

Sistema informático para la gestión de la información hospitalaria del infarto agudo de miocardio (RHIMA)

MSc. Dr. Yanier Coll Muñoz^a✉, MSc. Dr. Francisco Valladares Carvajal^a, Dr. Jorge L. Fernández Curbelo^b e Ing. Luis E. Fernández Curbelo^a

^a Hospital Clínico-Quirúrgico Gustavo Aldereguía Lima. Cienfuegos, Cuba.

^b Universidad de Ciencias Médicas de Cienfuegos. Cienfuegos, Cuba.

Full English text of this article is also available

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 24 de noviembre de 2014

Aceptado: 13 de enero de 2015

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses

Abreviaturas

ECG: electrocardiograma

IAM: infarto agudo de miocardio

RHIMA: Registro Hospitalario del Infarto Agudo de Miocardio

UCI: Unidad de Cuidados Intensivos

Versiones On-Line:

Español - Inglés

✉ Y Coll Muñoz

Hospital GAL. Ave. 5 de Septiembre y Calle 51-A, Cienfuegos CP 55100.

Cienfuegos, Cuba.

Correo electrónico:

yanier.coll@gal.sld.cu

RESUMEN

Introducción: La difícil recopilación de información sobre la prevalencia y desarrollo del infarto agudo de miocardio imposibilita medir la calidad del tratamiento durante la evolución de la enfermedad en un determinado grupo de pacientes.

Objetivo: Desarrollar un sistema informático que permita la gestión de la información hospitalaria del infarto agudo de miocardio en el Servicio de Cardiología.

Método: Se identificaron las variables necesarias para la confección del registro, divididas por bloques relacionados con la atención prehospitalaria, el síndrome coronario agudo, la atención en Unidades de Cuidados Coronarios y el egreso. Se creó un sistema informático que utiliza NetBeans como IDE de programación, Apache como servidor web y la base de datos en MySQL; como lenguaje de programación se utilizó PHP con la infraestructura digital (*framework*) Yii del lado del servidor y JavaScript con el *framework* ExtJs 4.1.1 del lado del cliente. Como modelador de base de datos se utilizó ER/Studio.

Resultados: Se conformó el Registro Hospitalario de Infarto Agudo de Miocardio (RHIMA) para su aplicación en el Hospital Gustavo Aldereguía Lima de Cienfuegos, Cuba; se lograron obtener datos estadísticos inmediatos que permitieron realizar un análisis de la atención a los pacientes con esta enfermedad.

Conclusiones: Se desarrolló un sistema informático web capaz de gestionar la información del IAM. Su diseño, acorde al Sistema Nacional de Salud de Cuba, tiene en cuenta las características epidemiológicas y demográficas de la población cubana y brindan indicadores de calidad en la terapéutica para el registro de la información del IAM, ajustadas a las recomendaciones de las principales Guías de Práctica Clínica.

Palabras clave: Infarto agudo de miocardio, Registro hospitalario, Informática médica

Computer system for the management of hospital information on acute myocardial infarction (RHIMA)

ABSTRACT

Introduction: The difficult gathering of information on the prevalence and development of acute myocardial infarction makes it impossible to measure the quality of

treatment during the course of the disease in a given group of patients.

Objective: To develop a computer system that allows the management of hospital information on acute myocardial infarction in the Department of Cardiology.

Method: The variables required for making the registry were identified. They were divided into blocks related to prehospital care, acute coronary syndrome, coronary care units and discharge. A computer system that uses NetBeans as an integrated development environment, Apache as a web server and a MySQL database was created. The programming language used was PHP with Yii framework on the server side and JavaScript with ExtJs 4.1.1 framework on the user side. ER/Studio was used as database modeler.

Results: A Hospital Registry of Acute Myocardial Infarction (RHIMA by its acronym in Spanish) was devised for implementation at the Gustavo Aldereguía Lima Hospital in Cienfuegos, Cuba. It was possible to obtain immediate statistical data that allowed an analysis of the healthcare of patients with this disease.

Conclusions: A web computer system which is capable of managing the information on acute myocardial infarction was developed. Its design, which is in keeping with the National Health System in Cuba, takes into account the epidemiological and demographic characteristics of the Cuban population and provides quality indicators in therapeutics for the recording of information on acute myocardial infarction in accordance with the recommendations of the main Clinical Practice Guidelines.

Key words: Acute myocardial infarction, Hospital registry, Medical Informatics

INTRODUCCIÓN

El tratamiento del infarto agudo de miocardio (IAM) se encuentra continuamente experimentando cambios importantes sobre la base de la evidencia obtenida de los ensayos clínicos controlados y de las guías desarrolladas por las sociedades de cardiología. Aunque se han realizado excelentes estudios, existen resultados que se mantienen abiertos a interpretación, pueden no ser aplicables en todos los ámbitos clínicos y las opciones de tratamiento podrían verse limitadas por la falta de recursos. Todas estas evidencias sugieren la necesidad de identificar indicadores de la buena práctica clínica que reflejen la práctica real^{1,2}.

Registros de alta calidad pueden ayudar a entender si los conocimientos que derivan de los estudios clínicos se aplican apropiadamente y si los resultados se reproducen en la práctica clínica diaria³.

Sociedades de Cardiología de otros países tienen diseñados registros que cuentan con variables ajustadas a las recomendaciones de las principales Guías de Práctica Clínica y planes estratégicos específicos. Estos utilizan registros de carácter prospectivo y observacional, donde se ingresan pacientes con diagnóstico de IAM.

En Cuba, hasta el momento, no se conoce de la existencia de algún registro para el IAM, por lo que se dificulta la recopilación de información sobre su pre-

valencia y desarrollo, así como los factores de riesgo asociados y otras variables de interés. De igual manera, se imposibilita medir la calidad de la terapéutica durante la evolución de la enfermedad.

Por eso, el objetivo de la investigación fue diseñar un sistema informático que permitiera la gestión de la información hospitalaria del IAM en el Servicio de Cardiología del Hospital Clínico-Quirúrgico Universitario Gustavo Aldereguía Lima, para poder agilizar la obtención y el análisis de los datos de los pacientes ingresados.

MÉTODO

Se identificaron las variables necesarias para la confección del registro, divididas por bloques relacionados con la atención prehospitalaria, el síndrome coronario agudo, la atención en unidades coronarias y el egreso. Se creó un programa informático para lograr una recogida uniforme de los datos de los pacientes con IAM que permitiera obtener un análisis estadístico inmediato de los diferentes indicadores establecidos. Los datos se recogieron a través de un formulario.

Este sistema informático fue creado de forma tal que utiliza NetBeans como IDE de programación, Apache como servidor web y la base de datos en MySQL; como lenguaje de programación se utilizó PHP con la infraestructura digital (*framework*) Yii del lado del ser-

vidor y JavaScript con la infraestructura ExtJs 4.1.1 del lado del cliente. Como modelador de base de datos se utilizó ER/Studio.

Para el desarrollo del sistema informatizado se realizó el flujo de diseño e implementación según las pautas de la metodología *Scrum* para este tipo de aplicaciones, donde se utilizaron varios artefactos que evidenciaban las características del sistema. Finalmente se obtuvo, como resultado de las etapas de diseño e implementación, una concepción del sistema.

Para el desarrollo de proyectos informáticos se recomienda *Scrum*, ya que es un proceso ágil que sirve para administrar y controlar la construcción del software. El desarrollo se realiza en forma iterativa (ciclo corto de construcción repetitivo) e incremental⁴.

Se focaliza en priorizar el trabajo en función del valor que tenga para el negocio, al maximizar la utilidad de lo que se construye y el retorno de inversión. Está diseñado especialmente para adaptarse a los cambios en los requerimientos, de forma tal que el producto que se está construyendo pueda adaptarse en tiempo real a las necesidades del cliente. Con lo cual se consigue entregar un software que realmente resuelva las necesidades, y aumente la satisfacción del cliente⁵.

La representación de la información del sistema es normada por el Lenguaje de Modelado Unificado (*UML - Unified Modeling Language*), el cual permite modelar, construir y documentar los elementos que forman un producto de software que responde a un enfoque orientado a objetos⁶.

UML no es un lenguaje de programación sino un lenguaje de propósito general para el modelado orientado a objetos, y también puede considerarse como un lenguaje de modelado visual que permite una abstracción del sistema y sus componentes⁷.

En la actualidad se utiliza PHP como lenguaje de programación de uso general de código del lado del servidor, originalmente diseñado para el desarrollo web de contenido dinámico. El código es interpretado por un servidor web con un módulo de procesador de PHP que genera una página web. Este lenguaje ha evolucionado, por lo que ahora incluye también una interfaz de línea de comandos que puede ser usada en aplicaciones gráficas independientes; además, puede ser utilizado en la mayoría de los servidores web al igual que en casi todos los sistemas operativos y plataformas sin ningún costo.

RESULTADOS

Tras realizar el análisis clínico y epidemiológico del IAM en busca de variables que brinden indicadores de calidad en la terapéutica, quedan definidas para el registro aquellas que se ajustaron a las recomendaciones de las principales Guías de Práctica Clínica.

- Datos generales del paciente: Nombre y apellidos, edad, color de la piel, sexo, procedencia (municipio), área de salud, número de historia clínica y fecha de ingreso.
- Antecedentes patológicos personales: Hipertensión arterial, diabetes mellitus, cardiopatía isquémica, dislipidemia, cardiopatías congénitas y enfermedad pulmonar obstructiva crónica.
- Hábitos tóxicos: Alcoholismo, tabaquismo, café.

Las variables que evalúan la evolución del síndrome coronario agudo se dividen en 6 bloques diferentes:

1. Pre-hospitalaria: Fecha, hora y lugar del primer contacto médico [Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) de emergencia, atención primaria de salud, otros], fecha y hora del primer electrocardiograma (ECG) y del inicio de los síntomas; transporte (sanitario, apoyo vital avanzado, otros), si tuvo parada cardíaca.
2. Tratamiento Pre-UCI (Área de salud): ECG, aspirina, clopidogrel, betabloqueadores, inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina II, antagonistas del calcio, nitroglicerina, opiáceos, inotrópicos, antiarrítmicos.
3. UCI de emergencia: Fecha y hora de llegada a esta UCI, del primer ECG en esta UCI y si tuvo parada cardíaca. Además, variables relacionadas con el tratamiento, idénticas a las del acápite anterior.
4. Síndrome coronario agudo: Síntoma inicial (dolor típico, atípico o indoloro), tensión arterial inicial, frecuencia cardíaca, método de reperfusión, fecha y hora de trombólisis y lugar (atención primaria de salud, UCI de emergencia, UCI coronaria) donde se realiza, ECG inicial (supra o infradesnivel del ST, T invertida, bloqueo de rama izquierda), cateterismo, clase funcional inicial (Killip) y arritmias al ingreso.
5. UCI coronaria: Fecha y hora de ingreso, Killip en sala, diagnóstico final, localización, tratamiento y complementarios (colesterol, triglicéridos, glucemia inicial, hemoglobina, hematocrito, creatinina, creatinfosfoquinasa (CPK) total y su isoenzima MB, y la fracción de eyección por ecocardiografía.

6. Egreso: Evolución al mes, indicación de rehabilitación, procedimientos y complicaciones durante el ingreso, estado al egreso (vivo o fallecido), causa directa de muerte (si procede) y escala pronóstica GRACE⁸.

PRINCIPALES INDICADORES QUE PUEDEN GENERARSE CON EL REGISTRO

- Intervalo desde el comienzo de los síntomas a la primera atención sanitaria
- Tiempo puerta-aguja
- Tiempo urgencias-ECG
- Porcentaje de pacientes con trombólisis, administración de antiagregantes plaquetarios, anticoagulantes, betabloqueantes, inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina, estatinas, entre otros fármacos
- Estancia media y estadía hospitalarias
- Mortalidad hospitalaria y a los 28 días
- Complicaciones hemorrágicas
- Porcentaje de ecocardiogramas en UCI.

Características del producto obtenido

El sistema utiliza como arquitectura el paradigma MVC (modelo/vista/controlador), que separa la interfaz que presenta al usuario (vista), la lógica del negocio (controlador) y los datos almacenados (modelo). Esta separación permite a la interfaz o visualización, adoptar diferentes formas con una leve modificación al código de la aplicación⁹.

Los factores principales que se consideraron al desarrollar el sistema fueron la usabilidad –donde se tuvo en cuenta la facilidad de comprensión–, la capacidad de uso, y la satisfacción con la que las personas son capaces de hacer sus tareas gracias al uso del producto con el que están trabajando; factores que descansan en las bases del diseño centrado en el usuario.

El producto obtenido cumple con diversos requerimientos de fiabilidad al tener la capacidad de mantener un nivel especificado de rendimiento cuando es utilizado bajo condiciones específicas.

Recuperación

El software debe recuperarse fácilmente después de un fallo o caída (puede volver a abrirse el programa sin ningún inconveniente). Se debe permitir a los usuarios trabajar con el producto de software el tiempo necesario y la velocidad de reinicialización debe ser rápida

(no toma más de un minuto).

Tolerancia a fallas

- Tener en cuenta ¿qué tan frecuente ocurre una falla, aun si el usuario lo opera incorrectamente?
- El software debe presentar una explicación y opciones para la solución, cuando ocurre la falla.
- Las opciones de solución de fallas deben resolver el problema.
- La falla en la que no ofrece explicaciones, se resuelve reiniciando la computadora (si se paraliza, se arregla al apagar y encender el equipo otra vez).

Durante la confección del sistema fue de suma importancia garantizar la integridad de los datos que se almacenan. Esta información debe ser consistente y se utilizan validaciones que limitan la entrada de datos irreales y mecanismos de vuelta atrás en procesos críticos que terminen abruptamente y produzcan estados inconsistentes de la información; la cual estará disponible a los usuarios en todo momento.

El sistema informático para la gestión de la información hospitalaria del IAM desarrollado sobre las plataformas tecnológicas *Yes-it-is* (Yii) y Extension JS, es multiplataforma en cuanto a sistema operativo, por lo que está disponible para cualquier distribución de Linux, versión de Windows (superior a WinXP) y Solaris, lo que logra la interacción necesaria para brindarle al usuario un sistema que responda a sus necesidades. El sistema cuenta con tres módulos: gestión de usuario, de la información hospitalaria del IAM y ayudas.

Módulo de gestión de usuario

En este módulo se realiza la inserción del personal autorizado a acceder a la información contenida en el sistema. Su acceso es controlado mediante un usuario y contraseña que permite al personal la autorización para interactuar con la información contenida en los registros.

Se utilizarán tres grupos de usuarios en los roles de administrador, gestor e investigador.

- Investigadores: tienen acceso a los datos y utilizar la base de datos como fuente para investigaciones.
- Gestor: tienen acceso a los datos, puede ingresar pacientes al registro y utilizar la base de datos.
- Administrador: es el grupo básico de trabajo que ha creado el software y tiene autoridad sobre la actualización y utilización del registro.

Módulo de gestión de la información hospitalaria del IAM

Encargado de gestionar la información de los pacientes con diagnóstico de IAM, el usuario autorizado debe insertar las variables requeridas en el registro que indican la evolución del paciente, al acceder de manera paralela a la estadía del paciente en el servicio o luego de su egreso. Mediante este módulo se pueden realizar diversos análisis ya que se pone a disposición de los investigadores en forma tabular y ordenada la información de todas las variables, se facilita la búsqueda, el filtrado y la combinación de variables, a partir de lo cual se obtiene un cuadro resumen con indicadores seleccionados para cualquier estudio. El resultado alcanzado puede ser guardado de forma digital en diversos formatos o realizar su impresión (Figuras 1 y 2).

Módulo de Ayuda

Al utilizar los componentes brindados por las plataformas tecnológicas se logran organizar los distintos temas, lo que pone a disposición del usuario el manual de ayuda del sistema para que su utilización no sea un obstáculo, sino una herramienta potencial que facilite el análisis de las variables. Es accesible desde todos los módulos del sistema. Además, se elaboró el manual de procedimiento para el llenado del registro.

DISCUSIÓN

La creación de registros hospitalarios informatizados y con análisis inmediato de la calidad se incluye en el programa para reducir la mortalidad y las complicaciones por infarto agudo de miocardio en las salas de cuidados coronarios del Hospital Clínico-Quirúrgico Gustavo Aldereguía Lima.

El Registro Hospitalario del Infarto Agudo de Miocardio (RHIMA) presenta un grupo de ventajas con respecto a la historia clínica tradicional en papel¹⁰.

El RHIMA garantiza que la información sea confia-

Figura 1. RHIMA. Ingreso y edición de los datos de los pacientes.

NOBRE	SEXO	RAZA	NUMEROSTORIAS	EDAD	Fecha del Ingreso	FECHA	HORAS	HORAS	FECHA	FECHA	HORAS	LUGAR	TRAM
1 Jose Manuel Valdez M...	Masculino	Blanca	536432	45	05-05-2014	1	1	1	1	1	1	1	1
2 Jose Andri LuDdiSpez PuDdeSrez	Masculino	Blanca	654971	65	11-05-2014	2	2	2	2	2	2	2	2
3 Tania Lopez Llanes	Femenino	Blanca	456218	50	09-07-2012	3	3	3	3	3	3	3	3
4 Camilo Antonio Quinte...	Masculino	Negra	546079	56									
5 Ernesto Bianzonite Gu...	Masculino	Negra	215607	60									
6 Antonio Sanchez Rian...	Masculino	Blanca	625894	65									
7 Claudio Lopez Acevedo	Femenino	Negra	546212	68									
8 Juan Carlos Rianero V...	Masculino	Blanca	213546	66									
9 Juan Carlos Rianero V...	Masculino	Blanca	213540	66									
10 Juan Carlos Rianero V...	Masculino	Blanca	213948	73									
11 Raul Chaviano Acosta	Masculino	Negra	987564	70									
12 Maritza HernandezInd...	Femenino	Blanca	654131	56									
13 Heriberto Garcia Lopez	Masculino	Negra	465412	61									
14 Josefa Gomez Garcia	Femenino	Blanca	234854	63									
15 Andres Morejon Galvez	Masculino	Blanca	213465	69	12-02-2012	15	15	15	15	15	15	15	15
16 Antonio Canlio Alberto	Femenino	Negra	546312	64	20-02-2012	16	16	16	16	16	16	16	16
17 Lourdes Castillo Hern...	Femenino	Negra	213584	78	11-02-2013	17	17	17	17	17	17	17	17

Figura 2. RHIMA. Consulta de datos.

ble ya que los datos incluyen la fecha y hora de cuando fueron registrados así como el usuario que accedió al registro, además el RHIMA cuenta con restricciones que permiten detectar alteraciones en la información en el momento de registrar un ingreso. Otra ventaja importante es la de la disponibilidad que presenta el RHIMA ya que siempre está disponible para su consulta, mientras se tenga permiso para acceder a ella.

El RHIMA integra toda la información en un mismo sistema por lo que da la posibilidad de acceder a toda la información de un paciente de forma clara y sencilla.

lla. Dicho registro representa un cambio brusco en cuanto a la gestión de la información por parte del personal médico. Una desventaja que supone la instalación del RHIMA es la necesidad de contar con equipamiento informático y personal que se encargue de ponerlo en funcionamiento. En este hospital se cuenta con el equipamiento y el personal informático necesarios para su mantenimiento.

CONCLUSIONES

Se desarrolló un sistema informático web capaz de gestionar la información del IAM. Su diseño, acorde al Sistema Nacional de Salud de Cuba, tiene en cuenta las características epidemiológicas y demográficas de la población cubana, y brinda indicadores de calidad en la terapéutica para el registro de la información del IAM, ajustadas a las recomendaciones de las principales Guías de Práctica Clínica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Thygesen K, Alpert JS, White HD, Jaffe AS, Apple FS, Galvani M, *et al.* Universal definition of myocardial infarction. *Eur Heart J.* 2007;28:2525-38.
2. Steg PG, James SK, Atar D, Badano LP, Blomstrom Lundqvist C, Borger MA, *et al.* Guía de práctica clínica de la ESC para el manejo del infarto agudo de miocardio en pacientes con elevación del segmento ST. *Rev Esp Cardiol [Internet].* 2013 [citado 16 Nov 2014];66:53.e1-46. Disponible en: <http://www.revespcardiologia.org/es/pdf/90180910/S300/>
3. García-Castillo A, Jerjes-Sánchez C, Martínez Vermúdez P, Azpiri-López J, Autrey Caballero A, Martínez Sánchez C, *et al.* Registro Mexicano de Síndromes Coronarios Agudos. *Arch Cardiol Mex.* 2005; 75:S6-S32.
4. Gutierrez D. Métodos de desarrollo de software [Artículo en Internet]. [citado 16 Nov 2014]. Universidad de Los Andes, Venezuela; 2011. Disponible en: http://www.codecompiling.net/files/slides/IS_clase_13_metodos_y_procesos.pdf
5. Kniberg H. Scrum y XP desde las trincheras. *Cómo hacemos Scrum.* New York: C4Media Inc.; 2007.
6. Larman C. UML y Patrones. 2da ed. La Habana: Félix Varela; 2004.
7. Torres PL. Desarrollo de Software Orientado a Objeto usando UML [Artículo en Internet]. [citado 16 Nov 2014]. Universidad Politécnica de Valencia, España; 2002. Disponible en: <http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo329/1s03/UML/CursoOOconUML.ppt>
8. McManus DD, Alsam F, Goval P, Goldberg RJ, Huang W, Gore JM. Incidence, prognosis, and factors associated with cardiac arrest in patients hospitalized with acute coronary syndromes (the Global Registry of Acute Coronary Events Registry). *Coron Artery Dis.* 2012;23:105-12.
9. Patzer A. JSP Ejemplos prácticos. Madrid: Anaya Multimedia; 2002.
10. Tariche Motroni OM. Sistema Informático de Gestión Hospitalaria del Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Sala de ingreso. *Rev Cubana Cardiol Cir Cardiovasc [Internet].* 2013 [citado 16 Nov 2014];19(3-4):182-8. Disponible en: <http://www.revcardiologia.sld.cu/index.php/revcardiologia/article/view/371/467>