

INSTRUMENTAL Y EQUIPOS MEDICOS EN ANESTESIOLOGIA

*DR. GUILLERMO VASCONCELOS PALACIOS, S.M.A.

RESUMEN

A manera de introducción, se explican en este estudio las razones por las que el anestesiólogo debe disponer de más y mejores sistemas de información durante el acto quirúrgico y en el postoperatorio inmediato.

Se analiza la función de cada uno de los elementos de este problema tripartita y se señala la importancia de la estrecha comunicación que debe haber entre el especialista, el ingeniero biomédico y las autoridades hospitalarias para resolverlo.

Se dan a conocer también los diferentes y amplios capítulos que en materia de equipo se necesita actualmente en anestesiología, describiendo algunas partes esenciales en que se hace evidente el adelanto tecnológico y ejemplificando la importancia del ingeniero biomédico en el diseño de equipos que permitan evitar los accidentes por defectuosa manufactura de los mismos.

SUMMARY

As an introduction of this study there is an explanation of the reasons why the anesthesiologist must count with more and better information systems during the surgical act and in the immediate post-operative.

The role of each one of the elements of this tripartite problem is analyzed and also the importance of the close communication that must exist to solve it between the specialist, the biomedical engineer and the Hospital authorities is pointed out.

There is also the acknowledgment of the different and extensive chapters that concern to the actual need of equipment in anesthesiology, describing some essential parts in which the technological advance is evident and exemplifying the importance of the biomedical engineer in the equipment outline that could avoid the accidents caused by their imperfect manufacture.

EN la actualidad el anestesiólogo debe aprovechar al máximo los grandes progresos de la ciencia y de la tecnología para ejercer más eficientemente su especialidad y ofrecer mayor seguridad a los enfermos. Afortunadamente se tienen a la venta instrumentos de gran precisión, tanto para exagerar los cuidados durante el transoperatorio y postoperatorio inmediato haciendo un diagnóstico oportuno, como para auxiliarse en el tratamiento de los accidentes y complicaciones.

Tal vez con mayor razón que otros especialistas, necesita sistemas electrónicos y equipos de información muy especializados, porque no dispone de mucho tiempo para hacer el diagnóstico correcto de las alteraciones funcionales importantes. No puede estudiar con toda tranquilidad o consultar otras opiniones acerca de una incógnita, porque los fenómenos fisiopatológicos que ocurren durante la anestesia y la cirugía son dinámicos. Minuto a minuto se suceden cambios que es necesario registrar y

*Del Departamento de Investigación en Medicina Perinatal del Hospital de Gineco-Obstetricia No. 4 del IMSS. México, D.F.

que requieren una terapéutica adecuada e inmediata. No puede captar, con sus sentidos limitados, toda la información necesaria para detectar y reconocer signos premonitorios de un disturbio grave.

La labor del anestesiólogo es ahora, semejante a la de un piloto en aeronáutica, quien necesita del concurso de numeroso personal y gran cantidad de equipo de seguridad para prevenir los accidentes. Requiere además de otros medios que le ayudan a resolver los problemas imprevisibles que pueden aparecer durante el vuelo. A mayor equipo y en mejores condiciones, mayor índice de seguridad. De la misma manera, el anestesiólogo debe exigir cada día más y mejores sistemas de información para detectar tempranamente cambios nocivos para las funciones vitales que, de no modificarse oportuna y adecuadamente, pueden conducir a un accidente fatal. Necesita de una manera apremiante todo el equipo necesario, pero al mismo tiempo necesita que se le proporcione mantenimiento adecuado para que ese equipo esté en perfectas condiciones en un momento determinado.

Por otra parte, uno de los obstáculos más difíciles de salvar y con los que tradicionalmente se ha topado este especialista, son los costos, que tanto por razones de presupuesto como de ignorancia, constituyen realmente la principal y verdadera traba. Las razones de presupuesto es una limitación que obedece o está condicionada principalmente por la segunda, porque por lo general, las personas que determinan los diferentes renglones del presupuesto, no pueden dar el auténtico valor que en materia de salud estos sistemas tienen. La ignorancia, por otra parte, como en todos los problemas de la humanidad, es la causa principal del atraso y del subdesarrollo. Y hablando de equipos médicos en nuestro medio, hay ignorancia a varios niveles: por parte del especialista al desconocer todos los recursos actualmente disponibles, ignorancia de los cirujanos que se asustan con tantos cables y electrodos alrededor de sus pacientes, ignorancia del enfermo que no comprende algunas veces, que tanto instrumento tiene el único fin de cuidarle más estrechamente su vida, e ignorancia de las autoridades al no adquirir, por costoso, un equipo indispensable. No es sino con la insistencia repetida y basada en razones convincentes, como se puede disponer en nuestro medio con todos los adelantos. Los costos ya no deben ser un pretexto para negar al enfermo los beneficios del equipo imprescindible. Es más, no debe haber pretextos, ya que el paciente de cualquier condición económica exige y reclama seguridad durante la anestesia. Si es indigente, de-

be pagarlo el Estado, si se trata de un enfermo con recursos económicos, debe escoger un hospital privado que tenga todo lo necesario.

El problema que estamos analizando puede plantearse en dos partes:

1. La primera parte consiste en la necesidad de mayor equipo biomédico y de mayores sistemas de información.

2. El mantenimiento y la conservación del equipo.

En los dos capítulos aparecen como elementos importantes de este problema tripartita: el anestesiólogo, el ingeniero biomédico y las autoridades hospitalarias.

El objetivo terminal para resolver el problema debería ser la estrecha comunicación entre estos tres personajes, con un papel muy definido cada uno de ellos y con la actitud honesta, juiciosa y cabal que reclaman todas las cosas importantes.

El especialista debe describir sus necesidades en materia de equipo médico, siendo ambicioso al exigir no sólo la adquisición de elementos útiles ya disponibles, sino el diseño y el perfeccionamiento de los detalles técnicos que representan ventajas importantes. Ni el anestesiólogo ni alguna de las otras partes del problema, debe ser pasivo. No deben esperar a que una de las partes tome la iniciativa en determinado renglón. Todos y cada uno de ellos debe dar un paso diario hacia el progreso en este campo. Por otra parte, el especialista debe dar a las autoridades una explicación lógica, una razón llana y sencilla del porqué de sus necesidades y de sus exigencias.

El especialista por supuesto, debe manejar los aparatos perfectamente con la asesoría estrecha del ingeniero biomédico, quien le proporcionará los conocimientos técnicos necesarios para su cuidado. Debe tener pleno conocimiento de los fenómenos dinámicos en las lecturas que proporcionan los sistemas de información, discriminando con precisión los datos positivos de valor, de las falsas positivas que lo pueden confundir. Debe reconocer también los artefactos eléctricos para no caer en la paradoja, de que en vez de tener beneficios, se cause iatrogenia con una terapéutica equivocada basada en una errónea evaluación de los fenómenos.

No es raro que en algunas instituciones oficiales donde se prestan servicios asistenciales a un tercer nivel, los médicos dispongan del equipo necesario, pero no lo saben manejar y frecuentemente lo reportan como descompuesto sin estarlo. Otras veces lo manejan tan mal que lo descomponen y en estas condiciones no basta con pegarle un letrero de "descompuesto", sino que es muy importante especificar y

precisar las fallas con un interés profesional de que el aparato sea revisado, por qué no está funcionando perfectamente en determinado aspecto.

Por último, el anestesiólogo debe cuidar el equipo procurando al terminar su trabajo, dejarlo en condiciones perfectas, listo para un nuevo uso. Si es necesario debe encargarse él mismo de la limpieza de las partes que por su complejidad o delicadeza lo requieran.

El ingeniero biomédico, aprovechando los recursos de la ciencia y el desarrollo tecnológico a la altura de los conocimientos actuales, debe cumplir su función en los siguientes renglones:

1. Diseñar el equipo necesario para satisfacer las necesidades del médico en las diferentes áreas.
2. Enseñar al especialista el funcionamiento y el manejo adecuado del equipo.
3. Instruir al personal técnico sobre los cuidados especiales que amerite cada aparato.
4. Advertir sobre sistemas de alarma y artefactos que pudieran confundir no sólo al especialista sino a todo el personal del área de trabajo.
5. Asegurar el mantenimiento de los sistemas, mediante una supervisión regular y meticulosa al personal técnico empleado en las unidades de su jurisdicción.

Las autoridades, por su parte, deben comprender, motivadas por consideraciones justas y lógicas, la importancia de que se proporcionen todas las facilidades y buena parte del presupuesto, para proporcionar todo el equipo médico necesario para procurar una actividad profesional más eficiente tanto en el diagnóstico, como en la terapéutica y al mismo tiempo en la investigación.

Otro aspecto importante de la participación de las autoridades en este campo, es el autorizar la plantilla adecuada para contar en el Hospital con suficiente personal técnico idóneo, a fin de atender diligentemente las fallas y otros aspectos relacionados con el mantenimiento del equipo. Generalmente se trata como declamos al principio, de un equipo costoso, que si no funciona constantemente bien, dando su pleno rendimiento, las autoridades no están aprovechando debidamente la inversión. Sólo de esa manera se obtendrá el máximo provecho de un gasto que siempre debe estar ampliamente justificado.

El equipo necesario en anestesiología actualmente comprende varios capítulos. A saber:

1. La máquina de anestesia.

Debe contar con sistemas adecuados para la administración controlada de flujos de gases y vapores anestésicos, medidores de presión,

sistemas de seguridad en la distribución y mezcla de gases,¹ circuitos de reinhalación y no reinhalación,² filtros de absorción de CO₂, vaporizadores calibrados,⁴ sistemas de evacuación de gases para evitar la polución en los quirófanos.⁵

Con el término sistemas adecuados queremos decir diseños de ingeniería que proporcionen lecturas precisas, controles fáciles y seguridad en el funcionamiento. Aun cuando actualmente las máquinas de anestesia cuentan con sistemas de seguridad que evitan confusiones peligrosas en las conexiones de mangueras y que automáticamente no funciona la válvula de un gas anestésico si no está abierto previamente el flujo de oxígeno, todavía tenemos mucho que desear en cuanto a máquinas de anestesia y mucho que exigir al ingeniero biomédico en cada uno de los renglones que vamos a señalar. Por ejemplo, algunas exigencias en cuanto a los filtros de absorción de CO₂: desearíamos poder cambiar la cal sodada fácilmente sin tener que abrir el circuito, que tuvieramos indicadores precisos de la capacidad de absorción y filtros adecuados para evitar la contaminación séptica de un paciente a otro. En cuanto a vaporizadores, quisieramos contar con calibraciones precisas independientes del flujo o la temperatura, sistemas de seguridad automáticos para evitar grandes concentraciones accidentales y peligrosas. Sistemas fáciles de llenado y evacuación sin polución del ambiente e integración automática al circuito.

2. Respiradores mecánicos.

Existe actualmente, una gran variedad de respiradores con características particulares cada uno, que resulta abrumador el conocimiento cabal de cada uno de ellos. Esto sugiere que el anestesiólogo ni expresa sus requerimientos con claridad, ni critica adecuadamente las máquinas que le prestan.⁶ En términos generales una máquina para la respiración controlada debería tener sistemas adecuados de presión, de volumen y mixtos, adaptables a circuitos cerrados, semicerrados y de no reinhalación, sistemas de humectación; monitores de complacencia pulmonar, de volumen corriente, de presión intrapulmonar, etc.; válvulas de seguridad para control automático de la falta o el exceso de oxígeno y mezclas de aire. Controles manuales para el ajuste del sistema a todas las técnicas de respiración necesarias en la clínica.

3. Sistemas de control por monitor eléctrico.

Comprendemos en este capítulo los aparatos electrónicos que "avisan" los cambios eléctricos que ocurren de una manera dinámica durante el transoperatorio o el postoperatorio in-

mediato. Su función es fundamentalmente, la amonestación temprana de los fenómenos que constituyen signos premonitorios de un trastorno funcional que puede evolucionar hacia un accidente grave o fatal. Algunos como el pulsómetro o el osciloscopio de electrocardiografía deben usarse por sistema, no sólo en la cirugía mayor o de riesgo alto, sino en cualquier tipo de operación y en cualesquier técnica anestésica.⁷ Otros como la electroencefalografía,^{8,9} y los monitores de relajación muscular,^{10,11} se usan para técnicas especiales, con propósito de investigación o para ayuda en el diagnóstico diferencial de determinadas complicaciones.

4. Sistemas de tierra y alarma.

Por lo general no se les concede la importancia que realmente tienen los sistemas de tierra para evitar accidentes graves en los pacientes y el personal médico o de enfermería, por descargas eléctricas, cortos circuitos o problemas derivados de la ignorancia o negligencia tanto de las autoridades como de los especialistas.^{12, 13,14} Estos sistemas deben incluir protección primaria, transformador de aislamiento, protección secundaria, circuitos derivados y luces indicadoras en el tablero de distribución. El ingeniero biomédico debería instruir a todo el personal de quirófanos y áreas hospitalarias que lo requieren respecto a las características de las instalaciones, principios básicos de seguridad eléctrica y todo lo concerniente a las probables fallas o causas de problemas.

5. Otros sistemas de control por monitor hemodinámico.

Estos sistemas incluyen: equipos para el registro de tensiones arteriales,¹⁵ registro de presión venosa central¹⁶ registro continuo de oximetría¹⁷ y gases arteriales en general.¹⁸ Algunos de estos sistemas son invasivos y otros, aunque menos precisos, tienen la ventaja de no ser invasivos. Nosotros deseáramos que se diseñaran cada vez mayor número de técnicas no invasivas, que fuesen tan fieles como las invasivas, para poder eliminar éstas que representan iatrogenia y muchos riesgos para los pacientes.

6. Otros recursos biomédicos en anestesiología.

Sería prolijo señalar en este artículo los amplios y numerosos aspectos de cada uno de los diferentes renglones que este capítulo comprende. Bástenos con enumerar algunos de los más importantes en la actualidad y ejemplificar la importancia del ingeniero biomédico en algunos de ellos, como el diseño de sondas endotraqueales. Uno de los grandes adelantos en anestesiología fue el poder controlar la ventilación con una vía expedita por medio de la intubación endotraqueal. Sin embargo, la presencia del maguito inflable para hacer hermético el circuito dió lugar a numerosos problemas,^{19 a 24} que necesitaron la participación científica y técnica del ingeniero para estudiar un diseño capaz de evitar la repetición de los accidentes informados.^{25, 26}

La participación del anestesiólogo en las superespecialidades como la medicina perinatal, cirugía de tórax, neurocirugía, trasplantes de órganos etc., requiere la ampliación de su campo de acción y la necesidad de equipos para cromatografía de gases,²⁷ sistemas de refrigeración,²⁸ sistemas eléctricos de endoscopia,²⁹ sistemas de esterilización de equipos,³⁰ diseños de catéteres especiales de materiales plásticos y radiopacos,³¹ diseños de filtros para venoclisis y transfusión,^{32, 33} y diseños de agujas especiales, tanto para procedimientos de cateterismo como para los múltiples métodos de anestesia local y regional.

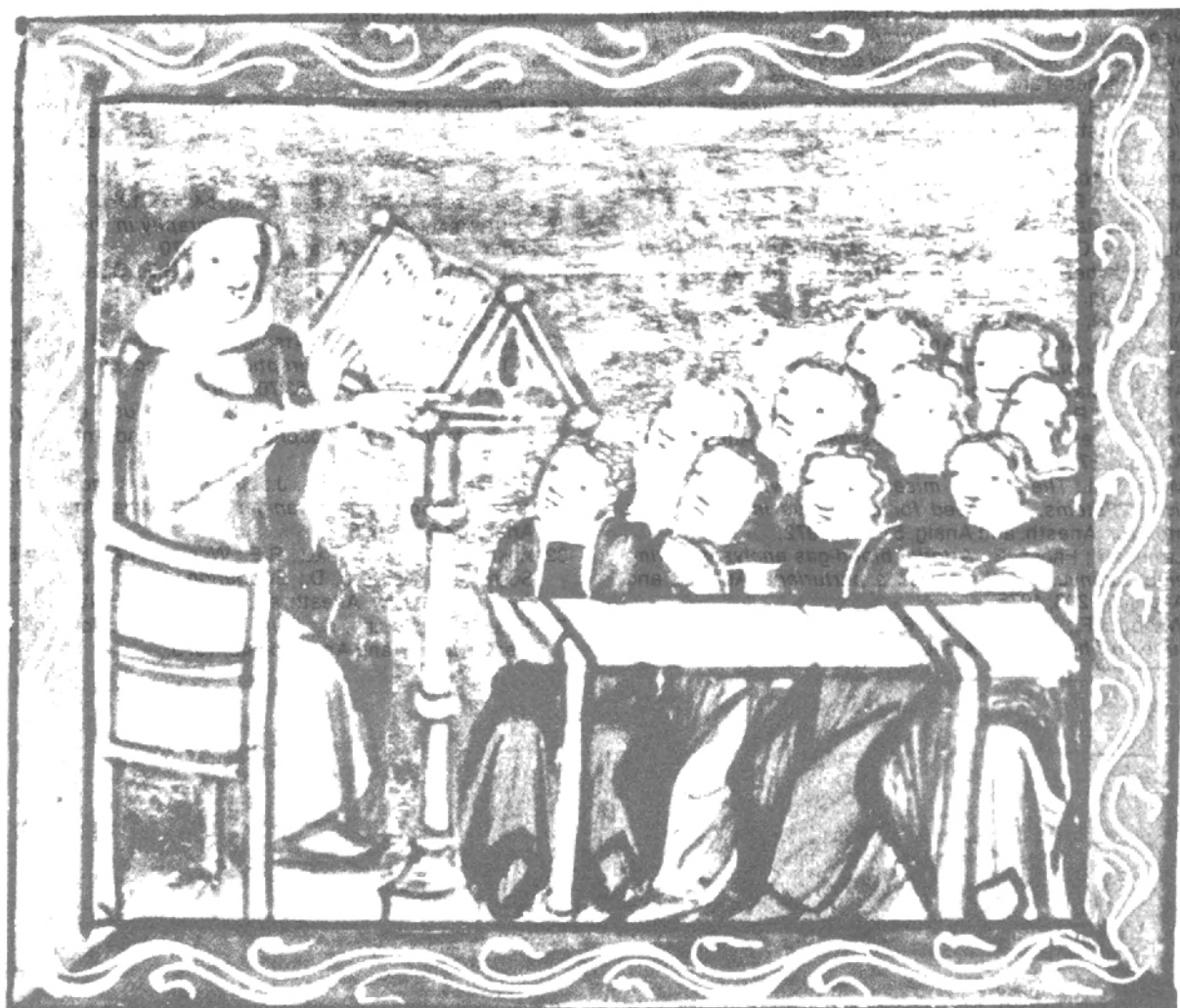
Por último y para terminar, me gustaría enumerar algunas observaciones con que de una manera general, el anestesiólogo desearía llamar la atención del ingeniero biomédico respecto a nuestras ambiciones en materia de equipo:

- Simplificar el manejo de aparatos.
- Controles con especificaciones claras.
- Evitar graves consecuencias anestésicas por fallas del equipo.
- No riesgos de fuegos y explosiones.
- No artefactos eléctricos.
- Más sistemas de alarma y seguridad.
- Más diligencia en la reparación de las fallas.
- Control estricto de la polución anestésica.

REFERENCIAS

1. NORLANDER, U.: *Aspectos de seguridad del paciente en los sistemas de distribución de gases para aplicaciones médicas*. Anestesia Obstétrica y Perinatología. Gandera, Ayala Editores. México, 1978. 225.
2. REMANATHAN, S.M.D.; CHALON, J.; CAPAN, L.; PATEL, C.; TURNDORF, H.: *Rebreathing characteristics of brain anesthesia circuit*. Anesthesia and analgesia current researches. 56:822, 1977.
3. DOLORICO, U.N.; CHALON, J.; WEEKS, D.B.; ORKIN, L.R.: *A safe nonbreathing system humidity, sterility, cost*. Anesthesia and Analgesia. C.R. 53:75, 1974.
4. GARTNER, J.; STOELTING, R.K.: *A laboratory comparison of cooper kettle, fluotec mark 2 and pentec vaporizers*. Anesthesia and Analgesia C.R. 53:187, 1974.
5. GERACI, CH. L.: *Operating room pollution: Governmental perpectives and guidelines*. Anesthesia and Analgesia.

- 56:775, 1977.
6. GROGONO, A.W.; BYLES, P.H.: *Ventilators and inhalation therapy*. Chap. 7. Mechanical Ventilators. Allen B. Dobkin MD. Edt. Little Brown and Co. Boston, 1966. Pág. 121.
 7. VASCONCELOS PALACIOS, G.: *Modificaciones electrocardiográficas provocadas por las técnicas y las drogas auxiliares en anestesiología*. Rev. Mex. de Anest. 4:261, 1979.
 8. BURCHEL, K.J.; STOCKARD, J.J.; CALVERLEY, R.K.; SMITH, N.T.; SCHOOL, M.L.; MAZZE, R.I.: *Electroencephalographic abnormalities following halothane*. Anesthesia. 57:244, 1978.
 9. BROWER, K.R.; CROWEL, D.H.; LEUNG, P.; CASHMAN, T.M.: *Neonatal electroencephalography patterns as affected by maternal drugs administered during labor and delivery*. Anesthesia and Analgesia. 57:303, 1978.
 10. TAHIR, A.H.: *A simple aid to monitoring muscular relaxation*. Anesthesia and Analgesia. 50:842, 1971.
 11. LEE, C.M.: *Train of 4 quantitation of competitive neuromuscular block*. Anesthesia and Analgesia. 54:649, 1975.
 12. LEONARD, P.F.: *Characteristics of electrical hazards*. Anesthesia and Analgesia. 51:797, 1972.
 13. BLOCH, E.C.; BURTON, L.W.: *Electrosurgical burn while using a battery-operator doppler monitor*. Anesthesia and Analg. 58:339, 1979.
 14. ANDERSON, E.F.: *A potencial ignition source in the operating room*. Anesth. and Analg. 55:217, 1976.
 15. FINK RAYMOND, B.: *Indirect monitor of blood pressure*. Anesthesia and Analgesia. 48:204, 1970.
 16. VAUGHAN, R.W.; WAYGANDT, G.R.: *Reliable percutaneous central venous pressure measurement*. Anesth. and Analg. 52:709, 1973.
 17. MAZZE, R.I.: *Therapeutic misadventures with oxygen delivery systems. The need for continuous in-line oxygen monitor*. Anesth. and Analg. 51:787, 1972.
 18. LEVINE, R.; FROST, E.: *Arterial blood-gas analyses during electroconvulsive therapy in a parturient*. Anesth. and Analg. 54:203, 1975.
 19. WARD, C.F.; GAMEL, D.M.; BENUMOF, J.L.: *Endotracheal tube cuff herniation: A cause of delayed airway Obstruction*. Anesth. and Analg. 57:114, 1978.
 20. LOESER, E.A.; HODGES, M.; GLIEDMAN, J.; STANL, T.; JOHANSEN, R.; YONETANI, D.: *Tracheal pathology following short-term intubation with low and high pressure endotracheal tube cuffs*. Anesth. and Analg. 57:577, 1978.
 21. PEREL, A.; KATZENELSON, R.; KLEIN, E.; LOTEUS, M.: *Collapse of endotracheal tubes due to overinflation of high compliance cuff*. Anesth. and Analg. 56:731, 1977.
 22. YEW, N.T.; DATTA, T.D.: *Difficult extubation of an endotracheal tube cuff*. Anesth. and Analg. 55:876, 1976.
 23. THIENY, N.G.; KIRIMLI, B.I.: *Hazards in use of anode endotracheal tube: A case report and review*. Anesth. and Analg. 54:710, 1975.
 24. BLITT, C.D.: *Case report: Complete obstruction of an armored endotracheal tube*. Anesth. and Analg. 53:624, 1974.
 25. MCGINNIS, G.E.; SHIVELY, J.G.; PATTERSON, B.L.; MAGOVERN, G.L.: *An engineering analysis of intratracheal tube cuff*. Anesth. and Analg. 50:557, 1971.
 26. MALONE, B.T.: *A complication of rush armored endotracheal tubes*. Anesth. and Analg. 54:756, 1975.
 27. SMITH BRADLEY, E.: *Gas chromatography in the operating room*. Anesth. and Analg. 49:740, 1970.
 28. GÁLVEZ, T.L.; MITCHELL, J.W.; MYERS, G.E.; SIEBECKER, K.L.: *Cooling boot for refrigeration anesthesia*. Anest. and Analg. 50:569, 1971.
 29. RAS, P.; FORESTER, J.; WATSON, T.D.; MORRIS, R.E.; JENKINS, M.T.: *Technics for fiberoptic laryngoscopy in anesthesia*. Anesth. and Analg. 53:708, 1974.
 30. RENDELL-BAKER, L.; ROBERTS, R.B.: *Safe use of ethylene oxide sterilization in hospitals*. Anesth. and Analg. 49:419, 31.
 31. BOURKE, D.L.; LAWRENCE, J.: *Simultaneous monitoring of central venous and swan-ganz pressures*. Anesth. and Analg. 54:549, 1975.
 32. AUKBURG, S.J.; MARSHALL, B.E.; WURZEL, H.A.; EWING, B.C.; SUER, S.F.; NEUFELD, D.: *Evaluation of the Swank IL-201 transfusion filter*. Anesth. and Analg. 57:463, 1978.
 33. MILLER, R.; CULLEN, D.; CIVETTA, J.M.: *Question and answers*. Anesth. and Analg. 54:45, 1975.



Comentario de un texto en la Universidad de Oxford. Manuscrito del siglo XIII. British Museum, Londres.