



## **Microbiología clínica: automatización, informatización, robótica y costes**

M. Gobernado, Servicio de Microbiología, Hospital La Fe, Valencia

El diagnóstico microbiológico de las enfermedades infecciosas y su control epidemiológico tiene actualmente unas exigencias derivadas de mucho volumen de trabajo, necesidad de diagnósticos objetivos, rápidos, fiables, seguros y reproducibles, y todo ello ajustando el binomio coste-eficiencia.

Las pruebas que se demandan cada vez son mayores, en cantidad, calidad y diferenciación, lo que hace que los laboratorios se encarezcan en el montante económico total. Por otro lado, es necesaria la especialización en las distintas ramas de la microbiología clínica: bacteriología, micología, serología, parasitología, micobacteriología, virología, biología molecular, epidemiología microbiana, quimioterapia y otras. Esto lleva consigo una nueva organización, con más personal y mayor especialización del mismo, junto con una dependencia tecnológica importante.

El proceso del diagnóstico microbiológico es secuencial. Comienza por un problema clínico o de control epidemiológico, que hace necesario la demanda de una o varias pruebas, toma y transporte adecuados de las muestras a investigar, con los datos demográficos y clínicos pertinentes inscritos en un volante de petición, recepción en el laboratorio, procesamiento, análisis e interpretación de los resultados, y un informe final que una vez recibido en el punto de origen ayuda a tomar decisiones clínico-epidemiológicas y adecuación de tratamientos antimicrobianos.

Las peticiones deben ser claras y concretas, con datos adecuados del enfermo y su proceso infeccioso, en el momento oportuno, con criterio médico, y valorando, a ser posible, los gastos de la prueba.

El informe del laboratorio, a su vez, tiene que ser rápido, claro, objetivo, fiable, que ayude y no confunda, con pensamiento clínico y eficaz. Cuanto más rápido es el informe, aunque sea provisional, mayor es el interés del médico por el mismo; este es máximo en las primeras horas, descendiendo a mínimos a partir de 24-48 horas, para volver a aumentar a partir de las 72 horas, cuando los tratamientos iniciales empíricos han fallado o hay necesidad de completar, por varias causas, datos objetivos en el historial de enfermo. En la medicina de cada día, un diagnóstico microbiológico muy perfeccionista, a veces necesario, no va necesariamente acompañado de rentabilidad clínica, ya que puede confundir al médico, demorar tratamientos o provocar otros innecesarios.

En el pasado año, en nuestro laboratorio, que atiende a un hospital terciario y sofisticado de 1.800 camas y 20 centros de atención primaria, que colabora en programas nacionales de salud, la inversión total aproximada fue de 4.500.000 €, de los cuales el 50 % correspondió a personal, el 37 % a material fungible, y el resto a gastos corrientes y de amortización. Se atendieron a 102.087 enfermos, a los que se practicaron 453.756 determinaciones, con un coste medio por prueba de 9,9 €, oscilando entre 0,5 € la más barata a 250 € la más cara. La distribución en porcentaje de las distintas pruebas solicitadas fue el siguiente: bacteriología general, 32 %, detección de antígenos y anticuerpos (Ac-Ag), 31 %, pruebas de sensibilidad antibacteriana, 15 %, parásitos, 4,6 %, coprocultivos, 4,5 %, hemocultivos, 3,6 %, cultivo de virus, 2,3 %, biología molecular, 2,2 %, hongos, 2,1 %, micobacterias, 2 %, y epidemiología, 0,7 %. Aunque, evidentemente, el gasto por las distintas pruebas fue diferente. Midiéndole por URV (unidades relativas de valor) y considerando el cultivo de orina como 1, este parámetro osciló de 1-9 para las de bacteriología general, 1-14 para la detección de Ac-Ag, 4-9 para las pruebas de sensibilidad, 1-7 para los parásitos, 4-8 para los hemocultivos, 14-26 para los virus, y 17-80 para la biología molecular, por citar algunos ejemplos.

Las bases para ahorrar costes en el diagnóstico se pueden resumir de la siguiente manera: a) médico experto en hacer las peticiones adecuadas y racionales, con sentido clínico, b) hacer pruebas secuenciales tanto a criterio del clínico como del microbiólogo buscando desde lo más probable a lo más inesperado, c) disponer de datos orientadores para el procesado de la

muestra basados en la historia clínico-microbiológica del enfermo, d) personal cualificado y estable en el laboratorio, facultativo y no facultativo, e) optimización de las técnicas y recursos, para lo cual el funcionamiento continuo del laboratorio es importante, f) automatización cuidadosa y crítica de pruebas posibles, y g) control de peticiones de *moda*.

La automatización, muy útil y extendida en los laboratorios generales de análisis clínicos y bioquímica, es difícil en microbiología, por que las muestras son variables e inestables, las peticiones son heterogéneas y con frecuencia inconcretas, hay mucho apoyo, como en anatomía patológica, en los exámenes directos, es diversa y selectiva la elección de los medios de cultivo (dependiendo de la cantidad y calidad de la muestra y de los resultados de los exámenes directos), y la interpretación de muchos de los resultados hay que hacerla en el contexto de los datos del enfermo y su proceso nosológico. Las áreas donde es posible la automatización son: cultivos de muestreo de orinas (sólo el 60 % de los casos), técnicas de enzimoimmunoensayo (65 % de la serología), identificación y antibiograma de bacterias y levaduras, crecimiento de micobacterias, extracción y amplificación de ácidos nucleicos, y parte de la secuenciación de genes, siempre valorando su ventaja sobre las técnicas convencionales. En la decisión de automatizar pruebas hay que valorar si supone ahorro en costes y en personal, lo que no sucede siempre. Por ejemplo, la identificación automatizada de bacterias, sólo en gasto de material fungible, es de  $\approx 7-7,5$  €, mientras que la manual no pasa de  $\approx 0,5-2,5$  €; y las pruebas de sensibilidad de  $\approx 7,5-8$  €, frente a  $\approx 1,5-2,5$  €, respectivamente.

Una pregunta habitual es sí el diagnóstico microbiológico es caro. La respuesta hay que darla en términos relativos. Es rentable en términos de conocer la etiología del proceso infeccioso, adecuar el tratamiento dirigido, racionalizar los empíricos, conocer, controlar y evitar las resistencias microbianas, disminuir la estancia hospitalaria, colaborar a la detección y control de los brotes de infección nosocomial, científicar la medicina y repercutir positivamente en los hábitos de la comunidad.

El futuro de la microbiología aplicada a las infecciones va encaminado a no perder el horizonte médico, con mayor tendencia a la clínica, quien no la tenga, conservar lo bueno actual incorporando los nuevos conocimientos y tecnología, desarrollar líneas de diagnóstico rápido, considerar lo atractivo de los *point of care*, introducir en la medida necesaria y potenciar las técnicas de detección de microorganismos por medio de pruebas de ácidos nucleicos, invertir más en los virus, y ampliar los estudios económicos, adecuados y continuos, de todo el proceso. En todo ello, los sistemas informáticos para la gestión global de los

laboratorios (datos demográficos y clínicos de los enfermos, pruebas, gestión de almacén, análisis de gastos, datos estadísticos, etc.) son imprescindibles.

Por otro lado, el microbiólogo debe saber diagnosticar desde las infecciones más comunes a las más raras y exóticas procedentes de otros países, a las más sofisticadas que ocurren en el huésped cada vez más inmunodeprimido, a los nuevos patógenos emergentes fruto de los cambios que vivimos, e, incluso los microorganismos involucrados en probables problemas de bioterrorismo, así como la detección rápida de brotes y/o endemias, y todas las técnicas necesarias para orientar correctamente los tratamientos, cada vez más difíciles, de las infecciones; es decir, adaptarse a la sociedad y a sus problemas.

Para todo ello, el microbiólogo tendrá que hacer, como ha venido haciendo, un esfuerzo importante y continuo en actualizar conocimientos clínico-epidemiológico- terapéuticos y en desarrollar más técnicas, seguras, -mejor si son rápidas- y objetivas que den el adecuado soporte científico a la patología infecciosa.