

## Bioquimia

Volumen **29**  
Volume

Número **4**  
Number

Octubre-Diciembre **2004**  
October-December

*Artículo:*

### Educación

Contenidos esenciales (*Syllabus*) para la educación de postgrado en ciencias de laboratorio clínico

Derechos reservados, Copyright © 2004:  
Asociación Mexicana de Bioquímica Clínica, AC

Otras secciones de  
este sitio:

- 👉 Índice de este número
- 👉 Más revistas
- 👉 Búsqueda

*Others sections in  
this web site:*

- 👉 *Contents of this number*
- 👉 *More journals*
- 👉 *Search*



Medigraphic.com

# Contenidos esenciales (Syllabus) para la educación de postgrado en ciencias de laboratorio clínico

Saúl López-Silva,\* Adakatia Armenta-Solís,\*\* Berenice Illanes-Aguilar,\*\*  
Marco Antonio Leyva-Vázquez\*\*\*

## RESUMEN

Con los notables cambios que ha experimentado el laboratorio clínico en los últimos años, los programas educativos en el área se han vuelto obsoletos y requieren una revisión que incluya los nuevos conceptos científicos y competencias tecnológicas que demanda el desempeño profesional actual. Debe reconocerse además, que el profesional del laboratorio clínico debe adquirir nuevas capacidades y habilidades para desarrollar sus funciones, en particular el trabajo en el equipo multidisciplinario de salud, la gestión de recursos y la comunicación y el intercambio de ideas. En este artículo presentamos los contenidos centrales que un programa de postgrado en Ciencias de Laboratorio Clínico debe tener, en términos de conocimientos, habilidades, actitudes y experiencias. Esta propuesta pretende facilitar a las universidades e instituciones de educación superior la revisión de sus planes y programas de estudio y mejorar la enseñanza y entrenamiento en las ciencias del laboratorio clínico en México y América Latina.

**Palabras clave:** Educación, química clínica, actualización curricular, planeación educativa.

## ABSTRACT

*Clinical Laboratory is undergoing extremely rapid changes. Educational programs are now becoming obsolete and require the inclusion of new scientific concepts and technological competences for the current professional performance. Furthermore, a clinical chemist must acquire new skills and qualifications for modern tasks of the profession, such as multidisciplinary teamwork with other clinical disciplines, management competence and continuous interchange of ideas. We are presenting here an overview of the core fields in which today's clinical chemists should be able to demonstrate knowledge, skills, attitudes and experience. The proposal presented should facilitate to the Universities the changes needed to be done in their curricula for improving the future teaching and training in clinical chemistry in Mexico and Latin America.*

**Key words:** Education in clinical chemistry, training, educational design.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos 30 años, el laboratorio clínico ha experimentado notables cambios científicos, tecnológicos y culturales; esta evolución ha permitido que ocupe

actualmente un papel estratégico en la prestación de los servicios de salud. Los cambios derivan del rápido desarrollo tecnológico de los sistemas analíticos y de la disponibilidad de nuevos exámenes de laboratorio de alto impacto en las decisiones médicas, en particular en el campo de la infectología, la genética, la oncología, la cardiología, la medicina preventiva, la salud pública, etc.<sup>1-10</sup>

Los progresos en la atención de algunas enfermedades como las infecciosas y parasitarias, las enfermedades cardiovasculares y neurológicas, las de origen genético e inmunológico, los tumores y los trasplantes, empujan hacia un crecimiento explosivo en el número y la variedad de las solicitudes de análisis de laboratorio especialmente en sectores analíticos especializados como virología, inmunología, endocrinología, hemostasia, fármaco-toxicología, biología molecular, etc. A lo anterior se suman otros factores como la transición demográfica y epidemiológica y las transformaciones sociales y culturales que modifican el es-

\* Laboratorio Clínico Universitario, Maestría en Ciencias de Laboratorio Clínico, Universidad Autónoma de Guerrero. Av. Ruiz Cortez s/n, Acapulco, Gro. México.

\*\* Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Guerrero. Av. José Francisco Ruiz Massieu s/n, Acapulco, Gro. México.

\*\*\* Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero. Ciudad Universitaria, Chilpancingo, Gro. México.

### Correspondencia:

Dr. Saúl López Silva  
Malpica 40, Esq. Nelson, Col. Costa Azul, C.P. 39850  
Acapulco, Gro., México. Fax: +52 744 445 83 40  
e-mail: fiatlux@prodigy.net.mx

Recibido: 04-08-2004

Aceptado: 18-10-2004

tilo de vida de la población actual.<sup>11</sup> De manera no menos importante, se presenta la influencia de modelos culturales que colocan a la salud y el cuidado del cuerpo humano como objetivos sensibles de la sociedad del siglo XXI.

Es necesario recordar además, que la relación entre el Sistema Nacional de Salud y el sistema político y económico determinan una influencia cada vez más relevante en la organización y el funcionamiento del laboratorio clínico moderno, el cual se ve presionado para elevar su productividad y reducir sus costos de operación.<sup>12</sup>

Para hacer frente a la creciente importancia del laboratorio clínico en la medicina actual, además de los aspectos tecnológicos y organizativos, se requiere el desarrollo de competencias profesionales especializadas y de alto nivel. Éstas sólo se pueden lograr con una sólida oferta de educación profesional que incluya estudios de postgrado y actualización y educación continua para los operadores de los servicios de laboratorio clínico.

Para las instituciones de educación superior que ofrecen programas de formación profesional en el campo del laboratorio clínico, la actualización curricular representa un problema práctico inmediato. El propósito de este artículo es presentar la experiencia de nuestra institución en la definición de los contenidos temáticos generales que debe incluir la formación de postgrado en laboratorio clínico, en virtud de la situación actual del estado del arte.

## METODOLOGÍA

La propuesta que se presenta es el resultado de un estudio desarrollado entre 1999 y 2000 que incluye la investigación documental y consulta de información científica relacionada con la educación en laboratorio clínico, abordada con una metodología de análisis cualitativo, en las tres más importantes bases de datos electrónicas del área: MEDLINE (274 citas), Biological Abstracts (125 citas) y Science Citation Index (312 citas), utilizando las palabras clave “*clinical chemistry education*” y “*clinical laboratory training*”; la consulta directa a más de 50 expertos y líderes de opinión tanto en el campo de la formación profesional universitaria como en el del ejercicio del laboratorio clínico; el envío de un cuestionario a colegas de 20 países de Europa, América y Oceanía, acerca de la estructura y contenidos de la educación de postgrado en sus sistemas educativos, del cual se recibieron 25 respuestas; la valoración de la información ofrecida en Internet por diversas instituciones universitarias, so-

ciedades científicas, asociaciones profesionales y agencias gubernamentales.

## EL CAMPO DE ESTUDIO DE LAS CIENCIAS DE LABORATORIO CLÍNICO

Acotar el campo de estudio y los alcances de las Ciencias de Laboratorio Clínico, ha sido una tarea históricamente compleja.<sup>13,14</sup> Tradicionalmente, la química clínica es considerada la disciplina científica que dio origen a lo que hoy conocemos como laboratorio clínico. Los orígenes de la química clínica se encuentran en el desarrollo y aplicación de los métodos de la química analítica a la medicina, que siguieron al choque científico y filosófico que caracterizó la época del renacimiento.

Para Buttner y otros autores,<sup>15-17</sup> la química clínica nace como consecuencia de la evolución de 4 conceptos clave: a) el concepto de que los procesos que determinan la vida son de naturaleza química; b) el concepto de que ciertos procesos químicos son la causa de la enfermedad; c) el concepto de que los fenómenos químicos se manifiestan como “señales clínicas” del enfermo que pueden ser usadas para diagnosticar o para tratar la enfermedad y d) el nacimiento de la “clínica” a fines del siglo XVIII.

En los últimos años del siglo XX, el cambio de la denominación de la Federación Internacional de Química Clínica (*International Federation of Clinical Chemistry*) por *International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine* generó una polémica en torno al nombre más apropiado para nuestra disciplina científica. El término de química clínica, parecía insuficiente para denominar un campo profesional tan diverso y cambiante. De esta manera y a propuesta de Fuentes Arderiu,<sup>14</sup> lo que en el idioma inglés se conoce como *Laboratory Medicine*, en castellano se denomina como Ciencias de Laboratorio Clínico.

Recientemente a las ciencias de laboratorio clínico se les ha definido como “la rama de las ciencias de la salud que, mediante las técnicas de la química y de la biología, estudia *in vitro* las propiedades biológicas cuyo valor es útil para la prevención, diagnóstico, pronóstico y control del tratamiento de las enfermedades”.<sup>18</sup> En esta definición las propiedades biológicas están relacionadas con diversos componentes —moléculas, células, microorganismos— que se hallan o se pueden encontrar en los diversos sistemas del cuerpo humano.

En el cuerpo doctrinal de las ciencias de laboratorio clínico, se entrelazan las ciencias químicas y biológicas con las ciencias médicas, con los consecuentes

problemas conceptuales, culturales, semánticos y operativos. En esta óptica, la formación de los profesionales del laboratorio clínico debe proporcionar los conocimientos necesarios para la comprensión de los mecanismos fisiopatogénicos de la enfermedad, además de las bases conceptuales y metodologías para la apropiada ejecución de las investigaciones analíticas y su correcta utilización en la prevención, diagnóstico y tratamiento del individuo. En el proceso formativo debe existir una estrecha correlación entre las bases científicas y la preparación teórica con la necesidad de adquirir una autonomía profesional, operativa y de toma de decisiones.<sup>19-29</sup>

En el mundo, la profesión del laboratorio clínico se encuentra en un escenario complejo, tanto desde el punto de vista de la denominación de la disciplina (*Cuadro I*) como de la formación académica de base de quienes la ejercitamos.<sup>30</sup> Una exploración ilustrativa de este fenómeno en Europa, se deriva de la composición profesional de las sociedades científicas del área en 31 países. En este estudio,<sup>31</sup> de 30,504 asociados en dichas sociedades, 40.1% habían estudiado medicina, 27.2% química o bioquímica, 21.1% farmacia y 12.5% habían estudiado alguna otra carrera o eran técnicos. En Latinoamérica, los profesionales del laboratorio clínico provienen de diversas orientaciones formativas a nivel de licenciatura (pregrado). En Argentina, son bioquímicos, en Venezuela son bioanalistas, en México

y otros países son químicos con formación farmacéutica, bioquímica, biológica, bacteriológica, etc. Por lo general estas carreras profesionales derivan de ordenamientos curriculares desarrollados para formar cuadros profesionales multivalentes. Ello implica que el laboratorio clínico es un campo profesional entre otros, como lo son los laboratorios de análisis físico-químico de aguas, laboratorios de control sanitario de bebidas y alimentos, laboratorios de análisis de suelos, laboratorios de la industria farmacéutica y cosmética. Como consecuencia, la formación que han recibido los profesionales en activo es tan diversa como desigual.

La pregunta entonces es, ¿cómo armonizar la formación profesional de alto nivel para el laboratorio clínico? En Alemania, por ejemplo, inicialmente se propuso la doble carrera profesional de químico y médico como alternativa lógica.<sup>31,32</sup> Otros sistemas universitarios han generado alternativas diversas, que coinciden en la necesidad de desarrollar una calificación a nivel de postgrado, específica y especializada para el profesional del laboratorio clínico.<sup>33-61</sup>

Todos comparten la premisa de lograr una calificación profesional centrada en la capacidad de conducir con éxito el servicio de laboratorio clínico y gestionarlo con eficiencia y eficacia.<sup>62-79</sup> Actualmente, está plenamente aceptado que se deben reforzar los aspectos cognoscitivos relativos a las diversas metodologías analíticas actuales y potenciales,<sup>80</sup> la valoración sistemática y el uso clínico de las pruebas de laboratorio,<sup>80-84</sup> además de la administración,<sup>85,86</sup> el manejo del personal,<sup>87</sup> los sistemas informáticos<sup>88,89</sup> y los aspectos económicos de la operación del laboratorio.<sup>90</sup>

**Cuadro I.** Denominación de la profesión en diversos países del mundo.

País	Denominación común de la profesión
Alemania	Klinische Chemie
Argentina	Bioquímica Clínica
Austria	Klinische Chemie
Bélgica	Biologie Clinique/Klinische Biologie
Canadá	Clinical Chemistry/Clinical Pathology
Dinamarca	Klinisk Biokemi
Estados Unidos	Clinical Chemistry/Clinical Pathology
España	Bioquímica Clínica/Química Clínica
Finlandia	Klininen (Bio)Kemia
Francia	Biologie Clinique
Grecia	Klinikè Chimeia
Holanda	Klinische Chemie
Irlanda	Clinical Biochemistry
Italia	Biochimica Clinica, Patologia Clinica
Luxemburgo	Biologie Clinique/Biochemie
México	Análisis Clínicos
Portugal	Química Clínica
Reino Unido	Clinical biochemistry / clinical chemistry / chemical pathology
Suecia	Klinisk Kemi
Venezuela	Bioanálisis

## EL CONCEPTO DE SYLLABUS

En la búsqueda de estos mecanismos de armonización de la formación profesional para el laboratorio clínico, desde 1990 la organización que agrupa las sociedades científicas relacionadas con el laboratorio clínico en Europa, *The European Communities Clinical Chemistry Committee* o EC4, propuso el desarrollo de un ordenamiento internacional para la formación, el reconocimiento y el intercambio de profesionales en la comunidad europea.<sup>91</sup> Este instrumento es el "*European syllabus for postgraduate training in clinical chemistry*".<sup>92</sup> Ulteriormente, el EC4 ha promovido la implementación del Registro Europeo de Químicos Clínicos denominado "*European Register for Clinical Chemists*".<sup>93,94</sup> Estas dos iniciativas complementarias han facilitado la armonización de los *curricula* formativos en los diversos países de la Unión Europea donde se han adoptado.<sup>95</sup>

El concepto de *syllabus* no es nuevo en el ámbito de la planeación educativa. *Syllabus* es una palabra de origen latino que se usa para denominar el contenido de los elementos centrales de un programa formativo o de estudios. Una acepción que más específicamente se refiere a los contenidos de un curso o programa que conducen a una evaluación o examen.

De ahí que nuestra propuesta, en torno a cuáles son los elementos de conocimiento científico y competencia profesional que debe incluir la formación profesional especializada en el laboratorio clínico se presente con la figura de un *syllabus*.

Este *syllabus*, desarrollado en el contexto de la realidad y la problemática latinoamericana, debe enten-

**Cuadro II.** Contenidos del *Syllabus* por eje curricular.

*Syllabus* para la Educación de Postgrado en Ciencias de Laboratorio Clínico

I) Eje científico-conceptual:

Actualización de los Conceptos de base de:

- Biología celular
- Biología molecular y Genética
- Bioquímica
- Fisiología y Patología humana
- Inmunología e Inmunoquímica

Análisis químico clínico:

- Técnicas separativas (centrifugación, separaciones electroforéticas, cromatografía de líquidos y gases, etc.).
- Métodos fotométricos (fotometría, turbidimetría, reflectometría, nefelometría, fluorimetría, espectrofotometría de absorción atómica).
- Métodos físicos (Espectroscopia FT-IR\*, espectroscopia de masas, etc.).
- Métodos electroquímicos (electrodo ión selectivo, potenciometría, amperometría, etc.).
- Métodos inmunoquímicos (sistemas heterogéneos y homogéneos).
- Métodos de análisis del ADN (hibridación, PCR†, RT-PCR‡, LCR§, RFLP¶, secuenciación de ácidos nucleicos, etc.).
- Métodos de análisis microscópico.
- Métodos de cuenta de partículas y células (citometría, citofluorimetría, sorting celular).
- Principios tecnológicos de la instrumentación analítica.
- Automatización y procesamiento electrónico de datos.

II) Eje metodológico y de gestión:

Indicaciones clínicas para la solicitud de análisis de laboratorio

- En estudios epidemiológicos/medicina preventiva.
- En el diagnóstico por enfermedad.
- En el diagnóstico por órgano.
- En la monitorización de las funciones vitales.
- En la monitorización de la respuesta a la terapia.
- En la detección de las drogas de abuso.

Factores que afectan la recolección y el almacenamiento de las muestras biológicas:

- Solicitud de los exámenes de laboratorio.
- Factores que dependen del paciente.
- Factores que dependen del laboratorio.

Evaluación sistemática de los métodos de análisis:

- Precisión, exactitud, linealidad, límite de detección.

- Métodos de referencia y comparación de métodos analíticos.
- Interferencia analítica y factores influyentes.

Evaluación del uso clínico de los resultados analíticos:

- Variabilidad biológica e intervalos de referencia.
- Sensibilidad y especificidad diagnósticas, valor predictivo, curva ROC.
- Plausibilidad del resultado
- Evaluación longitudinal de la enfermedad y monitoreo de la terapia.
- Uso de algoritmos diagnósticos.
- Aplicación de los resultados de laboratorio a la reformulación de la hipótesis diagnóstica.
- Diseño de perfiles bioquímicos.
- Selección y adopción de nuevos exámenes de laboratorio.

Administración de laboratorios y mejoramiento continuo de la calidad:

- Organización y administración de recursos (planeación financiera, análisis de costo-beneficio, etc.).
- Regulación legal y ética del trabajo de laboratorio.
- Seguridad e higiene.
- Aseguramiento de la calidad (control interno y evaluación externa de la calidad).
- Certificación del laboratorio (definición de la política de calidad, elaboración del manual de la calidad, auditorías internas y externas).
- Educación y entrenamiento del personal de laboratorio y actualización de los usuarios clínicos.

Entrenamiento clínico:

- Semiótica básica.
- Integración a la ronda clínica.
- Participación en la sesión clínica del hospital.

III) Eje de investigación y desarrollo de tesis:

- Desarrollo y adaptación de métodos y técnicas analíticas (especialmente en las áreas emergentes y para afrontar las necesidades clínicas).
- Evaluación de métodos e instrumentos analíticos.
- Planeación y desarrollo de proyectos de investigación clínica basados en datos de laboratorio.
- Análisis, documentación, simplificación y presentación de los resultados de investigación.
- Publicación de los resultados de la investigación.

\*FT-IR = *Fourrier Transform-Infrared* (Infrarrojo con Transformada de Fourier), †PCR = *Polymerase Chain Reaction* (Reacción en cadena de la polimerasa), ‡RT-PCR = *Reverse Transcriptase-PCR* (PCR-Transcriptasa reversa), §LCR = *Locus Control Region* (Región control de locus), ¶RFLP = *Restriction Fragment Length Polymorphism* (Polimorfismo en la longitud de los fragmentos de restricción).

derse como un instrumento de planeación para el proceso de enseñanza – aprendizaje, tanto del punto de vista de las actividades docentes como desde la perspectiva del autoaprendizaje que el alumno deberá desarrollar. La estructura del *syllabus* se divide en tres ejes curriculares: un eje científico-conceptual, que representa los “saberes” que el individuo en formación debe incorporar a su bagaje cultural; el eje metodológico y de gestión, que representa el “saber hacer” que debe desarrollar como habilidades; y el eje de investigación y desarrollo de tesis, que implica las nuevas actitudes vinculadas al “saber ser”. El *syllabus* comprende los contenidos descritos en el *cuadro II*.

## CONCLUSIONES

En el mundo, el laboratorio clínico está sujeto a una verdadera revolución tecnológica y cultural. Una revolución que además está destinada a influir progresivamente en la medicina y en la organización sanitaria de los países. En este sentido los profesionales del laboratorio clínico tienen la responsabilidad de conducir los grandes cambios científicos y tecnológicos en beneficio de los servicios que brindan a sus usuarios.

El elemento estratégico en estos cambios será la formación de los recursos humanos que serán los actores del proceso. Este *syllabus* para la educación de postgrado en ciencias de laboratorio clínico pretende facilitar a las universidades e instituciones de educación superior, la revisión de sus planes y programas de estudio y mejorar la enseñanza y entrenamiento en esta disciplina.

Los profesionales con alto nivel de especialización que pueden formarse con el *syllabus* que presentamos deberán convertirse en inductores del cambio cultural que el moderno laboratorio clínico requiere.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen las opiniones, comentarios y consejos de los siguientes expertos y líderes de opinión consultados para el desarrollo del *syllabus*: Amadeo Pesce (EUA), Bernard Gouget (Francia), Carlo Franzini (Italia), David Williams (Reino Unido), Dubravka Juretic (Croacia), José Ma. Queraltó (España), Ferruccio Ceriotti (Italia), Gerard Sanders (Holanda), Guido Tettamanti (Italia), Ian Wilkinson (Canadá), Lawrence Kaplan (EUA), Lorenzo Principe (Italia), Marek Dominiczak (Reino Unido), María Luisa Castillo (México), Matthew McQueen (Canadá), Maurizio Ferrari (Italia) Michelangelo Murone (Italia), Nilda Fink (Argentina), Paolo Brambilla (Ita-

lia), Paolo Mocarelli (Italia), Pedro Salgado Sales (México), Pierangelo Bonini (Italia), René Dybkaer (Dinamarca), Rosa Isabel Sierra Amor (México), Stella Raymondo (Uruguay), Wim Huisman (Holanda) y Xavier Fuentes-Arderiu (España).

## REFERENCIAS

1. Athena Society. The future of clinical chemistry and its role in health care; a report of the Athena Society. *Clin Chem* 1996; 42: 96-101.
2. Bruns DE. The Journal's new look and the changing practice of Clinical Chemistry. *Clin Chem* 1996; 42: 5.
3. Burritt MF. The profession in an uncertain environment. *Clin Chem* 1996; 42: 6.
4. Guder WG. Challenges for the future of clinical chemistry and laboratory medicine in Europe. *Scand J Clin Lab Invest* 1995; 55(Suppl 223): article 5.
5. McQueen MJ. Will physicians and scientists have any role in managing laboratory resources in the year 2000? *Eur J Clin Chem Clin Biochem* 1996; 34: 867-871.
6. McQueen MJ. Evolution or revolution in clinical chemistry. *Clin Chem Lab Med* 1999; 37: 89-90.
7. Wilding P. The changing role of the clinical laboratory scientist: Coming out of the basement. *Clin Chem* 1995; 41: 1211-1214.
8. Wilding P. The changing face of the clinical laboratory. *Clin Chem* 1996; 42: 1899-1900.
9. Williamson R. Does clinical chemistry have a future? *Clin Chem Lab Med* 1998; 36: 509-510.
10. Burke MD. The future of clinical pathology. Arbiter of quality and gatekeeper of laboratory resources. *Am J Clin Pathol* 1995; 103: 121-122.
11. Heuck C. WHO's laboratory programme. *World Health Forum* 1998; 19: 68-70.
12. Iglehart JK. The American health care system: expenditures. *N Engl J Med* 1999; 340: 70-76.
13. Buttner J. Finding the right name for our field of activity. *Eur J Clin Chem Clin Biochem* 1996; 34: 663.
14. Fuentes-Arderiu X. Searching for an international name for an old discipline. *Eur J Clin Chem Clin Biochem* 1996; 34: 661.
15. Buttner J. Clinical Chemistry as scientific discipline: historical perspectives. *Clin Chim Acta* 1994; 232: 1-9.
16. Buttner J. The origin of clinical laboratories. *Eur J Clin Chem Clin Biochem* 1992; 30: 585-593.
17. Federspil G. Le origini concettuali della chimica clinica ed i rapporti fra la chimica clinica e le altre discipline mediche. *Giorn It Chim Clin* 1991; 16: 75-83.
18. Fuentes-Arderiu X. *Codex del laboratorio clínico*. Madrid: Elsevier, 2003.
19. Plebani M. The clinical importance of laboratory reasoning. *Clin Chim Acta* 1999; 280: 35-45.
20. Waise A. Clinical audit and the contribution of the laboratory to clinical outcome. *Clin Chim Acta* 1999; 280: 47-57.
21. Acosta-Segura MM. La formación permanente de los profesionales del laboratorio clínico en el escenario de la globalización. *Bioquímica* 1997; 22: 766-769.
22. Allen LC, Bunting PS. Postdoctoral training in clinical chemistry: laboratory training aspects. *Clin Biochem* 1995; 28: 481-497.
23. Lundberg GD. How clinicians should use the diagnostic laboratory in a changing medical world. *Clin Chim Acta* 1999; 280: 3-11.

24. Egidijs H. *Medical Education: directions of development*. Presented in the Conference "Networking in teaching and training of Laboratory Medicine". November 1997, Turku, Finland.
25. McDonald JM. Clinical laboratory scientist training-a need for reform. *Clin Chem* 1995; 41: 817-818.
26. Parboosingh J. Revalidation for doctors. *BMJ* 1998; 317: 1094-1095.
27. Skootsky SA, Oye RK. The changing relationship between clinicians and the laboratory medicine specialist in the managed care era. *Am J Clin Pathol* 1993; 99(Suppl 1): 7-11.
28. International Federation of Clinical Chemistry. Strategic Plan 1996-2000. *Int Fed Clin Chem*.
29. Spandrio L. Chimica clinica, biochimica clinica e figure professionali del laboratorio. *Giorn It Chim Clin* 1991; 16: 95-105.
30. Guder WG, Buttner J. Clinical chemistry in laboratory medicine in Europe-past, present and future challenges. *Eur J Clin Chem Clin Biochem* 1997; 35: 487-494.
31. Buttner J. Clinical Chemistry: a professional field for physicians and natural scientists in Europe. *Eur J Clin Chem Clin Biochem* 1991; 29(1): 3-12.
32. Delbrück AF. Education in clinical chemistry in Germany. *Clin Chim Acta* 1994; 232: 109-117.
33. Burlina A. The impact of clinical biochemistry on the pre-doctoral medical curriculum: an Italian viewpoint. *Clin Chim Acta* 1994; 232: 23-31.
34. Cho HI. The status and future of clinical pathology in Korea. *Rinsho Byori* 1998; 46: 699-705.
35. Dieijen-Visser MP van, Brombacher PJ, Sanders GTB. Developments and changes in clinical chemistry in the Netherlands. *Ann Clin Biochem* 1991; 28: 1-4.
36. Juretic D, Zanic-Grubisic T. Current system of undergraduate and postgraduate education in clinical chemistry in Croatia. *Clin Chem Lab Med* 1999; 37: 77-82.
37. Kanno T. Education in clinical chemistry in Japan. *Clin Chim Acta* 1994; 232: 159-166.
38. Masseyeff RF, Dreux C, Goussault Y. The impact of clinical biochemistry on university education in France. *Clin Chim Acta* 1994; 232: 143-152.
39. Mocarelli P. Training and continuous education of clinical laboratory technologists and technicians. *Clin Chim Acta* 1994; 232: 11-21.
40. Morozova VT, Dolgov VV, Malakhov VN. Training of clinical laboratory professionals in Russia. *Clin Chim Acta* 1994; 232: 167-171.
41. Müller MM. Education in clinical chemistry and laboratory sciences in Austria. *Clin Chim Acta* 1994; 232: 119-123.
42. Murphy MJ, Paterson JR, Neithercut WD. On-call duties in chemical pathology: a survey of junior medical staff in the UK. *Ann Clin Biochem* 1994; 31(pt 2): 184-187.
43. Naskalski JW, Palicka V. Teaching clinical chemistry in Central European countries-past and present. *Clin Chim Acta* 1994; 232: 125-132.
44. O'Leary TD, Guerin MD. Education and clinical biochemistry in Australia. *Clin Chim Acta* 1994; 232: 47-51.
45. Price CP, Dryburgh FJ, Elder GH. Training and education in clinical biochemistry in the United Kingdom. *Clin Chim Acta* 1994; 232: 85-96.
46. Queraltó JM. Clinical biochemistry education in Spain. *Clin Chim Acta* 1994; 232: 153-157.
47. Rai SK. Status and future of clinical pathology in Nepal. *Rinsho Byori* 1998; 46: 706-712.
48. Salvatore F, Sacchetti L. Problems and perspectives of clinical biochemistry training, and the example of Italy. *Clin Chim Acta* 1996; 245: 113-124.
49. Sanders GTB, Brombacher PJ. Clinical biochemistry training in the Netherlands. *Clin Chim Acta* 1994; 232: 133-141.
50. Bunting PS, Goldberg DM. Education in clinical biochemistry: the Canadian scene. *Clin Chim Acta* 1994; 232: 63-84.
51. *Commission on Accreditation in Clinical Chemistry (CommACC)*. Graduate and postdoctoral training programs in clinical chemistry. AACC, Washington, DC., 1997.
52. Conn RB. Continuing clinical chemistry education in the United States. *Clin Chim Acta* 1994; 232: 47-51.
53. Dumas BT. The evolution of clinical chemistry as reflected in textbooks published in the United States. *Clin Chem* 1998; 44: 2231-2233.
54. Goldberg-Kahn B, Sims KL, Darcy TP. Survey of management training in United States and Canadian pathology residency programs. *Am J Clin Pathol* 1997; 108: 96-100.
55. Graylyn Conference Report. Recommendation for reform of clinical pathology residency training. Conjoint task force of clinical pathology residency training writing committee. *Am J Clin Pathol* 1995; 103: 127-129.
56. Morse EE, Pisciotto PT, Hopfer SM, Makowski G, Ryan RW, Aslanzadeh J. Outcomes assessment of a residency program in laboratory medicine. *Ann Clin Lab Sci* 1997; 27: 428-433.
57. Roethel DAH. Some historical perspectives on AACC. *Clin Chem* 1997; 43: 1232-1235.
58. Schwartz MK. Post-doctoral training of the non-physician doctoral scientist. *Clin Chim Acta* 1994; 232: 33-37.
59. Scott MG, Sacks DB. Current status of US programs for training clinical laboratory scientists and anticipated impact of health care performed. *Clin Chem* 1995; 41: 934-941.
60. Tetrault GA, Gruemer HD. Clinical chemistry education in the United States. *Clin Chim Acta* 1994; 232: 53-61.
61. Wu AHB, Bermes EW. Report of the third conference on education in clinical chemistry. *Clin Chem* 1997; 43: 167-173.
62. Boisvert WH, Shaikh AH. Laboratory cross training needs assessment. *Clin Lab Sci* 1998; 11: 174-177.
63. Brugnara C, Fenton T, Winkelman JW. Management training for pathology residents. I. Results of a national survey. *Am J Clin Pathol* 1994; 101: 559-563.
64. Burke MD. Laboratory medicine training for clinical house officers-The role of clinical pathology. *Arch Pathol Lab Med* 1995; 119: 399-400.
65. Campbell JK, Johnson C. Trend spotting: fashions in medical education. *BMJ* 1999; 318: 1272-1275.
66. AACC Task Force. AACC task force on the changing practice environment. The changing environment for the practice of clinical chemistry. *Clin Chem* 1996; 42: 91-95.
67. Dominiczak MH. Teaching and training laboratory professionals for the 21 st century. *Clin Chem Lab Med* 1998; 36:133-136.
68. Dominiczak MH. Laboratory medicine: The need for a broader view the "Multiple Bundle" model of clinical laboratory function. *Clin Chem Lab Med* 1999; 37: 97-100.
69. Dybkaer R. Clinical laboratory work-Concepts and terms. *Eur J Clin Chem Clin Biochem* 1997; 35: 495-499.
70. Farnsworth JR, Weiss RL. A mentor-based laboratory management elective for residents. *Am J Clin Pathol* 1999; 111: 156-160.
71. Griffiths EB, Pechet L, Snyder M. A laboratory rotation for medical house officers. Bridging the gap. *Arch Pathol Lab Med* 1995; 119: 480-482.
72. Kotlarz VR. Tracing our roots: the broadening horizons of clinical laboratory practice. *Clin Lab Sci* 1998; 11: 339-345.
73. Rock RC. Teaching and training of clinical biochemists: subspecialization. *Clin Chim Acta* 1994; 232: 39-45.

74. Rinta-Kanto J. *Education, training and research in the information society*. A national strategy. Presented in the Conference "Networking in teaching and training of Laboratory Medicine". November 1997, Turku, Finland.
75. Skeff KM, Mutha S. Role Models-Guiding the future of medicine. *N Engl J Med* 1998; 339: 2015-2017.
76. Van Lente F. Methodology and subspecialty consolidation in the clinical laboratory. *Clin Chem* 1997; 43: 11-12.
77. Workforce plan for clinical scientists in clinical biochemistry. *ACB NEWS* 20.1.1998.
78. Jansen RTP, Blaton V, Burnett D, Queraltó, Huisman W. Quality and accreditation systems in clinical biochemistry in the European Union. *Eur J Clin Chem Clin Biochem* 1995; 33: 393-398.
79. Büttner J. Good laboratory practice: the medical aspects. *Eur J Clin Chem Clin Biochem* 1997; 35: 251-256.
80. Burtis CA. Converging technologies and their impact on the clinical laboratory. *Clin Chem* 1996; 42: 1735-1749.
81. Büttner J. The need for accuracy in laboratory medicine. *Eur J Clin Chem Clin Biochem* 1995; 33: 981-988.
82. Laposata M. What many of us are doing or should be doing in clinical pathology-a list of the activities of the pathologists in the clinical laboratory. *Am J Clin Pathol* 1996; 106: 571-573.
83. Lyon AW, Greenway DC, Hindmarsh JT. A strategy to promote rational clinical chemistry test utilization. *Am J Clin Pathol* 1995; 103: 718-724.
84. Maclin E, Mahoney WC. Point-of-care-testing technology. *J Clin Ligand Assay* 1995; 18: 21-33.
85. McDonald JM, Smith JA. Value added laboratory medicine in an era of managed care. *Clin Chem* 1995; 41: 1256-1262.
86. Winkelman JW, Fenton T, Brugnara C. Management training for pathology residents. II. Experience with a focused curriculum. *Am J Clin Pathol* 1994; 101: 564-568.
87. A model for determining minimum senior staffing in departments of clinical biochemistry-chemical pathology. *ACB NEWS* 20.1.1997.
88. Buffone GJ, Beck JR. Informatics. A subspecialty in pathology. *Am J Clin Pathol* 1993; 100: 75-81.
89. Zinder O. New directions in laboratory-clinician communications. *Clin Chim Acta* 1998; 278: 83-94.
90. Pardue HL. Systematic top-down approach to clinical chemistry. *Clin Chim Acta* 1994; 225: S13-S32.
91. Brombacher PJ, Breuer J, Sanders GT. Clinical Chemistry in the European Community. Development of International Regulations on Education, Recognition and Free Exchange of Professionals. *J Clin Chem Clin Biochem* 1990; 28: 189-191.
92. Sanders GTB, Kelly AM, Breuer J, Mocarelli P. The role of European Communities Confederation of Clinical Chemistry (EC4) in the harmonization of Clinical Chemistry in the European Union. *Eur J Clin Chem Clin Biochem* 1995; 33: 947-948.
93. Sanders GT, Kelly AM, Breuer J, Kohse KP, Mocarelli P, Sachs C. The European Register for Clinical Chemists. *Eur J Clin Chem Clin Biochem* 1997; 35: 795-796.
94. Sanders GT, Kelly AM, Breuer J, Kohse KP, Mocarelli P, Sachs C. European Communities Confederation of Clinical Chemistry Guide to the EC4 Register: European for Clinical Chemist. *Eur J Clin Chem Clin Biochem* 1997; 35: 797-803.
95. Sanders GT, Jansen RT, Beastall G, Gurr E, Kenny D, Kohse KP, Zerah S. Recent activities of EC4 in the harmonization of clinical chemistry in the European Union. *Clin Chem Lab Med* 1999; 37: 477-480.

