

Nuevas tecnologías y aplicación a la Neumología

E. Quintana Gallego, J.L. López-Campos Bodineau

INTRODUCCIÓN

La aplicación de las nuevas tecnologías de la información y la telecomunicación ha supuesto una revolución en la Medicina y en todas sus especialidades médicas y quirúrgicas. La Neumología no es una excepción y actualmente está inmersa en este proceso de desarrollo tecnológico continuo, aprovechando las posibilidades que la tecnología brinda como una ciencia moderna más. Las telecomunicaciones y la informática nos han permitido el uso de internet y la telefonía móvil como herramientas de apoyo en la práctica médica y en la investigación. Además, nos posibilitan la adquisición, el almacenamiento y el manejo de la información médica.

La utilización que la Neumología actual hace de estas tecnologías se realiza en una doble vertiente: docente y asistencial. La aplicación docente de la tecnología nos aporta: a) instrumentos de acceso a la información científica a tiempo real, b) teleformación médica especializada, c) simulación robótica y d) aulas virtuales y de educación para la salud de pacientes respiratorios crónicos. Por otro lado, la aplicación asistencial constituye el fundamento de la telemedicina, con diferentes campos de actuación: a) teleconsulta neumológica, b) telediagnóstico, c) telemonitorización en domicilio de pacientes respiratorios crónicos y d) tele-rehabilitación respiratoria.

En el presente capítulo desarrollaremos las principales novedades en el campo docente y en el asistencial que facilita la tecnología actual en el ejercicio de la Neumología.

ACCESO A LA INFORMACIÓN. BASES DE DATOS BIBLIOMÉTRICAS

Uno de los principales pilares de la tecnología de la información en su aplicación a la medicina es el acceso a las publicaciones científicas en tiempo real. Actualmente tenemos disponibles varias plataformas tecnológicas que proporcionan acceso a la información bibliográfica desde distintos servidores de internet. Entre las más consultadas y completas figuran: Medline, Embase y Current Contents. Además, en España disponemos del Índice Médico Español, que es el equivalente de las grandes bases de datos bibliométricas con bibliografía en español.

Medline

Medline⁽¹⁾ es la principal base de datos bibliográfica de la *National Library of Medicine* (NLM) de EE.UU., que pertenece al *National Institutes of Health* (NIH) de ese país. Recoge las referencias bibliográficas de los artículos publicados sobre ciencias de la vida con un especial énfasis en biomedicina. Incluye aproximadamente 5.200 revistas de EE.UU. y otros 80 países, en 37 lenguas (90% en inglés).

La cobertura temporal de Medline se va extendiendo progresivamente hacia el futuro, con la incorporación de nuevos trabajos, y hacia el pasado, de forma que ahora ofrece información de manera completa desde 1948, con algunos artículos más antiguos y actualmente en expansión. Medline cuenta con más de 18 millones de referencias.

Una especial característica de Medline es que indexa sus citas a través de palabras clave llamadas MeSH (*Medical Subject Headings*), que podría traducirse como encabezados de materias médicas⁽²⁾. MeSH es un compendio de términos (llamados descriptores MeSH) controlado por la NLM y que pueden utilizarse para hacer búsquedas bibliográficas. Los descriptores MeSH están definidos y establecidos por la NLM y no tienen nada que ver con las palabras clave que algunas revistas piden a sus autores a la hora de remitir un manuscrito. Estos descriptores están ordenados de dos maneras: de manera jerárquica, con diversos niveles de especificidad, y por orden alfabético. Esto significa que podemos hacer búsquedas con ambas estrategias: de manera jerárquica (comenzando por la categoría principal e ir navegando hasta dar con el término) o bien haciendo una búsqueda directa del término. El MeSH se va actualizando continuamente y en 2009 contiene 11 niveles de especificidad con 19 categorías principales que contienen 25.186 descriptores (de los que unos 7.000 son nombre de fármacos). Además, están recogidos 160.000 términos que ayudan a identificar el descriptor MeSH correcto (por ejemplo, se podría poner vitamina C lo que nos mostraría su descriptor MeSH que es ácido ascórbico). De esta manera, en caso de que el término que buscamos no esté entre los descriptores MeSH, la aplicación que nos da acceso (habitualmente, PubMed) nos informa de los descriptores MeSH que pueden estar relacionados con el término introducido. El uso de los MeSH es muy importante para hacer búsquedas ya que la NLM indexa todos los trabajos, tanto artículos como libros, asignándoles descriptores MeSH, lo que lo convierte en una herramienta de búsqueda excepcional.

PubMed⁽³⁾ es un sistema de búsqueda desarrollado por el *National Center for Biotechnology Information* (NCBI), por encargo de la NLM de

EE.UU. Su principal fuente de datos es Medline. Así que se podría decir que PubMed es un acceso gratuito a Medline. Actualmente, el acceso a PubMed se hace a través del portal Entrez⁽⁴⁾ que, además, recoge otras bases de datos de genética, nucleótidos, polimorfismos, libros, etc. Sin embargo, además de dar acceso al contenido de Medline (citas, MeSH y revistas), PubMed contiene información añadida como⁽⁵⁾:

- Citaciones aún no publicadas (en prensa), también llamado pre-Medline.
- Citaciones que aparecen publicadas antes de la fecha de indexación por Medline.
- Algunas citas muy antiguas (old-Medline) que aún no han sido incorporadas al formato actual de Medline.
- Citaciones a algunos artículos no biomédicos que aparecen en algunas revistas indexadas en Medline, principalmente revistas de ciencia general y de química general.
- Algunas revistas que envían artículos a PubMed Central y que no están indexadas en Medline, pero que son revisadas por la NLM en cuanto a su calidad.
- Acceso a algunas revistas de física que formaron parte de un prototipo inicial de PubMed a mediados de los años 90.
- Citaciones a manuscritos elaborados por investigadores de proyectos del NIH de EE.UU.

De hecho, en una búsqueda en PubMed se puede seleccionar que sólo busque en Medline y olvide el resto de información. Además, PubMed ofrece diversos servicios gratuitos de búsqueda bibliográfica:

- Enlaces a muchos sitios web que ofrecen el contenido de los artículos a texto completo.
- Filtros para preguntas clínicas y búsquedas especiales.
- Enlaces a otra información o citas relacionadas con el artículo que estamos viendo.
- Buscador de citas.
- Posibilidad de guardar colecciones de citas, guardar las búsquedas y actualizarlas.
- Corrector de palabras.
- Filtros para aplicar a los resultados de la búsqueda.

Las revistas que participan en PubMed envían sus citas al NCBI bien antes de la publicación o bien al ser publicadas. Si la revista oferta acceso a texto completo a sus trabajos, PubMed provee del enlace para acceder a dicho contenido. Sin embargo, la información de estas webs puede no ser gratuita.

MedlinePlus[®] es un portal de internet que contiene información de salud para el público general. Este portal ofrece información sobre más de 730 temas de salud, tutoriales interactivos de educación de salud, una enciclopedia médica, información sobre medicamentos de receta y venta libre y las últimas noticias de salud.

Recientemente se ha desarrollado PubMed Central (PMC). PMC es un archivo digital de acceso gratuito con artículos científicos de ciencias de la vida y biomedicina, desarrollado igualmente por el NCBI. Su objetivo es ofertar acceso al texto completo de los artículos de las revistas que deseen aportar sus trabajos a través de esta base de datos. La participación de las revistas es voluntaria, pero a las revistas que deciden participar se les solicita que aporten todo su material, no sólo los artículos originales. Actualmente contiene más de 1,5 millones de artículos, la mayoría de los cuales tienen su correspondiente cita en PubMed.

EMBASE

EMBASE es un sistema de búsqueda bibliográfica desarrollada por la editorial Elsevier (Holanda) para acceso a la base de datos Excerpta Medica. EMBASE contiene información sobre 4.800 revistas de 70 países (especialmente en Europa) escritas en 30 lenguas, de las que casi 1.800 no están indexadas en Medline. Por este motivo, se ha convertido en un portal de búsquedas necesario al ofrecer información complementaria a Medline. Tiene información desde 1947, con más de 18 millones de citas. El análogo a MeSH es Emtree, un compendio de términos similar que contiene 55.000 entradas con 27.000 nombres de fármacos. Probablemente el hecho de no ser una base de datos con acceso gratuito ha hecho que su uso sea menos extendido. Sin embargo, desde el momento en que la mayoría de las instituciones sanitarias ofrecen

acceso a sus profesionales, debemos habituarnos a usar esta base de datos.

Current contents

Current contents es otra base de datos bibliográfica que provee información sobre revistas científicas, libros y sitios web que forma parte del *Institute for Scientific Information* de la Thomson Scientific, la empresa que calcula los índices bibliométricos como el factor de impacto. Incluye información sobre revistas no sólo de biomedicina, sino también de agricultura, biología, medioambiente, artes, humanidades, informática, ingeniería y ciencias sociales. Aporta información desde 1998 y a su contenido se accede desde la plataforma *web of knowledge*, que es de pago. Afortunadamente, las instituciones suelen tener acceso.

Índice Médico Español

El Índice Médico Español es una base de datos bibliográfica de artículos de más de 3.500 revistas españolas, además de actas de congresos, informes y monografías disponibles en los distintos centros del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Recoge información desde 1971 e incluye 490 títulos de publicaciones periódicas.

APLICACIÓN DOCENTE

Una oportunidad actualmente disponible en el ámbito de la docencia especializada es la teleformación. Gracias a las redes informáticas y a las telecomunicaciones tenemos la posibilidad de contar con ayudas al aprendizaje médico mediante portales monográficos en internet, sistemas interactivos de formación así como la adquisición de conocimientos y procedimientos en tiempo real. El e-learning o formación a distancia permite al médico tener acceso al material didáctico las 24 horas del día siete días a la semana, en ocasiones bajo el seguimiento de tutores, de forma fácil y flexible desde su propio ordenador, creándose auténticas ciberaulas. Muchas de las sociedades neumológicas tienen ya incorporadas en sus portales web de internet esta docencia. La Sociedad Europea de Respiratorio (ERS) fue una de las pioneras en el desarrollo de la formación online y, en la actualidad, tiene

desarrollada una escuela virtual denominada ERS School. La ERS School permite hacer cursos en tiempo real que se pueden ver a domicilio a través de una aplicación denominada WebEx, de distribución gratuita para los miembros. De esta forma, se permite la adquisición de conocimientos, competencias y habilidades en el campo de la medicina respiratoria (www.ers-education.org).

Como herramientas de ayuda a la formación neumológica práctica, las nuevas tecnologías permiten la enseñanza a través de la telemanipulación de robots. La simulación robótica facilita una formación y un entrenamiento de excelencia, no sólo mejorando la capacitación en las nuevas técnicas diagnósticas y terapéuticas, sino que también permite la actualización y el adiestramiento en las ya conocidas. Además, posibilita la evaluación, acreditación o selección del personal sanitario que tenga que asumir esas responsabilidades técnicas^(7B). El desarrollo tecnológico ha propiciado la creación de simuladores humanos de alta fidelidad, los cuales, además de las características anatómicas de los antiguos maniqués, reproducen un gran número de funciones fisiológicas y situaciones reales de urgencia. La primera especialidad que utilizó la simulación robótica fue la de anestesia, seguida de otras como medicina intensiva, urgencias y emergencias, traumatología, etc. El gran progreso técnico de los simuladores ha favorecido el incremento de sociedades científicas de simulación, la creación de centros específicos de simulación médica, y la adquisición de simuladores por universidades y centros sanitarios para desarrollar diversos programas de formación. En España existen dos centros especializados en formación médica mediante programas de simulación: el Centro de Entrenamiento en Situaciones Críticas del Hospital Marqués de Valdecilla de Santander (www.cesc.com.es), con más de 10 años de experiencia, y el Complejo Multifuncional Avanzado de Simulación e Innovación Tecnológica de la Fundación IAVANTE en Granada, inaugurado en 2004 (www.iavante.es). Dentro de la oferta formativa de IAVANTE dirigido a los neumólogos (www.iavantefundacion.com) se encuentra un curso de técnicas básicas en broncoscopia virtual. Este curso tiene como objetivo

facilitar el aprendizaje de la broncoscopia flexible utilizando un simulador de broncoscopio y de aparato respiratorio provisto de técnicas de realidad virtual que remeda situaciones clínicas reales. Además, ofrece el entrenamiento en la atención del paciente con insuficiencia respiratoria, tanto aguda como crónica, y el entrenamiento en la atención integral del paciente con enfermedad pulmonar obstructiva crónica. También están a disposición de los neumólogos diferentes programas de especialización: manejo experto de ventilación no invasiva, manejo experto de ventilación mecánica, empleo racional de la ventilación mecánica, modelos de ventilación mecánica y manejo experto en el control avanzado de la vía aérea.

Por tanto, estamos asistiendo a un momento de cambio en la formación como profesionales médicos. Probablemente en el futuro se abandonarán los clásicos modelos de exposición teórica, incorporándose métodos formativos donde las tecnologías de la informática y la telecomunicación sean un instrumento básico.

La generalización de las tecnologías de la información y la comunicación nos han abierto también la posibilidad de la docencia a los pacientes mediante la creación de aulas virtuales y de educación para la salud de pacientes respiratorios, a través de las cuales se nos brinda la oportunidad de hacer llegar mensajes al público en los propios hogares. Esas tecnologías pueden servir para realizar actividades de educación y promoción sanitarias, seguir la evolución de enfermos crónicos y responder a solicitudes de información. La Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR) tiene desarrollada un área en materia de educación sanitaria a la población. Se conoce como SEPAR Pacientes (www.separ.es/pacientes.html) y es de acceso libre, poniendo a disposición del público en general información de interés sobre enfermedades respiratorias: guías informativas sobre enfermedades respiratorias, como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), el asma, la apnea del sueño, la tuberculosis y la embolia pulmonar. Además, tiene diferentes secciones que informan sobre las pruebas complementarias propias de la especialidad, consejos para pacientes de cómo dejar de fumar

o cómo controlar el asma o la EPOC, así como sitios web que pueden servir como referencia y ayuda a pacientes con patologías respiratorias.

Otra posibilidad dirigida al paciente respiratorio crónico sería la realización de talleres de formación a distancia en patologías respiratorias concretas, lo que permite informar a los pacientes, y a sus familiares, conseguir un mejor conocimiento y control de su enfermedad. También cabe la posibilidad de talleres de adiestramiento online con grupos de pacientes que tengan tratamientos inhalatorios o bien dispositivos de oxigenoterapia o ventiloterapia para enseñar su manejo, aumentando la seguridad en la utilización de los mismos.

APLICACIÓN ASISTENCIAL

La telemedicina es una de las alternativas que nos ofrecen los nuevos sistemas de información y telecomunicación aplicados a la práctica médica. Según la OMS, la telemedicina es la utilización en consulta de conocimientos médicos cuando la distancia es un factor determinante, utilizando para ello tecnologías de la información y la comunicación, y que va a ser útil para el intercambio de información necesaria para el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades y lesiones. A modo de resumen podemos decir que la telemedicina es la medicina practicada a distancia mediante el uso de las telecomunicaciones⁽⁹⁾. El uso de la telemedicina comienza en la década de los 60 y, desde este momento, se extiende a la vez que el desarrollo tecnológico, encontrándonos en la actualidad con aplicaciones telemédicas en todas las especialidades.

En el área de la Neumología, es en 1967 cuando se publica la primera referencia sobre la utilización de un espirómetro portátil vía radio para realizar estudios de función pulmonar⁽¹⁰⁾. Posteriormente, no es hasta los años 80 cuando se vuelven a publicar aplicaciones sobre la transmisión de resultados de espirometrías vía satélite o conexión telefónica^(11,12). A partir de la década de los 90, se extiende la aplicación de la telemedicina a otras áreas de la especialidad, investigándose acerca del control de pacientes respiratorios crónicos en domicilio mediante un soporte telemático⁽¹³⁻¹⁵⁾, consulta de

pacientes a través de internet como fórmula de tele-diagnóstico⁽¹⁶⁾ y control del tratamiento⁽¹⁷⁾.

En el campo de las enfermedades respiratorias, la telemedicina puede englobar las siguientes aplicaciones: a) teleconsulta neumológica y tele-diagnóstico, b) telemonitorización en domicilio de pacientes respiratorios crónicos y c) telerrehabilitación respiratoria.

En regiones con dispersión geográfica de la población y dificultad de acceso de los pacientes a los recursos sanitarios, se plantea la teleconsulta como una oportunidad de corregir las deficiencias y ampliar el radio de acción de la asistencia sanitaria. Hay descritas en la literatura científica varios ejemplos de la teleconsulta neumológica, ya sea como consulta al neumólogo referente a través de telefonía móvil o bien consulta telemática con soporte digital para el diagnóstico de espirometrías y radiografías⁽¹⁶⁾. Por otro lado, se están aplicando al diagnóstico del síndrome de apnea-hipopnea obstructiva durante el sueño procedimientos del campo de la telemedicina. De este modo, se ha valorado la monitorización remota de la polisomnografía realizada en centros sanitarios distintos de la Unidad de Sueño y la transmisión de los datos a través de internet. El procedimiento demostró ser técnica y clínicamente factible, con buena relación de coste-efectividad y de utilidad clínica para mejorar la accesibilidad de los pacientes a la Unidad del Sueño⁽¹⁸⁾.

La telemonitorización del paciente respiratorio crónico abarca un amplio conjunto de posibilidades que van desde la asistencia telefónica por personal médico o enfermero hasta la transmisión de los datos funcionales realizados por un espirómetro o parámetros respiratorios, como saturación de oxígeno y frecuencia respiratoria para el control del paciente en su domicilio. Es en el colectivo de pacientes con EPOC donde más experiencia existe en el campo de la telemedicina. Dado que la EPOC es una de las enfermedades con mayor morbilidad en todo el mundo, con un alto gasto sanitario tanto en las exacerbaciones como en las hospitalizaciones, la aplicación de las nuevas tecnologías para la asistencia en su domicilio ha demostrado ser tanto eficaz como costo-efectiva. En este sentido, en los estudios realizados por Casas⁽¹⁹⁾ y

Maiolo⁽²⁰⁾ confirman que una monitorización a distancia de pacientes con EPOC severa puede reducir el número de hospitalizaciones. Además, Vítaca y cols. demuestran que un programa de teleasistencia es efectivo para la prevención de hospitalizaciones y exacerbaciones agudas en pacientes con EPOC y oxigenoterapia o ventilación domiciliaria además de ser coste-efectivo⁽²¹⁾.

También se ha aplicado la telemedicina al área de la rehabilitación respiratoria. La telerrehabilitación es una opción para aquellos pacientes con EPOC que por distancia no pueden acudir a centros especializados donde se realiza este tipo de terapias. Recientemente, se ha publicado un estudio piloto que demuestra la eficacia clínica de un programa de entrenamiento físico en pacientes con EPOC supervisada a través del teléfono móvil⁽²²⁾.

SOPORTES DE FUTURO

En una sociedad cada vez más globalizada donde el acceso a la información se caracteriza por la inmediatez, el soporte en papel está quedando obsoleto. Se precisan nuevos soportes que combinen la facilidad de leer un texto como en un libro, con la rapidez de acceso en cualquier momento y lugar y la actualización constante de sus contenidos. En este punto, el acceso a internet es de vital importancia. Una primera opción lo han constituido los libros electrónicos que cada día tienen mayor difusión. Actualmente existen diversas plataformas de libros electrónicos que permiten acceder a contenido estático en dispositivos portables. Sin embargo, el futuro en medicina va encaminado a la creación de herramientas específicamente diseñadas para contenidos médicos que combine las características de fácil acceso y su actualización constante. Las PDA (*Personal Digital Assistant*) son soportes electrónicos que combinan estas dos características y cuya utilización está cada día más extendida, especialmente desde su combinación con las tecnologías de la comunicación a través de la telefonía móvil y el acceso a internet. Probablemente en el futuro asistamos a una expansión de aplicaciones para PDA que faciliten el acceso a la información y el ejercicio de la Neumología.

BIBLIOGRAFÍA

1. MEDLINE®. <http://www.nlm.nih.gov/pubs/factsheets/medline.html>. Acceso 30/01/2009.
2. Medical Subject Headings (MeSH®). <http://www.nlm.nih.gov/pubs/factsheets/mesh.html>. Acceso 30/01/2009.
3. PubMed overview. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query/static/overview.html>. Acceso el 30/01/2009.
4. Entrez PubMed. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez>. Acceso 30/01/2009.
5. What's the Difference Between MEDLINE® and PubMed®? http://www.nlm.nih.gov/pubs/factsheets/dif_med_pub.html. Acceso: 30/01/2009.
6. Medline Plus. <http://medlineplus.gov/spanish/>. Acceso 30/01/2009.
7. Quesada A, Burón FJ, Castellanos A, del Moral I, González C, Olalla JJ et al. Formación en la asistencia al paciente crítico y politraumatizado: papel de la simulación clínica. *Med Intensiva* 2007; 31: 187-93.
8. Wayne DB, Didwania A, Feinglass J, Fudala MJ, Barsuk JH, Mc-Gaghie WC. Simulation-based education improves quality of care during cardiac arrest team responses at an academic teaching hospital: a case-control study. *Chest* 2008; 133: 56-61.
9. Hailay D, Roine R, Ohinmaa A. Systematic review of evidence for the benefits of telemedicine. *J Telemed Telecare* 2002; 8(Suppl 1): 1-7.
10. Lota, MJ. Portable radio spirometer for telemetric studies of pulmonary ventilation. *Arch Phys Med Rehabil* 1967; 48: 311-6.
11. Scott A. Pulmonary outreach links satellite hospitals with pulmonary function center. *Med Electron* 1981; 12: 78-81.
12. Messenger MA. Pulmonary function tests: telephone connection. *Respir Ther* 1982; 12: 27-9.
13. Bruderman I, Abboud S. Telespirometry: a novel system for home monitoring of asthma patients. *Telemed J* 1997; 3: 127-33.
14. Mair FS, Wilkinson M, Bonnar SA, Wooton R, Angus RM. The role of telecare in the management of exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease in the home. *J Telemed Telecare* 1999; 5 (Suppl 1): 66-7.
15. Wagner FM, Weber A, Park JW, Schiemanck S, Tugtekin S, Guliernos V et al. New telemetric system for daily pulmonary function surveillance of lung transplant recipients. *Am Thoracic Surg* 1999; 68: 2033-8.
16. Corral J, Masa JF, Disdier C, Riesco JA, Gómez-Espárrago A, Barquilla A et al. Respiratory consultation: telespirometry, teleradiology and telemedical history between primary care clinics and pulmonary unit. *Eur Respir J* 2004; 42: 280.

17. Hernández C, Casas A, Escarrabil JA, Puig-Junoy J, Farro E, Vilagut G, Collinent B, Rodríguez-Roisin R, Roca J, and the partners of the CHRONIC Project. Home hospitalization of exacerbated chronic obstructive pulmonary disease patients. *Eur Respir J* 2003; 21: 58-67.
18. Kristo DA, Andrada T, Eliasson AH et al. Telemedicine in the sleep laboratory: feasibility and economic advantages of polysomnograms transferred online. *Telemed J E Health* 2001; 7: 219-24.
19. Casas A, Troosters T, García-Aymerich J. Integrated care prevents hospitalizations for exacerbations in COPD patients. *Eur Respir J* 2006; 28: 123-30.
20. Maiolo C, Mohamed EI, Fiorani C, De Lorenzo A. Home telemonitoring for patients with severe respiratory illnesses: the Italian experience. *J Telemed Telecare* 2003; 9: 67-71.
21. Vitacca M, Bianchi L, Guerra A, Fracchia C, Spanevello A, Balbi B et al. Tele-assistance in chronic respiratory failure patients: a randomized clinical trial. *Eur Respir J* 2009; 33: 411-8.
22. Wang CH, Lin HC, Lin SM, Lee KY, Lo YL, Hung SH et al. Efficacy of a cell phone-based exercise programme for COPD. *Eur Respir J* 2008; 32: 651-9.

