

# Aplicaciones de la informática en Anestesiología: gráfica anestésica

J.R. Ortiz-Gómez, P. Monedero-Rodríguez, J. J. Pérez-Cajaraville

Departamento de Anestesiología, Reanimación, Cuidados Intensivos y Terapia del Dolor. Clínica Universitaria. Facultad de Medicina. Universidad de Navarra.

## Resumen

La introducción de la informática ha supuesto un cambio radical en la concepción de la Anestesiología. Supone mejoras en la calidad asistencial, gestión, control de gastos, docencia, investigación, seguridad y privacidad. Además permite optimizar el tiempo del anestesiólogo por quedar liberado de realizar tareas burocráticas repetitivas. La gráfica anestésica es sólo una de las posibilidades que ofrece la informática en Anestesiología, y es consecuencia de los avances en varios campos conectados entre sí, como en la monitorización, infusión continua de fármacos, sistemas y alarmas inteligentes, recogida y análisis automatizados de datos, monitorización en red y disponibilidad de material bibliográfico (conexión a Internet).

La gráfica informatizada de anestesia es más precisa, legible, completa y fiable (en caso de incidentes críticos, sustituciones entre anesestesiólogos o investigación) que la gráfica anestésica tradicional. Uno de sus mayores problemas hoy día, además del coste de su puesta en marcha, consiste en que al ser un documento médico-legal, habrá que especificar los artefactos de la monitorización (insertar comentarios en la gráfica anestésica).

### Palabras clave:

Anestesiología. Gráfica anestésica. Historia clínica. Informática. Internet.

## Computer applications in anesthesiology: graphic data displays of anesthesia

### Summary

Computerization has brought radical changes to anesthesiology. Quality of care, management, cost control, training, research, safety and privacy have all improved. The anesthesiologist has been freed from repetitive clerical tasks and is able to make better use of time. A graphic display of anesthesia is only one of the many computer applications available as a consequence of links created among monitoring, continuous infusion and intelligent alarm systems, automatic data collection, network monitoring and the availability of bibliographic information (through Internet connection).

The computer graphic display of anesthesia is more precise, legible, complete and reliable (during critical events, in substitutions of anesthesiologists or for research) than the traditional graph. One of the greatest problems of computer graphing today – besides start-up costs – is that of inserting comments on monitoring artifacts, given that the graph is a legally valid medical document.

### Key words:

Anesthesiology. Graph of anesthesia. Medical history. Computerization. Internet.

---

Correspondencia: Dr. José Ramón Ortiz Gómez.  
Clínica Universitaria. Departamento de Anestesiología,  
Reanimación, Cuidados Intensivos y Terapia del Dolor.  
Facultad de Medicina. Universidad de Navarra.  
Avenida Pío XII, 36. 31080 Pamplona  
Correo electrónico: jortizg@unav.es

Aceptado para su publicación en diciembre de 2001.

## Introducción

En el presente milenio la informática ocupa un lugar central en la actividad de numerosas profesiones, especialmente en aquellas con elevado componente técnico que se desarrollan en grandes complejos empresariales. Hay una introducción progresiva de la informática en el ámbito médico, y la anestesiología no es ajena a este proceso. Es más, precisamente es uno de los campos con mayor posibilidad de desarrollo.

Hay aplicaciones informáticas que pueden pasar desapercibidas al no depender directamente del manejo de un ordenador, pero son indispensables en la vida cotidiana de un anestesiólogo, como se verá posteriormente (tabla 1). Dentro de las distintas aplicaciones informáticas que podemos utilizar los anesthesiólogos, sin duda una de las más interesantes es la recogida automatizada de todos los datos generados en el desarrollo de cualquier acto anestésico, y su expresión en una gráfica anestésica. Esta tendencia no es nueva, la introducción de los sistemas electrónicos de documentación anestésica data de la década de los 80, aunque ha sido realmente en los últimos años cuando se ha desarrollado más en profundidad<sup>1</sup>. Se debe a que la sanidad ha cambiado y se orienta claramente hacia la necesidad de integrar toda la información generada en torno al paciente (incluyendo por supuesto la historia clínica) de un modo más rápido, completo y accesible en cualquier momento. Gracias a esto se posibilita una mejor atención del paciente. Además el análisis ulterior de esta información permitirá extraer conclusiones para racionalizar el empleo de los recursos disponibles (a menudo escasos) y por tanto, reducir costes.

Es importante destacar que cuando se utiliza una aplicación informática hospitalaria, sea destinada a la tarea que sea, debe cumplir unos requisitos indispensables: ser intuitiva (comprensible incluso sin necesidad de un aprendizaje exhaustivo por el personal), flexible (permitiendo situaciones excepcionales como las urgencias y huyendo de las aplicaciones rígidas que en ocasiones entorpecen el trabajo en vez de facilitarlos), adaptable a las necesidades presentes y futuras (considerando los planes de desarrollo y expansión del hospital), y además, compatible con los servicios básicos, como el Laboratorio, Farmacia, Radiología y Administración. Aquellas aplicaciones que infrinjan estos requisitos esenciales estarán sin duda complicando la labor diaria del personal sanitario y generando problemas de diversa índole de forma casi permanente.

Se estima que un paciente hospitalario pasa al menos por una media de 3 departamentos distintos. La obtención inmediata y la unificación de la Historia Clínica facilitan la coordinación interdepartamental, además del acceso a los archivos de Radiología o del Laboratorio, reduciendo la espera y el riesgo de pérdida de las exploraciones complementarias. Esto repercute en varios puntos:

a.- Mejora la calidad asistencial. Por un lado optimiza el trabajo de enfermería, ya que reduce el tiempo empleado en llamadas telefónicas interdepartamentales (estimado en 45 min. – 2 h. /enfermera /turno) y el trabajo burocrático (20% del tiempo de enfermería)<sup>2</sup>.

**TABLA I**  
**Campos de aplicación de la información en Anestesiología**

Campo de aplicación	Ventajas
Monitorización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuevos modos de monitorización</li> <li>• Mayor fiabilidad y calidad</li> <li>• Menor posibilidad de interferencia o error en la recogida de datos</li> <li>• Monitorización en red</li> </ul>
Sistemas automatizados de administración de fármacos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulación más precisa</li> <li>• Sistema de retroalimentación en asa abierta o asa cerrada</li> </ul>
Aplicación de sistemas inteligentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ayuda en el diagnóstico</li> </ul>
Búsqueda de información	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Más rápida y completa</li> </ul>
Recogida y análisis de datos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatizado</li> </ul>
Gráfica de Anestesia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informatizada</li> </ul>
Aplicaciones diarias de la informática	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso del PC y sus periféricos</li> </ul>
Educación y formación continuada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas de actualización</li> <li>• Simuladores de anestesia</li> <li>• Simuladores de incidentes críticos</li> </ul>

Igualmente facilita una mayor dedicación del personal médico al paciente.

b.- Mejora la gestión económica y administrativa, así como el control real de gastos, ya que la inversión inicial se amortiza rápidamente. El desembolso inicial es amortizable en un plazo intermedio – corto, y cada vez se abarata más por la reducción de los precios de los equipos informáticos y el ahorro en tiempo del personal sanitario (que se dedica mejor a su labor fundamental, repercutiendo en menores estancias hospitalarias del enfermo), en papel<sup>3</sup> (un coste diario importante) y en espacio (ya no se necesitan archivos monumentales, y ese espacio físico se puede dedicar a otras cosas, algunas de ellas productivas, como una consulta). Se estima que existe una reducción de costes superior a 100.000 Ptas./paciente/estancia, tanto en medicación, fungibles, como en duración de la estancia, posiblemente por una mayor dedicación de enfermería al paciente<sup>4</sup>. Se calcula que un hospital europeo gasta el 45% de su presupuesto en enfermería, suponiendo por tanto, un ahorro del 15% del presupuesto anual. El resultado final supone un incremento de la facturación de los hospitales privados y en el control de gastos<sup>5</sup>.

c.- Mejorar la docencia e investigación, ya que los datos recogidos por sistemas informatizados son más fiables que los anotados en la gráfica anestésica manual<sup>6</sup>. Además permite establecer controles de calidad.

d.- Por último, no hay que olvidar la seguridad y privacidad. Con la historia clínica unificada e informatizada se reducen las manipulaciones fraudulentas de las historias clínicas (hecho estimado en aproximadamente el 10% de los casos de prácticas irregulares) y se incrementa la privacidad del paciente (restricción de acceso a las historias clínicas mediante claves de acceso que faciliten el rastreo).

### **Historia clínica informatizada: integración de la gráfica anestésica**

Hasta ahora, la atención recibida por un paciente hospitalario durante 24 horas al día, por equipos multidisciplinarios es recogida en documentación escrita, donde constan las decisiones, diagnósticos, terapias aplicadas y toda la información relevante sobre el paciente. Mantener una adecuada historia clínica es un proceso lento, laborioso y que exige excesivo tiempo al personal sanitario. El consumo de ese tiempo puede suponer una falta de atención al paciente, y al contrario, una plena dedicación al paciente puede no verse reflejada satisfactoriamente en el historial clínico, y no hay que olvidar, que éste es de importancia médico-legal.

Dentro de la complejidad de documentos que conforman la historia clínica de un paciente, la gráfica anestésica es uno de los mejores exponentes de las ventajas de la informatización, ya que se realiza en un período más o menos corto, pero con profusión de datos generados en torno al acto anestésico. La gráfica anestésica informatizada es el final de una cadena que abarca desde el uso de nuevos medios de monitorización con interconexión en red, a sistemas inteligentes o de infusión automatizada de fármacos. Todos los datos generados en el acto anestésico son recogidos y almacenados para su explotación o revisión. Estos datos se pierden en caso de no recogerse automáticamente, y pueden ser esenciales para diferentes propósitos, por ejemplo para la revisión posterior de lo sucedido durante un incidente crítico. La gráfica anestésica es, por tanto, sólo una de las posibilidades que ofrece de la utilización de la informática en Anestesiología, y es consecuencia de la aplicación de la informática en varios campos conectados entre sí.

Los avances en la monitorización incluyen la mejora de la programación y de las características técnicas de los monitores básicos empleados en Anestesia o en Reanimación. Aparte de los medios de monitorización estándar recomendados de rutina, se han ido incorporando progresivamente nuevos modos de vigilancia del paciente, como el bloqueo neuromuscular avanzado, el análisis continuo del segmento ST, la ecocardiografía

transesofágica o la profundidad anestésica. Los monitores actuales deben ser muy fiables, incluso en circunstancias extremas (ej. presión arterial no invasiva y pulsioximetría más precisas en caso de hipovolemia o hipotermia), resistentes a las interferencias (ej. electrocardiógrafos multicanal que no se interfieran con el bisturí eléctrico) y fácilmente compatibles entre sí (conexión en red). La perfecta integración de todos los monitores con el sistema informático que recoge los datos generados es fundamental. De este modo, los resultados registrados en la gráfica anestésica serán lo más completos posible, así como configurables en cuanto a frecuencia de toma de constantes o tipo de monitorización. La fiabilidad de estos datos es crucial para el desarrollo de los sistemas de infusión continua de fármacos.

Es de sobra conocido que la administración en dosis fraccionadas de fármacos causa momentos de sobredosificación y también de infradosificación, con riesgo ocasional de anestesia superficial, despertar prolongado o de inestabilidad hemodinámica<sup>1</sup>. Los sistemas de infusión continua pueden ser de asa abierta (sin control fisiológico de la infusión) o idealmente de asa cerrada (ritmo de infusión regulado por un programa informático al recibir una variable del paciente). La recogida de datos de forma errónea por el monitor o la integración incorrecta por el sistema informático pueden llevar a una deficiente dosificación farmacológica. Los sistemas de administración de fármacos de asa abierta tienen como ventajas que se basan en modelos farmacocinéticos matemáticos aceptados. Son de fácil programación, con un coste aceptable y suministran concentraciones plasmáticas del fármaco de un modo más predecible que la administración en bolos. Como inconvenientes presentan el riesgo de fallo del equipo infusor o del operador, y además no consideran las variaciones farmacocinéticas y farmacodinámicas interindividuales. Se han usado con alfentanilo<sup>7,8</sup>, fentanilo<sup>9,10</sup>, sufentanilo<sup>11,12</sup>, propofol<sup>13</sup> y midazolam<sup>10,14</sup>. Se está investigando también la posibilidad de sustituir los programas empleados actualmente basados en modelos farmacocinéticos que consideran la semivida de eliminación como una de las variables fundamentales, por otros que introducen el concepto de la semivida de eliminación en el contexto quirúrgico, es decir, variando en función del tipo de cirugía donde se utilizaría dicho sistema de infusión<sup>15</sup>, ya que no es lo mismo, por ejemplo, la analgesia idónea en una operación de prótesis de rodilla o en la resección de un ganglión de forma ambulatoria. Los sistemas de administración de fármacos de asa cerrada se han empleado con anestésicos volátiles<sup>16</sup>, relajantes musculares<sup>17-20</sup> y nitroprusiato<sup>21-23</sup>. Muestran mejor control del bloqueo neuromuscular y de la presión arterial, sin fluctuaciones, ya

que la retroalimentación (*feed-back*) del paciente reduce el error debido a las variaciones farmacocinéticas y farmacodinámicas interindividuales. Tiene en cambio como inconvenientes, que no hay retroalimentación para la profundidad anestésica, que la hipovolemia induce labilidad de la presión arterial al usar nitroprusiato y que en ocasiones hay dificultad de control, oscilaciones en torno al nivel deseado. Hay que considerar también las características del paciente. Así, por ejemplo, el control de la presión arterial en un hipertenso o en un hipovolémico, o el control del bloqueo neuromuscular en un miasténico, será peor regulado por estos sistemas automatizados que en caso de un paciente sano.

Como se insistirá a lo largo de esta revisión, el disponer de tecnología que permita que el anestesiólogo quede liberado de tareas burocráticas repetitivas (como anotar un resumen de la historia clínica, las variables demográficas del paciente o sus constantes en la gráfica anestésica) no significa confiar todo el peso de la anestesia al sistema automatizado, ya que ese tiempo "libre" es para dispensar mayor atención al cuidado del paciente. Al igual que cuando en quirófano salta la alarma de asistolia lo primero que hacemos es comprobar el pulso mientras revisamos que no se haya soltado algún electrodo, un estado de bloqueo neuromuscular "profundo" se puede deber a un error de monitorización. No cuesta mucho imaginar las funestas consecuencias de un paciente neuroquirúrgico tosiendo, porque ha recibido una mínima dosificación de bloqueante neuromuscular por un sistema de infu-

sión continua regulado por retroalimentación, en casos que éste ha interpretado como bloqueo neuromuscular satisfactorio la inmovilidad del dedo pulgar que porta el sensor de aceleromiografía, y se deba en realidad a su atrapamiento con los paños quirúrgicos o el cuerpo de un cirujano.

Un paso más allá para intentar detectar todos estos errores y ayudar al anestesiólogo en quirófano, lo constituyen los sistemas inteligentes. Estos pueden ser de varios tipos: sistemas expertos o neural networks. Los primeros están basados en un sistema de reglas del tipo "si sucede algo... entonces..." ("*if ... then...*"), reglas escritas y verificadas por expertos que deben cubrir cada diagnóstico y cada posibilidad. Un ejemplo de estas puede ser: si la frecuencia cardíaca es menor de 60 latidos por minuto, entonces hay bradicardia, haciendo saltar las alarmas y a la vez sugiriendo la posibilidad de administrar atropina al anestesiólogo o de superficializar el plano anestésico. Los otros sistemas inteligentes son matrices matemáticas interconectadas en nodos, a semejanza de una red. No requieren expertos, y por tanto sus decisiones no pueden ser verificadas. Se han utilizado para el análisis y gestión de alarmas inteligentes en la monitorización de la capnografía y el control de la profundidad anestésica<sup>24-26</sup> o en la fluidoterapia de pacientes politraumatizados<sup>27</sup>.

Los sistemas expertos (figura 1) realizan un análisis de variables mediante observación y recolección de datos automáticamente. Estos datos se comparan con parámetros para establecer condiciones. La combina-

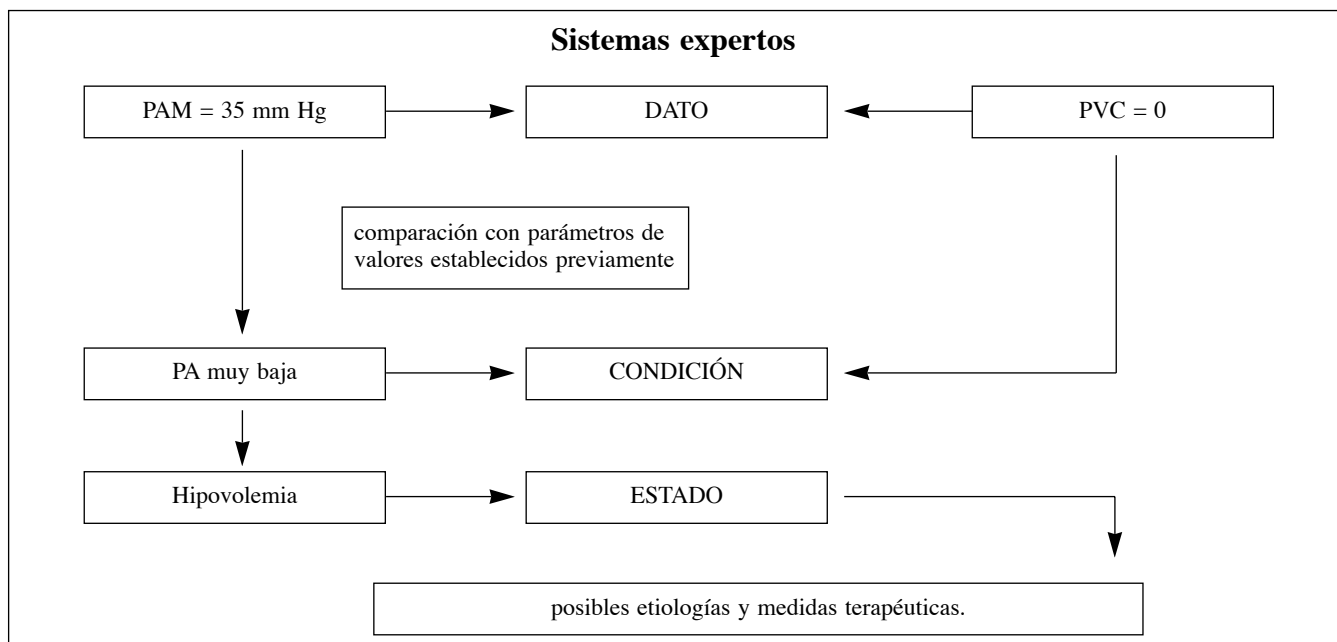


Fig. 1. Sistemas expertos en Anestesiología.

ción de condiciones define estados, y la combinación de condiciones, estados, farmacología y la historia clínica establece etiologías. Estos sistemas además suelen incorporar alarmas inteligentes<sup>26</sup>, capaces de diferenciar la información importante de los artefactos, estimar la profundidad anestésica (basadas en la hemodinámica, farmacocinética y en las concentraciones medidas de gases anestésicos), detectar problemas respiratorios<sup>28</sup> o fallos mecánicos del respirador (analizan la capnografía y los parámetros ventilatorios) y estados de bajo gasto o hipovolemia (al analizar las tendencias hemodinámicas junto a la historia clínica)<sup>29</sup>.

Los detractores de los sistemas informáticos argumentan que el anestesiólogo al eliminar el acto volitivo de anotar las constantes en la gráfica tradicional, no asimila esa información y pierde parte de concentración en el cuidado del paciente. La conjunción de sistemas y alarmas inteligentes ayuda a obviar este problema<sup>1</sup>.

Todos los datos recogidos en tiempo real son fácilmente almacenados en el sistema informático. Las ventajas de los sistemas automatizados de recogida y análisis de datos incluyen su mayor fiabilidad y rapidez comparado con un anestesiólogo (a veces es casi instantáneo, y desde múltiples dispositivos generadores de información)<sup>30</sup>. Los datos recogidos son fácilmente almacenados en sistemas centralizados<sup>31</sup>, y podrán ser empleados posteriormente en investigación, incluyendo exportación - importación de datos de otros centros hospitalarios (algo imprescindible para el estudio de enfermedades poco frecuentes) o elaboración de estadísticas del departamento (horas de quirófano, control de calidad, incidentes, reanimación cardiopulmonar<sup>32,33</sup>, uso de fármacos, transfusiones...). También se benefician de la recogida y análisis automatizado de datos la tramitación y realización de informes de todo tipo: anestésicos, de quirófano, de UCI, Consultas, Unidad de Dolor o de pacientes con problemas (siendo deseable la presencia de una alarma que indique instantáneamente al abrir la historia clínica informatizada anestésica que nos encontramos ante un paciente con problemas, ya sea por alergias, patologías coexistentes, intubación difícil imprevista, etc). Otros aspectos, como las tareas de gestión, coordinación, control de calidad y de gastos, y en los casos más desafortunados, en las reclamaciones médico-legales<sup>34</sup> son más eficaces al analizar los datos recogidos de modo automático. Las desventajas de estos sistemas incluyen el coste de su puesta en marcha y la necesidad de adiestramiento del personal (realmente difícil en caso de animadversión a la informática o en caso de aplicaciones informáticas rígidas o mal diseñadas).

A todo lo anterior se añade la posibilidad de monitorización en red, con interconexión entre el bloque

quirúrgico, la unidad de recuperación postanestésica, la Reanimación o Cuidados Intensivos, la consulta de Anestesia, el Laboratorio, Radiología o el sistema de archivo de Historias Clínicas. La monitorización en red va a permitir disponer de datos en tiempo real, al compatibilizar varios dispositivos, con múltiples accesos al paciente, en una configuración modular personalizada, considerando el tipo de cuidados que requiere el paciente (cirugía mayor o menor), la disponibilidad de medios existentes en cada centro, e incluso de las preferencias personales del anestesiólogo (desde los límites y nivel auditivo de las alarmas a la disposición de los monitores, etc.). Todos estos datos quedarán almacenados, con posibilidad de registro en papel si se estima necesario. De especial interés es la conexión con el laboratorio, para acceder más rápidamente a los resultados de analíticas urgentes o a la disponibilidad de hemoderivados. Otra ventaja de la monitorización en red (red local), es la disponibilidad de material bibliográfico, o incluso, libros de texto en formato electrónico (generalmente como discos compactos), que podrían consultarse de forma inmediata sin necesidad de salir del quirófano o del sitio desde donde efectuemos la consulta, incluyendo la cabecera del enfermo. Evidentemente el beneficio para el paciente es obvio, ya que así es más fácil resolver dudas que puedan plantearse durante su cuidado (desde la dosis de un determinado fármaco, al protocolo a seguir en una situación concreta). Actualmente hay más de 40.000 revistas científicas<sup>35</sup> (53 son de Anestesiología)<sup>36</sup>, con más de 1 millón de artículos / año<sup>35</sup>. El 50% de los artículos publicados son citados alguna vez por otros<sup>37</sup>, pero sólo el 15% tiene una base científica sólida y únicamente el 1% se considera de relevancia científica (más de 10000 artículos / año)<sup>38</sup>. A la vista de estos datos, se comprende la imposibilidad material de estar al corriente de todos los avances. Por ello, la posibilidad de acceder a información bibliográfica rápida es un firme apoyo para el anestesiólogo. La consulta bibliográfica por Internet<sup>39</sup> es casi instantánea. Sin embargo, hay que considerar también sus limitaciones, ya que la absoluta libertad literaria<sup>40</sup>, las búsquedas laboriosas (en ocasiones incluso frustrantes)<sup>41</sup> y la ausencia casi total de control de calidad hacen necesario extremar el juicio crítico al valorar la información de la red, especialmente en páginas web no acreditadas<sup>42</sup>. En Internet aparte de obtener información (resúmenes, artículos, protocolos de incidentes críticos, guías prácticas...), podemos tener comunicación con otros colegas (teleconferencias<sup>43</sup>, E-mail, foros de debate...), descargar archivos, conectarnos con otros PCs, ejercer la telemedicina<sup>44</sup> (consultas a distancia, diagnósticos, educación de pacientes, monitorización a domicilio, formación continuada...), comprar material o bibliografía<sup>45</sup>...

La conexión directa a Internet facilita el acceso a la información más actualizada posible, pero también es una puerta potencial de entrada de virus informáticos, gusanos, caballos de troya o cualquier otra amenaza que torne vulnerable el sistema informático hospitalario. Este delicado balance entre la necesidad de disponer de los últimos artículos publicados (sólo factible mediante la conexión a la red) o salvaguardar la integridad del sistema informático a costa de emplear material bibliográfico más "atrasado" o incompleto, debe ser sopesado cuidadosamente. Una posibilidad intermedia sería el acceso restringido a determinadas direcciones de internet consideradas seguras y de probado interés científico para el anestesiólogo, listado de direcciones fácilmente actualizable conforme a las necesidades del centro sanitario (invitamos al lector a visitar la página web del Departamento de Anestesiología de la Clínica Universitaria, [www.unav.es/anestesia](http://www.unav.es/anestesia), con múltiples enlaces de interés científico). Otra posibilidad, es disponer de equipos informáticos independientes, uno el general, con acceso a todos los sistemas de la red local, y otro, con conexión libre a internet, destinado únicamente a la consulta bibliográfica, pero sin posibilidad de integración con el equipo general, para evitar su infección. Esta opción es aparentemente más costosa, pero evita riesgos, y ha sido utilizada con éxito en otras empresas, como los bancos.

Es en este último aspecto, en la búsqueda de información donde se hace más patente la necesidad del anestesiólogo de manejar ordenadores como algo rutinario, no sólo en sus aspectos más básicos en el trabajo cotidiano. Es conveniente tener unas nociones mínimas en el ámbito de usuario de los sistemas operativos más comunes, manejo de archivos, utilización del correo electrónico y navegación básica por internet. Es evidente, que en España, estamos todavía bastante lejos del nivel de otros países, como Japón, donde en una encuesta entre anestesiólogos se comprobó que el 96,1% emplea de modo rutinario ordenadores y el 81% usa el correo electrónico de forma habitual, siendo por edad el grupo entre 50 y 60 años los más activos en la utilización de ordenadores, seguidos por el grupo de anestesiólogos mayores de 60 años<sup>46</sup>.

### Gráfica anestésica informatizada: ventajas e inconvenientes

La gráfica de anestesia es por tanto la culminación de varios procesos informáticos. Tanto la historia clínica tradicional en papel, como la informatizada tienen una serie de ventajas e inconvenientes (tabla II). Den-

TABLA II  
Comparativa entre la historia clínica tradicional y la informatizada

	Historia clínica en papel	Historia clínica informatizada
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura familiar</li> <li>• Búsqueda "fácil"</li> <li>• Portátil</li> <li>• Versátil y flexible</li> <li>• Uso cómodo</li> <li>• ¿Barata?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precisión</li> <li>• Legibilidad</li> <li>• Disponibilidad</li> <li>• Mejora los cuidados del paciente</li> <li>• Mejora la imagen externa del hospital</li> <li>• Ayuda en la docencia</li> <li>• Ayuda para la investigación</li> <li>• Facilita la gestión</li> </ul>
Inconvenientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deterioro físico</li> <li>• Pérdidas</li> <li>• Notas ilegibles</li> <li>• Contenido variable</li> <li>• Fragmentación por departamentos</li> <li>• Dificil acceso para auditorías, facturación e investigación</li> <li>• Un lugar y una persona</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Precio?</li> <li>• Novedad</li> <li>• Esfuerzo en adaptación del personal</li> <li>• Distracciones</li> <li>• Documentación médico legal (artefactos)</li> <li>• Información duplicada</li> <li>• ¿Seguridad/privacidad?</li> </ul>

tro de las ventajas de la gráfica anestésica informatizada se encuentra la precisión y legibilidad de la información. La historia clínica ideal está cumplimentada correctamente, sin letra ilegible, pérdidas de información o errores de transcripción de pruebas complementarias o informes interdepartamentales. Además, se reflejan las posibles alergias y la historia de fármacos que ha recibido el paciente (especialmente importante en caso de enfermos atópicos). Por los motivos anteriores, se comprende que la gráfica anestésica informatizada es más precisa que la tradicional. Errores del observador pueden alterar la fiabilidad de la gráfica anestésica manual, observándose una tendencia a mostrar menores valores de frecuencia cardíaca, presión arterial y capnografía, así como mayores de pulsioximetría<sup>47,48</sup>. Devit y col<sup>49</sup> comprobaron en 124 anestesiólogos que la realización y exactitud de la gráfica de anestésica no guardaba relación con la edad ni los años experiencia, observando que sólo había menos del 37% de gráficas completas, y hallando además diferencias significativas en los valores registrados de la frecuencia cardíaca, presión arterial, capnografía y pulsioximetría.

La exactitud de la gráfica anestésica tradicional se reduce además significativamente en caso de incidentes críticos, observándose que más del 22% de los valores registrados por 10 anestesiólogos sometidos a un incidente crítico complejo simulado, anotaron valores que discrepaban en más de un 25% de la realidad, e incluso se registraron errores superiores al 100% de

la realidad<sup>50</sup>. Los incidentes críticos se detectan además más rápidamente al emplear sistemas automatizados, que permiten la exposición gráfica de tendencias en lugar del método tradicional de monitorización (combinación digital y de ondas)<sup>51</sup>.

Otro aspecto estudiado, ha sido el tiempo que el anestesiólogo dedica a cumplimentar la gráfica tradicional y compararlo con el tiempo dedicado a la gráfica anestésica informatizada, para valorar si ésta supone un elemento de distracción. Así se comprobó que no había diferencias entre ambos tipos de gráfica<sup>52</sup>. La gráfica informatizada permite el análisis posterior de los datos con mayor facilidad, para establecer controles de calidad, especialmente en los incidentes críticos. Así Sanborn y col<sup>53</sup> en 5.454 cirugías no cardiotorácicas encontraron 434 incidentes tras descartar artefactos o errores. De estos, sólo se habían redactado informes voluntarios en un 4,1% (18 casos). La gráfica anestésica informatizada demostró en cambio una sensibilidad del 97,2% y una especificidad del 98,4% en la detección de incidentes críticos, aspecto importante ya que existe relación directa entre la existencia de incidentes intraoperatorios y la mortalidad ( $p < 0,001$ ). Benson y col<sup>54</sup> revisaron 16.019 anestésicas para localizar la existencia de episodios de hiper o hipotensión arterial, bradicardia, taquicardia e hipovolemia. Estos fueron recogidos en 911 pacientes (5,7%) de forma manual y en 2.996 pacientes (18,7%) de modo automatizado.

Los datos recogidos también pueden emplearse en líneas investigación que posteriormente revierten en la mejora de la atención del paciente, como el estudio de Junger y col<sup>55</sup> realizado en 3 años con 27.626 estancias de pacientes en la Unidad de Recuperación Postanestésica para determinar variables predictivas de náuseas y vómitos postoperatorios. Estudios de semejante envergadura son relativamente fáciles de realizar (incluso más amplios) si se dispone de bases de datos informatizadas, mientras que en caso contrario se convierte en una tarea hercúlea. La posibilidad de intercambiar datos entre diversos centros hospitalarios permite magnificar las muestras de pacientes estudiados, algo indispensable en caso de enfermedades infrecuentes.

La gráfica anestésica informatizada también modifica la forma de trabajar del anestesiólogo, liberándole de tareas burocráticas repetitivas. Además, facilitan tareas rutinarias al incorporar cálculos automáticos: escalas, infusiones, dosis totales o balance hídrico. Hay una estandarización de la terminología y de los fármacos, estando el estudio preoperatorio debidamente recogido, así como las anestésicas previas. La gráfica informatizada supone también una documentación muy clara en caso de sustituciones entre anestesiólogos.

Al ser un documento médico-legal, habrá que poner

especial cuidado en el manejo correcto de la aplicación (precisará entrenamiento previo que puede ser arduo a las personas con fobia a los ordenadores) y en especificar los artefactos de la monitorización. Este es un punto especialmente problemático en la recogida de datos, ya que tiene trascendencia legal. La inclusión de valores erróneos dentro de la gráfica anestésica automatizada y considerados como verdaderos por el sistema<sup>56</sup>, como las "desaturaciones" por frialdad de los dedos, las "hipotensiones" por fallo del manguito de presión arterial o al cambiar el canal de la presión arterial a la venosa central en caso de emplear un único transductor de presión, las "asistolias" por desconexión de un electrodo o las "arritmias" por interferencia del electrobisturí, por mencionar algunas de las más frecuentes. De momento, la única solución a este problema pasa por la posibilidad de insertar comentarios en la gráfica anestésica donde se detalle lo sucedido, hasta que las alarmas inteligentes estén más desarrolladas y sean capaces de discernir estos eventos ficticios de los reales. Los estudios comparativos de los sistemas de recogida automatizados son favorables respecto a los manuales tradicionales<sup>34,56-59</sup>, aunque en ocasiones sea discutido<sup>60,61</sup>.

En conclusión, la introducción de la informática ha supuesto un cambio en la concepción de la Anestesiología. La tendencia actual permite suponer un incremento de las posibilidades de la informática en Anestesia y Reanimación que exigirá la adaptación de los médicos a las nuevas tecnologías, proporcionando a corto plazo beneficios sustanciales en su labor diaria.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Heinrichs W, Monk S, Eberle B. Automated anesthesia record systems. *Anaesthesist* 1997; 46: 574-582.
2. Childs BW. Bedside terminals-status and the future. *Healthc Comput Commun* 1988; 5: 12-14.
3. Abenstein JP, De Vos CB, Abel MD, Tarhan S. Eight year's experience with automated anesthesia record keeping: lessons learned-new directions taken. *Int J Clin Monit Comput* 1992; 9: 117-129.
4. Gross MS. The potential of professional nursing information systems. *US Healthc* 1989; 6: 36-38.
5. Lubarsky DA, Sanderson IC, Gilbert WC, King KP, Ginsberg B, Dear GL, et al. Using an anesthesia information management system as a cost containment tool. Description and validation. *Anesthesiology* 1997; 86: 1161-1169.
6. Hollenberg JP, Pirraglia PA, Williams-Russo P, Hartman GS, Gold JP, Yao FS, Thomas SJ. Computerized data collection in the operating room during coronary artery bypass surgery: a comparison to the hand-written anesthesia record. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1997; 11: 545-551.
7. Aulsems ME, Vuyk J, Hug CC Jr, Stanski DR. Comparison of a computer-assisted infusion versus intermittent bolus administration of alfentanil as a supplement to nitrous oxide for lower abdominal surgery. *Anesthesiology* 1988; 68: 851-861.
8. Schuttler J, Kloos S, Schwilden H, Stoelcken H. Total intravenous anesthesia with propofol and alfentanil by computer assisted infusion. *Anaesthesia* 1988; 43: 2-7.
9. Alvis JM, Reves JG, Govier AV, Menkhaus PG, Henling CE, Spain JA,

- Bradley E. Computer-assisted continuous infusions of fentanyl during cardiac anesthesia: comparison with a manual method. *Anesthesiology* 1985; 63: 41-49.
10. Theil DR, Stanley TE, White WD, Goodman DK, Glass PS, Bai SA, et al. Midazolam and fentanyl continuous infusion anesthesia for cardiac surgery: a comparison of computer-assisted versus manual infusion systems. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1993; 7: 300-306.
  11. Bailey JM, Schwieger IM, Hug CC Jr. Evaluation of sufentanil anesthesia obtained by a computer-controlled infusion for cardiac surgery. *Anesth Analg* 1993; 76: 247-252.
  12. Kern FH, Ungerleider RM, Jacobs JR, Boyd JL 3d, Reves JG, Goodman D, Greeley WJ. Computerized continuous infusion of intravenous anesthetic drugs during pediatric cardiac surgery. *Anesth Analg* 1991; 72: 487-492.
  13. Marsh BJ, Morton NS, White M, Kenny GN. A computer controlled infusion of propofol for induction and maintenance of anaesthesia in children. *Can J Anaesth* 1990; 37: S97.
  14. Short TG, Tam YH, Tan P, Oh TE. Pharmacokinetic model-controlled infusion of midazolam: a prospective evaluation during general anaesthesia. *Anesthesia* 1993; 48: 187-191.
  15. Hughes MA, Glass PS, Jacobs JR. Context-sensitive half-time in multicompartment pharmacokinetic models for intravenous anesthetic drugs. *Anesthesiology* 1992; 76: 334-341.
  16. Robb HM, Asbury AJ, Gray WM, Linkens DA. Towards a standardized anaesthetic state using enflurane and morphine. *Br J Anaesth* 1991; 66: 358-364.
  17. Webster NR, Cohen AI. Closed-loop administration of atracurium. Steady-state neuromuscular blockade during surgery using a computer controlled closed-loop atracurium infusion. *Anaesthesia* 1987; 42: 1085-1091.
  18. Uys PC, Morrell DF, Bradlow HS, Rametti LB. Self-tuning, microprocessor-based closed-loop control of atracurium-induced neuromuscular blockade. *Br J Anaesth* 1988; 61: 685-692.
  19. Ritchie G, Ebert JP, Jannett TC, Kissin I, Sheppard LC. A microcomputer based controller for neuromuscular block during surgery. *Ann Biomed Eng* 1985; 13: 3-15.
  20. Olkkola KT, Schwilden H. Adaptive closed-loop feedback control of vecuronium-induced neuromuscular relaxation. *Eur J Anesthesiology* 1991; 8: 7-12.
  21. Smith NT, Quinn ML, Flick J, Fukui Y, Fleming R, Coles JR. Automatic control in anesthesia: A comparison in performance between the anesthetist and the machine. *Anesth Analg* 1984; 63: 715-722.
  22. Stern KS, Chizeck HJ, Walker BK, Krishnaprasad PS, Dauchot PJ, Katona PG. The self-tuning controller: Comparison with human performance in the control of arterial pressure. *Ann Biomed Eng* 1985; 13: 341-357.
  23. Millard RK, Hutton P, Pereira E, Prys-Roberts C. On using a self-tuning controller for blood pressure regulation during surgery in man. *Comput Biol Med* 1987; 17: 1-18.
  24. Farrell RM, Orr JA, Kuck K, Westenskow DR. Differential features for a neural network based anesthesia alarm system. *Biomed Sci Instrum* 1992; 28: 99-104.
  25. Reliman HU, Linkens DA, Asbury AJ. Neural networks and nonlinear regression modelling and control of depth of anaesthesia for spontaneously breathing and ventilated patients. *Comput Methods Programs Biomed* 1993; 40: 227-247.
  26. Mylrea KC, Orr JA, Westenskow DR. Integration of monitoring for intelligent alarms in anesthesia: Neural networks—Can they help? *J Clin Monit* 1993; 9: 31-37.
  27. Groth T, Hakman M, Hedlund A, Zaar B. KBSIM/FLUIDTHERAPY: A system for optimized design of fluid resuscitation in trauma. *Comput Methods Programs Biomed* 1991; 34: 163-173.
  28. Loeb RG, Brunner JX, Webstenskow DR, Feldman B, Pace NL. The Utah anesthesia work-station. *Anesthesiology* 1989; 70: 999-1007.
  29. Sukuvaara T, Koski EM, Makivirta A, Kari A. A knowledge-based alarm system for monitoring cardiac operated patients—technical construction and evaluation. *Int J Clin Monit Comput* 1993; 10: 117-126.
  30. Lerou JG, Dirksen R, van Daele M, Nijhuis GM, Crul JF. Automated charting of physiological variables in anesthesia: A quantitative comparison of automated versus handwritten anesthesia records. *J Clin Monit* 1988; 41: 37-47.
  31. Edsall DW, Deshire P, Giles C, Dick D, Sloan B, Farrow J. Computerized patient anesthesia records: less time and better quality than manually produced anesthesia records. *J Clin Anesth* 1993; 54: 275-283.
  32. Olsson GL, Hallen B. Cardiac arrest during anaesthesia. A computer-aided study in 250,543 anaesthetics. *Acta Anaesthesiol Scand* 1998; 32: 653-664.
  33. Edsall DW. Quality assessment with a computerized anesthesia information management system (AIMS). *QRB Qual Rev Bull* 1991; 17: 182-193.
  34. Gibbs RF. The present and future medicolegal importance of record keeping in anesthesia and intensive care: The case for automation. *J Clin Monit* 1989; 5: 251-255.
  35. Olkin I. Meta-analysis: reconciling the results of independent studies. *Stat Med* 1995; 14: 457-472.
  36. Greene NM. *Anesthesiology journals*, 1992. *Anesth Analg* 1992; 74: 116-120.
  37. Hamilton DP. Research papers: who's uncited now? *Science* 1991; 251: 25.
  38. Smith R. Where is the wisdom...? The poverty of medical evidence. *Br Med J* 1991; 303: 798-799.
  39. Tramer MR. How Can We Cope with the Internet? *Anesth Analg* 1999; 89: 271.
  40. Eysenbach G, Diepgen TL. Towards quality management of medical information on the internet: evaluation, labelling, and filtering of information. *Br Med J* 1998; 317: 1496-1500.
  41. Smith MP, Tetzlaff JE, Sheplock GJ. An introduction to the world wide web. *Reg Anesth Pain Med* 1999; 24: 369-374.
  42. Kim P, Eng TR, Deering MJ, Maxfield A. Published criteria for evaluating health related web sites. *Br Med J* 1999; 318: 647-649.
  43. Ruskin KJ, Palmer TE, Hagenouw RR, Lack A, Dunnill R. Internet teleconferencing as a clinical tool for anesthesiologists. *J Clin Monit Comput* 1998; 14: 183-189.
  44. Zundel KM. Telemedicine: history, applications, and impact on librarianship. *Bull Med Libr Assoc* 1996; 84: 71-79.
  45. Zura A, Smith MP. Medical resources for the anesthesiologist on the internet. *Reg Anesth Pain Med* 2000; 25: 99-102.
  46. Yamamoto K, Ohmura S, Tsubokawa T, Kita M, Kushida Y, Kobayashi T. Use of personal computers by diplomats of Anesthesiology in Japan. *Masui* 1999; 48: 442-444.
  47. Thrush DN. Are automated anesthesia records better? *J Clin Anesth* 1992; 4: 386-389.
  48. Lerou JG, Dirksen R, van Daele M, Nijhuis GM, Crul JF. Automated charting of physiological variables in anesthesia: a quantitative comparison of automated versus handwritten anesthesia records. *J Clin Monit* 1988; 4: 37-47.
  49. Devitt JH, Rapanos T, Kurrek M, Cohen MM, Shaw M. The anesthetic record: accuracy and completeness. *Can J Anaesth* 1999; 46: 122-128.
  50. Byrne AJ, Sellen AJ, Jones JG. Errors on anaesthetic record charts as a measure of anaesthetic performance during simulated critical incidents. *Br J Anaesth* 1998; 80: 58-62.
  51. Michels P, Gravenstein D, Westenskow DR. An integrated graphic data display improves detection and identification of critical events during anesthesia. *J Clin Monit* 1997; 13: 249-259.
  52. Allard J, Dzwonczyk R, Yablok D, Block FE Jr, McDonald JS. Effect of automatic record keeping on vigilance and record keeping time. *Br J Anaesth* 1995; 74: 619-26.
  53. Sanborn KV, Castro J, Kuroda M, Thys DM. Detection of intraoperative incidents by electronic scanning of computerized anesthesia records. Comparison with voluntary reporting. *Anesthesiology* 1996; 85: 977-987.
  54. Benson M, Junger A, Michel A, Sciuc G, Quinzio L, Marquardt K, Hempelmann G. Comparison of manual and automated documentation of adverse events with an Anesthesia Information Management System (AIMS). *Stud Health Technol Inform* 2000; 77: 925-9.
  55. Junger A, Hartmann B, Benson M, Schindler E, Dietrich G, Jost A, et al. The use of an anesthesia information management system for prediction of antiemetic rescue treatment at the postanesthesia care unit. *Anesth Analg* 2001; 92: 1203-1209.
  56. Reich DL, Timcenko A, Bodian C, Kraidin J, Hofman J, DePerio M, Konstadt S. Pulse oximetry failure rate is higher in cardiac surgery. *Anesth Analg* 1995; 80: SCA87.
  57. Hamilton WK. Will we see automated record keeping systems in com-

- mon use in anesthesia during our lifetime? The automated anesthetic record is inevitable and valuable. *J Clin Monit* 1990; 6: 333-334.
58. Abenstein JP, De Vos CB, Tarhan A, Tarhan S. Eight year's experience with automated anesthesia record keeping: Lessons learned—new directions taken. *J Clin Monit Comput* 1992; 92: 117-129.
59. Thrush DN. Are automated anesthesia records better? *J Clin Anesth* 1992; 45: 386-389.
60. Saunders RJ. Will we see automated record keeping systems in common use in anesthesia during our lifetime? The automated anesthetic record will not automatically solve problems in record keeping. *J Clin Monit* 1990; 6: 334-337.
61. Gardner RM, Prakash O. Challenges and opportunities for computerizing the anesthesia record. *J Clin Anesth* 1994; 64: 333-341.