



## Ingeniería clínica y gestión de tecnología hospitalaria en el Instituto de Salud del Estado de México

Ancira Medina D.<sup>1</sup>, Hernández Cruz C. I.<sup>1</sup>, Martínez Sánchez María de los Ángeles<sup>1</sup>, Ventura López M.A.<sup>1</sup>, Pliego Carrillo A. C.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México

<sup>2</sup> Profesor de Tiempo Completo, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México

**Resumen**— En el Instituto de Salud del Estado de México (ISEM), los principales hospitales de segundo y tercer nivel cuentan con un Departamento de Ingeniería Biomédica (DIB) en su organigrama. Sin embargo, existen diferencias entre las actividades que realizan y su participación en funciones administrativas y de planeación. Esta investigación reúne las actividades de los DsIB, particularmente aquellas ligadas a la gestión de equipo médico (GEM), en siete hospitales del ISEM. En éstos se aplicaron tres cuestionarios titulados “Sobre las actividades del DIB”, “Percepción del DIB” y “Encuesta para la evaluación del proceso de GEM”. Los porcentajes de participación de los DsIB revelan poca intervención en los comités hospitalarios, falta de herramientas y equipo especializado en seguridad eléctrica y poca participación en actividades académicas, de investigación y actualización disciplinar. Enfocándose en la GEM, se encontró que el DIB realiza valoraciones técnicas y costo-efectivas sin que sus observaciones determinen la tecnología a incorporar al hospital. Finalmente, aunque todos los DsIB participan en la conservación y mantenimiento del EM, la baja también es coordinada a nivel central. Concluimos que en el ISEM, el DIB se encuentra limitado a la generación de dictámenes, sin que su participación sea decisiva en la toma de decisiones.

**Palabras clave**—Departamento de Ingeniería Biomédica, ISEM, gestión de equipo médico, ingeniería clínica

### I. INTRODUCCIÓN

La ingeniería clínica apoya y promueve el cuidado de los pacientes mediante la aplicación de conocimientos en ingeniería y gestión de tecnología médica. [1] El Centro Nacional de Excelencia Tecnológica (CENETEC), indica que el Departamento de Ingeniería Biomédica (DIB) es el responsable de establecer políticas y procedimientos sistematizados para proveer al país de tecnología médica apropiada, segura y eficaz, y evaluarla. [2] La Gestión de Equipamiento Médico (GEM) es el conjunto de procedimientos que involucran la planeación, evaluación, adquisición, instalación, mantenimiento, capacitación, uso, obsolescencia y baja del equipo médico (EM) y/o la reposición del mismo. [3] Tras la necesidad de contar con un área responsable del mantenimiento, conservación, reparación e instalación del EM especializado en las unidades médicas del Instituto de Salud del Estado de México (ISEM), en 1998 surge la figura del DIB, el cual depende de la Subdirección de Infraestructura en Salud de este Instituto. [4] Dentro de sus lineamientos de operación, el DIB en el ISEM, tiene por objetivo mejorar la

contratación y prestación de servicios de mantenimiento preventivo y correctivo al equipo médico, electromecánico y de instalaciones especiales de las unidades de atención médica del Instituto, siendo responsable el Jefe del Departamento de Ingeniería Biomédica e Instalaciones. Sin embargo, el organigrama interno que determina la adscripción del Departamento entre hospitales presenta variaciones. Por esta razón, se desconoce el espectro de actividades y responsabilidades de las que se encargan los ingenieros clínicos que ahí laboran. El presente trabajo describe las actividades del DIB en siete hospitales de segundo y tercer nivel de atención del ISEM y las compara con lo propuesto en el Manual de Ingeniería Clínica [1] y el CENTEC [2].

### II. METODOLOGÍA

Se aplicaron tres cuestionarios a siete hospitales de segundo y tercer nivel de atención del ISEM. Estos hospitales son:

1. Centro Médico “Lic. Adolfo López Mateos”
2. Hospital Materno Perinatal “Mónica Pretelini Sáenz”
3. Hospital General “Dr. Nicolás San Juan”
4. Hospital General “Las Américas”
5. Hospital General “La Perla”
6. Hospital General “Miguel Hidalgo y Costilla”
7. Hospital Regional de Alta Especialidad de Zumpango

Los cuestionarios se dividieron de la siguiente manera:

- Cuestionario 1, “Sobre las actividades del DIB”, dividido en tres secciones, “Evaluación de Equipo” (12 preguntas), “Conservación y Mantenimiento” (11 preguntas) y “Capacitación” (10 preguntas).
- Cuestionario 2, “Percepción del DIB”, conformado por seis preguntas a modo de encuesta de satisfacción, fue aplicado a las áreas hospitalarias para conocer su opinión sobre el trabajo del DIB.
- Cuestionario 3, “Encuesta para la evaluación del proceso de gestión de equipo médico”, esta encuesta se conforma por 7 apartados que engloban los 5 subprocesos del ciclo de GEM: “Planeación” (13 preguntas), “Incorporación” (13 preguntas), “Instalación” (9 preguntas), “Operación” (14 preguntas) y “Baja” (6 preguntas). Además se anexó un apartado de “Calidad” (6 preguntas) y otro donde se registraron condiciones del espacio de trabajo del “Departamento de Ingeniería Biomédica” (15 preguntas).

Los Cuestionarios 1 y 3 están dirigidos al Jefe del DIB del hospital. Para el Cuestionario 3, se otorgó una calificación máxima de 3 si el punto se cumple totalmente, 2 si se cumple parcialmente y 1 si no se cumple. Tomando en cuenta la calificación máxima como el 100%, se determinó el resultado en porcentaje por hospital para cada uno de los apartados de la siguiente manera (1):

$$\%OAEH = (POAEH / PMAE) * 100 (1)$$

POAEH: Puntuación por apartado de la encuesta por hospital.  
PMAE: Puntuación máxima por apartado de la encuesta.

Los resultados de los tres cuestionarios se representaron en porcentajes con gráficas de barras.

### III. RESULTADOS

#### Cuestionario 1

##### Evaluación de Tecnología

En este apartado se describe el grado de participación de los integrantes del Departamento de Ingeniería Biomédica en el proceso de evaluación de la tecnología antes de su ingreso al hospital y durante su permanencia en el mismo (Figura 1). El 100% corresponde al total (n=7) de hospitales encuestados. Como se observa, sólo 43% de los DIB participan en el comité de adquisición y ninguno en el comité de ética del hospital.

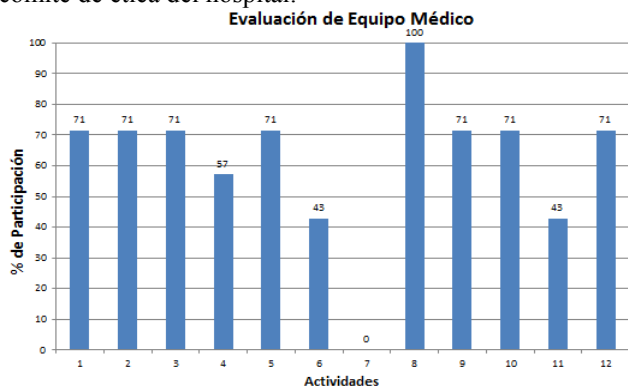


Fig. 1. Porcentajes de los DIBs que efectúan “Evaluación de equipo médico”. Actividades: 1.Elaboración de documentos para diseño de nuevas áreas. 2.Supervisión de instalaciones. 3.Elaboración de documentos técnicos para adquisición de EM. 4.Participación con grupos médicos para definir los requerimientos en proyectos. 5.Participación en evaluación técnica o comparativa de equipo. 6.Participación en el Comité de Adquisiciones del Hospital. 7. Participación en el comité ético del Hospital, 8.Participación en la recepción y verificación de EM, 9. Instalación de EM, 10. Realización de pruebas de operación de EM. 11. Realización de pruebas de seguridad eléctrica de EM. 12. Puesta en marcha de EM.

##### Conservación y mantenimiento

La Figura 2 muestra las actividades que realizan los DsIB encaminadas a la prolongación de la vida útil de los equipos médicos. En este caso se observó que menos del 60% de los DIBs efectúan vigilancia de instalaciones y suministros, programas de seguridad eléctrica y llevan un control de costos por servicios.

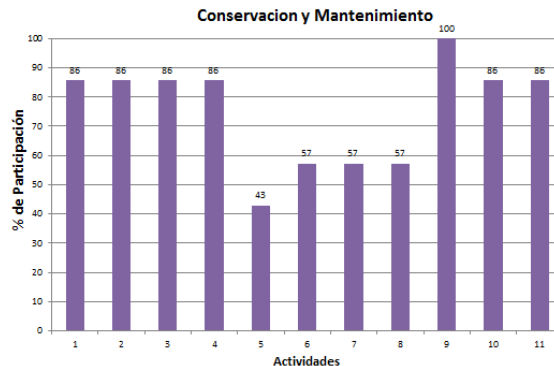


Fig.2. Porcentajes de los DsIB que efectúan “Conservación y Mantenimiento”. Actividades: 1.Mantenimientos actualizados. 2.Expediente de EM. 3.Programas de mantenimiento preventivo. 4.Control de revisiones. 5.Vigilancia de instalaciones y suministros. 6.Programas de seguridad eléctrica. 7.Control de costos por servicios. 8.Evaluación y toma de decisiones en el mantenimiento correctivo. 9.Supervisión y verificación de servicios. 10.Asesoría en el uso de EM en áreas hospitalarias. 11.Apoyo en procedimientos especiales.

##### Capacitación

Se registró si los DsIB en conjunto con la dirección médica y/o de enfermería, planean e imparten capacitación al personal hospitalario. Únicamente 14% de los DsIB coordinan cursos universitarios y participan con organismos nacionales e internacionales. Figura 3.

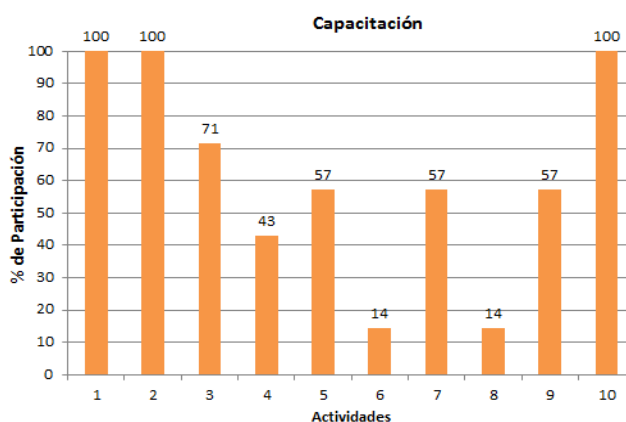


Fig. 3. 1.Capacitación de personal. 2.Planeación de capacitaciones. 3.Programas de capacitación continua. 4.Cursos de actualización para el personal de ingeniería biomédica. 5.Cursos de actualización para otras áreas hospitalarias. 6.Coordinación de cursos universitarios. 7.Coordinación de visitas guiadas a instituciones educativas. 8.Participación con organismos nacionales e internacionales. 9.Capacitación continua de lo integrantes del DIB en selección, adquisición, instalación y mantenimiento de equipo nuevo. 10. Capacitaciones por parte del proveedor.

#### Cuestionario 2

De un total de 70 cuestionarios aplicados en las áreas de UCIN (Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales), urgencias obstétricas, tococirugía, UCIA (Unidad de Cuidados Intensivos Adultos), hemodiálisis, hospitalización, banco de sangre, imagenología, cardiología, diálisis, infectología, vacunas, medicina preventiva, trasplantes, inhaloterapia, patología, laboratorio, unidad de quemados, consulta externa, pediatría y medicina interna de los

hospitales visitados, el 93% de los encuestados afirmó conocer el DIB y el 76% al encargado del DIB. Reportaron que el 94% de las ocasiones los ingenieros del DIB solucionaron el motivo del llamado y en 84% se les explicó la causa del problema. Cabe destacar que el 100% de los encuestados considera indispensable la existencia del DIB dentro del hospital.

### Cuestionario 3

En cuanto a las actividades encaminadas a la GEM, se encontró lo siguiente:

#### *Planeación*

En esta etapa se establece la necesidad de una nueva tecnología, se investigan nuevos productos y se analizan los que ya están en uso. Se encontró que 76 % de los DsIB encuestados conocen el proceso de adquisición del EM. El 71 % participa en la elaboración del programa anual de requerimientos y necesidades de equipamiento médico del hospital, aunque su tecnología está sujeta al presupuesto del Instituto; 71 % participa en el análisis de la tecnología requerida para la unidad médica mediante un dictamen. 66% indicó que antes de adquirir un bien, se analiza si existe el espacio físico adecuado para el nuevo equipamiento. 47% brinda información para el análisis de costo-efectividad de la tecnología requerida, sin ser el responsable directo de la adquisición. Sólo 57 % participa en la elaboración de dictámenes de validación y certificados de necesidades de EM para la incorporación en el Instituto, sin embargo, se limita a asesorías y validaciones de las necesidades con respecto al modelo que envía nivel central. 61% participa en el proceso de incorporación de tecnología médica como servicios integrales, arrendamiento y demostración permanente. 63% no es responsable de la elección del proveedor y sólo participan en las evaluaciones que les solicite nivel central. 80% sabe cuáles son las partidas presupuestales y cómo se aplican para la incorporación de instrumental, EM y equipo de laboratorio, aunque no son responsables de ejecutar dichas partidas. Únicamente 47 % de los DsIB participan en la planeación y ejecución de remodelaciones, ampliaciones y construcción de áreas hospitalarias para incorporación de nueva tecnología médica.

#### *Incorporación*

En esta etapa se realiza la evaluación de la adquisición. 81% de los encuestados está familiarizado con el procedimiento para la incorporación de nueva tecnología médica, mientras que 71% participa en el proceso de incorporación de la tecnología adquirida. 90% indicó que el DIB participa, en conjunto con el proveedor y el área de activo fijo y finanzas, para la recepción de equipamiento médico. Dentro de esta etapa, el DIB revisa a detalle la ficha técnica del equipo, verifica que el equipo que recibe el hospital es el acordado previamente y cumple con todas las características que el Instituto solicitó. Además, el 90 % de los DIB indicó que participan en la determinación e inspección de las

instalaciones y revisan las guías mecánicas antes de la instalación.

#### *Instalación*

En la instalación se realiza la transferencia de dispositivos a la ubicación del hospital en el que se utilizarán y se verifica la instalación. Se encontró que 76 % de los DIB participan en el proceso de instalación de nueva tecnología médica, sin embargo, sólo 57 % indicó que el DIB verifica y supervisa la instalación de la nueva adquisición, puesto que el responsable de realizar la instalación es el proveedor. No obstante, el 80 % de los DsIB, y no el proveedor, coordina la fecha de instalación y supervisa que cumpla con lo establecido en el contrato. A esto se suma que el 80 % de los DsIB conocen cuáles son las penalizaciones al proveedor en caso de omisión, como lo indica el contrato. Posterior a la instalación, 85 % de los hospitales encuestados indicaron que participan en conjunto con el proveedor y el área usuaria para realizar pruebas de funcionamiento y 80 % deliberan sobre la logística de instalación adecuada. Por otro lado, 85 % participa en el resguardo de equipamiento médico en conjunto con el jefe del área donde se instala la tecnología. Finalmente, 76 % de los encuestados indicó que al finalizar la instalación, el proveedor hace entrega de los manuales de operación y de servicio al DIB.

#### *Operación*

Se coordina la capacitación de técnicos, médicos o enfermeras para la correcta operación del equipo. Se realiza seguimiento a proveedores durante el período de garantía del mantenimiento preventivo o correctivo, así como evaluaciones del desempeño, la productividad y la calidad del servicio. Se encontró que 100% de los DsIB encuestados participa en la puesta en marcha de la tecnología, 90% recibe capacitación del EM de reciente incorporación por parte del proveedor. Adicionalmente, 75% cuenta con un programa de capacitación dirigido al personal para el correcto uso de la tecnología médica. Para capacitar al personal nuevo, 81 % programa capacitaciones directamente con el proveedor y con la unidad médica que la solicite. En cuanto a las actividades de calibración y mantenimiento, el 95% de los DIB lleva registro de los mantenimientos preventivos que realiza el proveedor durante la garantía, 85% cuentan programas de mantenimiento preventivo. 76% conoce cuál es el alcance del contrato para los mantenimientos correctivos durante la garantía del equipamiento. Aunado a esto, 71 % manifestó conocer las penalizaciones correspondientes para el proveedor. En cuanto a disponibilidad de recursos financieros, 80 % indicó conocer la partida presupuestal para realizar mantenimiento al EM, sin embargo, la contratación de mantenimientos correctivos a externos la realiza nivel central. Aunque 80 % participa en el proceso de contratación, brindando apoyo en la evaluación de presupuesto y cotizaciones, únicamente el 66 % indicó participar en la designación del proveedor para realizar mantenimientos fuera del tiempo de garantía.

### Baja

Se analiza la sustitución de los EM. Aunque el total de los DIB encuestados están enterados del proceso de baja del equipo en el hospital, 20 % no participa en la elaboración del dictamen de baja y 61% no es responsable de generar la orden de baja. Por otro lado, 71% de los DsIB encuestados indicaron que participan en la donación de equipo médico. Cabe mencionar que el 52 % de los DsIB encuestados proponen la disposición final de la tecnología sanitaria, aunque el dictamen final se determina a nivel central.

### IV. DISCUSIÓN

Esta investigación tuvo como objetivo describir las actividades de los DsIB en el ISEM, en particular aquellas enfocadas a la GEM. Para el apartado de “Evaluación de EM” se destaca la importancia de incluir al DIB en la construcción y remodelación de áreas, pues éste brindará la asesoría adecuada referente a instalaciones eléctricas especiales, conectores, conductos de ventilación, tomas de gases, entre otros, de acuerdo a las Normas Oficiales vigentes. En actividades sobre “Conservación y Mantenimiento”, los puntajes más bajos son para la supervisión de instalaciones y suministros de gases, y la elaboración de programas de seguridad eléctrica. Atribuimos este resultado a la asignación de las instalaciones mencionadas al Departamento de Mantenimiento en algunos hospitales. Considerando el número y complejidad del EM que requiere de toma de gases y voltajes particulares, se recomienda involucrar al DIB en la supervisión continua de estas instalaciones. Para las actividades relacionadas a pruebas de seguridad eléctrica, aunque la mayoría de los DsIB conocen la importancia de realizarlas, se observó que el equipo especializado es caro y, en general, los hospitales no cuentan con los recursos económicos para adquirirlos. En “Entrenamiento y capacitación” destaca el porcentaje bajo para los cursos de actualización tecnológica del personal del DIB. Basándonos en los comentarios de los ingenieros, se infirió que esto se debe al bajo presupuesto asignado al DIB para cubrir sus necesidades, la falta de apoyo por parte del Instituto para solventar el curso, justificar inasistencias, etc. Sin embargo, en todos los DIB se recibe capacitación por parte del proveedor al adquirir una nueva tecnología.

Enfocándonos en las actividades de GEM, en la etapa de *planeación*, para lograr un 100% en las actividades propuestas, es necesario que nivel central otorgue mayor injerencia a los DsIB de cada hospital, pues éstos cuentan con la evidencia necesaria para generar proyectos costo-efectivos en la inserción de nueva tecnología médica. La baja participación en este rubro se debe a que el DIB se limita a brindar información, asesorías o validaciones sin ser el responsable directo de la planeación. En la *incorporación*, aunque los DsIB participan, en conjunto con el proveedor y el área de activo fijo y finanzas, en la recepción e inspección de la instalación de equipamiento médico, no evalúan propuestas de proveedores y fabricantes. Aumentar la

importancia al dictamen emitido por el DIB sobre esto último, al igual que en el apartado anterior, debe impulsarse desde nivel central del Instituto. Durante la *instalación* encontramos que el DIB participa mayormente en la inspección y verificación de la puesta en marcha del EM; esto, generalmente, es realizado por el proveedor. En la *operación* encontramos que, aunque más del 80% de los DsIB participan en el monitoreo del funcionamiento y conservación de la tecnología y en la capacitación del personal del hospital, se considera que, para alcanzar el 100%, éste debe contar con información completa sobre los equipos, refacciones y herramientas adecuadas para el correcto mantenimiento de cada equipo. Finalmente, en la *baja*, nuevamente el DIB debe decidir en mayor grado la disposición final del EM, estableciendo estrategias para realizar donaciones adecuadas a instituciones educativas o trasposos entre unidades médicas.

### V. CONCLUSIÓN

En esta investigación se detectó la necesidad de promover la participación del DIB en los comités del hospital, proveer al DIB de las herramientas y equipos necesarios para efectuar mantenimientos preventivos y reparaciones especializadas, así como pruebas de seguridad eléctrica en el EM. Así mismo, se debe fomentar su participación en actividades académicas y de investigación, e impulsar su asistencia a capacitaciones externas y cursos de actualización profesional con el apoyo de la Subdirección al cual el DIB esté adscrito. En cuanto a la GEM, se encontró que para las etapas de “Planeación”, “Incorporación” e “Instalación”, el DIB aporta una valoración técnica y presupuestal, sin determinar la tecnología a adquirir, la incorporación, ni la instalación del EM. Se obtuvo el mayor puntaje para “Operación” donde se incluyen mantenimientos preventivos y correctivos y actividades relacionadas con el monitoreo del EM. Para la “Baja”, el DIB se encarga de solicitar a nivel central la evaluación correspondiente para determinar la disposición final del EM. En general, el DIB se limita a realizar sugerencias y observaciones sobre las necesidades y propuestas efectuadas por la unidad de nivel central del ISEM sin que su participación sea decisiva en la toma de decisiones.

### BIBLIOGRAFÍA

- [1] Dyro J. “Clinical Engineering: Evolution of a Discipline” en *The Clinical Engineering Handbook*, J. Dyro, Ed. Elsevier 2004 ch 1, pp. 3-6
- [2] CENETEC-Salud, *Programa de Acción Específico-Evaluación y Gestión de Tecnologías para la Salud- Programa Sectorial de Salud* (2013-2018).
- [3] CENETEC-Salud *Dirección de Ingeniería Biomédica*. 25/092015 [www.cenetec.salud.gob.mx/contenidos/biomedica/equipo\\_medico.html](http://www.cenetec.salud.gob.mx/contenidos/biomedica/equipo_medico.html)
- [4] Lineamientos de operación del departamento de Ingeniería Biomédica del ISEM. Secretaría de Salud, ISEM, (Diciembre 2011).