

# FISIOLOGÍA Y BIOLOGÍA RESPIRATORIAS

P. CASAN CLARÀ • F. GARCÍA RÍO • J. GEA GUTRAL

# FISIOLOGÍA Y BIOLOGÍA RESPIRATORIAS

P. CASAN CLARÀ • F. GARCÍA RÍO • J. GEA GUIRAL

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de este libro pueden reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopias, grabación magnética o cualquier almacenamiento de información y sistema de recuperación, sin el previo permiso escrito del editor.

© 2007 Ergon  
C/ Arboleda, 1. 28220 Majadahonda (Madrid)

ISBN: 978-84-8473-572-4  
Depósito Legal: M-????-2007

# Autores

## **Alvar Agustí García-Navarro**

Servicio de Neumología. Hospital Universitario Son Dureta y Fundación Caubet-Cimera. Mallorca.

## **Carlos Agustí García-Navarro**

Unitat de Vigilància Intensiva Respiratòria i Cures Intermèdies. Hospital Clínic de Barcelona.

## **M<sup>a</sup> Luz Alonso Alvarez**

Servicio de Neumología. Unidad de Trastornos Respiratorios del Sueño. Complejo Asistencial General Yagüe. Burgos.

## **Alberto Alonso Fernández**

Servicio de Neumología. Hospital Universitario Son Dureta. Palma de Mallorca.

## **José Luis Álvarez-Sala Walther**

Servicio de Neumología. Hospital Clínico San Carlos. Universidad Complutense. Madrid.

## **Julio Ancochea Bermúdez**

Servicio Neumología. Hospital Universitario La Princesa. Madrid. Profesor Titular. Universidad Autónoma de Madrid.

## **Yunelsi Anta Mejías**

Servicio de Neumología. Hospital General Universitario de Guadalajara.

## **Veena B. Antony**

Division of Pulmonary and Critical Care Medicine. Department of Medicine. University of Florida. Gainesville, Florida, USA.

## **Miguel Ángel Arias Palomares**

Servicio de Cardiología. Complejo Hospitalario de Jaén.

## **Javier Aspa Marco**

Servicio de Neumología. Hospital Universitario de La Princesa. Universidad Autónoma de Madrid.

## **Joan Ramón Badia Jobal**

Unitat de Vigilància Intensiva Respiratòria i Cures Intermèdies. Hospital Clínic de Barcelona.

## **Joan Albert Barberà Mir**

Servicio de Neumología, Institut Clínic del Tòrax. Hospital Clínic. Universitat de Barcelona.

### **Esther Barreiro Portela**

Unidad de Investigación en Músculo y Aparato Respiratorio, Instituto Municipal de Investigación Médica. Departamento de Ciencias Experimentales y de la Salud, Universidad Pompeu Fabra. Barcelona.

### **Joan Bartra i Tomàs**

Unitat d'Al·lèrgia. Servei de Pneumologia i Al·lèrgia Respiratòria. IDIBAPS Hospital Clínic de Barcelona.

### **José Belda Ramírez**

Servicio de Neumología. Hospital General Universitario de València.

### **Marina Blanco Aparicio**

Servicio de Neumología. Complejo Hospitalario Universitario Juan Canalejo. A Coruña.

### **Luis Borderías Clau**

Sección de Neumología. Hospital General San Jorge. Huesca.

### **Felip Burgos Rincón**

Servei de Pneumologia (ICT). IDIBAPS Hospital Clínic de Barcelona.

### **Myriam Calle Rubio**

Servicio de Neumología. Hospital Clínico San Carlos. Universidad Complutense. Madrid.

### **Jesús Camino Buey**

Servicio de Urgencias. Hospital de St. Eloy. Baracaldo. Vizcaya.

### **Carmen Carmona Bernal**

Unidad de Sueño. Unidad Médico-Quirúrgica de Enfermedades Respiratorias. Hospitales Universitarios Virgen del Rocío. Sevilla.

### **Pere Casan Clarà**

Unitat de Funció Pulmonar. Departament de Pneumologia. Hospital de la Santa Creu i de Sant Pau. Facultat de Medicina. Universitat Autònoma de Barcelona.

### **María Jesús Chillón Martín**

Servicio de Neumología. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid.

### **W. René Chumbi Flores**

Servicio de Neumología. Fundación Jiménez Díaz - UTE. Madrid.

### **P. Corcuera Elósegui**

Unidad de Neumología Infantil. Servicio de Pediatría. Hospital Donostia. San Sebastián.

### **José Aurelio Cordero Guevara**

Unidad de Investigación. Complejo Asistencial General Yagüe. Burgos.

### **Borja G. Cosío Piqueras**

Servicio de Neumología. Hospital Universitario Son Dureta. Palma de Mallorca.

### **Juan B. Gáldiz Iturri**

Laboratorio de Exploración Funcional. Servicio de Respiratorio. Hospital de Cruces. Cruces-Baracaldo. Vizcaya.

### **Judith García Aymerich**

Centro de Investigación en Epidemiología Ambiental. Instituto Municipal de Investigación Médica. Barcelona.

### **Francisco García Río**

Servicio de Neumología, Hospital Universitario La Paz. Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Madrid. Madrid.

**Joaquim Gea Guiral**

Servei de Pneumologia, Hospital del Mar. Unidad de Investigación en Músculo y Aparato Respiratorio, Instituto Municipal de Investigación Médica. Departamento de Ciencias Experimentales y de la Salud, Universitat Pompeu Fabra. Barcelona.

**Jordi Giner Donaire**

Departamento de Neumología. Hospital de la Sta. Creu i Sant Pau. Barcelona.

**Nicolás González Mangado**

Servicio de Neumología. Fundación Jiménez Díaz - UTE. Madrid.

**Eduardo González Pérez-Yarza**

Unidad de Neumología Infantil. Servicio de Pediatría. Hospital Donostia. San Sebastián.

**Jose Maria Guilemany Toste**

Unitat de Rinologia, Servei d'Otorinolaringologia. IDIBAPS Hospital Clínic de Barcelona.

**Sarah Heili Frades**

Servicio de Neumología. Fundación Jiménez Díaz-CAPIO. Madrid.

**Víctor Ivo Peinado Cabré**

Servicio de Neumología, Institut Clínic del Tórax. Hospital Clínic. Universitat de Barcelona.

**José Luis Izquierdo Alonso**

Servicio de Neumología. Hospital General Universitario de Guadalajara.

**José R. Jardim**

Profesor de Neumología de la Universidad Federal de São Paulo (Unifesp), Brasil. Coordinador del Programa de Postgrado en Rehabilitación de Unifesp. Coordinador del Proyecto GOLD, Brasil. Presidente de la Comisión de EPOC de la Sociedade Brasileira de Pneumologia.

**Rosalía Laporta Hernández**

Servicio de Neumología. Unidad de Trasplante Pulmonar. Hospital Puerta de Hierro. Madrid.

**Cristina López García-Gallo**

Servicio de Neumología. Unidad de Trasplante Pulmonar. Hospital Puerta de Hierro. Madrid.

**Belén López-Muñiz Ballesteros**

Servicio de Neumología. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid.

**Vanesa Lores Gutiérrez**

Servicio de Neumología. Hospital Universitario La Paz. Madrid.

**Pilar de Lucas Ramos**

Servicio de Neumología (SVTS). Hospital Gregorio Marañón. Madrid.

**Vicente Macián Gisbert**

Servicio de Neumología. Hospital Universitario La Fe. Valencia.

**Rosa Malo de Molina**

Servicio de Neumología. Hospital General Universitario de Guadalajara.

**Judith Marín Corral**

Unidad de Investigación en Músculo y Aparato Respiratorio. Instituto Municipal de Investigación Médica. Barcelona.

**José M<sup>a</sup> Marín Trigo**

Servicio de Neumología. Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza.

**Cristina Martínez González**

Servicio de Neumología. Instituto Nacional de Silicosis. Hospital Central de Asturias. Oviedo.

**Pilar Martínez-Olondris**

Hospital Clinic y Provincial de Barcelona.  
Hospital del Mar-Instituto Municipal de  
Investigación Médica. Barcelona.

**J. Fernando Masa Jiménez**

Servicio de Neumología. Hospital San Pedro  
de Alcántara. Cáceres.

**Javier de Miguel Díez**

Servicio de Neumología. Hospital General  
Universitario Gregorio Marañón. Madrid.

**Carmen Montero Martínez**

Servicio de Neumología. Complejo Hospitalario  
Universitario Juan Canalejo. A Coruña.

**Joaquim Mullol i Miret**

Unitat de Rinologia, Servei  
d'Otorinolaringologia. Immunoal·lèrgia  
Respiratòria Clínica i Experimental. IDIBAPS  
Hospital Clínic de Barcelona.

**Oliver A. Nascimento**

Profesor de Neumología de la Universidade  
Federal de São Paulo (Unifesp), Brasil. Vicedirector  
del Centro de Rehabilitación Pulmonar de  
Unifesp. Miembro de la Comisión de EPOC de  
la Sociedade Brasileira de Pneumologia.

**Dolores Nauffal Manzur**

Servicio de Neumología. Hospital La Fe.  
Valencia.

**Belén Núñez Sánchez**

Servicio de Neumología. Hospital  
Universitario Son Dureta. Palma de Mallorca.

**Mauricio Orozco-Levi**

Servei de Pneumologia, Hospital del Mar. Unidad  
de Investigación en Músculo y Aparato  
Respiratorio, Instituto Municipal de Investigación  
Médica. Departamento de Ciencias de la Salud  
y la Vida, Universitat Pompeu Fabra. Barcelona.

**Ángel Ortega González**

Servicio de Neumología. Fundación Jiménez  
Díaz. Madrid.

**Marta Palop Cervera**

Servicio de Neumología. Hospital  
Universitario La Fe. Valencia.

**Germán Peces-Barba Romero**

Servicio de Neumología. Fundación Jiménez  
Díaz-CAPIO. Madrid.

**José María Pino García**

Servicio de Neumología. Hospital  
Universitario La Paz. Madrid.

**Sandra Pizarro Serra**

Servicio de Neumología, Institut Clínic del  
Tórax. Hospital Clínic. Universitat de  
Barcelona.

**Luis Puente Maestu**

Servicio de Neumología. Hospital General  
Universitario Gregorio Marañón. Madrid.

**Olga Rajas Naranjo**

Servicio de Neumología. Hospital  
Universitario de La Princesa. Universidad  
Autónoma de Madrid.

**David Ramos Barbón**

Unidad de Investigación Respiratoria. Centro  
de Investigación Biomédica y Servicio de  
Neumología. Complejo Hospitalario  
Universitario Juan Canalejo. A Coruña.

**Jordi Rello Condomines**

Servicio de Cuidados Intensivos. Hospital  
Universitario Joan XXIII. Universitat Rovira i  
Virgili/Institut Pere Virgili. Tarragona.

**Jordi Rigau i Rigau**

Jefe de Innovación y Nuevas Tecnologías.  
Departamento de I+D. Sibel S.A. Barcelona.

**Felipe Rodríguez de Castro**

Servicio de Neumología. Hospital Universitario de Gran Canaria Dr. Negrín. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

**José Miguel Rodríguez González-Moro**

Servicio Neumología (SVTS). Hospital Gregorio Marañón. Madrid.

**Juan Luis Rodríguez Hermosa**

Servicio de Neumología. Hospital Clínico San Carlos. Universidad Complutense de Madrid.

**María Jesús Rodríguez Nieto**

Servicio de Neumología. Fundación Jiménez Díaz. Madrid.

**Francisco Rodríguez Panadero**

Unidad Médico-Quirúrgica de Enfermedades Respiratorias. Hospital Universitario Virgen del Rocío. Sevilla.

**Robert Rodríguez-Roisin**

Servei de Pneumologia, Institut Clínic del Tòrax. Hospital Clínic. Universitat de Barcelona.

**Blas Rojo Moreno-Arrones**

Servicio de Neumología. Hospital Universitario La Paz. Madrid.

**José Antonio Ros Lucas**

Servicio de Neumología. Hospital Virgen de la Arrixaca. Murcia.

**M<sup>a</sup> Ángeles Ruiz Cobos**

Servicio de Neumología. Hospital Universitario La Princesa. Madrid.

**Francisco José Ruiz López**

Servicio de Neumología. Hospital Virgen de la Arrixaca. Murcia.

**Ernest Sala Llinas**

Servicio de Neumología. Hospital Universitario Son Dureta y Fundación Caubet-Cimera. Mallorca.

**Ángeles Sánchez Armengol**

Unidad de Sueño. Unidad Médico-Quirúrgica de Enfermedades Respiratorias. Hospitales Universitarios Virgen del Rocío. Sevilla.

**Fernando Sánchez Gascón (†)**

Servicio de Neumología. Hospital Virgen de la Arrixaca. Murcia.

**Olaia Sardón Prado**

Unidad de Neumología Infantil. Servicio de Pediatría. Hospital Donostia. San Sebastián.

**Alberto Saura Vinuesa**

Servicio de Neumología. Hospital Universitario La Fe. Valencia.

**Jacobo Sellarés Torres**

Servei de Pneumologia, Hospital del Mar. Unidad de Investigación en Músculo y Aparato Respiratorio, Instituto Municipal de Investigación Médica. Barcelona.

**Néstor Soler Porcar**

Servei de Pneumologia, Institut Clínic del Tòrax. Hospital Clínic. Universitat de Barcelona.

**Joan B. Soriano**

Programa de Epidemiología e Investigación Clínica. Fundación Caubet-Cimera Illes Balears. Centro Internacional de Medicina Respiratoria Avanzada. Bunyola, Islas Baleares.

**Joaquín Terán Santos**

Servicio de Neumología. Unidad de Trastornos Respiratorios del Sueño. Complejo Asistencial General Yagüe. Burgos.



**Antonio Torres Martí**

Unitat de Vigilància Intensiva Respiratòria i Cures Intermèdies. Hospital Clínic de Barcelona.

**Piedad Ussetti Gil**

Servicio de Neumología. Unidad de Trasplante Pulmonar. Hospital Puerta de Hierro. Madrid.

**Isabel Utrabo Delgado**

Servicio de Neumología. Hospital San Pedro de Alcántara. Cáceres.

**Pascual Val Adán**

Sección de Neumología. Hospital General San Jorge. Huesca.

**Héctor Vereá Hernando**

Servicio de Neumología. Complejo Hospitalario Universitario Juan Canalejo. A Coruña.

**Felipe Villar Álvarez**

Servicio de Neumología. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid.

**M<sup>a</sup> Teresa Villarroel Salcedo**

Sección de Cardiología. Hospital General San Jorge. Huesca.

**Antoni Xaubet Mir**

Servicio de Neumología, Hospital Clínic. Barcelona. Profesor Asociado. Universidad de Barcelona.

# Prólogo

El 5 de julio de 2005, la Junta Directiva de la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR) decidió, tras haberse presentado en Valencia –en el transcurso del XXXVIII Congreso Nacional– el libro “Medicina respiratoria”, que aquel era un buen momento para poner en marcha una obra que, siendo también la expresión científica de la Sociedad, lo fuera esencialmente en el campo de la fisiología y la biología respiratorias. La tarea que se proponía no parecía fácil, pero no hubo duda alguna de que había que acometerla. El proyecto carecía de precedentes en la SEPAR, ya que, a diferencia de lo que había ocurrido con “Medicina respiratoria”, que como un verdadero tratado sobre la patología neumológica y torácica estaba ya en su segunda edición, en este caso no había experiencia previa en la que apoyarse ni antecedente que sirviera de guía. No obstante, a pesar de las dificultades que se vaticinaban y que con seguridad habrían de presentarse, la idea cuajó enseguida y rápidamente se puso en marcha, con la intención de que pudiera finalizarse en un plazo razonable. Nació así, bajo el nombre de “Fisiología y biología respiratorias”, un libro que alcanza ahora, después de mucho esfuerzo, mucha ilusión y mucho trabajo, su culminación y que habrá de tener, que duda cabe, un lugar importante en la producción científica de la Sociedad.

Tras un interesante debate inicial, en el que se analizaron diferentes opciones y posibilidades y en el que se discutió sobre la oportunidad y las características que debía tener la obra, la Junta Directiva decidió que había que poner el libro en manos de los doctores P. Casan Clarà, F. García Río y J. Gea Guiral, miembros de la SEPAR y auténticos conocedores de la materia, además de poseedores de una trayectoria científica indiscutible. Ellos, como directores del proyecto, serían los encargados de estructurarlo, de ponerlo en marcha, de llevarlo a cabo y, por último, de culminarlo con éxito. Éste es, ciertamente, un buen momento para agradecerles, en nombre de la Sociedad, el que aceptaran esta pesada carga, el entusiasmo y la generosidad que pusieron para llevarla adelante y, en definitiva, la magnífica labor que han realizado.

En realidad, su tarea no era nada sencilla. En efecto, los hallazgos y los avances que se han producido en este campo en los últimos años han sido muchos y muy importantes, por lo que los directores tendrían que ser capaces de poner de manifiesto y al alcance del lector interesado, de forma ordenada, rigurosa y profunda, no sólo los conocimientos existentes, sino también la transformación y el desarrollo experimentados por la fisiología y la biología respiratorias en relativamente poco tiempo. Además, como ya

ocurriera con “Medicina respiratoria”, también en esta ocasión el libro tendría que ser capaz de expresar, a través de lo que en él plasmaran los diferentes autores en sus respectivos capítulos, cuáles son, a día de hoy, la altura científica y el peso alcanzados por la neumología y la cirugía torácica españolas. Sí era cierto, en cambio, que para llevar adelante la obra se contaba con una gran ventaja. Efectivamente, los miembros de la Sociedad que podían participar en ella eran, sin duda alguna, muchos. Es más, era seguro que todos ellos estarían dispuestos a colaborar en cuanto se les solicitara, a sabiendas del pesado trabajo que echaban sobre sus espaldas. Así las cosas, una vez designados los directores de la obra, que serían los responsables de diseñarla y de coordinarla, el proyecto se puso en marcha enseguida y progresó con rapidez, hasta su culminación como estaba previsto. El resultado es el libro que ahora se presenta a todos los socios, en la confianza de que merezca su aprobación y en el deseo de que encuentren en él algún aspecto que pueda parecerles interesante, valioso o atractivo.

Explicados el origen, los objetivos y el significado de la obra no nos queda más que hacer hincapié, en nombre de la SEPAR, en los agradecimientos. En primer lugar y nuevamente, a

los directores del volumen, los doctores P. Casan Clarà, F. García Río y J. Gea Guiral, por su excelente labor y por el tesón y el entusiasmo que han puesto para que la idea inicial se transformara en una realidad. En segundo lugar, a los autores, por su generosidad al aceptar el capítulo que se les encomendó, por la ilusión que pusieron al redactarlo y por el magnífico resultado que han logrado. Ninguno de ellos vaciló a la hora de poner sus conocimientos, su experiencia y su bagaje personal al servicio de este proyecto. Por último, a la editorial Ergon, por la ilusión que puso en todo momento para que la idea inicial progresara de forma adecuada y por su excelente y cuidadosa labor en la impresión del libro.

Estamos seguros de que esta obra gozará de gran aceptación y de que tendrá una amplia difusión dentro y fuera de España. Creemos que será, como se señalaba antes, un punto de referencia obligado para los socios de la SEPAR, pero también para todos los que quieran ponerse al día o estén interesados en la fisiología y la biología respiratorias. A nosotros nos ha cabido el privilegio de poder prologarla, lo que ha sido un honor y un motivo más de agradecimiento a los directores, a los autores y, especialmente, a la Sociedad.

**J. Ancochea Bermúdez**  
*Presidente de la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica*

**J. L. Álvarez-Sala Walther**  
*Ex-presidente de la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR)*

# Agradecimientos

---

Escribir y editar un libro como el que ahora tiene entre sus manos es una labor conjunta de un gran número de personas. Cada una de ellas ha depositado parte de su tiempo y de su esfuerzo en hacer que una idea se vea reflejada en el papel. Los encargados de coordinar esta obra queremos agradecer a todos el enorme trabajo realizado.

Desde que la Sociedad de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR) y en su nombre, el entonces presidente, el profesor José Luis Álvarez-Sala Walther nos encargara la coordinación de este libro, hemos puesto todo nuestro empeño en hacer que finalmente pudiera ser una realidad. Trabajo arduo y especialmente lento, mucho más de lo que cabía esperar en una obra como esta. Pero el tiempo es una variable que, aunque transcurre igual en todas partes, se vive con rapidez o lentitud

si se actúa o si se espera. Y el tiempo de edición de un libro es siempre un tiempo de espera.

La estructuración del texto y sus capítulos son obra de sus editores, así como la elección de los autores responsables de cada capítulo, quienes buscaron en algún caso la colaboración en su redacción. La edición corre a cargo de Ergon. A todos ellos, nuestra más profunda gratitud.

Una obra literaria es finalmente siempre algo más que la suma de sus partes y, en este caso, un libro supone que a las ideas, las palabras, las figuras o las citas se añada la ilusión que todos hemos puesto en hacer que pueda verse finalizada.

*Pere Casan, Francisco García Río  
y Joaquim Gea*



# Abreviaturas

AA	Ácido araquidónico
AC	Corriente alterna
ACh	Acetilcolina
ACTH	Hormona adrenocorticotropa
ADH	Hormona antidiurética
ADN	Acido desoxiribonucleico
AEMPS	Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios
AI	Aurícula izquierda
AINES	Antinflamatorios no esteroideos
ALAT	Asociación Latinoamericana del Tórax
ALTEs	<i>Apparent life-threatening events</i>
ANP	Péptido natriurética atrial
APAP	<i>Automatic Positive Airway Pressure</i>
ARN	Acido ribonucleico
ASDA	<i>American Sleep Disorders Association</i>
AT	Antitripsina
ATP	Adenosin trifosfato
ATS	Sociedad Americana del Tórax
BAL	Lavado broncoalveolar
BAS	Aspirado bronquial
bFGF	Factor básico de crecimiento de los fibroblastos
BIE	Broncoespasmo inducido por el ejercicio
BiPAP	Presión positiva en vías aéreas en dos niveles
BMI	Índice de masa corporal
BNP	Péptido natriurético cerebral
BODE	Escala de puntuación para la EPOC
BOLD	<i>Burden of Lung Diseases</i>
BOS	Bronquiolitis obliterante
BR-EPID	Bronquiolitis respiratoria y enfermedad pulmonar intersticial
BTB	Biopsia transbronquial

BTPS	Condiciones corporales de temperatura, presión y humedad
C	Carbono (en un ámbito químico)
C	Compliancia o distensibilidad (en un ámbito físico)
CAD	Conversión analógica – digital
$C_{a-v}O_2$	Contenido arterio-venoso de oxígeno
CC	Células de Clara
CD <sub>11-14</sub>	Marcadores tumorales
CDA	Conversión digital - analógica
CDC	Centro para el Control de Enfermedades (Atlanta, USA)
CE	Unión Europea
CEA	Antígeno carcinoembrionario
CEE	Comunidad Económica Europea
CEN	Comité Europeo de Normalización
CENELEC	Comité Europeo de Normalización Electrónica
CO	Monóxido de Carbono
COHb	Carboxihemoglobina
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
COT	Cirugía Ortopédica y Traumatología
Cox	Ciclo-oxigenasa
CPAP	Presión positiva continua en vías aéreas
CPRI	Índice de riesgo cardiopulmonar
D	Difusión
DAD	Daño alveolar difuso
DC	Corriente continua
$D_{CO_2}$	Difusión de dióxido de carbono
DIVAS	Angiografía por sustracción digital
$D_L$	Capacidad de difusión pulmonar
$D_L CO$	Capacidad de difusión de CO
$D_M$	Capacidad de difusión de la membrana
DMD	Distrofia muscular de Duchenne
DPI	Disfunción precoz del injerto
2-3 DPG	2-3 difosfoglicerato
DUE	Diplomado Universitario en Enfermería
E	Espiración (en un ámbito neumológico)
E	Especificidad (en un ámbito estadístico o epidemiológico)
E	Elastancia (en un ámbito físico)
EAA	Ensayo de actividad de entotoxinas
ECA	Enzima convertora de la angiotensina
ECG	Electrocardiograma
EDHF	Factor hiperpolarizante derivado del endotelio
EDRF	Factor de relajación derivado del endotelio
EEG	Electroencefalograma
EFR	Exploración funcional respiratoria
EGF	Factor de crecimiento epidérmico

EH	Estado de hipercoagulabilidad o trombofilia
ELA	Esclerosis lateral amiotrófica
EMG	Electromiograma
EN	Elastasa del neutrófilo
eNOS	Enzimas NO sintasa
EOG	Electro-oculograma
EP	Embolia pulmonar
EPAP	Presión positiva espiratoria en vías aéreas
EPID	Enfermedades pulmonares intersticiales difusas
EPOC	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
EPP	Punto de igual presión
ERAM	Esfuerzos respiratorios asociados a microdespertares
ERS	Sociedad Europea de Neumología
ERV	Volumen de reserva espiratorio
ET	Endotelina
ETSI	Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación
ETV	Enfermedad tromboembólica venosa
F <sub>A</sub> CO <sub>2</sub>	Fracción alveolar de CO <sub>2</sub>
FBS	Fibrobroncoscopia
FC	Frecuencia cardíaca
F <sub>c</sub>	Frecuencia de corte
F <sub>CE</sub> RI	Receptor de alta afinidad de la IgE
F <sub>CE</sub> RII	Receptor de baja afinidad de la IgE
F <sub>E</sub> CO <sub>2</sub>	Fracción espirada de CO <sub>2</sub>
F <sub>E</sub> NO	Fracción espirado de óxido nítrico
FEF <sub>25-50-75%</sub>	Flujo espiratorio forzado en el 75-50-25% de la FVC
FEF <sub>25-75%</sub>	Flujo espiratorio forzado entre el 25 y el 75% de la FVC
FEM	Flujo espiratorio máximo
FEV <sub>1</sub>	Volumen espiratorio forzado en el primer segundo
FEV <sub>1</sub> /FVC	Relación entre ambos parámetros (%)
FEV <sub>6</sub>	Volumen espiratorio forzado a los 6 seg. de la espiración
F <sub>I</sub> O <sub>2</sub>	Fracción inspirada de oxígeno
FIF <sub>25-50-75%</sub>	Flujo inspiratorio forzado en el 75-50-25% de la FVC
FISH	Hibridación <i>in situ</i> por fluorescencia
FOT	Técnica de oscilación forzada
FPA	Filtros pasa – altas
FPB	Filtros pasa – bajas
FPI	Fibrosis pulmonar idiopática
FQ	Fibrosis quística
FR	Frecuencia respiratoria
FRC	Capacidad residual funcional
FVC	Capacidad vital forzada
Gaw	Conductancia de las vías aéreas
GINA	<i>Global Initiative for Asthma Management and Control</i>



GOLD	<i>Global Initiative for Chronic Obstructive Pulmonary Disease</i>
GPCR	Receptores acoplados a proteínas
GVP	Gammagrafía pulmonar de ventilación/perfusión
H <sup>+</sup>	Hidrogeniones
H/L	Relación de altas y bajas frecuencias en el EMG
Hb	Hemoglobina
HB <sub>PM</sub>	Heparina de bajo peso molecular
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ión bicarbonato
HD	Hiperinsuflación dinámica
HETEs	Ácidos hidroxi-eicosa-tetraenoicos
HLA	Antígenos leucitarios humanos (histocompatibilidad)
HO	Hemo-oxigenasa
HPEPC	Hipertensión pulmonar de origen tromboembólico
HRB	Hiperrespuesta bronquial
HTP	Hipertensión arterial pulmonar
I	Inspiración
IAH	Índice apnea/hipopnea
IAR	Índice de alteración respiratoria
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IgA	Inmunoglobulina A
IL	Interleucina
ICAM	Moléculas de adhesión intercelular
IOS	Oscilometría de impulsos
IR	Insuficiencia respiratoria
IRV	Volumen de reserva inspiratorio
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ITGV	Volumen de gas intratorácico
K CO	Relación entre Difusión pulmonar de CO y Volumen alveolar
L	Longitud
LPB	Proteína de unión a lipoproteínas
LT	Leucotrienos
MAPK	Proteína cinasa activada por mitógeno
MBE	Medicina Basada en la Evidencia
MCP 1 y 3	Proteínas quimiotácticas para monocitos 1 y 3
MG	Miastenia gravis
MHC	Complejo mayor de histocompatibilidad (HLA)
MG	<i>Miastenia gravis</i>
MMPs	Metaloproteinasas
MRC	<i>Medical Research Council</i> (escala de disnea)
MRR	Relajación muscular máxima
MVV	Ventilación voluntaria máxima
N <sub>2</sub>	Nitrógeno
NAC	Neumonía adquirida en la comunidad
NANC	Sistema no adrenérgico no colinérgico

NAVM	Neumonía asociada a ventilación mecánica
NEP	Presión negativa espiratoria
NF- $\kappa$ B	Factor de transcripción nuclear
NHLBI	<i>National Heart, Lung and Blood Institute</i>
NIA	Neumonía intersticial aguda
NID	Neumonía intersticial descamativa
NIL	Neumonía intersticial linfocítica
NINE	Neumonía intersticial no específica
NIU	Neumonía intersticial usual
NM	Neuromuscular
NOC	Neumonía organizada criptogenética
NO	Óxido nítrico
NO <sub>E</sub>	Concentración de óxido nítrico en aire espirado
NOs	Sintetasa del óxido nítrico
NYHA	<i>New York Heart Association</i>
O <sub>2</sub>	Oxígeno
O <sub>2</sub> D	Aporte de oxígeno
O <sub>2</sub> Hb	Oxihemoglobina
OH <sup>-</sup>	Ión básico
ODP	Oxigenoterapia domiciliar prolongada
P	Presión
P <sub>0,1</sub>	Presión generada en los 100 primeros ms de la inspiración
Patm	Presión atmosférica
PaCO <sub>2</sub>	Presión parcial arterial de CO <sub>2</sub>
PaO <sub>2</sub>	Presión parcial arterial de oxígeno
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>	Relación entre la p. parcial de O <sub>2</sub> y la fracción insp. de O <sub>2</sub>
P <sub>A</sub> CO <sub>2</sub>	Presión parcial alveolar de CO <sub>2</sub>
P <sub>A</sub> O <sub>2</sub>	Presión parcial alveolar de oxígeno
P <sub>(A-a)</sub> O <sub>2</sub>	Diferencia alveolo-arterial de PO <sub>2</sub>
PAD	Presión en aurícula derecha
PAI-1	Factor activador del plasminógeno-1
PAF	Factor de activación de las plaquetas
PAOP	Presión de oclusión de la arteria pulmonar
PAP	Presión en arteria pulmonar
PAV	Presión asistida proporcional
PB	Presión barométrica
PBM	Proteína básica mayor del eosinófilo
PC	Ordenador personal (contexto informático)
PC	Ventilación con presión controlada (contexto de ventilación)
PC	Probabilidad clínica (contexto epidemiológico)
PC(PD) <sub>20</sub> FEV <sub>1</sub>	Concentración (dosis) de provocación (descenso 20% FEV <sub>1</sub> )
PCE	Proteína catiónica del eosinófilo
PCR	Proteína C reactiva (contexto bioquímico)
PCR	Reacción en cadena de polimerasa (contexto microbiológico)

PC-VRI	Ventilación con presión controlada y relación invertida
PCT	Procalcitonina
PCWP	Presión de enclavamiento o capilar
PDGF	Factor de crecimiento derivado de las plaquetas
Pdi	Presión transdiafragmática
Pdimax	Presión diafragmática máxima
P <sub>50</sub>	Presión parcial arterial de oxígeno al 50% de saturación
P <sub>E</sub> CO <sub>2</sub>	Presión espirada media de CO <sub>2</sub>
PEF	Flujo espiratorio pico o máximo
P <sub>E</sub> max	Presión espiratoria máxima
PEP	Punto de igual presión en las vías aéreas
PEEP	Presión pulmonar positiva al final de la espiración
PEEPi	Presión pulmonar positiva intrínseca
Pes	Presión esofágica
Pet CO <sub>2</sub>	Presión “end tidal” (final de la espiración) de CO <sub>2</sub>
PG	Prostaglandinas
Pga	Presión intragástrica
pH	Logaritmo (-) de la concentración de hidrogeniones
P <sub>i</sub> max	Presión inspiratoria máxima
PIO <sub>2</sub>	Presión inspirada de oxígeno
PK	Constante de disociación
PL	Fosfolipasa
PLG	Poligrafía cardiorrespiratoria
PM	Peso molecular
PMAP	Patrón molecular asociado a patógenos
PMN	Leucocitos polimorfonucleares neutrófilos
PMT	Presión máxima tolerada
PG	Prostaglandinas
POE	Peroxidasa eosinófilica
Ppl	Presión pleural
Psb	Presión superficie corporal
PSG	Polisomnografía
PSV	Presión de soporte del ventilador
Psw	Presión transtorácica
PTT	Tiempo de tránsito del pulso
PvO <sub>2</sub>	Presión parcial venosa mixta de oxígeno
PvCO <sub>2</sub>	Presión parcial venosa mixta de dióxido de carbono
PVC	Presión venosa central
Q (QT)	Gasto cardíaco
Qp	Flujo sanguíneo pulmonar
R	Resistencia (contexto físico)
R	Relación de intercambio respiratorio (VCO <sub>2</sub> /VO <sub>2</sub> )
Raw	Resistencia de las vías aéreas
REM	Fase del sueño de movimientos rápidos de los ojos

Rint	Resistencias medidas por interrupción
RM	Resonancia nuclear magnética
RQ	Cociente respiratorio
RRP	Receptores reconocedores de patrones
RV	Volumen residual
RV/TLC	Relación Volumen residual/Capacidad pulmonar total
RVP	Resistencias vasculares periféricas
S	Sensibilidad
SAC	Servicio de atención al cliente
SAHS	Síndrome de apnea e hipopnea del sueño
SAOS	Síndrome de apnea obstructiva del sueño
SAT	Servicio de asistencia técnica
SDRA	Síndrome de distrés respiratorio agudo
SDRAp	Síndrome de distrés respiratorio agudo pulmonar
SDRAexp	Síndrome de distrés respiratorio agudo extrapulmonar
SEPAR	Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica
SFEMG	Electromiografía de fibra única
SGaw	Conductancia específica de las vías aéreas
sIL-2R	Receptor soluble de la IL-2 (esclerosis sistémica)
SIRS	Síndrome de respuesta inflamatoria sistémica
SMSL	Síndrome de muerte súbita del lactante
SNC	Sistema nervioso central
SOH	Síndrome de obesidad e hipoventilación
SOD	Superóxidodismutasa
SOFA	Fallo multiorgánico progresivo
SRaw	Resistencia específica de las vías aéreas
SRS-A	Sustancia de reacción lenta de la anafilaxia
STPD	Condiciones temperatura, presión y humedad estandar
sTREM	Receptor soluble superficie celular en células mieloides
Th (0-1-2)	Linfocitos T <i>helper</i> indiferenciados (0) o diferenciados (1-2)
TAC	Tomografía axial computadorizada
TACAR	Tomografía axial computadorizada de alta resolución
TEP	Tromboembolismo pulmonar
TGF- $\beta$ 1	Factor beta-1 de transformación del crecimiento
T <sub>I</sub> /T <sub>TOT</sub>	<i>Timming</i> neural de la respiración
TIC	Tecnologías de la información y de la comunicación
Th <sub>-1</sub> y Th <sub>-2</sub>	Linfocitos <i>helper</i> modalidad 1 y 2
TLC	Capacidad pulmonar total
TNF- $\alpha$	Factor de necrosis tisular alfa
TNM	Clasificación de tumores (T: tumor; N: nódulo; M: metástasis)
TRS	Trastorno respiratorio del sueño
TTdi	Índice Tensión/Tiempo del diafragma
TT <sub>MR</sub>	Índice Tensión/Tiempo de los músculos respiratorios
TVP	Trombosis venosa profunda

UCI (UVI)	Unidad de Cuidados (Vigilancia) Intensivos
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
V	Volumen
V <sub>A</sub>	Ventilación alveolar
V <sub>A</sub> /Q	Relación Ventilación alveolar/Perfusión
VAS	Vía aérea superior (en contexto bronquial)
VAS	Escala visual analógica (en contexto de escalas de medición)
VCAM	Moléculas de adhesión celular
VEGF	Factor de crecimiento del endotelio vascular
VILI	Lesión pulmonar inducida por el ventilador
V <sub>A</sub> /Q	Relación Ventilación alveolar/Perfusión
VC	Capacidad vital (lenta o no forzada)
V <sub>D</sub>	Ventilación del espacio muerto (en contexto neumológico)
VD	Ventrículo derecho (en contexto cardiológico)
V <sub>D</sub> /V <sub>T</sub>	Relación espacio muerto/Volumen circulante (%)
V <sub>E</sub>	Ventilación/minuto
V <sub>gas</sub>	Flujo de un gas
VHI	Virus inmunodeficiencia humana
VHB-C	Virus hepatitis B-C
VI	Ventrículo izquierdo
VO <sub>2</sub>	Consumo de oxígeno
VO <sub>2</sub> máx	Consumo máximo de oxígeno
V'O <sub>2</sub>	Consumo pico de oxígeno
VCO <sub>2</sub>	Producción de dióxido de carbono
VCO <sub>2</sub> máx	Producción máxima de dióxido de carbono
VM	Ventilación mecánica
VMI	Ventilación mecánica invasiva o general
VMIA	Ventilación mecánica invasiva asistida
VMIC	Ventilación mecánica invasiva controlada
VMNI	Ventilación mecánica no invasiva
VP	Valor predictivo
VPH	Vasoconstricción pulmonar hipóxica
V <sub>T</sub>	Volumen circulante o corriente
V <sub>T</sub> /T <sub>I</sub>	<i>Driving</i> neural de la respiración
WHO	<i>World Health Organization</i>
Z	Impedancia

# Indice

## SECCIÓN I. FISIOLOGÍA Y BIOLOGÍA RESPIRATORIAS

1.	Aspectos generales .....	3
	<i>P. Casan Clarà, J. Gea Guiral, F. García Río</i>	
2.	Estructura y desarrollo del pulmón .....	13
	<i>B. Núñez Sánchez, B. García-Cosío Piqueras</i>	
3.	Aspectos estructurales y mecánicos del pulmón .....	23
	<i>J. Gea Guiral</i>	
4.	Espirometría y volúmenes pulmonares .....	31
	<i>J. Giner Donaire</i>	
5.	Músculos respiratorios: biología y fisiología .....	41
	<i>M. Orozco-Levi, J. Gea Guiral</i>	
6.	Ventilación alveolar y PaCO <sub>2</sub> .....	61
	<i>J.L. Izquierdo Alonso, R. Malo de Molina, Y. Anta Mejías</i>	
7.	Transferencia de oxígeno y PaO <sub>2</sub> .....	69
	<i>W.R. Chumbi Flores, N. González Mangado</i>	
8.	Transporte de gases y utilización celular del O <sub>2</sub> .....	81
	<i>S. Heili Frades, G. Peces-Barba Romero</i>	
9.	Insuficiencia respiratoria aguda y crónica .....	97
	<i>N. Soler Porcar, R. Rodríguez-Roisin</i>	
10.	Oxigenoterapia .....	113
	<i>M. Calle Rubio, J.L. Rodríguez Hermosa, J.L. Álvarez-Sala Walther</i>	
11.	Equilibrio ácido-básico .....	133
	<i>J.M. Marín Trigo</i>	
12.	Control de la respiración .....	141
	<i>F. García Río, B. Rojo Moreno-Arrones, J.M. Pino García</i>	
13.	Ventilación mecánica .....	163
	<i>I. Utrabo Delgado, J.F. Masa Jiménez</i>	

14.	Circulación pulmonar .....	173
	<i>V.I. Peinado Cabré, S. Pizarro Serra, J.A. Barberà Mir</i>	
15.	Respiración y ejercicio .....	195
	<i>L. Puente Maestu, F. Villar Álvarez, B. López-Muñiz Ballesteros</i>	
16.	El sueño y la respiración .....	209
	<i>J. Terán Santos, M.L. Alonso Álvarez, J. Cordero Guevara</i>	
17.	Respiración en ambientes especiales: altitud, espacio y submarinismo .....	221
	<i>L. Borderías Clau, F.J. Ruiz López, P. Val Adán, J.A. Ros Lucas, M.T. Villarroel Salcedo, F. Sánchez Gascón†</i>	
18.	Inflamación, estrés oxidativo y reparación .....	243
	<i>E. Barreiro Portela, J. Gea Guiral, J. Marín Corral</i>	
19.	Inmunoalergia respiratoria .....	261
	<i>J. Mullol i Miret, J.M. Guilemay Toste, J. Bartra i Tomàs</i>	
20.	Inflamación y remodelación de la vía respiratoria .....	277
	<i>D. Ramos Barbón</i>	
21.	Mecanismos de defensa del pulmón .....	295
	<i>P. Martínez-Olondris, C. Agustí García-Navarro</i>	
22.	Telemedicina en el laboratorio de función pulmonar .....	313
	<i>F. Burgos Rincón</i>	
23.	Valores de referencia .....	329
	<i>P. Casan Clarà, F. García Río, J. Gea Guiral</i>	

## SECCIÓN II. APLICACIONES CLÍNICAS

---

24.	Evaluación funcional: generalidades .....	357
	<i>P. Casan Clarà</i>	
25.	Medidas de higiene y control de calidad .....	361
	<i>V. Macián Gisbert, A. Saura Vinuesa, M. Palop Cervera</i>	
26.	Asma .....	379
	<i>J. Belda Ramírez</i>	
27.	EPOC .....	389
	<i>E. Sala Llinas, A. Agustí García-Navarro</i>	
28.	Enfermedades intersticiales .....	417
	<i>M.Á. Ruiz Cobos, A. Xaubet Mir, J. Ancochea Bermúdez</i>	
29.	Patología infecciosa aguda .....	443
	<i>F. Rodríguez de Castro, O. Rajas Naranjo, J. Aspa Marco</i>	
30.	Insuficiencia respiratoria aguda: síndrome de distrés respiratorio agudo .....	463
	<i>J. Sellarés Torres, J. Rello Condomines</i>	

31.	Insuficiencia respiratoria crónica .....	475
	<i>J.R. Jardim, O.A. Nascimento</i>	
32.	Cáncer de pulmón y otras neoplasias .....	487
	<i>M. Blanco Aparicio, C. Montero Martínez, H. Vereá Hernando</i>	
33.	Patología respiratoria del sueño .....	499
	<i>Á. Sánchez Armengol, C. Carmona Bernal</i>	
34.	Patología vascular pulmonar .....	527
	<i>D. Nauffal Manzur</i>	
35.	Enfermedades de origen laboral .....	541
	<i>C. Martínez González</i>	
36.	Fisiopatología pleural .....	557
	<i>F. Rodríguez Panadero, V.B. Antony</i>	
37.	Trasplante pulmonar .....	567
	<i>C. López García-Gallo, R. Laporta Hernández, P. Usetti Gil</i>	
38.	Enfermedades neuromusculares .....	581
	<i>J.B. Gáldiz Iturri, J. Camino Buey</i>	
39.	Obesidad y alteraciones de la caja torácica .....	601
	<i>J.M. Rodríguez González-Moro, M.J. Chillón Martín, P. de Lucas Ramos</i>	
40.	Hipoventilación alveolar e hiperventilación .....	615
	<i>J. de Miguel Díez, F. Villar Álvarez, M.J. Chillón Martín</i>	
41.	Enfermedades cardíacas .....	629
	<i>A. Alonso Fernández, M.Á. Arias Palomares, V. Lores Gutiérrez</i>	
42.	Evaluación del riesgo quirúrgico .....	653
	<i>Á. Ortega González, M.J. Rodríguez Nieto, N. González Mangado</i>	
43.	Estudios en pediatría .....	669
	<i>E. González Pérez-Yarza, O. Sardón Prado, P. Corcuera Elósegui</i>	
44.	Aspectos epidemiológicos en neumología .....	689
	<i>J. García Aymerich, J.B. Soriano</i>	
45.	El laboratorio en el cuidado del paciente crítico respiratorio .....	703
	<i>S. Pizarro Serra, J.R. Badía Jobal, A. Torres Martí</i>	
46.	Los equipos de electromedicina y su industria .....	719
	<i>J. Rigau i Rigau</i>	
	<b>Índice de materias .....</b>	<b>747</b>