de la mecánica.

3. *En patología cardíaca.*

Cuando existe un trastorno hemodinámico, la anomalía característica es un aumento insuficiente de V_{O_2} en el segundo minuto del esfuerzo por lo cual aumenta la deuda de oxígeno y a menudo es lenta de reembolsar (alargamiento del tiempo de recuperación). El E.R. se eleva por encima de 30. El aumento de la deuda más allá de los límites normales aparece para el esfuerzo equilibrado y aun a veces para esfuerzos más ligeros. El dintel de disnea se alcanza prematuramente y aparece una disnea de esfuerzo patológico. Estos signos son, como subrayan los autores de la prueba, especialmente interesantes en los enfermos pulmonares puesto que su presencia permite detectar bien una cardiopatía asociada bien una repercusión de la neumopatía sobre el corazón derecho, en fase aún preclínica.

6.º BRONCOESPIROGRAFÍA

La broncoespirografía es el método que permite el estudio simultáneo y por separado de la función de cada pulmón.

Nos es de gran interés para aclarar tres importantes interrogantes que aparecen con frecuencia en exploración pulmonar preoperatoria y que son:

—¿Qué cantidad de tejido sano deberá suprimir necesariamente una intervención?

—¿Cuál es su parte relativa de función?

—¿Qué cantidad de la función preoperatoria quedará después de la intervención.

Comparando los resultados de la broncoespirografía con los aspectos clínicos y radiológicos se llega a resultados y deducciones sorprendentes y en ocasiones paradójicas como iremos viendo.

Llama la atención que tratándose de un procedimiento ideado en 1932 no haya alcanzado una mayor difusión entre los medios de exploración habitual. Creemos que obedece fundamentalmente a fallos de preparación técnica y a falta de utillaje válido por razones de índole económico.

Se trata de un procedimiento de exploración que en ningún caso invalidará los métodos habituales, muy al contrario, los complementará en la mayoría de ocasiones.

¿Cuáles son los datos de más interés que proporciona? Vamos a estudiarlos bajo dos aspectos:

1.º Determinación de la capacidad vital y de la ventilación.

2.º Determinación del consumo de oxígeno, que nos permitirá valorar por separado la perfusión de cada pulmón y la compensación que lleva a cabo el contralateral.

Lo más trascendental en broncoespirografía es el sentido porcentual de comparación funcional entre ambos pulmones, o sea, en qué grado participa cada pulmón para realizar la función global. Es muy fácil darse cuenta y registrar la existencia de trastornos de distribución unilaterales que de otra forma pasarían casi inadvertidos.

Pasaremos una rápida revisión al material necesario y a las condiciones requeridas insistiendo en el estudio de los catéteres oportunos.

Necesitaremos:

1. Un catéter de broncoespirografía.
2. Un espirógrafo doble.
3. Un aparato de radioscopia.
4. Un manómetro para insuflar los *ballonets* del catéter.
5. Instrumental de anestesia, como para broncoscopia.
6. Un aspirador de secreciones bronquiales.

En cuanto a los catéteres podemos clasificarlos en tres tipos fundamentales:

1. De doble luz: Gebauer, Zavod, Carlens y Bonelli.
2. De luz única: Norris.
3. De doble luz parcial: Croce.

El mejor será el que reúna más ventajas y tenga menos inconvenientes, o sea, el menos antifisiológico. En este sentido los de Carlens y los de Croce nos han parecido los mejores. Si los catéteres tienen un calibre insuficiente aumentará la capacidad residual funcional; se desplazará la posición respiratoria hacia la inspiración, puesto que la espiración es pasiva, y por lo tanto nos aumentará el volumen de reserva espiratorio y la capacidad residual funcional tanto más cuanto más taquípnea tenga el paciente. Por otro lado, al aumentar el trabajo muscular debido a la estenosis del catéter aumentará proporcionalmente el consumo de oxígeno.

Además, el sujeto intubado acostumbra a hiperventilar por dos motivos:

1.º Por el factor emocional.

2.º Porque al aumentar el volumen residual disminuyen los recambios gaseosos alveolares y por tanto la presión alveolar de oxígeno baja y aumenta la de CO₂, lo cual lo traducen los centros respiratorios en una hiperventilación.

Es muy importante que la composición del gas empleado para la práctica del espirograma global sea la misma que para la broncoespirografía y que las condiciones generales del paciente: posición, etc., sean también parecidas.

Debemos prestar mucha atención a que las presiones de los ballonets oclusivos sean suficientes para que queden bien ajustados sin que lleguen a colapsar la luz del tubo.

Las exploraciones imprescindibles previas a una broncoespirografía deben ser las siguientes: espirograma global, radio de tórax y broncoscopia.

Las maniobras de anestesia e intubación se realizarán dentro de un ambiente tranquilo, sosegado. No olvidar que ante la presencia de un accidente en esta fase lo más adecuado es administrar un barbitúrico enérgico por vía endovenosa.

Recordar que antes de desintubar es necesario deshinchar los ballonets. Se procurará que, mediante un trabajo coordinado, el tiempo de la prueba sea lo más abreviado posible. Se evitarán los desplazamientos al enfermo, una vez intubado. No perder jamás de vista, según frase de CROCE, «que es mejor perder una broncoespirografía que un enfermo».

Ya hemos dicho que en lo que atañe a la interpretación del trazado, lo más importante es hacer la lectura de los valores comparados de ambos lados y su relación porcentual con los valores globales. Fundamentalmente, no deben existir grandes desproporciones entre los valores hallados y los del espirograma global. Si hay gran discordancia es que los datos recogidos no son correctos. Para hacer los cálculos porcentuales podemos valernos de la siguiente ecuación: C.V. % izquierda = C.V. izquierda por cien. Si ambos pulmones son normales, la

$$\frac{\text{C.V. izquierda}}{\text{C.V. izquierda más C.V. derecha}}$$

proporción en cuanto a la C.V. es aproximadamente así: lado derecho 53; lado izquierdo 47. Por lo tanto si queremos hacer una determinación del valor teórico del pulmón derecho debemos multiplicar el valor encontrado en el lado izquierdo por el cociente 53/47 igual a 1,28 y si del lado izquierdo por el cociente 47/53 que es igual a 0,887.

Estas proporciones no son válidas para encontrar los valores teóricos de consumo de oxígeno, ventilación y volumen corriente, puesto que el lado sano puede compensarlos vicariantemente.

La cifra de consumo de oxígeno no tiene apenas relación con la ventilación y sí con el estado de la membrana alveolocapilar y de la perfusión.

Como norma general, la suma de ambas C.V. es igual o menor es un 5 a 8 % que la global; el consumo de oxígeno en su suma es algo mayor que el global (10 a 25 %); si sobrepasa este porcentaje es evidente que ha existido un error técnico.

La ventilación y el volumen corriente son muy difíciles de comparar con los valores globales puesto que en la realización de la broncoespirografía existe una clara tendencia a hiperventilar.

En broncoespirografía, el estudio del enfermo puede completarse con una serie de pruebas complementarias. Enumeraremos las más importantes:

- Determinación del volumen residual anatómico y funcional.
- Tiempo de mixing.
- Dosificación de anhídrido carbónico en aire espirado.
- Ventilación máxima.
- Pruebas de ARNAUD, de esfuerzo y de BJÖRCKMANN, asociadas siempre a oximetría directa y, finalmente, las pruebas de respiración en distintos decúbitos.

De todas ellas, las que parecen de mayor interés práctico son:

a) Prueba de esfuerzo. Su realización nos permitirá responder a las dos siguientes preguntas: ¿El pulmón con déficit de absorción de oxígeno, aumenta paralelamente con el esfuerzo su absorción en relación al incremento del lado sano?

¿Es posible con la hiperoxia y en el curso del ejercicio medir la capacidad de adaptación del pulmón afectado en los casos de enfermedad unilateral?

A mayor abundamiento, ante un enfermo al que se le tenga que someter a una decorticación pleural a lo Delorme, nos proporcionará una idea funcional exacta de si está o no bien perfundido el pulmón subyacente y por ende de la validez de la indicación quirúrgica.

b) El bloqueo de ARNAUD consiste en obstruir un bronquio principal y registrar la función del otro pulmón. En esencia quiere simular artificialmente una neumectomía si bien esto no es cierto puesto que no se bloquea la circulación con lo cual conseguimos un cortocircuito; pero es que, además, en el momento del bloqueo dejamos volumen residual y una cantidad de volumen corriente que progresivamente irá enrareciéndose en oxígeno y aumentado en CO_2 , todo lo cual son factores de falseamiento de resultados.

No obstante, si el pulmón es funcionalmente normal, la SaO_2 bajará hasta cifras del 80 %. A pesar de los inconvenientes descritos tienen gran interés fisiopatológico, puesto que da idea de las posibilidades de adaptación del pulmón.

c) Prueba de BJORCKMANN. En esta prueba en lugar de obstruir un bronquio tronco se hace respirar un pulmón con N al 100 %. Con esto conseguimos que la sangre que por él circule elimine el CO_2 y no absorba oxígeno.

Al igual que en la prueba de ARNAUD, para anotar la desaturación oxihemoglobina debemos aguardar cinco minutos.

d) Respiración en decúbitos laterales. Existen múltiples tipos, pero en resumen podemos decir que si un pulmón se sitúa en posición declive y no aumenta su capacidad de absorción de oxígeno es que no será capaz de efectuar suplencias vicariantes.

¿Cuáles son, pues, las indicaciones de la broncoespirografía?

1.^a Los casos en que la espirografía global arroje medianos y la radioscopia dinámica nos indique que el pulmón a intervenir es el mejor dotado o aún desempeña un buen papel funcional.

2.^a Cuando hay que intervenir quirúrgicamente un hemitórax y el contralateral ha sido sometido a colapsoterapia médica o quirúrgica (recordar que un neumotórax intrapleural largamente entretenido puede haber comprometido seriamente la perfusión de aquel pulmón a pesar de una perfecta reexpansión que no haya dejado secuelas radiológicas).

3.^a Los casos en que se proyecte una exéresis bilateral.

En todos estos casos, debemos asegurarnos que el pulmón contralateral se bastará para mantener la ventilación durante el postoperatorio inmediato.

En cuanto a las contraindicaciones, podemos dividir las en dos apartados:

a) Absolutas: la existencia de lesiones tuberculosas abiertas en tráquea, en la laringe o en los bronquios tronco. (De ahí la necesidad de la broncoscopia previa.)

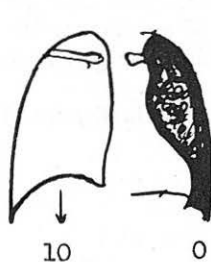
b) Relativas: estados febriles, miseria fisiológica, insuficiencia cardiorrespiratoria, inflamaciones de vías altas, hemoptisis recientes, deformaciones del árbol tráqueobronquial y en los casos en que el espirograma global sea o muy malo o muy bueno (en el primer caso porque si los valores globales ya son prohibitivos no vamos a pretender que los de cada pulmón por separado sean mejores y en el segundo por resultar, en principio, una exploración innecesaria).

7.º EXÁMENES EN SANGRE ARTERIAL

Como sea que, en definitiva, la misión de los pulmones es la de mantener la ho-

meoestasis en cuanto al oxígeno y al CO_2 se refiere y contribuir a la regulación del equilibrio ácido-base de la economía, el examinar directamente estos aspectos en la sangre arterial constituirá un excelente medio exploratorio del estado funcional de los pulmones.

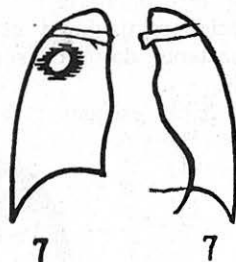
El paciente deberá hallarse en reposo, en decúbito por lo menos desde unos 10 ó 15 minutos antes. La punción no se hará hasta que se haya logrado una ab-



VEMS ≥ 750 ml
 VEMS/CV ≥ 60
 VM $\geq 25\%$

Intervención (neumectomia izquierda) factible sin broncoespirografia previa

Caso n.º 1

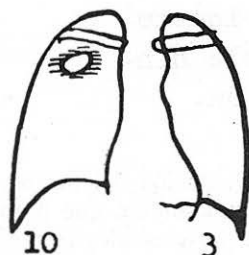


VEMS $\leq 60\%$ del teórico
 VM $\leq 60\%$ de la teorica
 VEMS/CV ≥ 60

Colapsoterapia quirurgica factible sin B.E. previa.

B.E. necesaria para poder indicar una exeresis derecha.

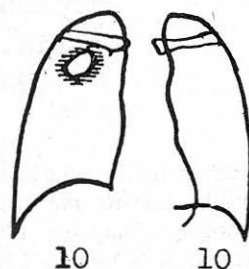
Caso n.º 2



VEMS $\geq 75\%$ del teórico
 VM $\geq 75\%$ de la teorica
 VEMS/CV $\geq 70\%$

B.E. imprescindible para indicar una exeresis derecha, a pesar de los relativamente buenos valores globales.

Caso n.º 3



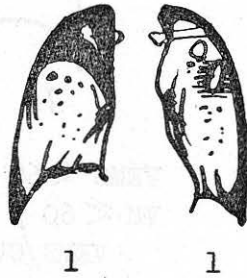
Valores ventilatorios igual a los teoricos.

B.E. innecesaria. Cualquier clase de intervención derecha es factible, incluso la neumectomia, sin broncoespirografia previa.

Caso n.º 4

solita estabilidad ventilatoria, a lo cual contribuirá mucho el restarle importancia al examen y tener al paciente, desprovisto de prendas engorrosas, en una habitación tranquila, con una temperatura confortable que le permitan «relajarse». Se le dirá simplemente que habrá que «sacarle sangre» para un análisis, cosa a la que ya suelen estar habituados, pero que para ello debe estar completamente descansado. No mencionaremos para nada la palabra «arteria» ni «punción arterial» en el momento de proponerle este examen, ya que entonces será muy difícil conseguir la apetecida relajación y estabilidad ventilatoria. Si se dispone de metabógrafa podremos tener datos de seguridad para saber cuándo se ha conseguido el régimen estable.

Es recomendable escoger la arteria humeral a nivel de la flexura del codo,



$VEMS < 500 \text{ ml}$

$VEMS/CV < 40$

$VM < 20 \%$

Broncoespirografia innecesaria. No es factible ninguna intervención.

Caso n.º 5

lugar donde es fácilmente accesible por dentro del tendón del bíceps, a la altura del epicóndilo, puesto que el enfermo difícilmente entenderá que para sacarle un poco de sangre tengan que puncionarse sitios tan poco usuales como es la región inguinal (arterial femoral). También puede resultar suficiente la radial, sobre todo en los casos en que no se requiere dejar un trócar a permanencia para obtener muestras sucesivas. Previa anestesia local (a veces podrá prescindirse de ella) se hará la punción superficial y con la aguja o el trócar de Courmand sola, es decir, desprovista de jeringuilla y de mandril y no demasiado horizontal, sino con una inclinación de unos 45°. Al alcanzar la arteria, la sangre, pulsátil, saldrá por el pabellón de la aguja, goteando si hemos puncionado con aguja fina y a chorro si lo hemos hecho con aguja gruesa o con trócar. En seguida se le adaptará una jeringuilla de ajuste perfecto, en la que previamente se habrá colocado unas gotas de heparina al 1% (mezclada de preferencia con fluoruro sódico. En la muestra destinada a oximetría se prescindirá del fluoruro) y 0,5 a 1 ml. de aceite de parafina neutro para asegurar así la recogida de la sangre en condiciones absolutamente anaerobias. Con la jeringuilla se procurará no hacer una depresión excesiva con el afán de obtener rápidamente la sangre, ya que podría hacer desprender gases de la misma. Una vez llenada la jeringuilla, se colocará el mandril en la aguja y, si es necesario, se invitará al paciente a realizar un esfuerzo con las piernas du-

rante algunos minutos, terminado el cual se retirará el mandril y se extraerá otra muestra. A continuación se coloca de nuevo el mandril, se hace descansar al paciente y si estuviera indicado se procederá a la prueba de la hiperoxia, haciéndole respirar oxígeno al 40 ó 60 % por lo menos durante 10 ó 15 minutos, pasados los cuales se obtendrá una tercera y última muestra de sangre.

La sangre puede dejarse en las mismas jeringuillas o trasladarse a unos recipientes de vidrio neutro conteniendo también unos ml. de aceite de parafina y unas gotas de heparina (sola o con fluoruro), teniendo cuidado de inyectar la sangre a través de la parafina, de manera que en todo momento quede recubierta por el aceite, procediéndose sin más demora a las siguientes determinaciones:

a) *pH*: y empezamos por él, por ser el que más rápidamente puede variar en la sangre después de extraída. Se utilizarán potenciómetros de gran sensibilidad, especiales para sangre y que pueden apreciar variaciones de hasta, por lo menos, media centésima. La determinación se hará a temperatura constante (37°) sumergiendo el electrodo portador de la sangre en un «baño maría» de agua, aceite o aire caliente, debidamente acondicionado, o bien se determina el pH a la temperatura ambiente y se efectúan después las oportunas correcciones.

b) *Oximetría*: la determinación directa de la tensión de O_2 puede hacerse en laboratorios de investigación, pero no está al alcance del médico práctico por ser unos métodos muy delicados (método microtonométrico de RILEY, PROEMMEL y FRANKE; método palarográfico de WIESINGER y el método potenciométrico de BARTELS, este último muy preciso), por lo que generalmente se sustituye por la del porcentaje de saturación de la sangre arterial (SaO_2) mucho más fácil de obtener, sobre todo si se dispone de aparatos basados en procedimientos físicos u ópticos sencillos, como el hemorreflector de Brinkman, de lectura rápida, suficientemente precisa, sin requerir reactivos complicados ni manipulaciones complejas.

El mismo procedimiento sirve de base a los llamados «oxímetros de oreja» o *in vivo*, llamados así por no requerir muestras de sangre arterial, sino que basta la aplicación de una célula fotoeléctrica que lleva el aparato en un lugar de la piel donde la circulación arterial y capilar —que se habrá activado al máximo mediante fortamiento, histamina, etc—, sea fácilmente asequible, como ocurre corrientemente con el lóbulo de la oreja. El margen de error de estas determinaciones es bastante considerable por lo que no han podido desplazar la punción arterial. No obstante, los valores relativos obtenidos en sucesivas determinaciones en el curso de una intervención quirúrgica o respirando mezclas gaseosas de diverso contenido en oxígeno o en el curso de un esfuerzo, conservan todo su valor.

Las cifras normales de SaO_2 oscilan entre 95 y 98 %. El límite inferior de la normalidad es el de 94 %. Recordemos que las cifras de SaO_2 que normalmente se manejan (de 90 a 100 %) corresponden precisamente a la porción horizontal de la curva de disociación de la hemoglobina, de modo que variaciones relativamente pequeñas en el tanto por ciento de saturación pueden corresponder a oscilaciones importantes de la tensión de oxígeno.

Con el esfuerzo, la SaO_2 debe permanecer estable o incluso aumentar; si disminuye, es muy probable la existencia de hipertensión pulmonar, sobre todo si la cifra de SaO_2 era ya baja en reposo.

Después de respirar oxígeno durante varios minutos (prueba de la hiperoxia) la sangre arterial debe saturarse completamente. Si esta resaturación completa no se alcanza podemos afirmar la existencia de un *shunt* derecha-izquierda, ya que incluso en los transformos de difusión se alcanza una saturación completa con la prueba de la hiperoxia.

c) *Determinación del CO_2 total*. Recordemos que el « CO_2 total» es la suma del disuelto y del combinado. Es decir, hay «tres CO_2 ».

a) Un CO_2 «disuelto» (aproximadamente el 5 %, o, si se quiere, 1/20 del total) que con arreglo a la ley de Henry traduce directamente la presión parcial arterial

de carbónico (PaCO_2) y por tanto la presión parcial alveolar de carbónico PaCO_2) ya que a estos fines se admite que ambas PCO_2 son equiparables (en realidad existe siempre un gradiente entre ambas). La PaCO_2 normal es de 40 mm./Hg. Se puede determinar directamente mediante el método de RILEY, PROEMMEL y FRANKE, pero, a igual que el método para determinar la tensión de oxígeno, es muy de-

CO₂ total plasma

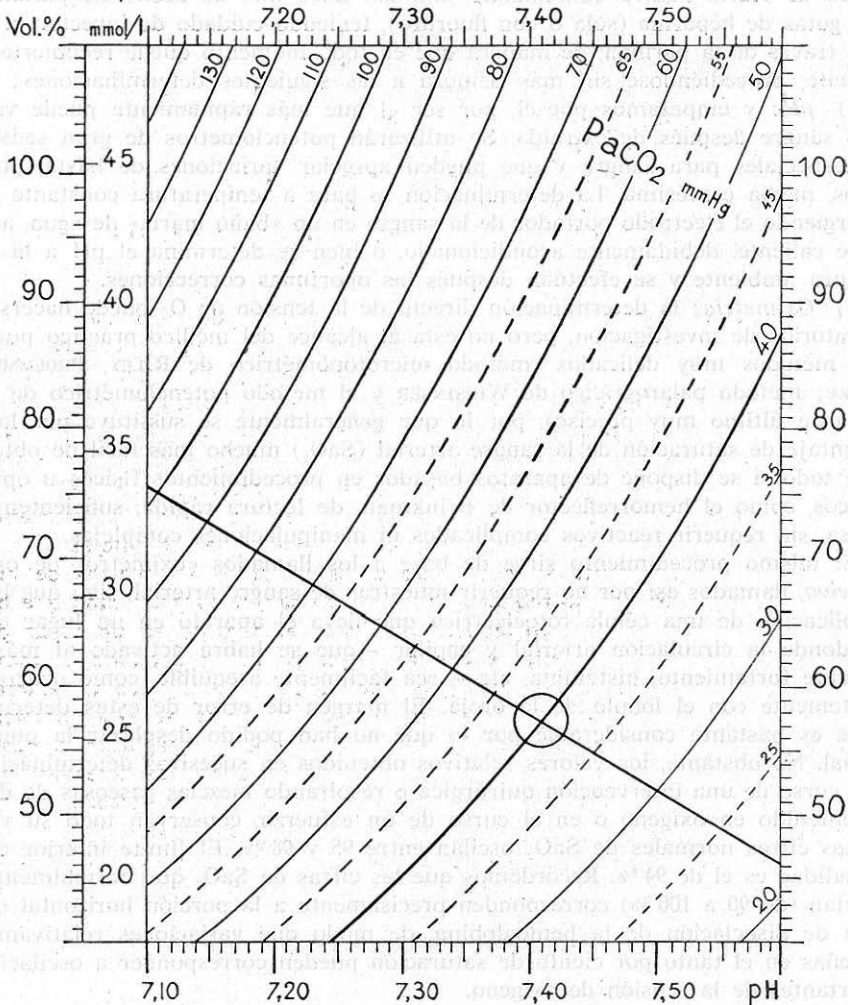


Diagrama de DAVENPORT

licado, fuera del alcance de un laboratorio corriente, por lo que su determinación suele hacerse, como veremos en seguida, a partir del pH y del CO₂ total.

b) Un CO₂ «combinado», que representará el 95% restante (19/20) presentándose principalmente en forma de bicarbonatos y de compuestos carbamínicos. Equivale, en cierta manera, a la llamada «reserva alcalina» que es el contenido plasmático de CO₂ —excluido el CO₂ disuelto— de sangre oxigenada sumida a una presión de 40 mm. de CO₂.

c) Un CO₂ «total» que es la suma de los dos anteriores.

De estos «tres CO₂», el que tiene más interés desde el punto de vista de la función pulmonar es el CO₂ disuelto, que es como decir la PaCO_2 . Ya hemos dicho

que usualmente su valor se calcula a partir del CO_2 total y del pH, utilizando una fórmula deducida de la ecuación de HENDERSON, o bien, de una manera aún mucho más rápida y práctica, utilizando el llamado «diagrama de DAVENPORT» (fig.) en el cual figuran en abscisas los valores del pH y en ordenadas los del CO_2 total en volúmenes por cien, o en miliequivalentes. El diagrama viene cruzado diagonalmente por la llamada «línea tampón del plasma normal» y por las curvas isobaras de PCO_2 . Conociendo los valores del pH y del CO_2 total —que se obtendrá con relativa facilidad mediante el aparato manométrico de Van Slyke— podremos deducir al momento la PaCO_2 . Este diagrama tiene además la ventaja de señalar gráficamente la situación acidobásica del paciente, y permite seguir la evolución de la misma y sus posibles compensaciones a lo largo de ulteriores determinaciones.

Estas tres determinaciones —pH, SaO_2 y CO_2 total— nos permiten en definitiva, deducir la eficiencia de la función pulmonar. Sólo con ellas podremos diagnosticar fundadamente una *insuficiencia respiratoria* (I.R.), ya que el concepto de la misma debe ser puramente biológico, humoral. No puede hablarse de I.R., sino ante unos análisis en sangre arterial, estén como estén los otros elementos de la función respiratoria. Pueden existir insuficiencias respiratorias acentuadas con funciones ventilatorias conservadas, y viceversa. Interesa por tanto no confundir el concepto de insuficiencia ventilatoria (obstructiva o restrictiva) con el de insuficiencia respiratoria. Esta última sólo se alcanza cuando el organismo en reposo y respirando el aire ambiente, es incapaz de mantener dentro de la normalidad las cifras de oxígeno y carbónico en la sangre arterial (habiendo eliminado, claro está, las otras posibles causas no respiratorias de hipoxia).

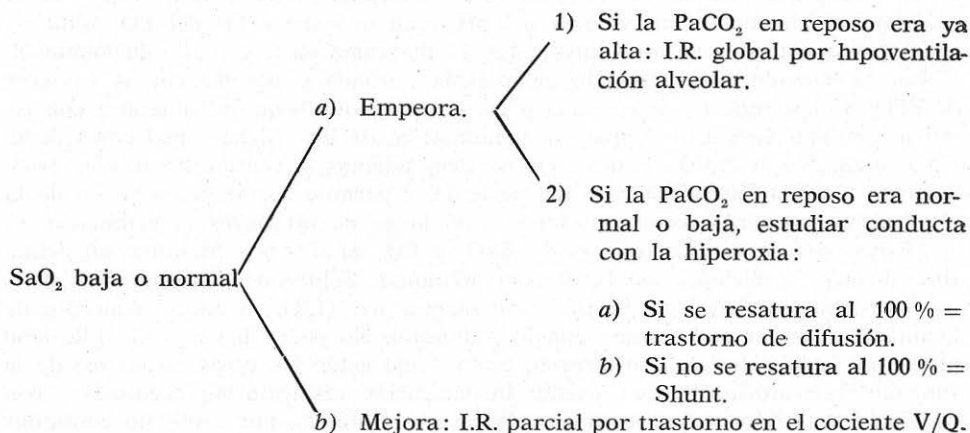
Los análisis en sangre arterial nos permitirán, pues, no sólo hacer el diagnóstico de I.R., sino del grado o tipo de la misma: si ya en reposo nos encontramos con hipoxia global (ROSSIER) por hipoventilación alveolar. Dicha en otras palabras: *Lo único que puede producir hipercapnia es la hipoventilación alveolar*, ya que un trastorno de distribución o de difusión se acompañan de hipocapnia.

Si en reposo existe hipoxia con normo o hipocapnia, podrá tratarse de una insuficiencia respiratoria parcial (tal es el caso de enfisematosos no muy avanzados, en cuyo caso la hipoxia se explica por irregularidades en la ventilación, es decir, por disarmonías en el cociente V/Q) o de un trastorno de difusión, o de un *shunt*. El comportamiento de la SaO_2 con el esfuerzo y con la hiperoxia nos permitirá individualizar cada uno de estos procesos, como figura esquematizado en el siguiente cuadro:

	REPOSO		ESFUERZO		HIPEROXIA	
	SaO_2	PaCO_2	SaO_2	PaCO_2	SaO_2	PaCO_2
Hipoventilación alveolar (I. R. global)	Algo baja	Alta	Igual o disminuye	Igual o aumenta	100 %	Aumenta
Trastorno V/Q (I. R. parcial)	Baja	Normal o baja	Aumenta	Disminuye	100 %	
Shunt (Vexcluida y Qrespetada)	Muy baja	Normal o baja	Igual o disminuye		Igual	
Trastornos de (B. A. C.) difusión por amputación del lecho capilar	Normal o baja	Baja	Disminuye	Disminuye	100 %	

En reposo

Tras esfuerzo



CONCLUSIONES PREQUIRURGICAS DEDUCIBLES DE LOS ANALISIS EN SANGRE ARTERIAL

El interés de los análisis en sangre arterial en cirugía es el siguiente:

1.º Excluir la existencia de una insuficiencia respiratoria que se traducirá, como hemos dicho, por hipoxia en reposo con o sin hipercapnia, o bien por normoxia en reposo, pero con desaturación al esfuerzo.

2.º La existencia de una I.R. de cualquier tipo (latente, parcial o total) nos hará ser muy cautos en cualquier indicación quirúrgica, en especial de exéresis, y cuando menos obligará a una exploración mucho más a fondo del paciente ya que una hipoxia que aparezca o se acentúe con el esfuerzo es muy sospechosa de H.A.P., y este tipo de enfermos no toleran una amputación suplementaria de su lecho capilar pulmonar.

3.º Pueden existir hipoxias cuyo origen no es ventilatorio ni está en los intercambios (por shunts derecha-izquierda). El origen no ventilatorio ni alveolar de ellas se confirmará por la relativa o proporcionada conservación de los parámetros ventilatorios y por falta de resaturación completa con la prueba de la hiperoxia. Estas hipoxias no constituyen en principio contraindicación para un exéresis, antes al contrario suelen desaparecer con la extirpación de la porción de parénquima pulmonar en donde asientan tales cortocircuitos.

4.º La existencia de hipercapnia, «per se», ya indica una hipoventilación alveolar severa y contraindicará toda intervención de cirugía mayor, a menos que se haga con anestesia local o se practique una traqueotomía preoperatoria y se cuente con utillaje y equipo necesario para llevar una anestesia y curso postoperatorio con respiración asistida.

5.º La sola determinación de la SaO₂ en reposo y tras esfuerzo constituye un excelente examen funcional preoperatorio y da idea del estado del lecho capilar pulmonar y de sus reservas. Pero deberá completarse siempre que sea posible con un pH y una PaCO₂.

6.º Una sola determinación, con balance desfavorable, no bastará para eliminar un paciente de una intervención que hubiera podido resultar salvadora para él; los análisis en sangre arterial, como todos los demás exámenes, conviene repetirlos dos o más veces.

8.º EL CATETERISMO EN LA E.F.P.

Desde que FROSMANN lo describió, en 1929, es un procedimiento que ha logrado una extraordinaria difusión, porque es sencillo, prácticamente inocuo y el único que proporciona datos exactos de tensión en arteria pulmonar.

Los principales factores que desde el punto de vista fisiopatológico tienen influencias modificadoras de la tensión en la arteria pulmonar son los siguientes:

1. El estado del lecho capilar pulmonar.
2. La viscosidad de la sangre.
3. Las variaciones del débito cardíaco.
4. La vasomotricidad pulmonar.
5. La acción del oxígeno y del anhídrido carbónico.

Los valores normales de tensión media en arteria pulmonar no deben sobrepasar los 15 mm. de Hg.; sin embargo, hay autores que aumentan esta cifra hasta 20 mm. de Hg.

La indicación más concreta de cateterismo son los casos en los que nos interesa conocer la tensión pulmonar media y que ya han sido sometidos al resto de las pruebas de E.F.P., sin haber sido posible llegar a resultados concluyentes.

Es interesante recordar que las mediciones hemodinámicas en los insuficientes globales con cuadro de acidosis respiratoria crónica son el procedimiento más rápido para identificar una hipertensión pulmonar, mucho antes de que aparezcan en el E.C.G., alteraciones que nos hagan sospechar la existencia de una sobrecarga derecha.

Si la indicación quirúrgica es una exéresis pulmonar parcial o total y la tensión arterial pulmonar está por encima de los valores normales, existe formal contraindicación; no obstante es del máximo interés aclarar la causa de esta hipertensión y cuál es su localización inicial.

Si el motivo de la hipertensión reside en alteraciones del lado enfermo a extirpar, al realizar la resección disminuiríamos la sobrecarga derecha y los valores tensionales se normalizarán, siendo por tanto lícita la intervención.

Si, valiéndonos de sondas especiales que permiten la oclusión circulatoria del lado afecto, encontramos cifras tensionales altas en el lado sano, y esta hipertensión es importante y duradera, es motivo más que suficiente para rechazar la intervención.

RANSON-BITKERT y cols., precisan más y dicen que si con el bloqueo no se modifica la tensión a valores superiores de 15 mm. de Hg. se trata de un buen caso para exéresis. Si sube con el bloqueo a cifras no superiores a los 25 mm. de Hg., siguen dándolo por bueno, pero con reservas, pero si el aumento alcanza cifras por encima de 25 mm. de Hg., lo rechazan totalmente.

En general, pues, se observa que la contraindicación operatoria es consecuencia directa de la hipertensión del lado sano y no del lado enfermo.

La mortalidad por cateterismo se ha reducido en los últimos años del 1% al 1%, cifra prácticamente de inocuidad.

Las principales contraindicaciones para su realización son: las graves insuficiencias de las cardiopatías congénitas, las intoxicaciones digitálicas en curso, la existencia de trastornos de ritmo y conducción, la hiperexcitabilidad neurovegetativa y los deficientes estados generales.

Los accidentes son raros y excepcionales y casi siempre obedecen a fallos técnicos. Entre ellos destacan las tromboflebitis, las trombosis masivas de aurícula derecha y las embolias gaseosas con mono o hemiplejías transitorias.

Las conclusiones a que podemos llegar son:

1.ª La cifra de tensión pulmonar media aceptada por la mayoría de autores es la de 15 mm./Hg., como límite superior, si bien algunos admiten que esta cifra puede alcanzar los 20 mm./Hg.

2.^a Si esta cifra no se modifica o sube poco con el esfuerzo (hasta un máximo de 25 mm./Hg.) con pronto retorno a la normalidad no invalida las posibilidades quirúrgicas.

3.^a El grado más alto de incapacitación quirúrgica se alcanza cuando las pruebas de bloqueo dan cifras elevadas para el pulmón aparentemente sano.

4.^a Si las cifras son altas en el pulmón que debe ser sometido a exéresis, no existe contraindicación quirúrgica, en tanto no se superen en el lado sano la cifra de tolerancia.

5.^a Las cifras tensionales pulmonares reflejan mucho antes que el E.C.G., la existencia de una sobrecarga derecha.

6.^a El registro tensional pulmonar es un dato de exploración que en ningún caso invalida el resto de la E.F.P., sino que la complementa.

9.º EXPLORACIÓN ELECTROCARDIOGRÁFICA

Su interés como exploración funcional para detectar las alteraciones de la perfusión pulmonar es muy limitado, siempre inferior a los otros métodos expuestos de exploración (cateterismo, espirografía y análisis de gases en sangre arterial) a causa de la inconstancia con que se presentan las imágenes de hipertrofia ventricular derecha en los enfermos de hipertensión arterial pulmonar secundaria a alteraciones pleuropulmonares. Repetidas veces se ha intentado, sin conseguirlo, establecer una correlación entre los datos espirográficos y electrocardiográficos en enfermos portadores de alteraciones ventilatorias obstructivas avanzadas, las cuales casi siempre cursan con presión arterial pulmonar elevada.

No citaremos los patrones electrocardiográficos clásicos de hipertrofia ventricular derecha. Sólo describiremos aquellos cuadros electrocardiográficos que, sin ser típicos, sugieren sólo la hipertrofia ventricular derecha cuando aparecen en enfermos portadores de alteraciones ventilatorias, especialmente si éstas son de tipo obstructivo.

Son datos que hacen sospechar la existencia de hipertrofia ventricular derecha y, por tanto, de hipertensión arterial pulmonar:

— La aparición de un eje eléctrico A QRS superior a los 130º.

— La aparición de un patrón posterior en aVR.

— Las falsas imágenes de infarto septal (QS) en V_1 , V_2 , V_3 , pueden ser motivadas por hipertrofia ventricular derecha y por la posición adoptada por el corazón en el gran enfisema. En dichas circunstancias las precordiales derechas recogen patrones endocavitarios.

— Las ondas P picudas en DII, DIII y aVF, así como los patrones auriculares qR en V_1 , V_2 , sugieren la existencia de hipertrofia ventricular derecha.

— Lo mismo puede decirse de los bloqueos de rama derecha que aparecen en enfermos con alteraciones ventilatorias manifiestas, etcétera.

Independientemente de los datos señalados, el E.C.G., junto con la exploración cardiológica elemental, es de indiscutible valor en el preoperatorio de cirugía pulmonar para juzgar el estado de la función cardíaca y especialmente su capacidad de resistencia a la intervención y postoperatorio inmediato.

CAPÍTULO III

CORRELACIONES Y CONCLUSIONES

CORRELACIONES ENTRE LAS DIVERSAS PRUEBAS

Algunos autores han intentado establecer una correlación entre todas las pruebas funcionales respiratorias al objeto de evitar someter al paciente a todas ellas. Esta correlación evidentemente existe, aunque, como todo en Medicina, de una manera relativa. Reproducimos a continuación las conclusiones que podemos leer en los no muy abundantes trabajos publicados:

COURNAND indica «si la SaO_2 en reposo y tras esfuerzo es normal, la presión arterial pulmonar debe ser normal».

ROSSIER dice «desde que se conocen algunas de las leyes que regulan las relaciones entre ventilación y circulación pulmonar es puede deducir del déficit de una de las funciones el déficit probable de la otra... Es por ello que las modificaciones patológicas apreciables, determinadas por los medios de E.F.P., indican con bastante exactitud la existencia de hipertensión pulmonar».

TOURNAIRE, BRUN, TARTULIER y DESYRIEUX, dicen textualmente: «Los exámenes espirográficos y la determinación de gases en sangre arterial permiten, de ordinario llegar al diagnóstico de hipertensión arterial pulmonar.»

Van Loo y colaboradores estudian, en 100 casos, las correlaciones entre pruebas ventilatorias y presión arterial pulmonar media, encontrando que la H.A.P. se da en la mayoría de casos con ventilación máxima por debajo del 40 % de la teórica, mientras que con ventilaciones máximas de más del 70 % de la teórica la H.A.P. casi nunca se presenta.

PLATS y CREAVES señalan que se ha encontrado una relación lineal entre PaCO_2 , SaO_2 y presión arterial pulmonar en pacientes con cor pulmonale.

DAUSSY y DAUMET también encuentran que una ventilación máxima mayor de 50 l./mn., casi excluye la existencia de H.A.P.

GERARD y colaboradores al estudiar un grupo de neumopatías crónicas y relacionar las cifras gasométricas con las del cateterismo concluyen que pueden distinguir tres tipos de pacientes: a) con P.A.P. sistólica menor de 30 mm./Hg., la SaO_2 es superior al 92 %; b) Con P.A.P. sistólica comprendida entre 30 y 50 mm./Hg., las saturaciones oxihemoglobínicas oscilan entre el 80 y el 90 %; y c) Con presiones sistólicas mayores de 500 mm./Hg., la SaO_2 está por debajo del 80 %.

BUHLMANN y colaboradores también encuentran una correlación satisfactoria entre la presión alveolar media de oxígeno y la presión arterial pulmonar media.

METZ, SAUNIER, PETIT y SADOUL, estudian las relaciones de la P.A.P. media con los datos espirográficos y de gases en sangre arterial en las neumopatías crónicas, al objeto de practicar el cateterismo solamente, dicen ellos, «en el momento más oportuno, ya que éste no puede, en efecto, tratarse de un examen de rutina en el curso de una insuficiencia respiratoria, mientras que los exámenes espirográficos y la punción arterial pueden repetirse más a menudo y permiten seguir al día los numerosos parámetros respiratorios». Estos autores relacionan por un lado valores espirográficos y presiones arteriales pulmonares y por otro presiones con valores gasométricos, encontrando que la disminución de la capacidad vital

frecuentemente va asociada a la H.A.P.; que la P.A.P., sube tanto más cuanto más baja es la relación (V.E.M.S./C.V.) 100; que la H. A.P. es constantemente observada en saturaciones por debajo del 92 %. No obstante puede coexistir H.A.P. con saturaciones oxihemoglobínicas normales; bien es cierto que estos casos constituyen la excepción y suelen darse en neumoconióticos y tratarse de una H.A.P. relativamente banal. Encuentran asimismo que la hipercapnia se acompaña casi constantemente de una H.A.P., y que ésta es tanto más importante cuánto más elevada es la hipercapnia.

RABAGO, LAHOZ, ALCALA y JIMÉNEZ-DÍAZ en nuestro país, encuentran correlaciones muy estrechas entre la PaCO_2 y P.A.P., y algo menos estrechas entre estas últimas y las cifras de SaO_2 .

SADOL, KOCH, SAUNIER y METZ, en otro trabajo, estudian la relación entre datos espirográficos y gasométricos en sangre arterial y encuentran que el 70 % de pacientes con V.E.M.S. inferiores a 1.300 ml., son hipercapnicos y definen lo que ellos llaman «signos espirográficos de alarma»: V.E.M.S. inferior a 1.300 ml., índice (V.E.M.S./C.V.) 100 por debajo de 50 y relación V.R./C.T. superior al 35 %.

Vemos, pues, como multitud de autores han hallado una cierta relación entre valores espirográficos, gasométricos y tensionales pulmonares. Todos ellos coinciden en que los valores espirográficos que demuestran una franca amputación de la ventilación máxima y traducen la existencia de una insuficiencia ventilatoria acentuada suelen acompañarse también de hipertensión arterial pulmonar. Si al exámen espirográfico podemos asociar gasometría en sangre arterial, las posibilidades de orientación funcional prequirúrgica aumentan mucho, de manera que si además de un V.E.M.S. acortado o de un índice (V.E.M.S./C.V.) 100 bajo con una amputación franca de la ventilación máxima, encontramos una hiposaturación arterial en reposo, o que aparece con el esfuerzo, y a mayor abundamiento si hay hipercapnia, podremos estar seguros de la existencia de hipertensión arterial pulmonar y por tanto las posibilidades quirúrgicas de aquel paciente serán muy escasas.

Otro buen intento de correlación lo constituyen las pruebas de esfuerzo, ya que en su realización intervienen, evidentemente, todos los elementos de los aparatos respiratorio y cardiocirculatorio. El resultado de las mismas dependerá no sólo del estado de la función ventilatoria o de la cardiocirculatoria por separado, sino, y sobre todo, de la perfecta conexión entre ambas y de una serie de factores bastante difíciles de valorar. Ello, unido a la gran variedad de técnicas descritas, hace que su interpretación no sea fácil y, por tanto, que no nos permitan prescindir de los otros exámenes aún cuando estos sean los más sintéticos de todos ellos.

En cuanto al E.C.G. ya hemos visto que los datos que proporciona en cuanto a detectar una posible H.A.P., son tardios y muchas veces ni tan siquiera aparecen si la H.A.P. es poco importante.

Sea como sea, aquí, como en tantas otras ocasiones en medicina, LO POSITIVO AFIRMA PERO LO NEGATIVO NO NIEGA: es evidente que un paciente con una cifra de V.E.M.S. acortada y con una SaO_2 baja o que disminuya con el esfuerzo tendrá su capacidad funcional pulmonar muy mermada, con muchas posibilidades de ser un hipertenso de pequeño círculo; pero no hay que olvidar que pueden existir pacientes con hipertensión pulmonar sin hipoxia arterial y con cifras espirográficas normales. Por tanto ninguno de los exámenes preoperatorios a los que hemos ido pasando revista es, por sí solo, absolutamente concluyente ni ninguno de ellos, ahí interviene el arte del clínico, del cirujano y del fisiopatólogo al indicarlos e interpretarlos y, después de una labor de síntesis, llegar a unas conclusiones prácticas.

CONCLUSIONES

¿Qué le pediremos al examen funcional respiratorio de tipo quirúrgico?

1.º Noción del estado funcional actual del paciente, su diagnóstico fisiopatológico, expresión concreta del déficit que acusa e importancia del mismo.

2.º Repercusión de la intervención proyectada sobre la función pulmonar, no sólo en cuanto a la amputación que acarreará sino también en cuanto a la capacidad respiratoria final del paciente; es decir, valorar no sólo lo que se va a «sacar» sino también lo que va a «quedar» pensando en si será suficiente para garantizar una vida social y laboral normales, al enfermo y no lo transformará en un inválido respiratorio.

3.º Riesgo operatorio en relación a una amputación funcional temporal que tendremos que calcular como mucho mayor que la que quedará al cabo de un tiempo, y que es precisamente la única que suele valorarse. Es decir, si una lobectomía amputa de un 15 a un 20 % de la ventilación, esto se refiere a los seis meses de la intervención, pero durante la operación y en los días subsiguientes la amputación es mucho mayor debido a una serie de factores sobreañadidos: la posible falta de reexpansión del pulmón restante, el dolor de la incisión, la incógnita pleural, la fiebre, las posibles complicaciones contralaterales, etc.

4.º Qué intervención resultaría más adecuada, hablando únicamente desde el punto de vista estrictamente funcional, ya que la decisión operatoria jamás se basará solo en el balance funcional del paciente, sino que la deberá tomar el cirujano después de estudiar todas las facetas del enfermo, hasta la social, sopesando las ventajas e inconvenientes de cada una de las posibles indicaciones. De ninguna manera debemos pensar en la E.F.P. como en algo standarizado que nos diga: por encima de tales cifras, tal intervención, y por debajo de tales, tal otra. Cada paciente es distinto y, como máximo, cabe dar unas normas generales que nos servirán de conclusiones a esta ponencia:

1.ª Un examen funcional respiratorio prequirúrgico corriente deberá comprender, aparte la anamnesis y la exploración clínica y radiológica (radioscopia dinámica), unas pruebas ventilatorias sencillas que incluso pueden limitarse al registro repetido de la C.V. y del V.E.M.S. Si todo ello es normal, no haremos nada más. Si observamos alguna deficiencia, haremos un espirograma completo, con pruebas broncodinámicas. Si se trata de garantizar un mínimo en el pulmón contralateral, indicaremos una broncoespirografía; si sospechamos la existencia de insuficiencia respiratoria, o de un lecho vascular pulmonar deficiente, o de «shunts» importantes, practicaremos unos análisis de gases en sangre arterial o un cateterismo, o, a ser posible, las dos cosas: si la SaO_2 en reposo está por debajo de lo normal, o aún si siendo normal disminuye con el esfuerzo, acompañándose de pruebas ventilatorias deficientes y de signos radioscópicos de enfisema, rechazaremos o desaconsejaremos toda clase de exéresis y deberá meditarse mucho cualquier otra intervención. La falta de resaturación en la prueba de la hiperoxia demostrará la existencia de «shunts» derecha-izquierda importantes. La determinación del pH y del CO_2 total nos permitirá situar el estado ácido-básico en el diagrama de Davenport y ver si estamos ante una insuficiencia respiratoria latente (la hipoxia sólo aparece con el esfuerzo), parcial (hipoxia en reposo, con normo o hipocapnia) o global (hipoxia e hipercapnia en reposo) compensada o descompensada según el pH, se mantenga o no en los límites de la normalidad.

2.ª Desconfiar de la insuficiencia ventilatoria obstructiva y en especial del enfisema porque afecta gravemente toda la fisiología pulmonar. Pensar que la determinación única de la C.V., de nada sirve para detectarla, pero sí la del V.E.M.S. y del índice (V.E.M.S./C.V.) 100.

3.^a Desconfiar del pulmón que fue sometido a un neumotórax terapéutico durante varios años, o haya sufrido siembras cavitarias a repetición, aún cuando ambos procesos apenas hayan dejado secuelas radiográficas.

4.^a No pueden darse cifras «standard» de operabilidad o inoperabilidad. No obstante, un V.E.M.S. inferior a 600 ml. o una ventilación máxima por debajo del 20 % de la teórica o un índice (V.E.M.S./C.V.) 100 por debajo de 35, o un cuadro humoral de insuficiencia respiratoria nos harán desaconsejar cualquier intervención a menos que se cuente con un servicio de respiración asistida y reanimación adecuados.

5.^a Antes de practicar una exéresis debemos asegurarnos que el pulmón contralateral asuma por lo menos un 25 % de la ventilación máxima teórica del paciente. Por tanto, si no se puede practicar una broncoespirografía (a menos que se trate de un fibrotórax o de un pulmón opaco funcionalmente nulo el que se va a extirpar), para una exéresis habrá que exigir una ventilación máxima global por lo menos de un 50 a un 60 % de la teórica; este porcentaje deberá ser tanto mayor cuanto más parénquima funcional sano tenga el pulmón que se va a intervenir.

6.^a Toda exéresis, por limitada que sea, puede equivaler durante el postoperatorio inmediato a una neumectomía desde el punto de vista funcional. Contar siempre con la posibilidad de que lo planeado como una exéresis parcial puede trocarse en una total por causa de cualquier imprevisto accidente o dificultad peroperatoria. Por ambos motivos ya antes de la intervención el E.F.P. nos debe dar la seguridad de que un solo pulmón sería suficiente a subvenir las necesidades fisiológicas, laborales y hasta sociales del enfermo.

7.^a Una colapsoterapia quirúrgica hasta la 5.^a costilla amputa muy poco la capacidad funcional del paciente. Lo mismo ocurre con una cavernostomía o un extramuscloperióstico. El tratarse de una cirugía de pared y respetar la integridad pleural hace que el pulmón operado, sobre todo su porción funcional más noble, la base, siga contando en el postoperatorio inmediato.

8.^a Pensar no sólo en la brillantez del acto quirúrgico sino, y sobre todo, en la capacidad funcional que le quedará después al paciente. Si una intervención mal indicada aboca a una insuficiencia respiratoria postoperatoria, aunque ésta de momento se solvente, lo más probable es que se vaya instaurando una insuficiencia respiratoria crónica progresiva que puede invalidar al paciente o incluso llevarle a la muerte quizás mucho antes que lo hubiera hecho la enfermedad que motivó la intervención.

9.^a Esto nos lleva de la mano a hablar del papel de la naturaleza de la enfermedad en el momento de sentar la indicación operatoria: no podemos hacer correr un riesgo vital demasiado elevado a un paciente con el deseo de mejorarlo de una enfermedad de por sí poco mortal como es ahora la tuberculosis pulmonar. En cambio nos deberemos sentir mucho más osados ante el cáncer o unas bronquiectasias intensamente sangrantes, por ejemplo.

10.^a La indicación de una intervención y la misma intervención son casi siempre factibles por deficientes que sean las pruebas preoperatorias. Lo único que varía es el porcentaje de morbilidad y mortalidad. El haber operado con éxito un paciente con pruebas prohibitivas no significa un error en las mismas sino un riesgo absolutamente extraordinario que se ha hecho correr al paciente y que únicamente puede quedar justificado ante una enfermedad o una complicación rápidamente mortales.

BIBLIOGRAFIA

I. — Principales libros consultados

- BRILLE D., HATZFELD C.: «L'exploration de la fonction respiratoire en pratique pneumologique». Paris, Masson, 1962.
- C.E.C.A.: «Études de physiologie et de pathologie du travail». *Collection d'hygiène et de médecine du travail*, N.º 1. Luxemburgo, 1961.
- C.E.C.A.: «Aide memoire pour la pratique de l'examen de la fonction ventilatoire par la spiropgraphie». *Collection d'hygiène et de médecine du travail*, cuaderno número 2. Luxemburgo, 1961.
- CIBA FOUNDATION: «Pulmonary structure and function». Londres, Churchill Ltd., 1962.
- COMPRE, J. H., FORSTER, R. E., DUBOIS, A. B., BRISCOE, W. A., CARLSEN, E.: «The Lung. Clinical physiology and pulmonary function test». *The Year Book Publishers*, Chicago, 1956.
- CROCE P.: «La brocospirometría. Técnica e indicaciones». Barcelona, editorial Científico-Médica, 1962.
- DALEY R., GOODWIN J., STEINER, R. E.: «Clinical disorders of the pulmonary circulation». Londres, Churchill, 1960.
- HALMAGYI, D. F.: «La fisiología clínica de la circulación menor». Paz Montalvo, 1960.
- MAURATH J.: «Fisiopatología de la respiración en cirugía pulmonar». Madrid, Alhambra, 1956.
- MONTSALLIER, J. F.: «Vademecum de réanimation respiratoire». Paris, Masson, 1962.
- ORIE, N. G. M., SLUITER, H. J.: «Bronchitis. An International Symposium». Assen (Netherlands), Royal Van Gorcum y Charles C. Thomas, 1961.
- ROSSIER, P. H., BÜHLMANN A., WIESINGER K.: «Physiologie und Pathophysiologie der Atmung». Berlín-Göttingen-Heidelberg, Springer-Verlag, 1958.
- SADOU L., LACOSTE J., PETIT, J. M.: «Physiopathologie de l'insuffisance respiratoire». *Rapport au XXXII Congrès Français de Médecine*, Lausanne, 1959. Paris, Masson, 1959.
- SIMONIN P., SADOU L., METZ J., DURAND D.: «Les perturbations fonctionnelles au cours de la tuberculose pulmonaire». *Rapport au XII Congrès National de la Tuberculose*, Montpellier, 1958. Paris, Masson, 1958.
- TIFFENEAU R.: «Examen pulmonaire de l'asthmatique. Déductions diagnostiques, pronostiques et thérapeutiques». Paris, Masson, 1957.
- TROCMÉ P., CHÉDAL J.: «Le cathétérisme du coeur droit et des artères pulmonaires en pneumologie». Paris, Masson, 1958.

II. — Principales publicaciones consultadas

- AGUSTI A.: «La exploración funcional en cirugía pulmonar». En: *Temas de fisiopatología respiratoria*. Barcelona, Lye (en prensa).
- BIELO E., VIVES J., MARTI-LLEONART F.: «Insuficiencia respiratoria crónica». *Medicina Clínica*, 1960, 35:1, 10-16.
- BRILLE D., CARA M.: «Evolution de la terminologie utilisée en Physiopathologie respiratoire». *Poumon et Coeur*, 1955, 9, 836-842.
- BRILLE D., HATZFELD C.: «L'exploration de la ventilation par l'examen radioscopique dynamique». *Poumon et Coeur*, 1955, 9, 865-892.
- BRILLE D., HATZFELD C., KOURILSKY R.: «Valeur des techniques endobronchiques pour l'exploration fonctionnelle des poumons séparés». *Bronches*, 1955, 5, 381-448.
- CARA M., SADOU L.: «Annexe sur les coefficients de correction à appliquer aux mesures spiropgraphiques». *Poumon et Coeur*, 1955, 9, 843-853.
- COMBA G.: «Valoración pronóstica de las pruebas funcionales respiratorias en cirugía torácica: rehabilitación funcional y reanimación». *Bol. Consejo Gral. Colegios Médicos*, 1959, 132, 17-30.
- CORNUDELLA R., CORNUDELLA J.: «El examen de la función ventilatoria pulmonar desde el punto de vista del clínico». *An. Médico-quirúrgicos*, 1958, 48, 105-115.
- CORNUDELLA R.: «Espirograma normal». *An. Med. y Cir.*, 1959, 156, 383-391.
- DAUSSY M., DAUMET Ph.: «Bilan hémodynamique des affections pleuro-pulmonaires chirurgicales. Son intérêt préopératoire». *Poumon et Coeur*, 1960, 4, 350-361.
- DI MARÍA G.: «Les examens de la fonction cardio-respiratoire chez les sujets à soumettre à des interventions de chirurgie thoracopulmonaire». *Poumon et Coeur*, 1963, 6, 519-537.
- GAMAIN B., POUILLARD J., COBY J.: «La fonction respiratoire au cours du cancer du poumon». *Poumon et Coeur*, 1962, 3, 261-275.
- GERARD R., GRAS A., BENYAMINE R., Mlle. MALFROY, JOUVE A.: «Bilans hemodynamiques et aspects angiopneumographiques des pneumopathies chroniques». *Poumon et Coeur*, 1961, 4, 351-365.

- HATZFELD C., BRILLE D.: «Intérêt du calcul de la dette d'oxigène lors d'efforts de deux minutes pour l'étude de la fonction cardio-pulmonaire». *Sem. Hôp.*, 1958, 7-8, 597-607.
- MARGARIT F.: «La función de las comunicaciones vasculares broncopulmonares en las broncopatías». *Enf. del Tórax*, 1961, 40, 469-486.
- MARTI-LLEONART F.: «Broncoespirometría. Indicaciones y resultados». III Reunión Sección Española de la A.I.E.B., *Anales Médico-Quirúrgicos*, 1958.
- METZ J., SAUNIER C., SADOUL P.: «Oxygène et CO₂ du sang artériel au repos et à l'exercice chez les insuffisants respiratoires. Étude préliminaire». *Poumon et Coeur*, 1959, 8, 831-843.
- METZ J., SAUNIER C., PETIT, J. M., SADOUL P.: «La pression artérielle pulmonaire moyenne au repos et à l'exercice au cours des broncho-pneumopathies chroniques. Ses relations avec les données spirométriques, la PaCO₂ et la saturation oxyhémoglobinée». *Poumon et Coeur*, 1959, 9, 995-1010.
- PLATTS M., CREAVES M.: «Análisis de gases en sangre arterial en el tratamiento de pacientes con bronquitis crónica y enfisema». *Thorax*, 1957, 12, 236.
- RABAGO, LAHOZ F., ALCALÁ R., JIMÉNEZ-DÍAZ C.: «El círculo menor en el asma y el enfisema». Número monográfico editado por LIADE correspondiente a un congreso nacional.
- RAMS, J. J., HARRISON, R. W., FRY W. A., MOULDER, ADAMS: «Operative pulmonary artery pressure measurements as a guide of postoperative management and prognosis following pneumonectomy». *Dis Chest*, 1962, 41, 85-90.
- RANSON BITKER B., BOUCHARD F., BECHTEL P.: «Valeur pronostique du cathétérisme cardiaque droit chez les insuffisants respiratoires». *Presse méd.*, 1960, 24, 907-908.
- ROSSIER, P. H.: «Insufficienza respiratoria ed ipertensione polmonare». *Min. Pneum.*, 1962, 1, 41-44.
- RYBARIC E., DAYER A.: «Algunas consideraciones sobre la fisiopatología de las hipoxemias en tuberculosis pulmonar». *Schw. Zeits. Tub. Pneum.*, 1961, 18, 4.
- SADOUL P., KOCH R., SAUNIER C., METZ J.: «Comparaison de la PaCO₂ et des données spirométriques chez les insuffisants respiratoires». *Poumon et Coeur*, 1959, 8, 811-823.
- SADOUL P., CARA M., BRAUNDS «La bronchospirométrie ou séparation des airs. 1ère partie». *Poumon et Coeur*, 1953, 5-6, 345-370.
- SADOUL P., GRILLIAT J. P., BRAUN P.: «La bronchospirométrie ou séparation des airs. 2ème partie». *Poumon et Coeur*, 1955, 9, 935-995.
- SADOUL P., DURAND D., AUBRIOT G.: «Examens spirométriques au cours du cancer bronchique». *J. fr. méd. chir. thor.*, 1960, 3, 361-374.
- SALVADÓ J.: «Estudio preoperatorio de la función ventilatoria en la estenosis mitral cerrada». *Medicina Clin.*, 1959, 1, 42-45.
- SALVADÓ J.: «La prueba broncoconstrictora de la acetilcolina, técnica simplificada». *Medicina Clin.*, 1959, 4, 277-280.
- STUPFEL M.: «Obtention de la pression partielle du gaz carbonique dans le sang par l'équation de Henderson-Hasselbach». *Presse méd.*, 1962, 44, 2045-2047.
- STUPFEL M.: «La mesure du pH sanguin. I: Principes généraux». *Presse méd.*, 1959, 24, 997-998.
- STUPFEL M.: «La mesure du pH sanguin. II: Notions pratiques. Son application au calcul de la PaCO₂». *Presse méd.*, 1959, 27, 1111-1112.
- VAN LOO A., PANNIER R., GYSELEN A. y cols.: «Corrélation entre l'hémodynamique et la fonction pulmonaire chez les tuberculeux». *J. fr. méd. chir. thor.*, 1960, 5, 511.

MOMENCLATURAS UTILIZADAS EN ESPIROGRAFIA

<i>Alemania (1)</i>	<i>Francia (1)</i>	<i>Italia (1)</i>	<i>Holanda (1)</i>	<i>Países anglo-americanos (2)</i>	<i>Terminología que se propone española</i>
Atemvolumen	volume courant	volume ventilatorio	ademvolume	tidal volume	volumen corriente
Atemfrequenz	fréquence ventila-toire	frequenza ventila-toria			frecuencia ventilatoria
Atemminuten-volumen	ventilation	ventilazione	adem minutenvolume	minute volume	ventilación minuto
Vitalkapazität	capacité vitale	capacità vitale	vitale capaciteit	vital capacity	capacidad vital
	volume de réserve inspiratoire	riserva inspiratoria	complementaire lucht of volume	inspiratori reserve volume	volumen de reserva inspiratorio
	volume de réserve expiratoire	riserva espiratoria	reservelucht of volume	expiratory reserve volume	volumen de reserva espiratorio
Funktionelles Residualvolumen	capacité résiduelle fonctionnelle		functioneel residu	functional residual capacity	capacidad residual funcional
Residualvolumen	volume résiduel	volume residuo	residu	residual volume	volumen residual
Totalkapazität	capacité totale	capacità totale	totale capaciteit	total lung capacity	capacidad total
Atemgrenzwert (3)	ventilation maximale (3)	ventilazione polmonare massima (3)	maximale adem minutenvolume (3)	maximal voluntary ventilation (3)	ventilación máxima (3)
Atemstosskurve	épreuve d'expiratoir forcée	curva d'espiazione massima	proef van Tiffeneau	forced expiratory spirogram	curva de espiración forzada
Atemstosstest pro Sekunde (A.S.T.)	volume expiratoire maximum/seconde (V.E.M.S.)	volume espiratorio massimo al secondo (V.E.M.S.)		forced expiratory volume for the 1 st sec (F.E.V. ₁)	volumen espiratorio máximo por segundo (V.E.M.S.)
Atemstosstest %	(V.E.M.S./C.V.)100	(V.E.M.S./C.V.)100		F.E.V. ₁ %	(V.E.M.S./C.V.)100

(1) Países de la C.E.C.A. — Luxemburgo, 1955.

(2) Países angloamericanos. — Atlantic City, 1950, y Londres, 1956.

(3) Con indicación de la frecuencia a la cual se ha ejecutado la prueba.

SÍMBOLOS CONVENCIONALES UTILIZADOS EN FISIOLÓGIA RESPIRATORIA

<i>Símbolos principales</i>	<i>Símbolos secundarios (1)</i>
C concentración o capacidad (2)	A aire alveolar
D capacidad de difusión	B (presión) barométrica
F tasa en gas seco	D aire del espacio muerto
P presión	E aire espirado
Q volumen de sangre	I aire inspirado
Q Q' débito de sangre (4)	L todo el pulmón
R cociente respiratorio	a sangre arterial
S tasa en gas saturado de vapor (3) o saturación oxihemoglobínica (2)	b sangre
V volumen de gas	c sangre capilar
V V' ventilación o débito de gas (4)	v sangre venosa

OTRAS ANOTACIONES	
f frecuencia ventilatoria	x x' derivada (4) de x
n frecuencia del pulso	x valor promedio de x

(1) La indicación de lugar en fase gaseosa se representa por una mayúscula pequeña, a continuación inmediata del símbolo principal, sobre la línea del texto.

La indicación de lugar en fase sanguínea se representa por una minúscula, a continuación inmediata del símbolo principal, sobre la línea del texto.

La indicación de la sustancia considerada se representa por su símbolo químico completo en letras mayúsculas pequeñas y situado:
— en la línea del texto, inmediatamente después del símbolo principal, si es el único símbolo secundario.
— por debajo de la línea del texto y después de la indicación de lugar, si es necesario dar las dos precisiones.

(2) Toda confusión se elimina eventualmente por un símbolo en índice o por precisiones en el texto.

(3) En las condiciones alveolares, es decir, a 37° C., salvo especificación diferente.

(4) Derivada en relación al tiempo, salvo especificación diferente. Los autores anglosajones utilizan la notación de Newton (V y Q). Los países de la C.E.C.A., han propuesto la notación Euler y Lagrange (V' y Q').