

Ingeniería Clínica: introducción, percepción y práctica en el área metropolitana de Medellín

Clinical Engineering: introduction, perception and practice
in the metropolitan area of Medellin

CARLOS RUIZ IBÁÑEZ¹, JESÚS MARÍA SOTO²

Forma de citar: Ruiz C, Soto J. Ingeniería clínica: Introducción, percepción y práctica en el área metropolitana de Medellín.
Rev CES Med 2006; 20(1):35-48

RESUMEN

Este artículo presenta los resultados de un estudio realizado a 49 Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud (IPS) del área metropolitana del Valle de Aburrá que cuentan con un considerado número de servicios de media y alta complejidad, avaladas por la Dirección Seccional de Salud de Antioquia. Los resultados obtenidos se enfocan a percibir el nivel de conocimiento sobre el área de la Ingeniería Clínica, identificar el desarrollo de sus tareas típicas, el grado de conformidad de la labor realizada, la oportunidad de empleo, el nivel de interés para el desarrollo de estudios en el área, el programa académico preferido, la modalidad de enseñanza, el tiempo de dedicación presencial y actitudes que mejoren el perfil profesional de un ingeniero clínico. Este documento es un extracto del trabajo de grado "Estudio descriptivo de la Ingeniería Clínica para proponer un plan de estudios para la especialización en Ingeniería Clínica". En particular se evalúa la práctica, percepción y oportunidad de desempeño de la Ingeniería Clínica entre los administradores, técnicos e ingenieros hospitalarios de las IPS. Se concluye principalmente que, la percepción sobre la aplicación y desarrollo académico de la Ingeniería Clínica es viable y sería aceptada como un programa educativo de postgrado, el cual será una base apropiada para el desarrollo adecuado de la gestión tecnológica. Esto es confirmado tanto por los administradores hospitalarios como los actuales profesionales encargados de la gestión tecnológica dentro de las IPS.

¹ Especialista en Ingeniería Clínica. EIA – CES. E-mail: carlruiz07@hotmail.com

² MD. Especialista en Ingeniería Biomédica. Director del programa de Ingeniería Biomédica del convenio EIA- CES

Recibido: 19 diciembre / 2005. Revisado: 16 febrero / 2006. Aceptado: 16 marzo/2006

PALABRAS CLAVE

Ingeniería clínica

Gestión tecnológica

IPS área metropolitana del Valle de Aburrá

ABSTRACT

This article presents the results of a study made to 49 Institutions of Health Services (IPS) of the Valle de Aburrá area that count with an important number of services of medium and high complexity, guaranteed by the Health Section of Antioquia. The obtained results focus to perceive the knowledge level on the area of Clinical Engineering, to identify the development of their typical tasks, the degree of conformity of the made work, the job opportunity, the level of interest for the development of studies in the area, the favorite academic program, the modality of education, the time of dedication presence and attitudes that improve the professional profile of a clinical engineer. This is an extract of the undergraduate thesis «Descriptive Study of Clinical Engineering to propose a curriculum for the specialization in Clinical Engineering». In particular, it assesses the practice, perception and performance opportunity of Clinical Engineering between the administrators, technicians and hospital engineers of IPS. This study concludes that the perception on the application and academic development of Clinical Engineering is viable and it will be accepted as an educative graduated program, which will be a base for the suitable development of the technological management. This is confirmed by the hospital administrators as the present professionals in charge of the technological management within the IPS.

KEY WORDS

Clinical engineering

Technology management

IPS at Valle of Aburra Area

INTRODUCCIÓN

La dependencia de los servicios de salud en la tecnología biomédica ha sido una constante que ha crecido profundamente en las últimas décadas y se refleja actualmente con el desarrollo de la Ingeniería Clínica. Una disciplina que siendo una rama de la Ingeniería Biomédica posee un objetivo común que se manifiesta en el desarrollo de soluciones a problemas en el área de la Medicina y la Biología. Específicamente el ingeniero clínico es el profesional que aplica conocimiento ingeniero y administrativo para el desarrollo de una gestión tecnológica y que tiene como funciones principales la administración, adquisición, manejo de seguridad y capacitación de la tecnología biomédica dentro del ambiente hospitalario. Así, como el asesoramiento en la construcción de instalaciones físicas hospitalarias especiales. (1-4)

En sus inicios, en la década de los setentas, la Ingeniería Clínica (IC) se basaba en el trabajo realizado por ingenieros dentro del ambiente hospitalario y su interacción con la tecnología biomédica, enfocándose en el diseño, modificación, adquisición y capacitación tecnológica. Exactamente en el año de 1970 empieza un proceso de cambio para la Ingeniería Clínica al publicarse un artículo en donde se afirmaba que durante ese año, 1200 estadounidenses habían sufrido choques eléctricos mientras se les practicaban procedimientos clínicos. Esta información motivó el desarrollo de legislación correspondiente a la seguridad del equipamiento biomédico por parte del gobierno norteamericano y fue impulsada por el Emergency Care Research Institute (ECRI). Se brindó así la oportunidad para que los ingenieros clínicos ejecutaran procesos enfocados al cumplimiento de estándares de seguridad eléctrica, desarrollo del mantenimiento y administración eficiente de la tecnología biomédica con el fin de mejorar las actividades clínicas. Por consiguiente los años setentas presenciaron la creciente necesidad de los ingenieros clínicos (término otorgado por el Dr. César Cáceres en 1974) y la creación de departamentos internos de Ingeniería Clínica entre los hospitales grandes e intermedios. (5-7)

En las décadas posteriores, ochentas y principios de los noventas, las labores del ingeniero clínico se enfocaron principalmente a la administración de la tecnología biomédica, dejando a un lado los procesos de adquisición y asesoramiento en la construcción de instalaciones físicas hospitalarias. Ésto, originado por los cambios realizados por el sistema de salud norteamericano, que buscaba reducir los altos gastos en adquisición tecnológica y cumplir con la legislación, condujo a un fuerte retroceso en la demanda de ingenieros clínicos, afectando la continuidad de algunos programas académicos y generando preocupación en torno al desarrollo de la profesión en el futuro. Pero con la llegada del nuevo milenio, diferentes instituciones empezaron a preocuparse por el supuesto efecto que el Y2K podría ejercer en la tecnología biomédica existente, motivando una extensa y rigurosa revisión de los equipos y sistemas biomédicos obsoletos que habían sido retenidos por antiguas políticas. Esta preocupación y por consiguiente, las actividades para minimizarla, originaron un nuevo auge para la Ingeniería Clínica, debido al papel importante de sus profesionales en el desarrollo de reemplazos e integración de nuevos sistemas biomédicos, de igual manera soportado por cambios económicos y políticos alrededor de la salud en los Estados Unidos y expandiéndose a gran cantidad de países, tanto desarrollados, como en vía de desarrollo. (5-6)

Para entender mejor el rol actual del ingeniero clínico dentro del ambiente hospitalario, a continuación se describen sus tareas específicas, definidas por diversas instituciones y universidades internacionales, entre las que se destacan el American College of Clinical Engineering (ACCE), entre otras: (8-21)

Administración. Es el proceso que busca asegurar una adecuada disposición de la tecnología biomédica en el ambiente hospitalario. Brindando la seguridad y calidad necesaria para cumplir con las necesidades tecnológicas que exigen los servicios de salud. Sus actividades características son:

- Desarrollar inventarios de control tecnológico.
- Gestionar el control y compra de partes y suministros tecnológicos.

- Gestionar el mantenimiento, riesgo y calidad tecnológica.
- Evaluar la tecnología biomédica.
- Evaluar y supervisar la contratación externa de servicios.
- Desarrollar actividades de calibración y protocolos de mantenimiento.
- Desarrollar bibliotecas técnicas.

Adquisición. Es el proceso que busca incorporar tecnología biomédica al ambiente hospitalario, cumpliendo con la necesidad social, técnica, clínica y normativa que exige la comunidad y el país. Sus actividades características son:

- Planear la adquisición de tecnología médica.
- Evaluar de forma técnica, normativa y costo-beneficio la tecnología biomédica antes de la adquisición.
- Evaluar técnica y clínicamente la tecnología biomédica dentro de las IPS.
- Desarrollar y controlar las garantías en el proceso de compra.
- Coordinar la instalación y calibración de la tecnología biomédica adquirida.
- Evaluar la tecnológica post-implementación.
- Diseñar o modificar tecnología biomédica e instrumental médico.

Desarrollo de instalaciones físicas especiales. Es el proceso de adecuación de las instalaciones físicas hospitalarias para el funcionamiento efectivo de la tecnología biomédica que se alberga. Su actividad es:

- Asesorar en la planeación, diseño y evaluación de proyectos para la construcción o remodelación de instalaciones clínicas específicas.

Seguridad tecnológica. Es el proceso que asegura un adecuado funcionamiento de la tecnología biomédica, minimizando el riesgo de sufrir accidentes o daños que pueda afectar el bienestar de los pacientes y personal hospitalario, así como a la misma tecnología. Sus actividades características son:

- Coordinar la seguridad eléctrica
- Coordinar la seguridad radiológica
- Coordinar la seguridad electromagnética
- Coordinar la seguridad hidráulica
- Coordinar la bioseguridad y residuos hospitalarios
- Controlar e investigar incidentes tecnológicos

Capacitación. Es el proceso que busca asegurar que el personal hospitalario usuario de la tecnología biomédica, posea el conocimiento adecuado para manejar y soportar la tecnología. Sus actividades características son:

- Entrenar en el uso tecnológico a personal médico y paramédico.
- Desarrollar políticas de entrenamiento y capacitación tecnológica al personal médico y paramédico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Uno de los objetivos específicos del trabajo de grado antes mencionado, fue el de evaluar la práctica, percepción y la oportunidad de desempeño de la IC dentro de las IPS del área metropolitana del Valle de Aburrá, que cuentan con servicios médicos de complejidad media y alta. La metodología empleada fue mediante la realización de 2 encuestas. La primera ellas estaba dirigida a administradores hospitalarios y personal administrativo de alto rango, y fue realizada mediante entrevistas estructuradas en la cual se aplicaron 5 preguntas. La segunda encuesta estaba dirigida a los profesionales encargados de la gestión tecnológica hospitalaria dentro de las IPS seleccionadas. También fue realizada mediante entrevistas estructurales con 5 preguntas de opción múltiple con única respuesta y una pregunta abierta. La recolección de la información se realizó entre el segundo y tercer trimestre del año 2005. (22-23)

La población que se seleccionó para el desarrollo de las encuestas, está compuesta por 49 instituciones prestadoras de salud (IPS) del área metropolitana del Valle de Aburrá con servicios médicos

de complejidad media y alta. El modelo para determinar la población de estudio, fue un modelo no probabilístico, basado en la clasificación de los servicios médicos de las instituciones prestadoras del Valle del Aburrá brindado por la Dirección Seccional de Salud de Antioquia, en la cual se especifican sus niveles de complejidad. De manera similar se utilizó información brindada por el Instituto de Ciencias de la Salud CES y la Escuela de Ingeniería de Antioquia. En este trabajo la población es la misma muestra.

Los resultados del estudio se brindan en dos fases: la primera proveniente de la información de las dependencias administrativas hospitalarias, con respecto a la IC y su desarrollo por medio de los siguientes puntos: percepción del nivel de conocimiento sobre el área, identificación del desarrollo de sus tareas típicas dentro de las IPS y el grado de conformidad de la labor realizada por los profesionales encargados de la tecnología biomédica dentro de las instituciones. Igualmente se identifica la oportunidad que tendrían los profesionales en esta área para incorporarse laboralmente al medio hospitalario y finalmente identifica nuevas actitudes o conocimientos que mejoren el perfil profesional de un ingeniero clínico.

La segunda fase de los resultados proviene de la información obtenida de los profesionales de las dependencias encargadas de la gestión tecnológica. En esta fase se quiere identificar el nivel de conocimiento, las tareas propias que desarrollan, el nivel de interés para el desarrollo de estudios, el programa académico preferido para el desarrollo de estudios, la modalidad de curso preferida y el tiempo de dedicación presencial; todo esto relacionado con el desarrollo de la IC. Además, de las actitudes o conocimientos que sean adecuados para el mejoramiento del perfil profesional de los ingenieros clínicos.

RESULTADOS

Primera fase del estudio

En esta fase de la población de 49 IPS, se obtuvo como respuesta la participación de 40 dependen-

cias administrativas. De las nueve restantes, seis no participaron y las tres restantes se excluyeron, debido a que dos dispusieron de profesionales diferentes a los seleccionados y una presentó información incompleta. La población encuestada se compone principalmente de administradores de empresas en un 17,5 % y médicos en 55 %, en el que se destacan especialistas en áreas médicas en 10 % y especialistas en gerencia hospitalaria en un 22,5 %. La población es complementada por profesionales en Economía, Enfermería, Odontología y Psicología. Los encuestados representan cargos administrativos de primer nivel, entre los que se destacan directores médicos, directores administrativos, directores generales y gerentes generales.

Percepción del personal administrativo sobre la Ingeniería Clínica. El 7,5 % de los encuestados confunde a la IC con la Informática Médica, el 7,5 % de los encuestados la confunde con la Ingeniería Hospitalaria, el 20 % de los encuestados afirma que la IC se relaciona únicamente con la gestión del mantenimiento de la tecnología biomédica y el 65 % de los encuestados define acertadamente a la Ingeniería Clínica.

Desarrollo de las tareas típicas de la administración tecnológica. En la tabla 1 se destaca principalmente, el alto desarrollo de inventarios de control tecnológico, control y compra de partes y suministros tecnológicos, la gestión del mantenimiento, riesgo y calidad tecnológica, la evaluación y supervisión de contratación externa de servicios, y el desarrollo de actividades de calibración y protocolos de mantenimiento. Estas tareas son desarrolladas principalmente por las dependencias administrativas y de IC, con altos porcentajes de satisfacción con el personal involucrado y considerable participación de administradores de empresas, ingenieros y tecnólogos, entre los que se encuentran ingenieros biomédicos, electrónicos y tecnólogos en mantenimiento de equipo biomédico.

Cabe destacar, el bajo desarrollo bibliotecas técnicas, lo cual da un reflejo de la falta de información para el soporte y capacitación tecnológica que se desarrolla internamente en las IPS. Igualmente, en

ninguna de las IPS encuestadas se diseña o modifica equipos e instrumental médico. Particularmente se debe mencionar que el desarrollo de la evaluación de tecnología biomédica, tarea crítica dentro de la Ingeniería Clínica, es desarrollada frecuentemente por las dependencias clínicas y administrativas, por lo que se destaca la muy baja participación de ingenieros.

Desarrollo de las tareas típicas de la adquisición tecnológica. En la tabla 2 se destaca la alta ejecución de las tareas, especialmente la evaluación técnica, normativa y costo-beneficio antes de la adquisición, la planeación para la adquisición de tecnología biomédica y el desarrollo y control de garantías en el proceso de compra. Éstas son ejecutadas principalmente por dependencias administrativas y clínicas, con poca participación de las dependencias de Ingeniería Clínica, aunque se destaca una considerable participación de ingenieros.

Cabe destacar que en la mayoría de las tareas, los profesionales encargados son calificados como adecuados y en su mayoría éstos son administradores de empresas, médicos especialistas en áreas médicas y en gerencia hospitalaria. Por otro lado, la evaluación tecnológica post-implementación, tarea crítica en el control tecnológico, es desarrollada en un porcentaje relativamente intermedio, con una participación similar entre las dependencias administrativas, clínicas y de ingeniería clínica.

Desarrollo de las tareas típicas para la planeación de instalaciones hospitalarias. La totalidad de las IPS encuestadas se asesoran en la planeación, diseño y evaluación de proyectos para la construcción o remodelación de instalaciones clínicas específicas. Cabe destacar que en el 77,5 % de los casos, recurren a personal externo para su ejecución. Internamente se basan en la labor de los departamentos de Ingeniería Clínica, clínico y otros, como es el caso de dependencias de construcción o soporte de infraestructura. Se destaca la participación activa de arquitectos, ingenieros civiles y electrónicos en la ejecución de esta tarea, como de igual manera, la médicos especialistas y tecnólogos en mantenimiento de equipo biomédico.

Tabla 1.
TAREAS TÍPICAS DE LA ADMINISTRACIÓN TECNOLÓGICA EN LAS IPS DE ESTUDIO (%) *

Administración	A	NA	I	E	Ad.	Mt.	Cl.	Otra	NA	Adec	N Adec	Ing	N Ing
Desarrollo de inventarios de control tecnológicos	100,0	0,0	100,0	0,0	50,0	55,0	10,0	0,0	0,0	77,5	22,5	32,5	67,5
Control y compra de partes y suministros tecnológicos	100,0	0,0	97,5	2,5	80,0	42,5	17,5	0,0	2,5	80,0	17,5	37,5	60,0
Gestión del mantenimiento, riesgo y calidad tecnológico	97,5	2,5	72,5	25,0	17,5	57,5	7,5	0,0	27,5	60,0	12,5	35,0	37,5
Evaluación de la tecnología	75,0	25,0	65,0	10,0	30,0	27,5	47,5	0,0	35,0	55,0	10,0	15,0	50,0
Evaluación y supervisión de contratación externa de servicios	100,0	0,0	100,0	0,0	60,0	47,5	7,5	0,0	0,0	77,5	22,5	32,5	67,5
Desarrollo de actividades de calibración y protocolos de mantenimiento	92,5	7,5	60,0	32,5	7,5	47,5	7,5	0,0	40,0	45,0	15,0	27,5	32,5
Desarrollo de bibliotecas técnicas	50,0	50,0	50,0	0,0	20,0	25,0	7,5	0,0	50,0	37,5	12,5	12,5	37,5
Diseño o modificación de equipos e instrumental médico		100,0							100,0				

A. Aplica. **NA.** No aplica. **I.** Desarrollo de la tarea con personal interno. **E.** Desarrollo de la tarea con personal externo. **Ad.** Dependencia administrativa ejecuta tarea. **Mt.** Dependencia de Ingeniería Clínica ejecuta tarea. **Cl.** Dependencia Clínica o médico asistencial ejecuta la tarea. **Otra.** Otra dependencia o departamento ejecuta tarea. **Adec.** Personal adecuado para la tarea. **N Adec.** Personal no adecuado para la tarea. **Ing.** Profesional en ingeniería encargado de la tarea. **N Ing.** Profesional encargado de la tarea no es profesional en ingeniería.

Tabla 2.
TAREAS TÍPICAS DE LA ADQUISICIÓN TECNOLÓGICA EN LAS IPS DE ESTUDIO (%)

Adquisición	A	NA	I	E	Ad.	Mt.	Cl.	Otra	NA	Adec	N Adec	Ing	N Ing
Planeación para la adquisición de tecnología biomédica	90,0	10,0	85,0	5,0	75,0	25,0	62,5	0,0	15,0	72,5	12,5	25,0	60,0
Evaluación técnica, normativa y costo-beneficio antes de la adquisición	95,0	5,0	90,0	5,0	85,0	27,5	50,0	0,0	10,0	80,0	10,0	25,0	65,0
Evaluación técnica y clínica de la tecnología dentro de la Institución	82,5	17,5	80,0	2,5	52,5	30,0	62,5	0,0	20,0	70,0	10,0	27,5	52,5
Desarrollo y control de garantías en el proceso de compra	95,0	5,0	90,0	5,0	72,5	35,0	22,5	0,0	10,0	82,5	7,5	32,5	57,5
Coordinación en la instalación y calibración de la tecnología adquirida	92,5	7,5	75,0	17,5	22,5	50,0	25,0	0,0	25,0	62,5	12,5	30,0	45,0
Evaluación tecnológica post-implementación	67,5	32,5	62,5	5,0	25,0	27,5	32,5	0,0	37,5	52,5	10,0	17,5	45,0

Ver explicación en el pie de página de Tabla No. 1

Desarrollo de las tareas típicas de la seguridad tecnológica.

En la tabla 3 se destaca la alta coordinación de la bioseguridad y residuos hospitalarios e igualmente, la seguridad eléctrica, tareas ejecutadas principalmente por dependencias de salud ocupacional y de ingeniería clínica, respectivamente. En éstas se encuentran enfermeras, médicos especialistas en áreas médicas y en salud ocupacional, ingenieros electrónicos, civiles, tecnólogos electró-

- nicos y personal sin educación en el desarrollo de esta importante actividad.
-
-
-
- Es importante destacar, la baja ejecución de tareas tan críticas como la coordinación de la seguridad electromagnética y el control e investigación de incidentes tecnológicos. La primera es poco realizada debido a la falta de conocimiento y costos involucrados. La segunda, es ejecutada general-

mente por departamentos clínicos y administrativos, por lo que es muy baja la participación de los ingenieros. Entre los profesionales encargados frecuentemente están las enfermeras y médicos es-

pecialistas en áreas médicas y en salud ocupacional. En esta área en general, se percibe una falta de conformidad considerable con la labor realizada.

Tabla 3.
TAREAS TÍPICAS DE LA SEGURIDAD TECNOLÓGICA EN LAS IPS DE ESTUDIO (%)

<i>Seguridad Tecnológica</i>	A	NA	I	E	Ad.	Mt.	Cl.	Otra	NA	Adec	N Adec	Ing	N Ing
Coordinación de la seguridad eléctrica	92,5	7,5	62,5	30	2,5	52,5	5	2,5	37,5	50	12,5	22,5	40
Coordinación de la seguridad radiológica	75	25	55	20	10	5	47,5	0	45	55	0	5	50
Coordinación de la seguridad electromagnética	15	85	10	5	0	5	5	0	90	10	0	5	5
Coordinación de la seguridad hidráulica	65	35	52,5	12,5	0	45	2,5	5	47,5	40	12,5	27,5	25
Coordinación de bio seguridad y residuos hospitalarios	100	0	95	5	30	10	77,5	0	5	82,5	12,5	12,5	82,5
Control e investigación de incidentes tecnológicos	35	65	35	0	12,5	2,5	27,5	0	65	27,5	7,5	7,5	27,5

Ver explicación en el pie de página de Tabla No. 1

Desarrollo de las tareas típicas de la capacitación tecnológica. El entrenamiento en el uso tecnológico a miembros del personal médico hospitalario, siendo una tarea crítica, es realizada solo por el 77,5 % de las IPS encuestadas, siendo mayormente coordinado por personal externo, proveniente de las empresas fabricantes o proveedores. Internamente los departamentos de Ingeniería Clínica y Administrativa participan activamente en dicha labor, por lo cual los ingenieros electrónicos, biomédicos, administradores de empresas y los

médicos especialistas en áreas médicas participan frecuentemente en la ejecución de esta tarea. El desarrollo de políticas de entrenamiento al personal técnico médico, es otra tarea de ejecución crítica en las IPS encuestadas, sólo el 52,5 % de ellas la realiza. Internamente, los departamentos administrativos y clínicos se encargan de esta labor, relegando considerablemente a los departamentos de IC. Los profesionales que frecuentemente participan de esta labor son los médicos espe-

cialistas en áreas médicas, administradores de empresas y enfermeras; y entre los ingenieros, se destacan los ingenieros electrónicos y biomédicos.

Percepción del ingeniero clínico. En las tareas típicas de la administración tecnológica, los profesionales administrativos de las 40 IPS encuestadas, consideraron en gran porcentaje, que los ingenieros clínicos deben estar al tanto de la realización estas tareas y estarían dispuestos a contratarlos a futuro. Principalmente se destacan las tareas de *gestión del mantenimiento, riesgo y calidad tecnológica y desarrollo de actividades de calibración y protocolos de mantenimiento*. Por el lado específico de la contratación, en tareas como *desarrollo de inventarios de control tecnológicos, control y compra de partes y suministros tecnológicos, y evaluación y supervisión de contratación externa de servicios*, los porcentajes no superan el 78 %, siendo reflejo de la conformidad actual de los administradores con sus empleados encargados de estas labores.

En las tareas típicas de la adquisición tecnológica, se destaca la alta percepción que se tiene con respecto a que los ingenieros clínicos deben ser los profesionales encargados para estas actividades. Altos porcentajes, superiores al 90 %, se destacan en tareas como la *planeación para la adquisición de tecnología médica, coordinación en la instalación y calibración de la tecnología adquirida, y evaluación tecnológica post-implementación*. De manera similar, los profesionales administradores consideran adecuado la contratación de ingenieros clínicos para la realización de estas tareas, específicamente en las tres anteriormente mencionadas y en bajo porcentaje en el *desarrollo y control de garantías en el proceso de compra*.

En la *planeación, diseño y evaluación de proyectos para la construcción o remodelación de instalaciones clínicas específicas*, los profesionales administrativos consideran en un 77,5 % que los ingenieros clínicos deben encargarse de esta tarea; por consiguiente un porcentaje menor estaría dispuesto a contratarlos para esta labor. Reflejo de que consideran más apropiados el papel de otros profesionales como arquitectos e ingenieros civiles.

En las tareas típicas de la seguridad tecnológica, los profesionales administradores consideran en gran porcentaje que el ingeniero clínico debe ser la persona adecuada para efectuar la gran mayoría de ellas. Por el contrario, afirman en altos porcentajes que para las tareas de *coordinación de bio seguridad y residuos hospitalarios y coordinación de la seguridad hidráulica*, los ingenieros clínicos no deben ser el profesional encargado. Las tareas como *coordinación de la seguridad eléctrica y coordinación de la seguridad electromagnética* son consideradas de alta prioridad para que los ingenieros clínicos se encarguen y por consiguiente existe alto interés de contratarlos.

En las tareas típicas de la capacitación tecnológica, los profesionales administrativos encuentran ampliamente apropiado que el ingeniero clínico debe ser el profesional encargado para estas actividades. Teniendo un gran interés para ser contratado en la ejecución.

Actitudes o conocimientos adecuados para el mejoramiento del perfil profesional. Los profesionales administrativos destacaron la necesidad de desarrollar una mayor interacción por parte de los ingenieros clínicos con el personal médico, un profundo conocimiento en evaluación de tecnología de repotenciada o reuso y en infraestructura hospitalaria general. Además se destaca la necesidad de un conocimiento amplio en el manejo funcional de la tecnología biomédica, finanzas y sistemas de información y telecomunicaciones.

Segunda fase del estudio

En esta fase se obtuvo respuesta de 44 empleados encargados de la gestión tecnológica dentro de sus IPS. El 40,9 % de los encuestados son ingenieros, 34,1 % son tecnólogos, 9,2 % son técnicos, 4,5 % son médicos, 9,2 % son practicantes y 2,3 % no poseen educación. Siendo importante destacar que en su mayoría son jefes de cada departamento en sus respectivas instituciones.

Percepción del personal en gestión tecnológica sobre la IC. Ninguno de los encuestados confunde a la IC con la Ingeniería Hospitalaria, 2 % la confun-

de con la Informática Médica, 34 % afirma que la IC se relaciona únicamente con la gestión del mantenimiento de la tecnología biomédica y 64 % de los encuestados definen acertadamente a la IC.

Desarrollo de las tareas típicas de la Ingeniería Clínica.
En la tabla 4, con respecto a las tareas típicas de la administración tecnológica, se destaca la alta ejecución por parte de los encuestados, de inventarios de control tecnológicos, la gestión del manteni-

miento, riesgo y calidad tecnológica, y el desarrollo actividades de calibración y protocolos de mantenimiento. Esto, se debe a que son tareas críticas en el soporte de la tecnología biomédica. Es interesante destacar también, que ninguno realiza actividades de diseño o modificación de equipos instrumental médico, a su vez, existe gran interés en profundizar académicamente en la evaluación de tecnología, siendo esta una tarea que realizan en un porcentaje intermedio.

Tabla 4.
PORCENTAJES DE EJECUCIÓN E INTERÉS EN PROFUNDIZACIÓN. TAREAS TÍPICAS DE LA ADMINISTRACIÓN TECNOLÓGICA. (2)

<i>Administración tecnológica</i>	A*	NA	P	NP
Desarrollo de inventarios de control tecnológicos	89	11	43	57
Control y compra de partes y suministros tecnológicos	68	32	55	45
Gestión del mantenimiento, riesgo y calidad tecnológico	91	9	68	32
Evaluación de la tecnología	50	50	77	23
Evaluación y supervisión de contratación externa de servicios	66	34	57	43
Desarrollo de actividades de calibración y protocolos de mantenimiento	82	18	68	32
Desarrollo de bibliotecas técnicas	43	57	55	45
Diseño o modificación de equipos e instrumental médico	0	100	61	39

*A. Aplica. NA. No aplica. P. Tarea en la cual se quiere profundizar académicamente. NP. Tarea en la cual no se quiere profundizar académicamente.

Con respecto a las tareas típicas de la adquisición tecnológica, en la tabla 5, se destaca la alta ejecución de la instalación y calibración de la tecnología adquirida, y en porcentajes medios evalúan técnica y clínicamente la tecnología dentro de la institución, y participan en el desarrollo y control de las garantías en el proceso de compra. Cabe destacar la baja participación en la planeación para la adquisición de tecnología biomédica y como reflejo de esto, se aprecia un alto interés para estudiar esta última tarea, considerándola de vital importancia, junto con la evaluación tecnológica post-implantación.

En el asesoramiento en la planeación y diseño para la construcción o remodelación de instalaciones

clínicas específicas que soportan la tecnología biomédica, el 80 % de los encuestados no participan en esta tarea, pero están interesados en un 68 % para profundizar en este conocimiento.

En la tabla 6, con respecto a las tareas típicas de seguridad tecnológica, se destaca la baja ejecución de la mayoría de ellas, principalmente la baja coordinación de la seguridad eléctrica, y aun mas la seguridad electromagnética. Siendo necesario el adecuado control de éstas, por ser en la actualidad causal de grandes accidentes. De manera similar, el control e investigación de incidentes tecnológicos es una tarea muy poco ejecutada. Cabe destacar que la baja participación en la coordinación de la bioseguridad y residuos hospitalarios radica en que éstas son realizadas por otros departamentos es-

Tabla 5.
PORCENTAJES DE EJECUCIÓN E INTERÉS EN PROFUNDIZACIÓN.
TAREAS TÍPICAS DE LA ADQUISICIÓN TECNOLÓGICA.

<i>Adquisición tecnológica</i>	A*	NA	P	NP
Planeación para la adquisición de tecnología médica	43	57	82	18
Evaluación técnica, normativa y costo-beneficio antes de la adquisición	41	59	70	30
Evaluación técnica y clínica de la tecnología dentro de la Institución	50	50	66	34
Desarrollo y control de garantías en el proceso de compra	50	50	61	39
Coordinación en la instalación y calibración de la tecnología adquirida	80	20	64	36
Evaluación tecnológica post-implementación	41	59	73	27

*A: Aplica. NA: No aplica. P: Se requiere profundizar académicamente. NP: No se requiere profundizar académicamente

pecíficos, como el de salud ocupacional y genera poco interés por parte de los encuestados para realizar estudios sobre el tema. Es de resaltar que gran porcentaje de los encuestados está interesado en profundizar en estudios relacionados a seguridad

: electromagnética, control e investigación de incidentes tecnológicos, seguridad eléctrica y radiológica. Resaltando la importancia y la necesidad de este conocimiento para el adecuado soporte de la tecnología.

Tabla 6.
PORCENTAJES DE EJECUCIÓN E INTERÉS EN PROFUNDIZACIÓN.
TAREAS TÍPICAS DE LA SEGURIDAD TECNOLÓGICA

<i>Seguridad Tecnológica</i>	A*	NA	P	NP
Coordinación de la seguridad eléctrica	57	43	73	27
Coordinación de la seguridad radiológica	11	89	73	27
Coordinación de la seguridad electromagnética	9	91	75	25
Coordinación de la seguridad hidráulica	32	68	68	32
Coordinación de bio seguridad y residuos hospitalarios	20	80	57	43
Control e investigación de incidentes tecnológicos	16	84	75	25

*A: Aplica. NA: No aplica. P: Se requiere profundizar académicamente. NP: No se requiere profundizar académicamente

En las tareas propias de la capacitación tecnológica, es preocupante observar la baja participación de los encuestados en *el entrenamiento en el uso tecnológico al personal médico hospitalario* con un porcentaje del 30 % y en un menor porcentaje los encuestados no participan en el desarrollo de *políticas de entrenamiento al personal técnico médico*. Esto último sugiere una llamada de alerta referente a cómo están siendo capacitados las personas que manejan y soportan la tecnología biomédica en las instituciones.

: **Programa académico preferido.** La mayoría de los encuestados prefiere realizar especializaciones (39 %), seguido de cursos o seminarios (34 %). Cabe destacar el poco interés por el desarrollo de maestrías (7 %) y diplomados (20 %) en el área de la IC.
: **Modalidad de curso preferida.** Los encuestados están divididos entre la modalidad mixta (a distancia y presencial) y la modalidad presencial con un 50 %, dejando a un lado a la modalidad a distancia, utilizada ampliamente en la actualidad.

Tiempo de dedicación presencial. Los encuestados consideran que el modelo de fines de semana, estudiando los viernes en la noche y sábados, es la opción más adecuada junto con el modelo nocturno (34 %). De manera similar, se consideró apropiado el modelo de tiempo parcial (30 %), como el de 3 ó 4 días por semana en horarios diurnos o nocturnos. Un 2 % de los encuestados prefieren el estudio en tiempo completo.

Actitudes o conocimientos adecuados para el mejoramiento del perfil profesional. Los encuestados destacan la considerable necesidad de ampliar en conocimientos relacionados a la metrología y normatividad aplicada a la tecnología biomédica, como de igual forma, en conocimiento de sistemas de telecomunicación e información. Por el lado administrativo se considera apropiado el conocimiento en administración general, finanzas y estadística.

CONCLUSIONES

Los resultados demuestran las siguientes conclusiones: de la primera fase, un porcentaje importante de los administradores hospitalarios poseen un conocimiento claro sobre la IC. En el desarrollo de las tareas típicas de esta rama de la ingeniería, se destaca la alta participación de dependencias diferentes a las de IC dentro de las IPS, las cuales poseen prioridad para ejecutar gran cantidad de tareas. De igual forma, se observa unos porcentajes considerables con respecto a la incompatibilidad entre el perfil profesional de ciertos empleados hospitalarios y las tareas que se les encomiendan. Por otro lado, los administradores encuestados consideran que esta área del conocimiento es apropiada para el mejoramiento de la gestión tecnológica dentro de sus instituciones. Ésto se corrobora por los altos porcentajes de percepción sobre el desarrollo de las tareas típicas de los ingenieros clínicos, en los cuales consideran apropiado a este profesional e igualmente demuestran un alto grado de aceptación para ser contratados a futuro. Aunque, se

destaca la baja percepción de la labor del ingeniero clínico en el desarrollo de tareas como la coordinación de bio seguridad y residuos hospitalarios y coordinación de la seguridad hidráulica, lo cual se debe tener en cuenta en el desarrollo de programas académicos. Igualmente los administradores opinaron que es necesario que los ingenieros clínicos tengan una mayor interacción con el personal médico y conocimiento amplio en tecnología, lo que facilita que estos ingenieros puedan realizar adecuadamente evaluaciones y un uso eficiente de la tecnología biomédica.

De la segunda fase, se destaca en un porcentaje importante, que los encuestados poseen un conocimiento claro sobre la IC. Cabe resaltar la relativa poca participación de los encuestados en las tareas típicas de la adquisición, seguridad y capacitación tecnológica y se aprecia gran interés en desarrollar estudios en estas mismas tareas. Especialmente, especializaciones los fines de semana o modalidad nocturna. Igualmente estos interesados sugieren la presencia de conocimiento en metrología, normatividad tecnológica, administración general, finanzas y estadística dentro de los programas académicos con el fin de mejorar su perfil profesional.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ruiz Ibañez CG. Estudio descriptivo de la ingeniería clínica para proponer un plan de estudios para la especialización en ingeniería clínica. [Trabajo de grado de Ingeniería Biomédica]. Envigado: Escuela de Ingeniería de Antioquia - CES-; 2005.
2. American College of Clinical Engineering. [Sitio en internet]. Pennsylvania: American College of Clinical Engineering. [Fecha de acceso 12 de diciembre de 2005]. URL disponible en: www.accenet.com
3. Biomedical Engineering Society. Planning a career in biomedical engineering [Sitio en

- internet]. Washington DC: Biomedical Engineering Society [Fecha de acceso 12 de diciembre de 2005]. URL disponible en <http://www.bmes.org/careers.asp>.
4. Engineering in Medicine and Biology, The Institute of Electrical and Electronics Engineers. Designing a career in biomedical engineering [Sitio en internet]. New Jersey: IEEE, EMB. [Fecha de acceso 12 de diciembre de 2005]. URL disponible en: <http://embs.gsbme.unsw.edu.au/docs/careerguide.pdf>.
 5. Grimes SL. The future of clinical engineering: the challenge of change. *IEEE Eng Med Biol Mag* 2003; 22(2):91 – 99.
 6. Zambuto RP. Clinical engineers in the 21st century. *IEEE Eng Med Biol Mag* 2004; 23(3):37 – 41.
 7. Rodríguez Denis E. Ingeniería Clínica. [Sitio en internet]. Madrid: Sociedad Española de Electromedicina e Ingeniería Clínica. [Fecha de acceso 12 de diciembre de 2005]. URL disponible en: www.seeic.org.
 8. Bronzino JD. Clinical Engineering: Evolution of a discipline. En: David Y, von Maltzahn W, Neuman M, Bronzino JD. *Clinical Engineering*. Boca Raton: CRC Press LLC; 2003. p. 1-4.
 9. Hernandez A. The evolution of engineering management in Latin America and the Caribbean. *Biomed Instrum Technol.* 2002; 36(6):383 – 388.
 10. Kresta P. Defining job roles and responsibilities. En: *1er Taller Internacional de Ingeniería Clínica*. Cartagena: 2005.
 11. Bedoya CM; Orozco W y Restrepo I. Estructuración de una línea de investigación en gestión de mantenimiento de equipo hospitalario. [Trabajo de grado de especialista en gerencia de mantenimiento]. Medellín: Universidad de Antioquia, 2000.
 12. Carr J, Brown J. *Introduction to biomedical equipment technology*. 4th ed. Estados Unidos de America: Prentice Hall; 2000.
 13. Center for engineering and occupational safety and health. *Medical equipment management guidebook*. St. Louis: CEOSH; 2002.
 14. Clark JT. Challenges facing independent multi-hospital healthcare technology management systems. *IEEE Eng Med Biol Mag* 2004; 23(3):20-26.
 15. David Y, Judd T. Management and assessment of medical technology. En: David Y, von Maltzahn W, Neuman M, Bronzino JD. *Clinical Engineering*. Boca Raton: CRC Press LLC; 2003. p. 2.1 – 2.15.
 16. David Y, Bukhari A, Paperman D. Management of electromagnetic interference at a hospital. *J Clin Engin* 2000; 25 (2):95 – 103.
 17. Lejeune J, Roman JR. Externalización o outsourcing hospitalario: electromedicina. *Rev Mex Ing Biomed* 2000; 21(3):95 – 105.
 18. Muñoz SP. Seguridad en equipos, instalaciones y sistema médicos. [Sitio en internet]. Madrid: Sociedad Española de Electromedicina e Ingeniería Clínica. [Fecha de acceso 12 de diciembre de 2005]. URL disponible en: www.seeic.org.
 19. Ortiz PM, Gaitán GM, Martínez LF. Temática vinculada con el medio hospitalario para la formación de ingenieros biomédicos. *Rev Mex Ing Biomed* 2001; 22(1):26 – 33.
 20. Panerai R, Peña MJ. Evaluación de tecnologías en salud: metodologías para países en desarrollo. Washington DC: Organización Panamericana de la Salud, 1990.
 21. Torres Valladares J. Estrategias para la implementación de un programa de gestión. En: *Curso sobre estrategias para la optimización en la adquisición y el mantenimiento de equipos biomédicos en las IPS*. Bogotá: 2005.

22. Méndez C. Metodología: Guía para elaborar diseños de investigación en ciencias contables, administrativas y económicas. Bogotá: McGraw Hill; 1998. p.86-101.
23. Moreno Garzón A, Gallardo Y. Aprender a investigar: Recolección de la información. Bogotá: ICFES; 1999:79-109.
24. Escobar Uribe MM, Gutiérrez Maya AF, Hernández Restrepo LG, Mejía Uribe C. Preevaluación y análisis del programa de ingeniería biomédica ofrecido por la Escuela de Ingeniería de Antioquia y el Instituto de Ciencias de la Salud. [Trabajo de grado de Ingeniería Biomédica]. Envigado: Escuela de Ingeniería de Antioquia - CES; 1998.

