

Impacto del sistema PACS-INR en la calidad del servicio de Imagenología

Josefina Gutiérrez Martínez,* Marco Antonio Núñez Gaona,**
Ruth Evelyn Delgado Esquerre**

* Subdirección de Investigación Tecnológica.

** Departamento de Desarrollo Tecnológico.

Instituto Nacional de Rehabilitación.

Dirección para correspondencia:
Josefina Gutiérrez Martínez
E-mail: jgutierrez@inr.gob.mx

Este artículo puede ser consultado en versión completa en:
<http://www.medigraphic.com/rid>

Palabras clave:

DICOM, imágenes médicas, calidad, equipo médico, evaluación de tecnologías sanitarias.

Key words:

DICOM, medical image, quality, medical equipment, health technology assessment.

Resumen

Los problemas ocasionados por la alta demanda de estudios radiológicos requieren la aplicación de métodos para mejorar la calidad y, en consecuencia, asegurar que los recursos tengan un impacto óptimo en la salud y en el bienestar de la población. Sin embargo, hasta la fecha hay pocos estudios que involucren el impacto de la tecnología médica en la calidad de los servicios de salud; en contraste, las valoraciones se han concentrado en medir tasas de mortalidad, duración de la enfermedad, tiempos de espera y cobertura. En definitiva, la estrategia para evaluar la calidad de los servicios de salud enfocada en los criterios clínicos y epidemiológicos no es suficiente. En este trabajo presentamos una propuesta de metodología de análisis para evaluar la calidad del servicio de imagenología, a través de indicadores de estructura y proceso basados en las dimensiones de eficacia, eficiencia, continuidad, acceso y seguridad. Considerar el uso de la tecnología más apropiada para realizar un diagnóstico radiológico correcto, oportuno y que produzca los resultados deseados, ofrece nuevas posibilidades para impactar en la eficiencia, eficacia y productividad de los servicios de salud en el balance de beneficios y de riesgos.

Abstract

Today, there is a high demand for imaging studies, so it is necessary to implement methods of quality assurance in radiology departments to ensure that resources have an optimal impact on health and welfare of the population. However, to date few methods have included the impact of medical technology on the quality of health services, and assessments have focused on measuring mortality, disease duration, wait times and coverage. The strategy for evaluating the quality of health services focused on clinical and epidemiological criteria is not enough. In this paper, we propose a methodology to assess the quality of radiology service through structure and process indicators based on the dimensions of effectiveness, efficiency, continuity, productivity and security. When the technology is the most appropriate; the radiological diagnosis is accurate, well-timed and offers new opportunities to impact in the efficiency, effectiveness and productivity of health services in the benefit-risk balance.

www.medigraphic.org.mx

Introducción

La sobreproducción de imágenes es actualmente uno de los retos más grandes para que los departamentos de radiología mejoren la atención al paciente en términos de eficiencia, eficacia, exactitud y productividad en el diagnóstico e interpretación de imágenes médicas.¹

La gestión de la información radiológica que emplea tecnología no digital ocasiona, en el mejor de los casos, una pérdida de 20% de las placas radiográficas (una o

más imágenes), atrasos en la consulta e, incluso, que las citas se aplacen hasta por seis meses; además, su manejo presenta una serie de problemas.² En particular, lo que más ocurre es la pérdida de archivos y la inexistencia de bases de datos que ocasiona lentitud en la consulta del expediente radiológico, cuyo procedimiento de almacenamiento es ineficiente y con alto desperdicio de recursos materiales. Una de las consecuencias más graves es la repetición innecesaria de estudios que sobreeponen al paciente a la radiación ionizante.

A partir de los años 80, el desarrollo de nuevas tecnologías de información y la eficiencia de los sistemas digitales ha llevado a algunos departamentos de radiología a su digitalización total³ mediante un sistema que integra las diferentes modalidades conocido con el nombre de PACS (por sus siglas en inglés «*Picture, archiving and communication system*»). Sus principales funciones son transferir, almacenar y desplegar las imágenes médicas a través de una red de comunicación en formato digital que cumpla con estándares de comunicación avalados internacionalmente (DICOM, HL7, TCP/IP).⁴

Centros como el Hospital de Nueva York,⁵ el Hospital Tseung Kwan de Hong Kong, o el Saint Vincent Hospital en Worcester, Massachussets, entre otros, han comprobado las bondades de los PACS al incrementar el número de estudios por día, reducir la incidencia de extravío y mejorar la disposición de imágenes de diagnóstico. En México, hoy en día, algunas instituciones de salud, como el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición, el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias y el Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional «La Raza», del IMSS, se han beneficiado con esta tecnología.⁶

En el Instituto Nacional de Rehabilitación (INR) se ha diseñado el PACS-INR con el fin de responder a las necesidades de diagnóstico por imágenes médicas. En el año 2003 se otorgaron 247,721 consultas externas; 730 mil terapias físicas, ocupacionales y de lenguaje; se atendieron 8,482 pacientes en urgencias y se realizaron 6,091 cirugías en ortopedia y comunicación humana. Para estos procedimientos se realizaron 23,688 estudios radiológicos, lo que generó 53 mil placas radiográficas en promedio anual. En el año 2007 las cifras de producción se cuadruplicaron: 92,732 estudios radiológicos que produjeron 91,193 placas radiográficas; para ese entonces ya se había incorporado al Servicio de Tomografía un tomógrafo de 64 cortes, lo que sin duda proporcionó al área médica y de investigación alta calidad diagnóstica, pero también un crecimiento considerable en la producción de imágenes médicas para almacenar.

La calidad aplicada en los servicios de salud es un concepto integral y polifacético que comprende varias dimensiones y que traza un criterio para analizar, definir y calcular la medida en que se cumplen las normas de prestaciones de servicios de los programas de aseguramiento de la calidad.⁷ Dentro de las dimensiones se encuentra la eficacia; ésta debe comprender un tratamiento aplicado correctamente para que se produzcan los resultados deseados utilizando la tecnología apropiada, de esta forma se reducen o

eliminan las barreras que obstaculizan la atención para la salud. Otra dimensión más es la eficiencia con la que los servicios se deben proporcionar, es decir, el suministro del mayor beneficio dentro de los recursos con los que se cuenta. La eficiencia exige que los proveedores de salud eviten ofrecer al paciente atención innecesaria o inapropiada que a menudo es costosa y toma mucho tiempo corregirla. Para mejorar la calidad es necesario eliminar el derroche, evitar los errores, reducir los costos y dar continuidad a los servicios.

En este trabajo se propone una metodología para evaluar el impacto de la incorporación de tecnología médica en los servicios de salud que se ofrecen en los centros hospitalarios a la población. Como caso de estudio se presenta la tecnología PACS-INR como una alternativa para mejorar la calidad en el proceso convencional, a fin de obtener imágenes médicas en los servicios de imagenología.

Material y métodos

Se documentan los parámetros: número de estudios, los programas de garantía de calidad y del mantenimiento, así como la adherencia a las normas de seguridad radiológica. Se determina el funcionamiento de los equipos de rayos X, las procesadoras de placa convencional y las condiciones del cuarto oscuro.

A continuación se describen los seis pasos del modelo de evaluación propuesto para determinar el impacto de la tecnología PACS en la calidad de los servicios que ofrece a los pacientes la división de imagenología del INR.

I. Análisis, estudio y diagnóstico situacional

Definir los elementos críticos y problemas clave del funcionamiento integral del servicio de imagenología considerando: a) flujo de trabajo,⁸ b) repetición de estudios, c) demanda de almacenamiento y manejo de imágenes médicas, d) infraestructura, e) proceso de revelado y manejo de desechos tóxicos, f) mantenimiento y g) consumo de placa radiográfica.

II. Establecer condiciones ideales

Formar un grupo de trabajo (médicos radiólogos, arquitectos de software, desarrolladores de sistemas, administradores de redes, administradores de base de datos, entre otros) que establezca las guías de operación del PACS y que defina las especificaciones de los productos y los indicadores para utilizar los recursos de manera eficiente con calidad, crecimiento y competencia.

Entre las especificaciones del PACS se deben incluir: monitoreo de la implementación, soluciones clínicas específicas, integración completa con el sistema de información hospitalaria e integración de todas las modalidades, incluyendo el área de quirófanos.

III. Identificar oportunidades de mejora

- Identificar procesos clave con el objetivo de reorganizar las actividades y tareas de todo el personal involucrado.
- Identificar los beneficios a corto y largo plazo, haciendo énfasis en la inversión inicial para sustituir tecnología obsoleta y analizar el regreso de la inversión.
- Identificar la infraestructura que soporte la tecnología digital.
- Establecer las metas a corto plazo, priorizando los elementos de mayor impacto para la conversión a un entorno digital.

IV. Medición del proceso

Establecer los criterios de análisis y el proceso de medición mediante una cédula de evaluación para determinar el grado de desviación del proceso actual del servicio de imagenología, con respecto a los indicadores y actividades definidas en el Comité

de Protección Radiológica del INR en su Manual de Garantía de Calidad de Radiodiagnóstico;⁹ dentro de los rangos de productividad esperados y aprovechamiento de los recursos.

Los indicadores de calidad¹⁰ que se definen para evaluar el impacto de la tecnología PACS se clasifican en: 1°. Indicadores de estructura (recursos y su organización) y 2°. Indicadores de proceso (actividades del proveedor de salud). El *cuadro I* muestra¹¹ la descripción, la fórmula y la unidad de medida de cada indicador.

V. Aplicar acciones correctivas

Establecer la coordinación de medición de resultados y acciones correctivas en forma oportuna para proponer mejoras de flujo de trabajo en la división de imagenología y del sistema PACS-INR, con el fin de optimizar los procesos de atención.

VI. Vigilar la calidad

Se establece un proceso cíclico de mejora continua mediante la recolección y revisión de datos del proceso en detalle, por medio de los indicadores clave. Se vigila el cumplimiento de los umbrales y se escogen nuevas fuentes de información como los programas de mantenimiento, capacitación y evaluación continua de la tecnología.

Cuadro I. Indicadores por proceso y estructura.

	Indicador	Descripción	Fórmula	Medida
Estructura	Continuidad	Refiere la búsqueda de entrega ordenada y oportuna de los estudios radiológicos	Hora entrega-hora solicitud	Minutos
	Eficacia	Mide las interrupciones y suspensiones del funcionamiento del equipo	$\frac{\text{Total equipos}}{\text{No. de Equipos funcionando}} \times 100$	%
	Seguridad	Revela los riesgos del paciente al medir la repetición de estudios	$\frac{\text{No. de Estudios programados}}{\text{No. de Estudios realizados}} \times 100$	%
Proceso	Efectividad	Muestra el impacto a la población (paciente) Tiempo de espera	Hora atención-hora programada	Minutos
	Eficiencia	Indica el beneficio (servicio prestado) por recursos empleados	$\frac{\text{Estudios programados}}{\text{Exposiciones repetidas}} \times 100$	%
	Productividad	Mide los tiempos muertos (fuera de servicio) del equipo al mes	$\frac{\text{Días de funcionamiento}}{30 \text{ días}} \times 100$	%

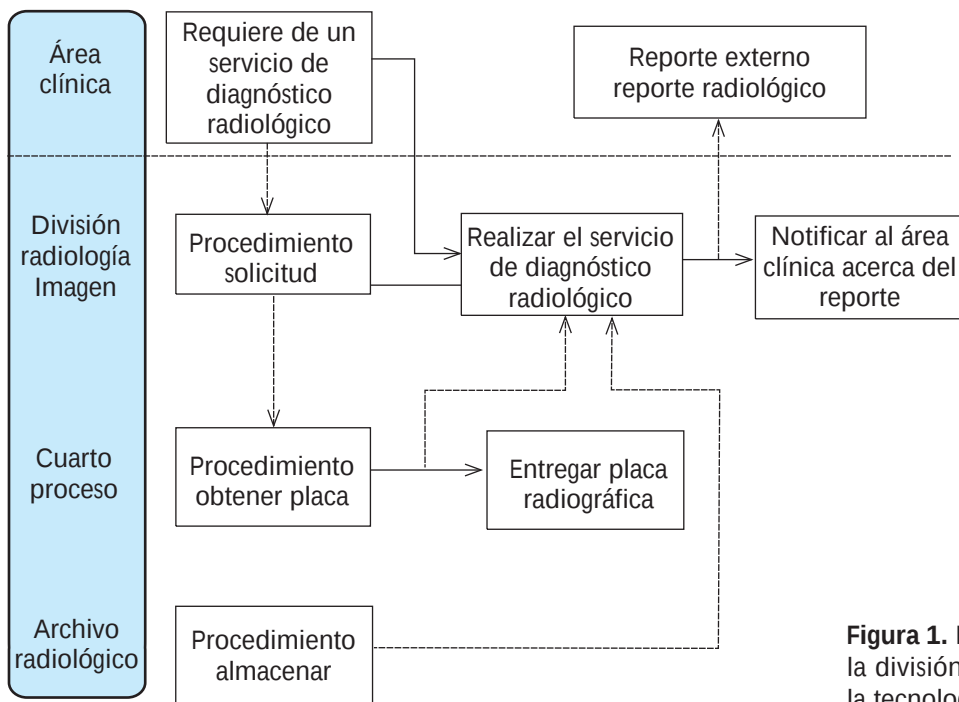


Figura 1. Modelado del flujo de trabajo de la división de imagenología antes de usar la tecnología PACS-INR.

Resultados

El estudio se realizó en el periodo de 2003 al 2011, durante estos ocho años ha habido cambios paulatinos en el flujo de trabajo del Servicio de Imagenología. En la *figura 1* se muestra el modo en que se coordinaban hasta el 2008 los recursos humanos y físicos, y las tareas en la operación para obtener los diagnósticos radiológicos sin manejo digital. Esta forma ocasiona atrasos y tiempos prolongados de espera entre los estudios.

Más de 50% de los negatoscopios no cumplen con las pruebas de control de calidad para el brillo y la homogeneidad, de ahí que se requieran cambios constantes de lámparas. Las reveladoras son responsables de 25% de la repetición de estudios, son equipos obsoletos, discontinuados, sin soporte técnico para su reparación y con tiempos fuera de funcionamiento hasta de uno a dos días por reveladora.

Por otro lado, entre las causas más frecuentes que originaban la repetición de películas podemos destacar la baja uniformidad de los aparatos de visualización (negatoscopios-6%) que ocasionaban calidad subjetiva de la imagen, deficiencia en el manejo de la información (pérdida-10%) y fallas del sistema de revelado (25%).

El archivo radiológico de placas radiográficas del INR se encuentra saturado, requiere remodelación,

así como la ampliación física del área. Hasta el primer semestre de 2011 se estaban generando 210,000 placas que debían archivarse, trayendo por consiguiente problemas de búsqueda (alrededor de 40 min) y pérdidas de hasta un 10%.

De acuerdo con el análisis de la información, el desperdicio de placa y el manejo de recursos sólo mejorarán entre 10 y 20%, si se actualizan los equipos de revelado. Sin embargo, el flujo de trabajo y en especial la calidad de la imagen, el tiempo de diagnóstico y los requerimientos físicos de almacenamientos no se benefician sustancialmente con esta actualización; por el contrario, atrasan la decisión del cambio tecnológico.

Actualmente están incorporadas al sistema PACS-INR seis modalidades de imágenes: resonancia magnética, tomografía, rayos X, fluoroscopia digital, ultrasonido y medicina nuclear. En el Servicio de Imagenología del INR se han generado hasta mediados del año 2011 aproximadamente 10 millones de imágenes (5.5TB). La *figura 2* muestra la producción de estudios radiológicos durante el periodo 2003-2011, también se incluye el consumo de placas y los requerimientos de almacenamiento. Considerando que un radiólogo entrenado pueda ver e interpretar una imagen en 15 segundos (3,840 imágenes por día laboral) para el caso de los estudios de tomografía computada con las nuevas tecnologías, éstos producen en promedio

300 imágenes por estudio, por lo que sólo podría realizarse el diagnóstico de 12.8 estudios/día empleando las estrategias tradicionales de revisión de placa radiográfica, y quedarían rezagados aproximadamente 3.2 estudios diarios, originando un atraso en el ciclo diagnóstico-tratamiento.

El *cuadro II* muestra los indicadores de proceso y estructura, tanto para el proceso que involucra el empleo de placa radiográfica ocupando equipos de revelado, como el proceso que utiliza imágenes digitales para el diagnóstico radiológico. Se puede observar cómo mejora la eficiencia, eficacia y efectividad del proceso cuando cambiamos a la tecnología digital y emplea-

mos el sistema PACS-INR para el almacenamiento y visualización de las imágenes médicas.

Estos resultados conducen a la necesidad de implementar medidas correctivas del proceso del área de Radiología. El nuevo proceso requiere no sólo la instalación de equipos médicos, infraestructura y sistemas informáticos hospitalarios, sino el diseño de planes estratégicos para una reestructuración del flujo de trabajo; es decir, aplicar reingeniería,¹² y con ello eliminar el proceso de revelado para optimizar la ruta crítica y obtener las imágenes médicas en formato digital de alta calidad. La *figura 3*, describe brevemente los procesos sustantivos y la documentación

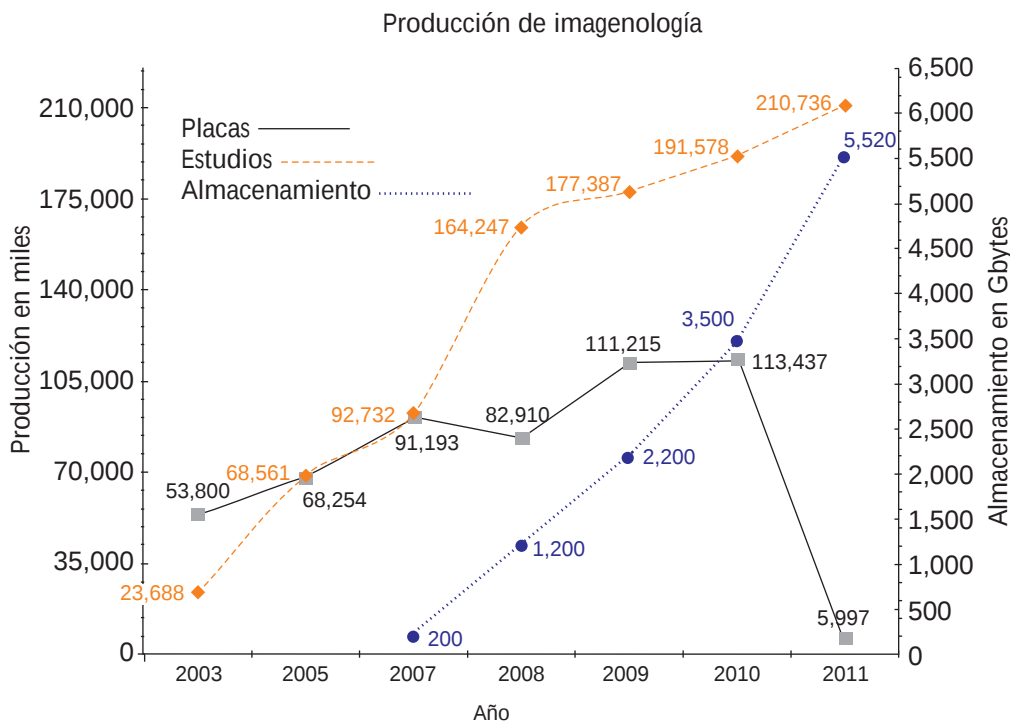


Figura 2. Gráfica de producción de imágenes médicas en el Instituto Nacional de Rehabilitación.

Cuadro II. Diferencias entre los procesos convencional y digital.

Indicador	Proceso por revelado de placa radiográfica	Proceso por imagen digital
Continuidad	45 minutos	3 minutos
Eficacia	40%	85%
Seguridad	60%	95%
Efectividad	75 minutos	33 minutos
Eficiencia	60%	96%
Productividad	35%	90%

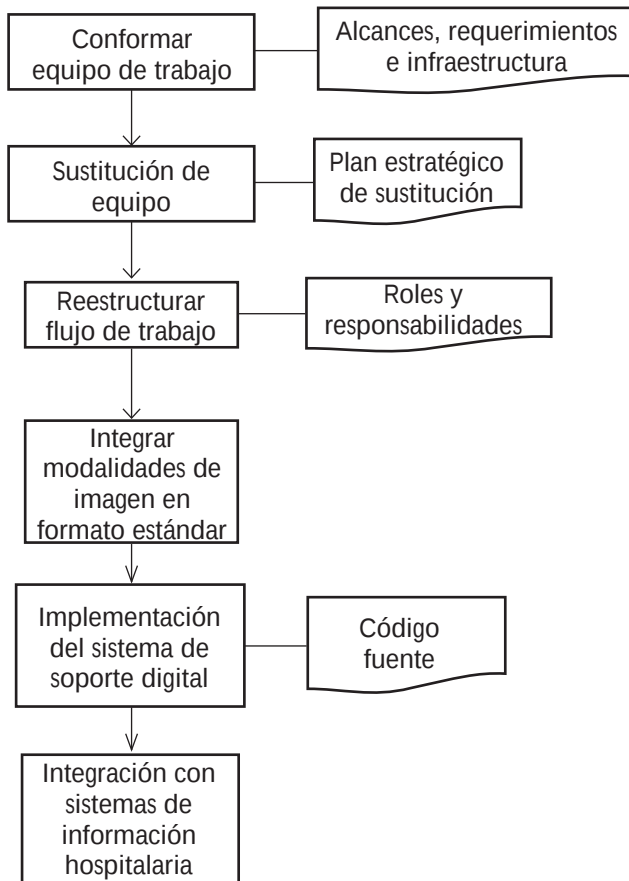


Figura 3. Procesos sustantivos en el desarrollo del PACS-INR.

obtenida en cada etapa del desarrollo del sistema. Es importante destacar que con este modelo se identifican claramente los roles, las actividades y los artefactos que se deben considerar en la implementación de un sistema que permita administrar (transmitir, consultar, almacenar y visualizar) las imágenes médicas en formato digital.

Discusión

La mayoría de los trabajos de evaluación y aseguramiento de la calidad se orientan a la configuración de estructuras, procesos y resultados enfocados al análisis de la calidad en la atención del paciente (tiempo de espera, número de consultas, calidez, etcétera).¹³ Sin embargo, pocos análisis se reportan en la literatura que enfatizan el impacto que la tecnología tiene para asegurar que los servicios se presten con un mínimo de riesgos.

Las estrategias para aumentar y, por ende, mejorar la calidad en el Servicio de Imagenología aplicando la tecnología PACS-INR reflejada en el balance entre beneficios y riesgos radica en cuatro aspectos fundamentales:

- i. Análisis, estudio y diagnóstico situacional
- ii. Identificar procesos clave
- iii. Medición del o los procesos
- iv. Aplicar acciones correctivas

Un punto fundamental para evaluar el impacto de la tecnología PACS-INR es identificar los indicadores de proceso (efectividad, eficiencia, productividad) y de estructura (eficacia, continuidad, seguridad, acceso), que sirven como elementos importantes para la toma de decisiones en la planeación y mejoramiento en el uso de tecnologías digitales.

El éxito de la tecnología PACS radica en su misión crítica alrededor de la operación de los servicios de imagenología ya que: 1) proporciona servicio continuo sin pérdida de datos y del estatus de la aplicación, 2) alto desempeño del sistema, 3) diseño basado en las necesidades del flujo de trabajo, infraestructura actual e identificación de requerimientos clínicos y tecnológicos para obtener el más alto costo-efectividad, 4) el archivo radiológico digital se convierte en un banco invaluable de datos para investigación, 5) permite una fácil comparación entre estudios, 6) es posible observar la misma imagen en cualquier estación de trabajo conectada a la red PACS y 7) la recuperación es rápida a través de la base de datos.

La evaluación costo-beneficio está asociada a la inversión de la alternativa tecnológica más eficiente y la medición del balance del beneficio, el cual no se reporta únicamente en términos monetarios, pues en salud esto no siempre es posible si no se destacan las acciones: reducir los tiempos fuera de funcionamiento de los equipos, eliminar el uso de placas y sus efectos, obtención de estudios en menor tiempo y sin pérdida de la información. El beneficio de la inversión del sistema PACS se refleja en costos directos ahorrados al eliminar el consumo de placas radiográficas, químicos y mantenimiento a los equipos de revelado. El beneficio más citado por el área médica es el tiempo ahorrado en la recuperación de los estudios reduciendo el ciclo diagnóstico-tratamiento. Este tiempo representa un beneficio financiero indirecto para el hospital en ahorro de costos de operación y, por último, el fácil y muy barato duplicado digital.

Claramente, el paradigma de la interpretación de imágenes médicas debe cambiar para que el radiólogo-

go lleve a cabo su trabajo con eficiencia, efectividad y exactitud. Los nuevos paradigmas exigen la optimización y la actualización constante de procesos, estructuras y recursos tecnológicos para proporcionar bienes y servicios de excelencia mediante capacitación continua, incremento de productividad y administración correcta de los recursos teniendo como objetivo o como núcleo la satisfacción de las necesidades del paciente y considerando como base fundamental de la organización el capital humano.

Bibliografía

1. Andriole K, Morina R, Arenson R, Carrinob J, Erickson B et al. Transforming the radiological interpretation process: The SCAR TRIP™ initiative. *Proc SPIE* 2004; 5371: 1-7.
2. Fleita I, Caspani C, Borrás C, Plazas M, Miranda A, Brandan ME et al. La calidad de los servicios de radiología en cinco países latinoamericanos. *Rev Panam Salud Pública* 2006; 20 (2): 113-124.
3. Strickland N. Picture archiving and communication systems (PACS) and digital radiology en: Grainger & Allison's diagnostic radiology: A textbook of medical imaging. Churchill Livingstone Inc. 4th edition, 2001.
4. Nitrosi A, Borasi G, Nicoli F, Modigliani G, Botti A, Bertolini M. A filmless radiology department in a full digital regional hospital: Quantitative evaluation of the increased quality and efficiency. *Journal of Digit Imaging* 2007; 20 (2): 140-148.
5. Scalzi G, Sostman H, Seshadri S, Matherly R. The New York hospital's institution-wide PACS. *Kodak Digital Science*. Eastman Kodak Company 1997; 1: 2-16.
6. Ortiz M, García J, Lemus C. A guideline for using PACS in countries receptive to technology. *Proceedings of the 29th IEEE EMBS Annual International Conference* 2007: 23-26.
7. Donabedian A. La calidad de la atención médica. La Prensa Médica Mexicana, México, D.F.1984.
8. Noumeir R. Reporting workflow modeling. *Proc. SPIE* 2004; 5371: 8-15.
9. Centro Nacional de Rehabilitación. Manual de garantía de calidad en radiodiagnóstico. Documento No. IPR032/02. 2002: 1-14.
10. Ruelas E. Calidad, productividad y costos. *Salud Pública México*. 1993; 35 (3): 298-304.
11. De la Fuente JR, Narro J, Santos JI, Pérez G, Tapia R et al. La medición en salud a través de indicadores. *Siglo XXI Editores*, México, D.F. 2001.
12. Hammer M, Champy J. Reengineering the Corporation: A manifesto for business revolution. HarperCollins Publishers Inc, New York 2003: 184.
13. Salinas-Martínez A. Technical efficiency in primary care for patients with diabetes. *Salud Pública México*, documento: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342009000100010&lng=en&nrm=iso&tlng=es [Visita 31/01/2012].