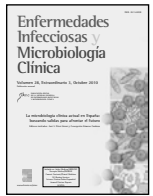




# Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica

www.elsevier.es/eimc



## Cómo ven la especialidad las nuevas generaciones de microbiólogos

Juan Carlos Rodríguez Díaz<sup>a</sup> y Emilia Cercenado Mansilla<sup>b,\*</sup>

<sup>a</sup>Servicio de Microbiología, Hospital General Universitario, Elche, Alicante, España

<sup>b</sup>Servicio de Microbiología, Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid, España

### RESUMEN

#### Palabras clave:

Microbiología clínica  
Pruebas *point-of-care*  
Gestión de laboratorios  
Nuevas tecnologías  
Diagnóstico molecular

A pesar del importante papel de la microbiología clínica en nuestro sistema de salud, esta disciplina no está exenta de retos ni de dificultades. Para adaptarse a los nuevos tiempos es necesario: *a)* realizar cambios importantes en la tecnología y evolucionar hacia técnicas moleculares para ofrecer soluciones diagnósticas o terapéuticas rápidas; *b)* poner a punto métodos de diagnóstico de infecciones emergentes o importadas; *c)* asesorar en la interpretación de los resultados microbiológicos; *d)* favorecer la implantación de técnicas de diagnóstico de tipo *point-of-care* y asesorar sobre su utilización y desarrollo; *e)* instaurar sistemas de calidad en el laboratorio; *f)* apoyarse en la informática y en otras tecnologías para enviar información al clínico en tiempo real y para establecer una comunicación más eficiente con los médicos de atención primaria, con los laboratorios de salud pública y con las autoridades sanitarias; *g)* diseñar sistemas de trabajo en red con profesionales de otras disciplinas, y *h)* promover programas de formación continuada. Solamente si los laboratorios de microbiología clínica están bien preparados, serán capaces de adoptar las novedades tecnológicas, nuestra disciplina alcanzará una mayor importancia dentro del sistema sanitario y obtendrá un mayor protagonismo social y reconocimiento por parte de las autoridades sanitarias.

© 2010 Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

### How the new generations of microbiologists view the specialty

#### ABSTRACT

#### Keywords:

Clinical microbiology  
Point of care testing  
Laboratory management  
New technologies  
Molecular diagnostic

Despite their pivotal role in the Spanish healthcare system, clinical microbiology laboratories are experiencing difficult times and tough challenges. The following changes are required to adapt to the new situation: *a)* the use of molecular diagnostics to provide rapid diagnosis; *b)* the development of diagnostic capabilities to identify emerging or imported infectious diseases; *c)* the ability to advise on the interpretation of microbiological results; *d)* encouragement of the implantation of point-of-care testing and assessment of its performance and development; *e)* the implantation of quality control systems in the laboratory; *f)* the implementation of laboratory information systems to support real-time communication between hospital and community clinicians, public health laboratories and managers; *g)* the design of networking systems with professionals from other disciplines, and *h)* the promotion of training and teaching programs. Only if they are well prepared will clinical microbiology laboratories be able to implant the new technologies, be recognized as a cornerstone of the healthcare system, and achieve better recognition by society at large, hospital administrators and healthcare authorities.

© 2010 Elsevier España, S.L. All rights reserved.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [ecercenado@terra.es](mailto:ecercenado@terra.es) (E. Cercenado Mansilla).

## Una visión general

Dos de los fenómenos más destacados de la primera década del siglo XXI son la globalización y la rapidez de los cambios tecnológicos. En este contexto, la microbiología no ha sido ajena al conocimiento de la diseminación de las enfermedades infecciosas, ni a los avances y al desarrollo tecnológico. Sin embargo, ha habido una enorme dificultad para dar respuestas eficaces y para trasladar los logros de la investigación básica a mejoras tangibles en el diagnóstico y manejo de las enfermedades infecciosas<sup>1,2</sup>.

Respecto al primero, actualmente nos encontramos en lo que se ha llamado una *aldea global*: fenómenos que suceden en otros continentes pueden tener repercusión inmediata e importante en nuestro ámbito cercano, como recientemente ha demostrado la pandemia de gripe A<sup>3</sup>. Además, la información de estos procesos cambia día a día, incluso en pocas horas, lo que obliga a que las fuentes de información estén constantemente actualizadas. Ante estos hechos, nuestra respuesta debe ser ágil y eficaz, tanto desde el punto de vista individual como desde nuestras sociedades científicas, con objeto de que sea útil a la sociedad. De acuerdo con esta premisa, en cada laboratorio se deben poner en marcha los métodos diagnósticos adecuados, y realizar una labor de información y formación al resto del personal sanitario acerca de las nuevas patologías infecciosas, su diagnóstico, su tratamiento y su control. En segundo lugar, a través de las sociedades científicas, los microbiólogos clínicos deben coordinar grupos de expertos en los diferentes temas que, ante un nuevo problema, puedan ofrecer la posibilidad de asesorar rápida y correctamente no solamente al resto de los microbiólogos, sino también a las autoridades sanitarias en la toma de las decisiones, en colaboración con profesionales de otras especialidades. Por ejemplo, ante la llegada a nuestro entorno de un nuevo patógeno viral, el grupo de expertos debe asesorar sobre el método diagnóstico más adecuado y su interpretación, y en colaboración con otros profesionales sanitarios ayudar a establecer las medidas de control, tratamiento y también de información a la sociedad.

De una forma más insidiosa, los fenómenos migratorios, el turismo, el intercambio de mercancías y el cambio climático están provocando también un cambio de la patología infecciosa en nuestro medio, lo que nos obliga a redescubrir enfermedades olvidadas o nunca vistas en nuestro medio, y a aportar soluciones que ayuden rápida y eficazmente al diagnóstico y tratamiento de estos procesos<sup>4</sup>. A la vez, este hecho exige que los microbiólogos reciban constantemente formación continuada en relación con las patologías emergentes y que ellos formen al resto de los profesionales sanitarios implicados. En definitiva, los microbiólogos deben conocer y poner a punto en el laboratorio métodos de diagnóstico de las enfermedades importadas o "tropicales" (parasitarias, virales, etc.), y formar a profesionales sanitarios del entorno sobre cómo diagnosticar estas infecciones, qué muestras se deben obtener, cómo interpretar los resultados y qué medidas de control se deben implantar<sup>5</sup>.

En cuanto a los cambios tecnológicos, el desarrollo de la informática y las tecnologías de la información es un hecho sin parangón en nuestra historia. La capacidad y velocidad de estos sistemas se están incrementando a ritmo exponencial día a día. Estos fenómenos condicionan de manera muy importante la forma de trabajar del microbiólogo clínico actual y suponen una herramienta muy potente que se debe conocer y utilizar, ya que permitirá mejorar la calidad de nuestro trabajo diario de forma ostensible<sup>6,7</sup>. Junto al desarrollo de la informática ha habido grandes avances tecnológicos en los laboratorios de investigación básica, pero estos avances muchas veces no han tenido repercusión ni se han podido implantar en los laboratorios clínicos para el diagnóstico microbiológico debido a falta de experiencia o de personal, por su excesivo coste o, simplemente, por la dificultad de trasladar sus potenciales beneficios en el contexto organizativo general de los centros asistenciales. La transferencia de los logros de investigación en la práctica del laboratorio de microbiolo-

gía clínica es fundamental y se debe realizar con eficacia. Para su consecución, los microbiólogos clínicos deben establecer relaciones con los profesionales de la ciencia básica, de la industria de diagnóstico y de la administración pública. La realización de estudios en los que las nuevas tecnologías desarrolladas en los laboratorios de investigación básica privados se evalúen y analicen en un laboratorio de microbiología clínica es una oportunidad única para colaborar y formar estos equipos<sup>8</sup>. Debe forjarse esta relación para conseguir un intercambio y que las empresas proveedoras de materiales diagnósticos conozcan las necesidades del diagnóstico clínico. El apoyo de la administración pública con convocatorias de becas y proyectos puede ser una forma de conseguir la autorización más rápida para la implantación de nuevas tecnologías, aunque inicialmente supongan un aumento de costes.

## Necesidad de la microbiología clínica y problemas actuales

La microbiología clínica es diferente a otras especialidades del laboratorio clínico porque estudia microorganismos vivos que se multiplican rápidamente, son vulnerables al manejo inadecuado entre el paciente y el laboratorio, pueden o no ser la causa de infecciones, son capaces de desarrollar resistencia a regímenes terapéuticos y pueden interferir seriamente en la salud pública al producir brotes locales, regionales, nacionales o mundiales. Los laboratorios de microbiología clínica no solamente realizan el diagnóstico etiológico de las enfermedades infecciosas, sino que también ayudan a manejar los brotes de enfermedades infecciosas identificando y frenando a los patógenos que potencialmente pueden infectar a decenas o a miles de personas<sup>9,10</sup>. Mediante la comunicación y la coordinación con los laboratorios de salud pública, los microbiólogos clínicos reconocen, trazan y controlan los brotes en la comunidad. Además, en el caso de posibles acciones bioterroristas, los microbiólogos clínicos estarían en la primera línea de protección, al detectar la presencia de una determinada infección<sup>11,12</sup>. Sin embargo, a pesar del importante papel de los laboratorios de microbiología en nuestro sistema de salud, estamos viviendo unos tiempos difíciles. Actualmente, hay muchos retos científicos y administrativos que hay que afrontar, resolver y superar. Entre los retos científicos, además de los problemas antes mencionados de la lentitud de la transferencia tecnológica a los laboratorios clínicos, los avances producidos en la farmacocinética, la farmacodinamia y la farmacogenética de los pacientes no se tienen en cuenta en el tratamiento con antimicrobianos, incluso a sabiendas de que constituyen factores decisivos para predecir el éxito o el fracaso de esa terapia. El creciente desarrollo de pruebas rápidas de diagnóstico para ser realizadas a la cabecera del paciente (*point-of-care testing*) y cuyos resultados se obtienen en minutos, aunque a priori beneficioso, es a la vez preocupante, ya que algunas presentan baja sensibilidad y especificidad y escapan del control de los microbiólogos clínicos<sup>13</sup>. Por otra parte, la presión creciente hacia los laboratorios de microbiología para obtener un diagnóstico etiológico más rápido de los patógenos habituales, o de los patógenos emergentes, así como para detectar sus factores de virulencia y resistencia a antimicrobianos, obliga a aquellos a modificar las técnicas clásicas.

Entre los retos administrativos, algunos están relacionados con la comunicación y con el personal, y otros con la gestión de los laboratorios. La comunicación de la información entre diferentes laboratorios de microbiología clínica, y entre éstos y los servicios de salud pública, generalmente es inexistente o ineficaz, lo que impide una actuación de forma coordinada para reconocer y controlar posibles brotes o epidemias o, simplemente, para compartir diferentes experiencias. Por otra parte, el bajo recambio de especialistas en microbiología, así como su escaso reconocimiento como miembros necesarios de los equipos de diagnóstico y control de las enfermedades infecciosas, hace que potenciales microbiólogos se deriven hacia otras especialidades con mayor reconocimiento. Junto a ello, la falta de programas de formación continuada en microbiología para técni-

cos de laboratorio no viene sino a empeorar esta situación. En cuanto a la gestión de los laboratorios, actualmente debido a la externalización realizada en nombre de una supuesta optimización de los recursos, cada vez hay menos laboratorios especializados en la realización de pruebas técnicamente más complejas, principalmente las relacionadas con el diagnóstico molecular, las cuales recaen en muy pocos laboratorios con la experiencia suficiente para realizarlas e interpretarlas<sup>14</sup>. Por otra parte, la reducción de personal cualificado constituye un problema adicional a la hora de implantar las nuevas tecnologías en los laboratorios, a lo que hay que añadir el problema del aumento de los costes de materiales y reactivos que impide la introducción de métodos diagnósticos rápidos en muchos laboratorios. Esta concepción analítica, y no funcional, de la microbiología clínica supone un gran deterioro para el manejo individualizado de los pacientes, para el control de brotes hospitalarios y para la salud pública.

### Cómo afrontar estos retos

#### *En el laboratorio de microbiología*

La microbiología tradicional se ha basado en el cultivo de microorganismos en las muestras clínicas, detección de antígenos y anticuerpos mediante técnicas serológicas, observación directa de los microorganismos mediante tinciones y microscopía, y estudios fenotípicos de sensibilidad antibiótica. Estos métodos presentan grandes limitaciones, ya que generalmente ofrecen información varios días después de la obtención de la muestra, que muchas veces es parcial, ya que algunos microorganismos causantes de infecciones no se pueden cultivar por los métodos habitualmente utilizados ni se pueden detectar mediante tinciones o técnicas serológicas tradicionales. Los laboratorios de microbiología deben realizar cambios en su tecnología y evolucionar hacia técnicas de diagnóstico rápido para poder ofrecer soluciones diagnósticas o terapéuticas en minutos u horas, con objeto de que esta información sea útil al clínico en el momento de tomar decisiones. Al mismo tiempo, se deben dejar de realizar técnicas irrelevantes y anticuadas<sup>15</sup>. Para el buen microbiólogo, debe ser un fracaso el informar un resultado cuando éste no beneficia al manejo clínico del paciente. Por este camino se están dirigiendo los métodos de biología molecular, aunque actualmente sólo están disponibles para la detección de muy pocos patógenos y de algunas resistencias antibióticas<sup>8,16-18</sup>. Técnicas como los *microarrays* u otros sistemas, que pueden detectar microorganismos, mecanismos de resistencia antibiótica y factores de virulencia pueden ser herramientas que proporcionen la rapidez que la sociedad actual nos exige<sup>19-21</sup>.

Para implantar estos sistemas serán muy útiles las colaboraciones entre microbiólogos clínicos y profesionales de la ciencia básica y de la industria. Actualmente, los laboratorios de microbiología clínica están generalmente mal equipados para poder hacer frente al diagnóstico de nuevas u olvidadas enfermedades infecciosas (cólera, difteria, dengue, fiebre amarilla, hantavirus, gripe H5N1 y H1N1, tuberculosis multirresistente, ciclosporidiasis, etc.), especialmente cuando la detección del patógeno requiere pruebas fenotípicas y genotípicas que no están ampliamente disponibles y los microbiólogos clínicos deben tener un papel importante en desarrollar estas capacidades diagnósticas. Asimismo, los microbiólogos deben favorecer los cambios que la realización de los *point-of-care tests* trae consigo, y no deben ofrecer resistencia a ellos, pero sí deben asesorar acerca de cuáles deben utilizarse y ser los responsables del entrenamiento del personal sanitario en cuanto a su utilización y limitaciones. La información sobre cuándo son necesarios, cómo se realizan y cómo se deben interpretar los resultados es crítica, ya que una errónea interpretación acabará en un inadecuado manejo del paciente<sup>13</sup>.

Por último, hay que tener en cuenta que junto con los resultados microbiológicos rápidos, debemos ser capaces de ofrecer ayuda para su interpretación con la misma rapidez. Idealmente, ante un proceso

infeccioso, se debe poder ofrecer el diagnóstico etiológico del proceso, la sensibilidad antibiótica del microorganismo implicado y sus factores de virulencia en pocas horas, a la vez que poner a disposición del clínico información complementaria sobre la importancia clínica del hallazgo, los antibióticos más adecuados para tratar a ese paciente concreto, los ensayos clínicos más recientes sobre el tratamiento de esta patología y, en su caso, las medidas de control a implantar o poner a punto<sup>22</sup>.

#### *Relación con el resto de los profesionales del centro de trabajo*

Utilizando los nuevos medios que proporcionan la informática y las tecnologías de la información, el laboratorio de microbiología debe prepararse para poder enviar información relevante a cada clínico en tiempo real. Para ello, debe utilizar sistemas muy extendidos en otros ámbitos como el correo electrónico o los SMS, además de la tradicional llamada telefónica. Deben existir sistemas de consulta de los datos microbiológicos accesibles a todos los profesionales del centro en cualquier momento, teniendo especial cuidado en el cumplimiento de la ley de protección de datos y de las leyes que regulan la confidencialidad de la información médica. Asimismo, el desarrollo de una estrecha relación de trabajo entre microbiólogos, farmacólogos y clínicos para seleccionar los tratamientos antimicrobianos más adecuados para cada situación particular resultará muy beneficioso para el paciente<sup>22</sup>. Queda mucho por mejorar en lo relativo a cómo se interpretan los resultados de sensibilidad *in vitro* en el contexto del cuidado individual de un paciente concreto. Los avances en el emergente campo de la farmacogenómica, en el que cada paciente responde desde el punto de vista de la eficacia y de la toxicidad de una forma distinta a los antimicrobianos debido a variaciones genéticas, contribuirán a una mejor selección del tratamiento antimicrobiano<sup>23,24</sup>.

Por otra parte, los microbiólogos clínicos en su conjunto, a través de sus sociedades científicas, deben poner en marcha sistemas basados en internet 2.0 para que, tanto los microbiólogos como el resto de los profesionales sanitarios, puedan beneficiarse puntualmente de la información proporcionada por profesionales de otros centros sanitarios, con mayor experiencia en el diagnóstico y tratamiento de determinados procesos infecciosos complejos y problemáticos. Por ejemplo, ante el diagnóstico de una tuberculosis multirresistente no sólo hay que informar rápidamente a todos los profesionales directamente implicados para que puedan poner en marcha los medios de tratamiento y control adecuados, sino que hay que desarrollar redes basadas en internet 2.0 que permitan consultar de forma inmediata con otros profesionales o con grupos de expertos establecidos por las sociedades científicas.

#### *Integración del microbiólogo en el centro sanitario*

El microbiólogo no debe estar circunscrito a su laboratorio, ya que no es sólo un emisor de resultados. Hay que hacer entender a las administraciones de los hospitales que los laboratorios de microbiología clínica son la pieza central del diagnóstico de las enfermedades infecciosas y la clave del control de la infección, y que estos laboratorios requieren especialistas en microbiología clínica con conocimientos específicos, y no analistas generales, para optimizar el servicio de la salud y los recursos<sup>25</sup>. Para ello, el microbiólogo clínico debe participar en todas las comisiones, grupos y reuniones en las que se traten aspectos relacionados con los procesos infecciosos y aportar su visión de éstos. De esta manera, la administración del hospital y nuestros colegas de otras especialidades tendrán en cuenta que nuestra opinión puede ayudar a mejorar el manejo y control de las enfermedades infecciosas en cada centro, y esto contribuirá a robustecer la importancia relativa del microbiólogo dentro del centro de trabajo. Destacan 2 aspectos en los que el microbiólogo debe participar activamente dentro del hospital: el

control de la infección nosocomial y la política antibiótica del centro. La participación en ellos constituye una baza decisiva para demostrar que el laboratorio de microbiología no es sólo un emisor de resultados de pruebas que se pueden fácilmente derivar a un centro externo<sup>26</sup>.

#### *Relación con atención primaria y con salud pública*

El trabajo del microbiólogo clínico no solamente se limita al ámbito hospitalario sino que se extiende a la comunidad. Ante fenómenos como la diseminación de microorganismos productores de betalactamasas de espectro extendido como agentes causales de infecciones en la comunidad, o la presencia de tuberculosis multirresistente, es obligatorio establecer un contacto muy directo con los profesionales sanitarios que trabajan fuera del hospital, pero cuya labor es decisiva a la hora de controlar la extensión de determinadas enfermedades infecciosas. El microbiólogo debe poner los medios técnicos que permitan enviar información de manera eficiente a estos ámbitos, y ésta debe llegar con la misma rapidez y calidad que en el ámbito hospitalario. Estos sistemas de información del laboratorio deben apoyar una comunicación dinámica bidireccional, y generar informes en relación con las tasas de positividad y las tendencias de resistencia a los antimicrobianos. La colaboración con los laboratorios de salud pública debe ser más eficiente y los canales de comunicación se deben mantener abiertos diariamente y no solamente en caso de crisis, brotes o epidemias. El trabajo conjunto facilita el entrenamiento, el apoyo diagnóstico, el desarrollo de nuevas pruebas, y el mejor conocimiento de nuevos patógenos y nuevas formas de resistencia a los antimicrobianos<sup>27</sup>.

#### *Trabajo en red*

Determinados fenómenos poco frecuentes no se pueden estudiar adecuadamente si no se trabaja en grandes grupos, como es el caso de la detección de nuevas mutaciones asociadas a la resistencia antibiótica, que exige trabajo en equipo. Ningún laboratorio puede tener la capacidad técnica de instaurar todas las pruebas microbiológicas necesarias para caracterizar fenómenos tan complejos como los asociados a la resistencia bacteriana, fúngica o viral<sup>28</sup>. Del mismo modo, todos los pacientes deberían beneficiarse de todos los métodos diagnósticos existentes, independientemente de que en su centro sanitario no se disponga de tecnologías complejas, como determinadas técnicas especializadas de microbiología molecular. Sólo desarrollando redes en las que cada microbiólogo se responsabilice de una parte del problema y cauces fluidos de intercambio de información y de muestras, se pueden abordar estos problemas. Un microbiólogo actual debe considerar un fracaso si, ante un fenómeno microbiológico poco frecuente, no dispone de un sistema adecuado de información y envío de esa muestra a un centro de referencia de garantía. En el desarrollo de estas redes, los microbiólogos, a través de grupos organizados en sus sociedades científicas, y las autoridades sanitarias deberían coordinarse para poder ofrecer la misma asistencia sanitaria a todos los ciudadanos, independientemente del lugar donde vivan.

#### *Asesoría en la interpretación de los resultados microbiológicos*

Los microbiólogos debemos potenciar nuestra labor como asesores de otros profesionales sanitarios de nuestro entorno, en aspectos tan complejos como la lectura interpretada del antibiograma o la valoración de técnicas serológicas o de microbiología molecular<sup>29</sup>. Deben ponerse en marcha sistemas rápidos y ágiles para que cualquier clínico, tanto del hospital como de la atención primaria, pueda obtener asesoramiento en estos aspectos. La realización de protocolos de interpretación de estos datos y su difusión es una herramienta básica para fomentar este aspecto de nuestro trabajo. Así, por

ejemplo, cualquier clínico que reciba un resultado serológico de hepatitis debe tener la posibilidad de consultar su interpretación y de poder comentar con el microbiólogo, puntual y ágilmente, la necesidad de pedir pruebas complementarias. Para ello, las nuevas tecnologías deben tener un papel primordial. Probablemente, en un futuro, la telemicrobiología, utilizando técnicas de imagen, permitirá que los profesionales puedan analizar e interpretar los resultados de las pruebas realizadas en diferentes lugares, y será una herramienta útil para unir a laboratorios geográficamente separados<sup>30</sup>. Esta tecnología animará a la consulta más frecuente con especialistas en microbiología.

Pero esta labor exige que los microbiólogos clínicos estén bien formados para poder participar activamente en el diagnóstico y el manejo de las enfermedades infecciosas. Sólo de esta forma conseguiremos que nuestro asesoramiento sea respetado, aceptado y solicitado por colegas de otras especialidades. Con este objetivo, además de una correcta formación durante el período de especialización, es necesaria una formación continuada constante. Siendo la microbiología clínica una especialidad eminentemente interpretativa, la labor de asesoría debe constituir una característica diferencial respecto a otros profesionales que, si bien pueden realizar técnicas microbiológicas, carecen, por su formación, de la mencionada capacidad, con la consiguiente merma en la calidad de la asistencia prestada a los pacientes.

#### *Sistemas de calidad total*

Todo laboratorio de microbiología debe tender a instaurar sistemas controlados y validados en todas las etapas del estudio microbiológico<sup>31</sup>. Desde la fase preanalítica (obtención, transporte y conservación de muestras) hasta la emisión e interpretación de los resultados. Todos los reactivos, técnicas y aparatos que se utilicen en el diagnóstico clínico deben haber estado sometidos a controles de calidad internos y externos por organismos competentes y, por tanto, se debe poner en entredicho la validez de utilizar técnicas desarrolladas en el propio laboratorio, salvo que hayan sido sometidas a rigurosos controles de calidad y pertinentemente validadas. Todas las actividades del laboratorio deben estar protocolizadas y registradas, y estos protocolos y registros deben revisarse periódicamente. Las autoridades y administraciones sanitarias deberían colaborar para lograr que todos los laboratorios de microbiología tuvieran niveles de calidad adecuados, colaborando en la certificación de éstos y facilitando la puesta en marcha de controles externos de calidad en todas las áreas de diagnóstico, labor ésta en la que también deben tener un protagonismo crucial los propios profesionales, a través de las sociedades científicas.

#### *Formación continuada*

La microbiología clínica es un mundo cambiante, tanto por la variabilidad propia de los microorganismos como por el desarrollo de nuevas metodologías. Por tanto, es necesaria una formación constante de todo el personal del laboratorio, no sólo del microbiólogo. Es necesario mantenerse al día de los cambios para mejorar y, periódicamente, informar de ellos al personal técnico del laboratorio, ya que también desarrolla una parte muy importante en la calidad final del trabajo desarrollado por el laboratorio de microbiología clínica. Para ello, es necesario organizar cursos de formación continuada sobre temas específicos dirigidos a microbiólogos y a técnicos de laboratorio, y generar los canales necesarios para que cualquier profesional tenga la posibilidad de resolver dudas concretas.

#### *Actualización de la información*

La época de las revistas y libros en papel está en declive, y estamos ante una nueva era en la que buena parte de la información está

disponible en la red y puede cambiar en horas. Tener la posibilidad de recibir esta información de forma actualizada (visita frecuente de páginas *web* importantes, suscripción electrónica al índice de las principales revistas, participación en foros, recepción de mensajes electrónicos de alerta, comunicación con otros profesionales a través de redes sociales, etc.) es una herramienta clave para poder afrontar los retos diarios con garantía de éxito.

#### Formación de los nuevos residentes

Los servicios de microbiología clínica envejecen y el personal no se renueva, las plazas se amortizan y, en los laboratorios que se crean en los nuevos hospitales, la microbiología no está diferenciada de las otras especialidades de laboratorio. Sin embargo, a pesar de todo, es en este momento cuando los nuevos especialistas más necesitan una buena formación y desarrollar mejores capacidades. Si bien un residente actual debe asumir que puede ser difícil encontrar trabajo como microbiólogo en un hospital público, debido a la privatización de la sanidad o la derivación externa de algunos laboratorios, puede también prepararse y formarse para trabajar en la industria o en la investigación. Para ello, además de disponer de conocimientos básicos, como la informática o el inglés, debe tener cualidades actualmente muy valoradas, como la capacidad de trabajo en equipo, el conocimiento de los métodos microbiológicos más novedosos, la disponibilidad para hacer estancias largas en centros distintos al que se está formando, el interés y dedicación al trabajo y, sobre todo, la capacidad de adaptarse a las nuevas circunstancias mirando al futuro de una manera positiva. Muchas de estas cualidades se pueden encontrar en los laboratorios docentes de microbiología, y ésta es también otra característica diferencial respecto a otras especialidades de laboratorio. Por otra parte, los actuales microbiólogos debemos promocionar la microbiología y hacerla una especialidad atractiva, y que se elija como primera opción y no como premio de consolación para los facultativos que no pueden acceder a otras especialidades<sup>32</sup>. En definitiva, hay que ser conscientes de que la microbiología clínica juega un papel crucial en la salud de los individuos y de las comunidades donde éstos residen, y ésta depende de los servicios proporcionados por dichos laboratorios, así como de la experiencia de los profesionales que proporcionan estos servicios. Además, la comisión de la especialidad debería velar para que todo centro que forme residentes disponga de los medios adecuados para que éste obtenga una buena formación, pero también debería ofrecer sistemas para poder diferenciar y premiar al residente que realiza esfuerzos adicionales durante su formación, de forma que pueda obtener un reconocimiento oficial al esfuerzo realizado. No es justo que, actualmente, todos los residentes tengan el mismo título, independientemente del esfuerzo que hayan realizado en su proceso formativo.

#### Rentabilidad del laboratorio de microbiología

Como ya hemos venido comentando, en los últimos años se ha producido una tendencia a la externalización y a la privatización de los laboratorios de microbiología. Una de las causas de este hecho es que se considera a éstos como un mero emisor de resultados. Se asume que dichos resultados serán interpretados por otros profesionales sanitarios. Consecuentemente, los microbiólogos no son necesarios, ya que los resultados pueden proceder de laboratorios externos. La única forma de cambiar esta idea es la demostración de que la presencia de los microbiólogos en el centro sanitario es rentable para la institución, ya que la mejora en el diagnóstico, el tratamiento y el control de las infecciones que esto supone, conduce a una disminución de la morbilidad y mortalidad de los pacientes así como a un descenso del gasto sanitario, tanto en pruebas diagnósticas como en consumo de antibióticos o días de estancia hospitalaria<sup>33</sup>. Para conseguir este objetivo, los microbiólogos debemos tener una participa-

ción activa en todos los aspectos relacionados con las infecciones: diagnóstico, tratamiento, control y prevención. Debemos demostrar nuestra utilidad e importancia cada día y a todos los niveles, generando una opinión positiva en nuestros colegas y demostrando de forma numérica con análisis de costes que nuestra colaboración redunde en una disminución de éstos.

#### Conclusiones

La microbiología clínica actual no está exenta de retos y de dificultades, y debe realizar cambios importantes para continuar siendo una herramienta útil en el diagnóstico, tratamiento y prevención de las enfermedades infecciosas. A pesar de todo, nuestra especialidad tiene un gran futuro debido a la naturaleza cambiante de los microorganismos, siempre que seamos capaces de adaptarnos a los nuevos tiempos y de transmitir a los responsables sanitarios que los microbiólogos somos muy útiles en el control de las enfermedades infecciosas, tanto en el ámbito hospitalario como en el comunitario o de salud pública. Para ello, es muy importante trabajar en común para lograr objetivos que nos benefician a todos, para lo que las sociedades científicas deben ser piezas clave de cohesión, estructuración y organización interna de nosotros mismos.

#### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

#### Bibliografía

- Perea EJ. La microbiología clínica en el siglo XXI. Un nuevo escenario. *Enferm Infecc Microbiol Clin.* 2003;21:2-6.
- Robinson A, Marcon M, Mortensen JE, McCarter IS, LaRocco M, Paterson LR, et al. Controversies affecting the future practice of clinical microbiology. *J Clin Microbiol.* 1999;37:883-9.
- Fraser C, Donnelly CA, Cauchemez S, Hanage WP, Van Kerkhove MD, Hollingsworth TD, et al. Pandemic potential of a strain of influenza A (H1N1): early findings. *Science.* 2009;324:1557-61.
- Washington M, Brown M, Palys T, Tyner S, Bowden R. Clinical microbiology during the Vietnam War. *Mil Med.* 2009;174:1209-14.
- Beigel JH. Toward better clinical data in emerging infectious diseases. *Clin Infect Dis.* 2009;48:1647-8.
- Assadian O, Diab-Elschahawi M, Makristathis A, Blacky A, Koller W, Adlassnig KP. Data correction pre-processing for electronically stored blood culture results: implications on microbial spectrum and empirical antibiotic therapy. *BMC Med Inform Decision Making.* 2009;9:27.
- Bourbeau PP, Swartz BL. First evaluation of the WASP, a new automated microbiology plating instrument. *J Clin Microbiol.* 2009;47:1101-6.
- Weile J, Knabbe C. Current applications and future trends of molecular diagnostics in clinical bacteriology. *Anal Bioanal Chem.* 2009;394:731-42.
- Sintchenko V, Gallego B. Laboratory-guided detection of disease outbreaks: three generations of surveillance systems. *Arch Pathol Lab Med.* 2009;133:916-25.
- Peterson LR, Hamilton JD, Jo Baron E, Tompkins LS, Miller JM, Wilfert CM, et al. Role of clinical microbiology laboratories in the management and control of infectious diseases and the delivery of health care. *Med Microbiol.* 2001;32:605-10.
- Kalish BT, Gaydos CA, Hsieh YH, Christensen BE, Carroll KC, Cannons A, et al. National survey of Laboratory Response network sentinel laboratory preparedness. *Disaster Med Public Health Prep.* 2009;3 2 Suppl:S17-23.
- Klietmann WF, Ruoff KL. Bioterrorism: implications for the clinical microbiologist. *Clin Microbiol Rev.* 2001;14:364-81.
- Marlowe EM, Wolk DM. GeneXpert testing: applications for clinical microbiology. Part I. *Clin Microbiol Newsletter.* 2008;30:175-9.
- Picazo JJ. ¿Externalización de la microbiología clínica? *Enf Infecc Microbiol Clin.* 2000;18:1.
- Barenfanger J, Drake C, Kacich G. Clinical and financial benefits of rapid bacterial identification and antimicrobial susceptibility testing. *J Clin Microbiol.* 1999;37:1415-8.
- Muldrew KL. Molecular diagnostics of infectious diseases. *Curr Opin Pediatr.* 2009;21:102-11.
- Kami M, Fukui T, Ogawa S, Kazuyama Y, Machida U, Tanaka Y, et al. Use of real-time PCR on blood samples for diagnosis of invasive aspergillosis. *Clin Infect Dis.* 2001;33:1504-12.
- Carman B. Molecular techniques should now replace cell culture in diagnostic virology laboratories. *Rev Med Virol.* 2001;11:347-9.
- Miller MB, Tang YW. Basic concepts of microarrays and potential applications in clinical microbiology. *Clin Microbiol Rev.* 2009;22:611-33.
- Xiao-Ping K, Yong-Qiang L, Qing-Ge S, Hong L, Qing-Yu Z, Yin-Hui Y. Development of a consensus microarray method for identification of some highly pathogenic viruses. *J Med Virol.* 2009;81:1945-50.

21. Alksne LE, Projan SJ. Bacterial virulence as a target for antimicrobial chemotherapy. *Curr Opin Biotechnol.* 2000;11:625-36.
22. Kolmos HJ. Interaction between the microbiology laboratory and clinician: what the microbiologist can provide. *J Hosp Infect.* 1999;43 Suppl:S285-91.
23. Wilson ID. Drugs, bugs, and personalized medicine: pharmacometabonomics enters the ring. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2009;106:14187-8.
24. Telenti A, Aubert V, Spertini F. Individualizing HIV treatment -pharmacogenetics and immunogenetics. *Lancet.* 2002;359:722-3.
25. Hitoto H, Eveillard M, Lemarié C, Cottin J, Joly-Guillou ML. Assessing the usefulness of a permanently opened clinical microbiology laboratory. *Med Mal Infect.* 2010;40:219-25.
26. Pfaller MA, Herwaldt LA. The clinical microbiology laboratory and infection control: emerging pathogens, antimicrobial resistance, and new technology. *Clin Infect Dis.* 1997;25:858-70.
27. Baquero F, Cantón R, Cornaglia G. Public-health microbiology, a challenge for Europe. *Clin Microbiol Infect.* 2010;16:123-5.
28. García-Merino I, De las Cuevas N, Jiménez JL, Gallego J, Gómez C, Prieto C, et al. The Spanish HIV BioBank: a model of cooperative HIV research. *Retrovirology.* 2009;6:27.
29. Kuper KM, Boles DM, Mohr JF, Wanger A. Antimicrobial susceptibility testing: a primer for clinicians. *Pharmacotherapy.* 2009;29:1326-43.
30. Suhanic W, Crandall I, Pennefather P. An informatics model for guiding assembly of telemicrobiology workstations for malaria collaborative diagnostics using commodity products and open-source software. *Malar J.* 2009;8:164.
31. Rojo MD, Aguiar JM, Cercenado E, De Ory F, De la Rosa M. Recomendaciones para la implantación de la normativa de calidad ISO 15189 en el laboratorio de microbiología clínica: bacteriología y serología. *Enferm Infecc Microbiol Clin.* 2009. Epub ahead of print.
32. Ausina V. El microbiólogo clínico del futuro. *Enferm Infecc Microbiol Clin.* 2003;21 Supl 2:7-8.
33. Barenfanger J. Clinical microbiology laboratories can directly benefit patients. *ASM News.* 2001;67:71-7.