

## Los casos singulares de la Neumología

---

VOLUMEN II

6

### SUMARIO:

<b>Editorial</b>	<b>3</b>
<b>6.1. Amplias variaciones en el equilibrio ácido-base</b>	<b>5</b>
<b>6.2. Operabilidad de un carcinoma broncogénico</b>	<b>9</b>
<b>6.3. Un caso de ventilación electrofrénica</b>	<b>13</b>

# NEUMOCLÍNICA

**Editores:**

Pedro Martín Escribano  
José Luis Viejo Bañuelos

**Realizado por:**

FAES  
Máximo Aguirre, 14  
48940 Lamiaco-Leoia. Vizcaya  
www.faes.es

**Editado y coordinado por:**

LUZÁN 5, S.A. de Ediciones  
Pasaje de la Virgen de la Alegría, 14.  
28027 Madrid.  
e-mail: luzan@luzan5.es  
http://www.luzan5.es



Título original: NEUMOCLÍNICA

© Copyright, 1998. Martín Escribano P, Viejo Bañuelos JL.

S.V.P. Nº: 872-L-CM

Depósito legal: M. 17964-1998

Composición e ilustración: LUZÁN 5, S.A. de Ediciones

Imprime: Egraf, S.A. Madrid.

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida ni transmitida en ninguna forma o medio alguno, electrónico o mecánico, incluyendo las fotocopias o grabaciones en cualquier sistema de recuperación de almacenaje de información, sin el permiso escrito del titular del copyright.

Correspondencia:

Martín Escribano P.  
Servicio de Neumología. Hospital 12 de Octubre. 28041 Madrid.  
Tfno. 91 390 82 87. Fax 91 469 57 75.  
e-mail: pme01m@nacom.es

Viejo Bañuelos JL.  
Sección de Neumología. Hospital General Yagüe. 09005 Burgos  
Tfno. 947 28 16 16. Fax 947 28 18 29. e-mail: jlviejo@separ.es



# Editorial

---

**L** *A exploración funcional y la endoscopia son las dos técnicas más específicas de nuestra especialidad, Neumología. La fisiopatología respiratoria, junto con la información morfológica y la biología molecular, con tan gran fuerza expansiva actual, son la base conceptual de nuestro trabajo diario: macro y micromorfología, y macro y microfunción.*

*La fisiopatología ha permitido comprender los procesos fisiológicos y patológicos del aparato respiratorio y desarrollar una precisa exploración funcional pulmonar; igualmente ha propuesto muchas soluciones prácticas a los problemas médicos, como son, entre otras, las posibilidades actuales de la anestesia, de la atención a la ventilación en unidades de cuidados intensivos y los métodos no invasivos de ventilación mecánica, incluyendo aquí también el control del numerosísimo grupo de pacientes con síndrome de apnea del sueño.*

*En el presente fascículo presentamos tres aspectos “singulares” de la fisiopatología respiratoria, en tres aspectos diferentes: en el primero de ellos se trata de una combinación de problemas metabólicos que producen insuficiencia respiratoria. A propósito de la presentación de los resultados nos permitimos recomendar el uso de alguno de los esquemas “clásicos” de representación de la también “clásica” ecuación de Henderson-Haselbach, que relaciona pH, PaCO<sub>2</sub> y bicarbonatos; redundando un poco en el “clasicismo”, es el esquema de Davenport el que posiblemente muestre más claramente esta relación, aunque quizás lo preferimos porque es el que nos resulta más familiar. El pH del medio interno es el principal elemento a conservar en nuestro organismo, ya que garantiza el adecuado metabolismo celular; y así, el citado esquema contempla sus variaciones a nivel sanguíneo, entre 7,1 y 7,6, posiblemente considerando las*

situaciones fuera de estos límites como excepcionales y, desde luego, peligrosas. El caso que presentamos se sale claramente del primitivo esquema, y por ello es “singular”, mostrando inicialmente un pH de 7,6 que acaba descendiendo finalmente por debajo del límite inferior de bicarbonatos.

El segundo caso que presentamos muestra una aproximación al difícil tema de la valoración de la operabilidad en una patología de pronóstico ciertamente malo como es el carcinoma broncogénico. Aquí lo “singular” está en la combinación de parálisis frénica izquierda con la necesidad de hacer neumonectomía derecha. En el momento más productivo del desarrollo de la espirometría se generalizó el uso de dobles espirómetros, que permitía complejos estudios en el esfuerzo y, por otra parte, posibilitaba el análisis por separado de los dos sistemas bronquiales mediante la inserción de un catéter de doble luz de Carlens. Estos equipos, con una base puramente mecánica, han sido sustituidos con todo éxito por los modernos espirómetros informatizados, basados en el uso de neumotacógrafos. En algunos casos, echamos de menos aquella tecnología, y en el paciente concretamente referido en este fascículo, hubiera sido útil una broncoespirometría convencional midiendo por separado capacidad vital, volúmenes corriente y por minuto y, sobre todo, y del mayor interés, consumo de oxígeno unilateral. En ausencia de esta tecnología, nos aproximamos a ese estudio mediante la oclusión unilateral de un bronquio con un balón de un catéter de Fogarty. También es “singular” que, a pesar de este estudio, sus resultados no fueron los que finalmente decidieron la actitud terapéutica a seguir.

En el tercer caso comentamos una brillante solución para un tipo de pacientes con insuficiencia respiratoria absoluta e irreversible, abocados a una vida con permanente dependencia de un respirador. El desarrollo de la tecnología de neuroestimulación ha permitido en este campo aportar soluciones que pueden cambiar drásticamente la calidad de vida de estas personas.

Los Editores

# 6.1.

## Amplias variaciones en el equilibrio ácido-base

P. MARTÍN ESCRIBANO

Servicio de Neumología  
Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid.

# V

Varón de 46 años de edad, fumador de 40 cigarrillos y bebedor de 4 a 6 litros de cerveza diariamente, que ingresa por insuficiencia respiratoria y alcalosis metabólica, ambas de la máxima severidad.

Tiene múltiples **antecedentes personales**: herniorrafia inguinal; traumatismo sobre el pie derecho; desde hace 20 años tiene epigastralgias frecuentes que trata desde entonces habitualmente con bicarbonato, llegando a consumir en los últimos meses 1.000 mg a la semana; derrame pleural izquierdo 12 años antes, con hipertrofia mesotelial en la biopsia, empiema izquierdo con *shock* tóxico diez años antes, necesitando ventilación mecánica, con posterior insuficiencia renal crónica; dudosa hepatopatía crónica; episodio de hematemesis y melena cinco años antes; hipertensión arterial; síndrome de apneas del sueño en tratamiento con oxigenoterapia y CPAP desde tres años antes; bronquitis crónica y enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Ha necesitado de múltiples ingresos hospitalarios por insuficiencia respiratoria.

### Consulta actual:

Una semana antes de su ingreso tiene un episodio catarral con rinorrea acuosa, estornudos, cefalea y posteriormente fiebre de 40°C con tos, expectoración purulenta, ocasionalmente hemoptoica, dolor pleurítico izquierdo, incremento de la disnea hasta hacerse de mínimos esfuerzos y ortopnea de dos almohadas; tiene edemas en miembros inferiores. En los últimos días se han añadido desorientación y somnolencia importante.

### Exploración física:

Paciente consciente, bien orientado, con obesidad mórbida, cianosis periférica. TA 160/110 mmHg. Frecuencia respiratoria a 24 rpm. Aspecto congestivo de cara y conjuntivas. Presión venosa normal. Disminución generalizada del murmullo vesicular. Dudosa hepatomegalia de 4 cm. Edemas maleolares y pretibiales.

**Análisis de sangre:** 8.810/mm<sup>3</sup> leucocitos, con fórmula normal; 243.000/mm<sup>3</sup> plaquetas; valor hematocrito 51%; hemoglobina 16,7 g/dl; creatinina 2,09 mg/dl, con aclaramiento de creatinina de 32 ml/min; teofilinemia 4 µg/ml; potasio 2,6 meq/l; ácido úrico 13,7 mg/dl; gammaGT 54.

**Análisis orina:** normal.

**Radiología de tórax:** insuflación torácica, diafragmas aplanados, engrosamiento pleural basal izquierdo, leve cardiomegalia e infiltrado alveolar y múltiples imágenes lineales en el tercio inferior del hemitórax izquierdo (fig. 1).

**Gasometría arterial y equilibrio ácido-base, al ingreso:** pH 7,62; PaCO<sub>2</sub> 57 mmHg; PaO<sub>2</sub> 25 mmHg; exceso de base 34 meq/l; CO<sub>2</sub> total 60 mmol/l.

**Pulsioximetría nocturna:** con 5 cmH<sub>2</sub>O de CPAP y oxigenoterapia, el trazado tiene aspecto de dientes de sierra con desaturación más del 50% de la noche; esta desaturación se corrige con CPAP de 14 cmH<sub>2</sub>O sin oxigenoterapia.

**Función respiratoria (al alta):** capacidad vital forzada 3.690 ml (82%); FEV<sub>1</sub> 2.280 ml (62%); FEV<sub>1</sub>/FVC 62% (76%); volumen residual 161%; capacidad pulmonar total 108%; factor de transferencia para CO 102% y KCO 105%. Gasometría arterial con pH 7,23; PaCO<sub>2</sub> 32 mmHg; PaO<sub>2</sub> 64 mmHg; A-aPO<sub>2</sub> 40 mmHg; CO<sub>2</sub> total 13,5 mmol/l.

**Electrocardiograma:** con ocasionales extrasístoles auriculares como única alteración.

**Ecocardiograma:** con ventrículo izquierdo ligeramente dilatado, 45% de fracción de eyección y ventrículo derecho levemente dilatado.

#### Diagnóstico:

De todos los problemas referidos en los antecedentes personales, los más importantes eran: enfermedad pulmonar obstructiva crónica, de intensidad moderada; síndrome de apneas del sueño, controlado con altas presiones de CPAP; obesidad mórbida; hipertensión arterial y dispepsia ulcero-sa corregida con grandes cantidades de bicarbonato. El motivo de ingreso fue una neumonía en lóbulo superior izquierdo, con descontrol del síndrome de apneas del sueño, entrando en insuficiencia respiratoria de la máxima severidad con alcalosis metabólica muy severa.

#### Evolución:

Inicialmente, en el Servicio de Urgencias se trata de reponer el nivel de potasio y se propone una diálisis para eliminar bicarbonato si hay fracaso renal agudo, situación que no se produce. Posteriormente es tratado con antibióticos y broncodilatadores y CPAP, además de diuréticos, iniciándose este tratamiento con acetazolamida como inhibidor de la anhidrasa carbónica. Mejora en los siguientes días clínica y radiológicamente. Durante su ingreso sufre un episodio de artritis gotosa controlada con antiinflamatorios.

#### Comentario:

Sucede frecuentemente que la complejidad del caso clínico es tan grande como en el descrito, pudiendo ser objeto de análisis la interrelación de enfermedad obstructiva pulmonar crónica, obesidad y síndrome de apneas del sueño, e igualmente la que puede haber entre este síndrome con la obesidad y la hipertensión, etc.

El paciente llega en una situación catastrófica con PaO<sub>2</sub> extremadamente baja, en buena parte por hipoventilación alveolar, pero, sobre todo, con alteración de la relación ventilación-perfusión, con gradiente A-aPO<sub>2</sub> muy elevado. Con el tratamiento la hipoxemia mejora rápidamente en los primeros días y después paulatinamente hasta tener

valores normales, con gradiente alvéolo-arterial de oxígeno normal para su edad. En los últimos días la situación se deteriora levemente, sin encontrar una causa concreta para ello (fig. 2).

Los niveles de PaCO<sub>2</sub> varían mucho a lo largo de los 20 días de ingreso, desde 58 a 28 mmHg. No podemos saber cuál es el nivel que correspondería teóricamente a la alteración ventilatoria básica del paciente en el momento del ingreso: la fórmula de Burrows, aplicable a pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica estable, nos permite hacer esta aproximación:

$$\text{PaCO}_2, \text{ mmHg} = \frac{11,5}{\text{FEV}_{1, l}} + 30,7$$

En el caso presente, a un FEV<sub>1</sub> de 2.280 ml le correspondería una PaCO<sub>2</sub> normal, de 36 mmHg. Es posible que inicialmente hubiera una mayor alteración ventilatoria, pero no parece que pudiera justificar la hipoventilación como debida a alteración mecánica.

No obstante, el comentario de interés en este momento es la enorme variación en su equilibrio ácido-base, propiciada inicialmente por el muy alto consumo de bicarbonato que desde hacía años tenía el paciente (figs. 3 y 4).

Inicialmente una ingesta continuada y alta de bicarbonato produce una alcalosis metabólica, que originaría una alcalemia incompatible con la vida, si no fuera, al menos parcialmente, corregida por una hipoventilación alveolar. Es posible que, en nuestro caso, esta hipoventilación alveolar a su vez esté limitada por la hipoxemia que conlleva. La extrema alcalemia observada (pH 7,62), acompañada de la, también extrema, hipocaliemia, es a pesar de todo bien tolerada por el paciente, sin complicaciones, aunque parte de la sintomatología específica pudiera estar semioculta por el complejo cuadro clínico. La supresión de la ingesta bicarbonatada y, sobre todo, la acción de la acetazolamida, inhibiendo en el túbulo renal la excreción de cloro y favoreciendo la eliminación de bicarbonato, consiguen rápidamente, en cuatro días, bajar el nivel del CO<sub>2</sub> total. A su vez, desaparece la hipoventilación alveolar, y el pH y la potasemia se normalizan. La normalización de la ventilación alveolar, a su vez, favorece la mejoría de la hipopotasemia.

La segunda fase de la evolución tiene el sentido contrario: aparece una acidemia igualmente extrema, llegando a un pH de 7,12. En esta fase, el aspecto patogénico más importante es el de la insuficiencia renal crónica (creatinina 2,09 y aclaramiento de 32 ml/hora), que posiblemente estaba previamente oculta y parcialmente corre-



gida con la referida ingesta de bicarbonato; esta insuficiencia renal explica además la mala tolerancia de la sobrecarga exógena de bicarbonato que conduce a la alcalosis metabólica. Al desaparecer el aporte de bicarbonato y tratarse con acetazolamida, aparece la acidemia, hasta 7,12, esta vez hiperpotasémica, con un potasio de 6,4 meq/l.

Finalmente el paciente es dado de alta una vez solucionado el cuadro de neumonía aguda, quedando con la siguiente situación al alta: en primer lugar, moderada alteración ventilatoria y leve hipoxemia, con control de las desaturaciones nocturnas del síndrome de apneas del sueño; en segundo lugar, acidosis metabólica por insuficiencia renal crónica, recomendándosele la ingesta de

bicarbonato, esta vez por un motivo totalmente diferente, opuesto, al de su ingreso.

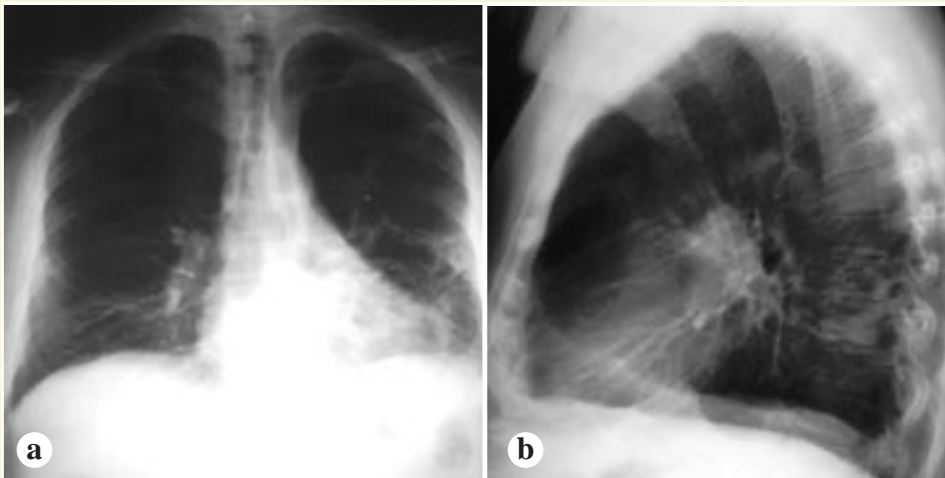
La regulación del pH del medio interno es una de las funciones fundamentales del metabolismo, siendo elementos principales de ese control los aparatos respiratorio y renal; por ello, la combinación de sus respectivas patologías puede dar lugar a complejos cuadros como el presente, con mayor razón cuando se añade la administración exógena y muy abundante, como ocurre en este caso, de bicarbonato. No es posible saber cuáles son los límites de riesgo, o incompatibles con la vida, del pH; se considera que los límites deben ser muy estrechos, pero, felizmente en este caso, los límites teóricos han sido sin duda ampliamente superados, sin presentarse fenómenos como arritmias fatales, que pudieron haber terminado con la vida del paciente.

---

## BIBLIOGRAFÍA

---

1. Harrison TR. Principios de Medicina Interna. 14ª ed. Madrid: McGraw Hill Interamericana; 1998.
2. SEPAR. Manual de Neumología y Cirugía Torácica. Madrid: Editores Médicos; 1998.
3. NeumoMadrid. Manual de Neumología clínica. Madrid: Luzán 5; 1999.
4. López Encuentra A, Martín Escribano P. Neumología en Atención Primaria. Madrid: Aula Médica; 1999.
5. Lumb AB. Nunn's applied respiratory physiology. Oxford: Butterworth; 2000.



Figs. 1 a y b: Radiografías posteroanterior y lateral izquierda de tórax con insuflación torácica, leve cardiomegalia e infiltrado en lóbulo inferior izquierdo y llingula.

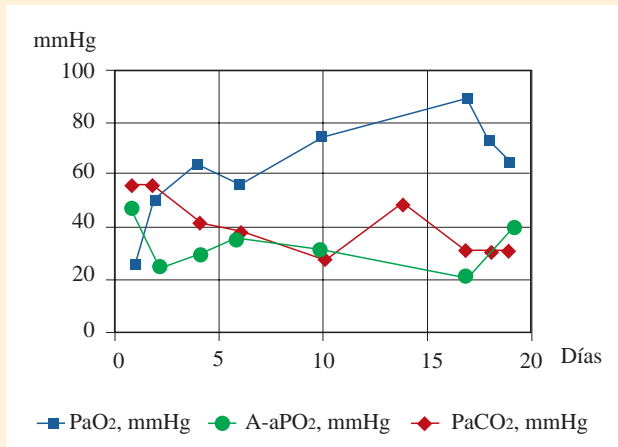


Fig. 2: Representación esquemática de la evolución de los parámetros gasométricos durante los 19 días de ingreso del paciente.

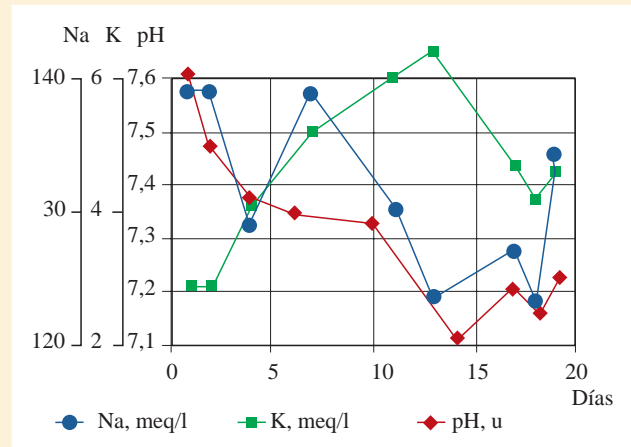


Fig. 3: Representación esquemática de la evolución de los iones y del pH arterial durante los 19 días de ingreso del paciente.

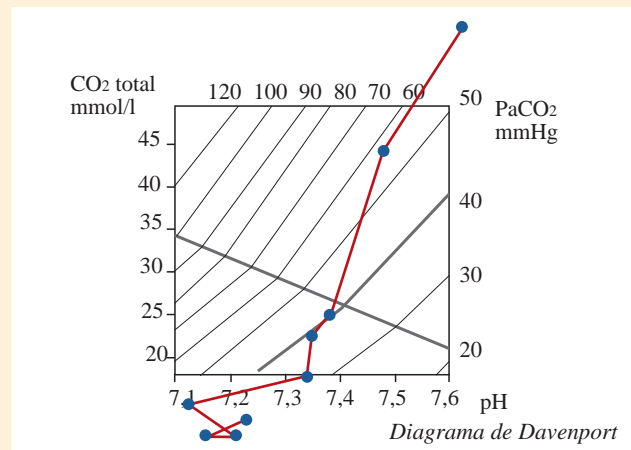


Fig. 4: Representación, en el diagrama de Davenport, de los parámetros de equilibrio ácido-base en sangre arterial durante los 19 días de ingreso del paciente.

# 6.2.

## Operabilidad de un carcinoma broncogénico

P. MARTÍN ESCRIBANO

Servicio de Neumología.  
Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid.

# V

Varón de 68 años de edad, ex fumador desde hace tres años, que es remitido por el Servicio de Otorrinolaringología por encontrar una alteración radiológica torácica en una revisión de cirugía laríngea previa.

**Antecedentes personales:** criterios de bronquitis crónica; laringectomía por carcinoma epidermoide con vaciamiento ganglionar bilateral cuatro años antes.

**Sintomatología actual:** tos y expectoración mucosa habitual, con frecuencia hemoptoica desde la intervención laríngea, y disnea de medianos esfuerzos; no tiene ortopnea, disnea paroxística nocturna, edemas, dolor pleurítico, fiebre, ni clínica constitucional.

**Exploración física:** buen estado de nutrición, coloración normal de piel y mucosas, eupneico, tolera bien el decúbito. Traqueostomía. Auscultación pulmonar con disminución del murmullo vesicular en la mitad inferior del hemitórax derecho y cardiaca normal. Resto sin hallazgos.

**Análisis de sangre:** 5.300.000 hematíes, hemoglobina 16,5 g/dl, leucocitos 10.100/mm<sup>3</sup>; velocidad de sedimentación 26 mm a la primera hora. LDH, GOT, GPT, gammaGT, fosfatasa alcalina, albúmina, calcio, fósforo, ácido úrico, colesterol, triglicéridos, sodio, potasio, normales. Glucosa 1,26 mg/dl, creatinina 1,5 mg/dl, proteínas totales 8,8 g/dl, actividad de protrombina 89%. **Análisis de orina:** leucocituria y bacteriuria.

**Electrocardiograma:** ritmo sinusal a 103 l/m, sin otras alteraciones que R alta desde V2.

**Radiología simple de tórax:** en radiografías de cinco años antes, previas a la laringectomía, se observa insuflación

torácica importante con diafragmas aplanados (fig. 1). En radiografías posteriores a la laringectomía (fig. 2) se observa elevación de hemidiafragma izquierdo y leve desplazamiento de la silueta cardiaca hacia el lado derecho. En el momento de la consulta a nuestra unidad (fig. 3), se muestra una posible masa infrahiliar derecha, con atelectasia del lóbulo medio y consolidación del inferior derecho.

**Tomografía axial computarizada torácica:** masa infrahiliar derecha que afecta al intermediario, con neumonía obstructiva distal; la posible tumoración proviene, probablemente, del segmento 6 derecho, y llega a tomar contacto con venas pulmonares inferiores sin invadirlas. Hay mínimas adenopatías mediastínicas paratraqueales.

**Exploración radioscópica:** en dos ocasiones y con observadores diferentes se confirma movimiento paradójico durante las maniobras de husmeo súbito (*snif*) e inspiración profunda y de la tos, compatible con parálisis frénica izquierda.

**Exploración funcional:** espirometría de cinco meses antes: capacidad vital forzada 1.390 ml (47%), FEV<sub>1</sub> 1.110 ml (48%), FEV<sub>1</sub>/FVC 66% (88%). Los datos de espirometría durante este estudio, en sedestación, en decúbito y tras un broncodilatador se muestran en la tabla I. Gasometría arterial inicial: PaO<sub>2</sub> 54 mmHg, PaCO<sub>2</sub> 32 mmHg.

**Endoscopia:** broncofibroscopia: lesión exofítica a nivel del bronquio intermediario probablemente proveniente del segmento apical del lóbulo inferior. El estudio de la biopsia demuestra la presencia de un carcinoma broncogénico anaplásico de células grandes probablemente epidermoide.

**Gammagrafía pulmonar con contaje diferencial:** perfu-

sión de pulmón izquierdo en porcentaje de la actividad total administrada: 60,8%.

**Espirometría selectiva de pulmón izquierdo:** tras oclusión del bronquio principal derecho con un catéter de Fogarty (fig. 4) bajo control endoscópico: volumen corriente 750 ml y capacidad vital forzada 1.100 ml, que corresponden al 83,3% y al 55% de los valores de la espirometría total (fig. 5).

**Diagnóstico:** carcinoma broncogénico anaplásico de células grandes en bronquio intermediario, estadio I (T2, N0, M0). Laringectomía por carcinoma epidermoide en 1994. Parálisis frénica izquierda. Bronquitis crónica y enfermedad pulmonar obstructiva crónica moderada.

**Comentario:** desde el punto de vista de la reseccabilidad del tumor, fue considerado como muy probable candidato a neumonectomía derecha, ya que el tumor obstruía el bronquio intermediario muy próximo a la zona cisural, englobaba la arteria pulmonar descendente anterior y las venas pulmonares, y estaba en contacto con la arteria pulmonar principal.

El cálculo del FEV<sub>1</sub> predicho postoperatorio se hizo sobre un valor de FEV<sub>1</sub> global de 1.680 ml y, dado el valor de perfusión del pulmón izquierdo de 60,8%, el valor predicho sería 1.021 ml, suficiente para superar el criterio clásico de 800 ml para una neumonectomía. El diafragma contralateral izquierdo está elevado, posiblemente por parálisis frénica, producida probablemente durante la cirugía laríngea previa. La comprobación de la presencia de esta parálisis frénica se hizo con criterios clínicos y radiológicos, no pudiendo medir unilateralmente la presión transdiafragmática de ese hemidiafragma. Las diferencias observadas en las espirometrías, en sedestación y en decúbito, no fueron consideradas significativas. Se valoró la función ventilatoria izquierda mediante la oclusión, con el balón de un catéter de Fogarty, del bronquio tronco derecho; el pulmón izquierdo producía el 83,3% del volumen corriente (TV) total, mientras que la capacidad vital izquierda era el 55% del total; si aplicamos este porcentaje al cálculo del FEV<sub>1</sub> predicho postoperatorio, tendríamos un valor de 924 ml. Con menos confianza en el resultado, se tomó también el valor de FEV<sub>1</sub> con el balón, ocluyendo el bronquio tronco derecho y resultando un valor de 1.030 ml. Tenemos, por tanto, tres aproximaciones al valor del FEV<sub>1</sub> postoperatorio

**TABLA I. Datos de espirometría, en sedestación, en decúbito y tras la inhalación de un broncodilatador**

	FVC ml (%)	FEV <sub>1</sub> ml (%)	FEV <sub>1</sub> /FVC % (%)
Sedestación	2.140 (72)	1.620 (70)	65,1 (87)
Decúbito	2.070 (69)	1.600 (69)	72,1 (101)
Broncodilatador	2.320 (78)	1.680 (72)	69,7 (93)

*FVC: capacidad vital forzada; FEV<sub>1</sub>: volumen máximo espirado en el primer segundo*

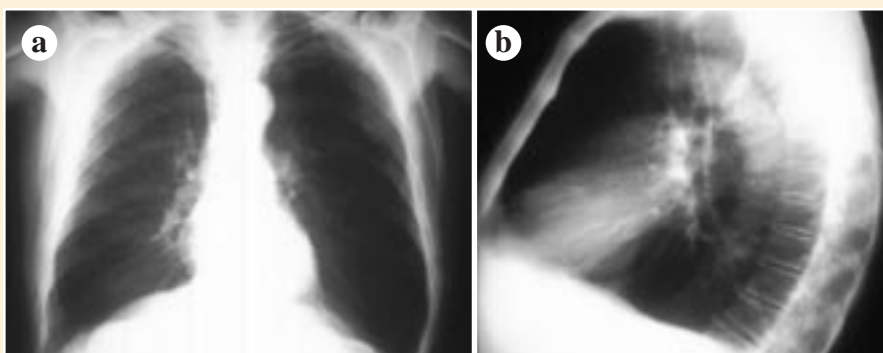
rio predicho: 1.021 ml, según la gammagrafía de perfusión con contaje diferencial; 1.030 ml, según la medida unilateral del FEV<sub>1</sub>; y 924 ml, a partir de la FVC unilateral. Las tres aproximaciones superaban el citado valor de corte. No obstante, se consideró imposible la valoración de la cuantía en la que el hemidiafragma derecho, sano, era responsable de la generación de la presión negativa en todo el tórax, e imprevisible el comportamiento de ese diafragma después de la cirugía de exéresis, con la enorme distorsión que para todas las estructuras de ese hemitórax supone una neumonectomía. Finalmente, se declaró el caso como inoperable funcional, tratando de evitar la posibilidad de una insuficiencia respiratoria por parálisis frénica homolateral a un pulmón único.

El paciente fue remitido a Oncología para la realización de radioterapia. Un año después, la radiología simple de tórax (fig. 6), confirmada con la TAC correspondiente, muestra imágenes semejantes a las previas a la consulta en nuestra unidad, persistiendo la elevación del hemidiafragma izquierdo, sin evidencia de consolidación o masa hilar en el derecho; a partir de ambos hilios hay múltiples tractos lineales, que podrían corresponder a neumonitis radioterápica o a linfangitis carcinomatosa.

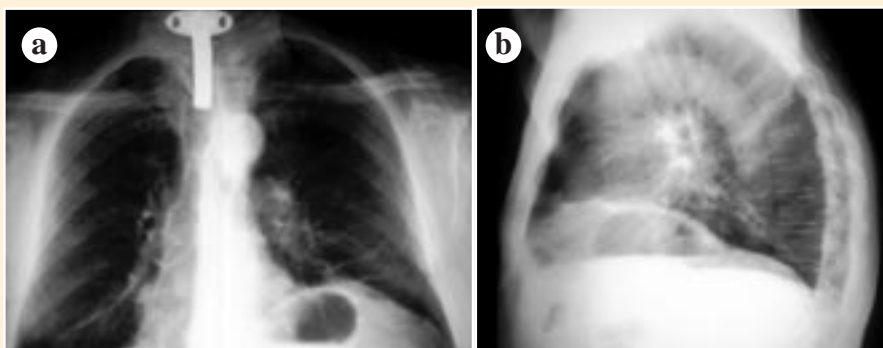
**Resumen:** Se discute la operabilidad de un paciente con carcinoma broncogénico derecho, indicación de neumonectomía y parálisis frénica contralateral. Se valoran los datos de exploración funcional y, finalmente, se decide el tratamiento, más que por los datos numéricos de la función demostrada, por las previsiones clínicas, no fácilmente cuantificables.

## BIBLIOGRAFÍA

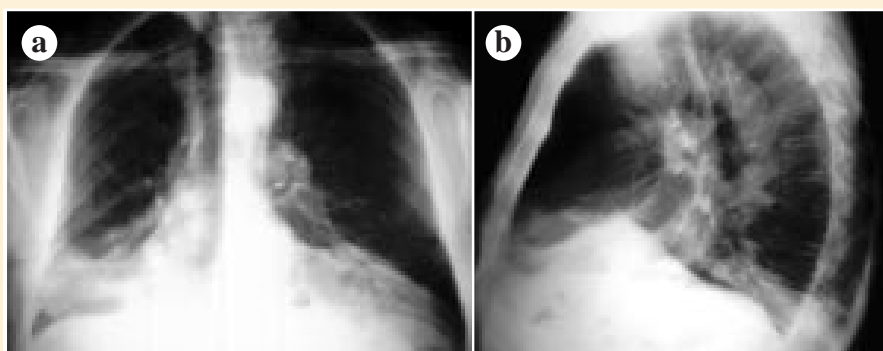
- Harrison TR. Principios de Medicina Interna. 14ª ed. Madrid: McGraw Hill Interamericana. 1998.
- SEPAR. Manual de Neumología y Cirugía Torácica. Madrid: Editores Médicos; 1998.
- NeumoMadrid. Manual de Neumología clínica. Madrid: Luzán 5; 1999.
- López Encuentra A, Martín Escribano P. Neumología en Atención Primaria. Madrid: Aula Médica; 1999.
- Lumb AB. Nunn's applied respiratory physiology. Oxford: Butterworth; 2000.



Figs. 1 a y b: Radiografías posteroanterior y lateral izquierda de tórax, en las que se observa insuflación torácica importante con diafragmas aplanados.

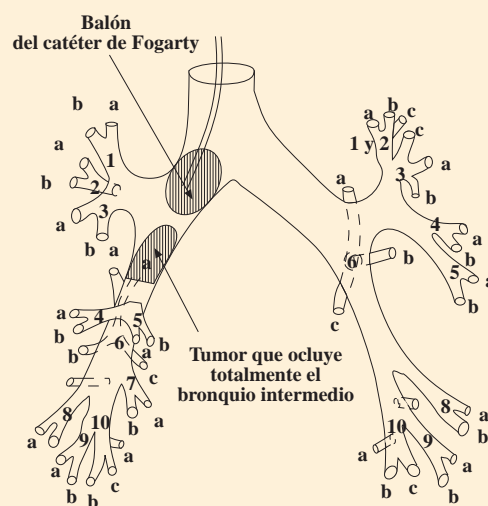


Figs. 2a y b: Radiografías posteroanterior y lateral izquierda de tórax, donde se ve la elevación de hemidiafragma izquierdo y leve desplazamiento de la silueta cardiaca hacia el lado derecho.



Figs. 3 a y b: Radiografías posteroanterior y lateral izquierda de tórax, mostrando una posible masa infrahiliar derecha, con atelectasia del lóbulo medio y consolidación del inferior derecho.

Fig. 4: Esquema del árbol bronquial donde se dibuja el borde endoscópicamente visible de la tumoración en el bronquio intermediario, y el balón del catéter de Fogarty ocluyendo el bronquio principal derecho.



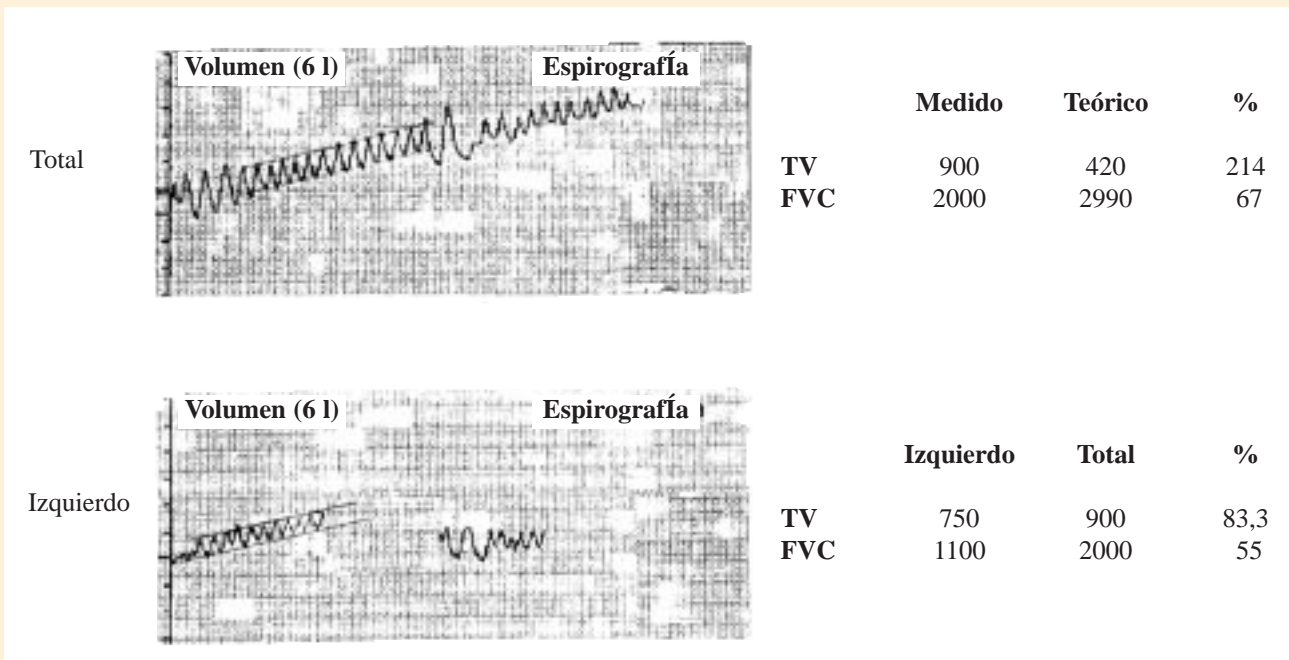


Fig. 5: Trazados espirométricos correspondientes a la espirometría antes y después de la oclusión, con el balón del catéter de Fogarty, del bronquio principal derecho. Para el pulmón izquierdo, el volumen corriente (TV) es el 83,3% del total y para la capacidad vital forzada (FVC) el valor es el 55%.



Figs. 6 a y b: Radiografías posteroanterior y lateral izquierda de tórax, mostrando persistencia de la elevación del hemidiafragma izquierdo, sin evidencia de consolidación o masa hiliar en el derecho, y con múltiples tractos lineales, hiliofugales.

# 6.3.

## Un caso de ventilación electrofrénica

P. MARTÍN ESCRIBANO

*Servicio de Neumología.  
Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid.*

# P

Paciente de 14 años con traumatismo por accidente de tráfico un año antes, con lesión medular alta, C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>, y consecuentemente tetraplejia, que ingresa en el Hospital Nacional de Paraplégicos de Toledo. Sufrió insuficiencia respiratoria, controlada con ventilación mecánica a través de una traqueostomía.

### **Evolución:**

Un año después, su situación es estable y, en un intento de mejorar su calidad de vida y de poder prescindir de la conexión permanente a la ventilación mecánica, se propone para la implantación de un marcapaso electrofrénico bilateral, ya que cumplía con los requerimientos habitualmente exigidos:

- Insuficiencia respiratoria crónica que requiere ventilación mecánica estable por traqueostomía.
- Función pulmonar aceptable según criterios clínicos y radiológicos.
- Normalidad de las presiones parciales de oxígeno y anhídrido carbónico en sangre arterial, durante la ventilación mecánica con aire.
- Nivel de conciencia normal.
- Conducción intratorácica del nervio frénico, normal.

### **Implantación del marcapaso electrofrénico:**

El Dr. Garrido García implanta un marcapaso Atrostim, con electrodos en ambos frénicos (fig. 1). Dos semanas

después de la cirugía, se empieza un periodo de acondicionamiento alternando ambos tipos de ventilación, mecánica y electrofrénica, aumentando paulatinamente el tiempo de esta última hasta suprimir la mecánica. En la figura 2 se muestra la evolución del volumen corriente que se iba obteniendo con la respiración electrofrénica, ajustando al ideal de 15 ml/kg de peso. Además, durante este periodo el paciente se habituó a los impulsos del marcapaso, tolerando bien el sistema y sin sugerirse fatiga muscular.

El paciente ha mantenido la situación establemente con buen acoplamiento al sistema. La monitorización de la presión transdiafragmática ( $P_{di}$ ) durante este tiempo se muestra en la figura 3: con el marcapaso estimulando ambos frénicos se obtiene una presión media aproximada de 15 cmH<sub>2</sub>O y con ella se conseguía el TV referido de 15 ml/kg de peso.

En todas las medidas se exploró la presión ejercida por cada diafragma en estimulación unilateral de la misma intensidad, viendo que sistemáticamente la presión producida por el diafragma izquierdo es superior a la del derecho.

### **Comentario:**

La situación de los lesionados medulares altos, de nivel C<sub>2</sub> y superior, como el del caso presentado, es la de dependencia total y permanente de una fuente de ventilación, generalmente mecánica, conllevando la vinculación a la máquina, la conexión mediante un tubo a la traqueostomía y, por tanto, la imposibilidad de desplazamiento, sin desplegar una importante ayuda de personas y de material. La alternativa que supone la respiración electrofrénica no invasiva es extraordinaria, ya que le permite al paciente prescindir de la conexión al respirador y, por tanto, poder

hablar y desplazarse en una silla de ruedas autónoma. Como se ve en la figura 1, el único instrumento que necesita llevar es el marcapaso (10 x 20 cm). Otras adaptaciones mecánicas o electrónicas permiten al paciente una cierta autonomía en el control de los movimientos de la silla, pudiendo circular por el domicilio y por la calle. El cambio resultante en la calidad de vida es, por tanto, enorme. En España hay 27 pacientes con este tipo de tratamiento, con una supervivencia de hasta 17 años.

El uso de ventilación permanente continua con marcapaso electrofrénico, sin fatiga muscular, se plantea en casos de insuficiencia respiratoria crónica, por lesión medular alta y sin patología pulmonar. Para plantear esta solución, el paciente debe estar estabilizado clínicamente, tanto desde el punto de vista neurológico como sin ningún tipo de limitación respiratoria periférica, manteniendo un nivel de conciencia normal y, sobre todo, una integridad en los nervios frénicos en su trayecto intratorácico. El electrodo se implanta por vía transtorácica en el tercio superior del trayecto torácico del frénico y va conectado a un receptor que se coloca subcutáneamente en la región submamilar. Sobre esa zona se coloca externamente una antena que emite una señal de radiofrecuencia modificable externamente desde el marcapaso. Las complicaciones del procedimiento, generalmente bilateral, son escasas, así como muy sencillo su uso y mantenimiento. Dos semanas después de la intervención quirúrgica se comienza el periodo de adaptación del paciente al sistema, aumentando paulatinamente hasta hacerlo único. El periodo de adaptación es de dos a tres meses, y su objetivo es transformar las fibras musculares del diafragma de contracción rápida, anaerobias, en las de contracción lenta o semilenta, resistentes a la fatiga.

La intensidad del estímulo enviado a los frénicos se ajusta según los criterios de volumen corriente (TV) producido y de tolerancia por parte del paciente, siendo especial la sensación de fatiga muscular, que podría presentarse

como consecuencia de una estimulación excesiva, sobre todo al principio del proceso de adaptación. Estos controles son suficientes para un ajuste adecuado del sistema, aunque ocasionalmente puede ser conveniente la medida real de las presiones generadas. En la figura 4 vemos un trazado de la respiración con estímulo electrofrénico, comparado con otro de respiración espontánea con un TV aproximadamente igual; en el electrofrénico se muestra una relación TV/ti, expresión del estímulo respiratorio, más elevada, con un descenso rápido en la espiración, resultando una relación ti/tt muy baja. Esta morfología del ciclo respiratorio corresponde a la circunstancia de que sólo está determinada por un único y corto estímulo respiratorio, a diferencia de la compleja modulación respiratoria fisiológica. La figura 5 muestra la presión transdiafragmática, como diferencia entre las presiones en estómago y esófago, en un trazado continuo y en un montaje, haciéndolas simultáneas. En estimulación bilateral la presión esofágica oscila entre +5 al final de la espiración y -6 al final de la inspiración, mientras que la gástrica oscila entre +6 y +12; la transdiafragmática será, pues, en este trazado de 18 cmH<sub>2</sub>O. Si el cálculo se hace para las estimulaciones unilaterales, los valores serían de 14 para la izquierda, mientras que en este trazado la estimulación derecha no parece generar presión, dando incluso un trazado paradójico. En los registros de presión transdiafragmática en sujetos con el sistema neuromuscular íntegro hay siempre una presión diferencial entre los niveles de ambas presiones al final de la espiración, reflejando un tono muscular diafragmático básico; obviamente, en el montaje de los trazados del presente caso se ve que no hay esa diferencia, correspondiendo a un músculo no inervado, con cortos estímulos.

*Agradecemos al Dr. J. Mazaira Álvarez y al Hospital Nacional de Paraplégicos de Toledo, su colaboración en la presentación de este caso.*

---

## BIBLIOGRAFÍA

---

1. Garrido García H, Mazaira Álvarez J, Martín Escribano P, Romero Ganuza J, La Banda F, Gambarrutta C, García L ME, Labarta C, Arroyo O, Sebastián de la Cruz F, Gutiérrez R, García Moreno J. Treatment of chronic ventilatory failure using diaphragmatic pacemaker. *Spinal Cord* 1998; 36: 310-314.
2. Garrido García H, Martín Escribano P, Palomera Frade J, Arroyo O, Alonso Calderón JL, Mazaira Álvarez J. Transdiaphragmatic pressure in quadriplegic individuals ventilated by diaphragmatic pacemaker. *Thorax* 1996; 51: 420-423.
3. Mazaira Álvarez J, García Moreno, et al. Marcapaso diafragmático. Revisión, historia, estado actual y nuestra experiencia. *Médula espinal* 1997; 3: 216-225.
4. Martín Escribano P. Estudio clínico de la regulación respiratoria. *Rev Clin Esp* 1992; 190: 264-270.

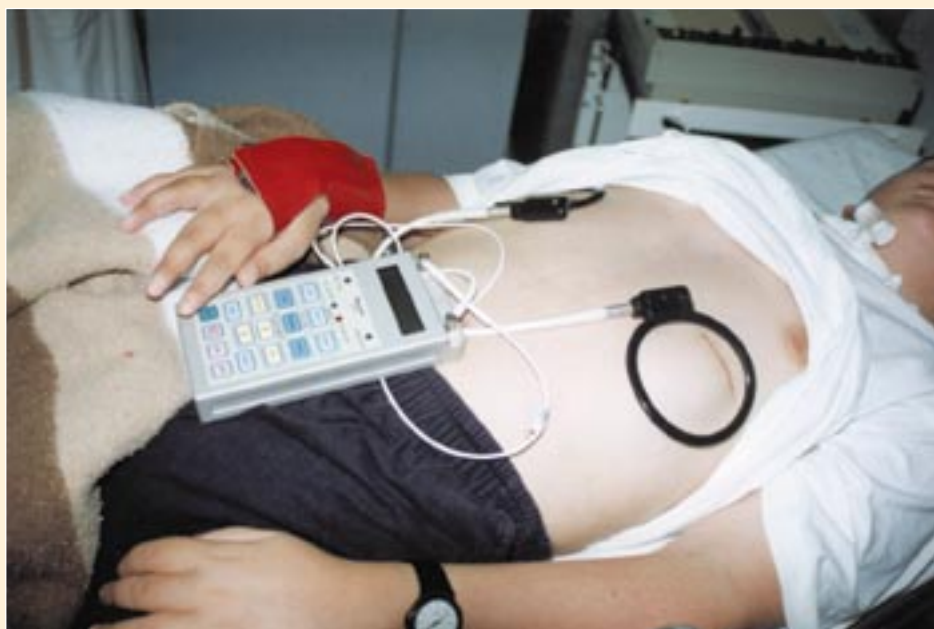


Fig. 1: Fotografía del paciente en respiración electrofrénica, donde se ve en primer término el marcapasos, del que salen dos cables que van a las dos antenas colocadas sobre el tórax; bajo la antena izquierda se ve la incisión torácica para colocar el receptor subcutáneo. El paciente mantiene como medida de seguridad y de drenaje bronquial la traqueostomía, que habitualmente se mantiene cerrada. (Fotografía cedida por la Dra. de Pablo).

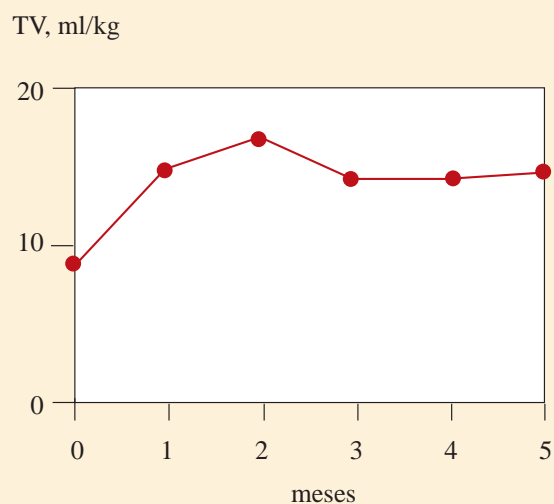


Fig. 2: Evolución del volumen corriente (TV) obtenido con la estimulación electrofrénica a lo largo de los cinco meses del periodo de acondicionamiento.

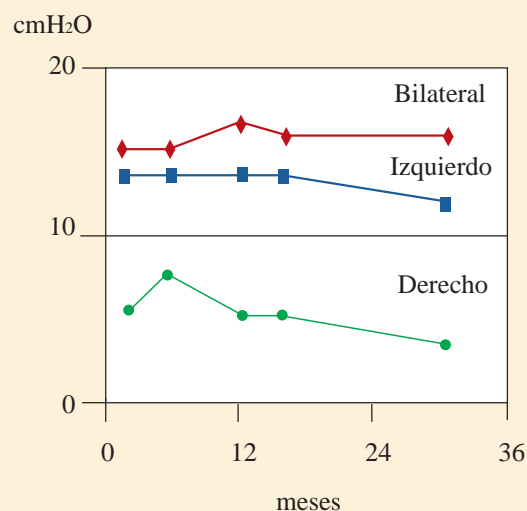


Fig. 3: Evolución de la presión transdiafragmática a lo largo de tres años de observación con respiración electrofrénica total y continua. La estimulación unilateral izquierda es siempre muy superior a la derecha.

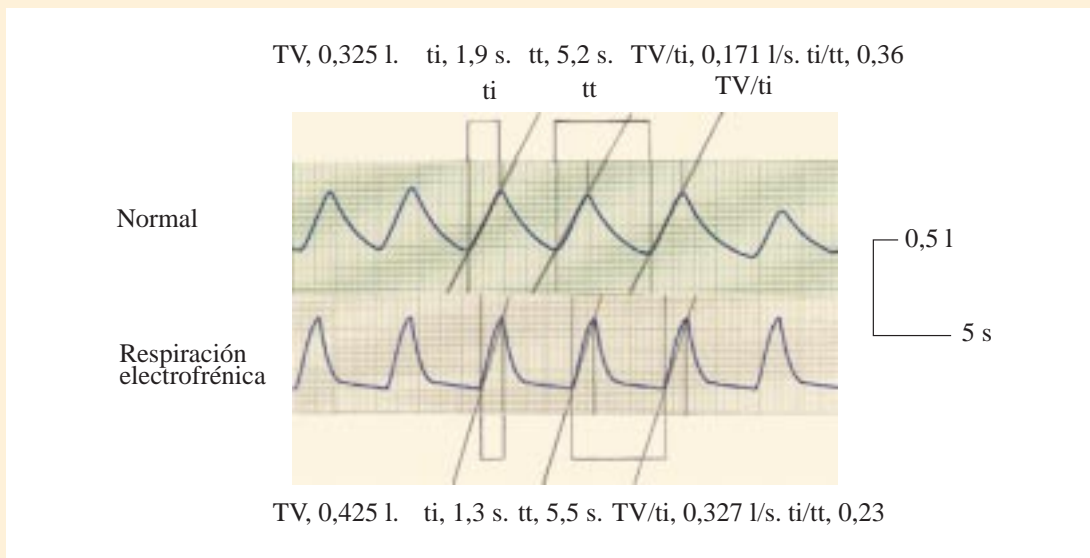


Fig. 4: Trazado de espirometría basal del paciente comparado con otro de un sujeto normal, con TV semejante. El del paciente tiene un flujo inspiratorio medio (TV/ti) más alto, y un tiempo inspiratorio en relación con el total (ti/tt) más corto.

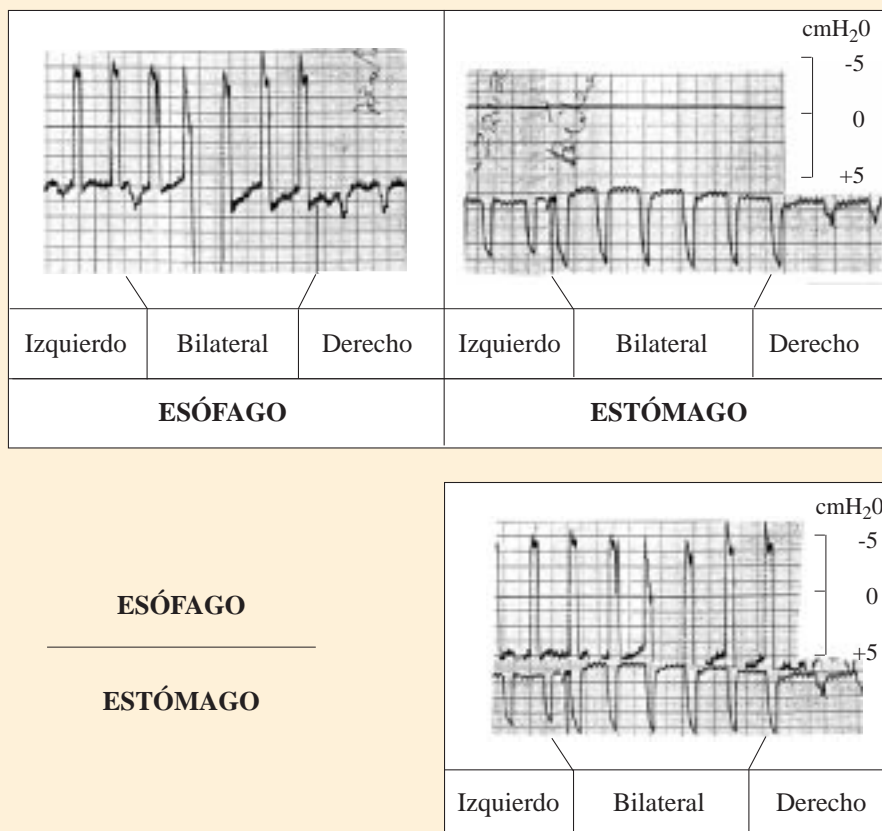


Fig. 5: Trazado de las presiones tomadas con un catéter con balón, en esófago y en estómago, sucesivamente. En el trazado continuo se ven las presiones a ambos niveles tras una estimulación uni o bilateral; en el montaje de estos mismos trazados se ve la escasa o nula diferencia entre ambos niveles al final de la espiración.