

Evolution of an automatic vital signs acquisition system integrated to an electronic medical record

Joaquín Burgán¹, Jorge A. Garbino¹, Marcelo R. Risk^{1,2}, and Daniel Luna¹

¹Departamento de Informática en Salud, Hospital Italiano de Buenos Aires, ²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Abstract— The automatic vital signs acquisition aims to reduce the time of data entry, to eliminate the errors that are produced by the transcription, to help in the clinical workflow, to enrich the documentation and to keep it up to date.

For several years the Italian Hospital of Buenos Aires has been developing systems for the integration of medical equipment into its Electronic Medical Record system. As part of a plan for continuous improvement and as part of a process of accreditation with the Healthcare Information and Management Systems Society (HIMSS), the need arises to extend the scope of this integration to all hospital medical equipment present in all critical care areas.

The newly developed system, besides allowing the user to take the data exported by the multi-parameter monitors and save them in the patient's medical record being treated, adds new functionalities such as validation of the patient's identity and selection of the monitor through barcoding, and compatibility with the various multi-parameter monitors in critical care areas.

A high level of user acceptance was achieved and indicators are being generated to quantify the expected benefits.

Index Terms—Electronic Medical Record, Vital Signs, Bedside, Multi-parameter Monitors

I. INTRODUCCIÓN

LOS datos obtenidos de los dispositivos médicos en el punto de atención (*bedside*), así como su correcta documentación, son un subconjunto importante de los datos sobre la asistencia sanitaria que ayudan al cuidado del paciente.

Este trabajo fue presentado para su revisión el 19 de junio del 2017, está siendo realizado actualmente en el Departamento de Informática en Salud del Hospital Italiano de Buenos Aires.

J. Burgán, actualmente desarrollador en el Área de Bioingeniería del Departamento de Informática en Salud del Hospital Italiano de Buenos Aires. Argentina (e-mail: joaquin.burgan@hiba.org.ar).

J. A. Garbino, actualmente Coordinador en Innovación e Investigación del Departamento de Informática en Salud del Hospital Italiano de Buenos Aires. Argentina (e-mail: jorge.garbino@hiba.org.ar).

M. R. Risk, actualmente Jefe del Área Innovación e Investigación del Departamento de Informática en Salud del Hospital Italiano de Buenos Aires. Argentina (e-mail: marcelo.risk@hiba.org.ar).

D. R. Luna, actualmente Jefe del Departamento de Informática en Salud del Hospital Italiano de Buenos Aires. Argentina (e-mail: daniel.luna@hiba.org.ar).

Los signos vitales son parte de estos datos y proporcionan información de referencia esencial para decisiones de tratamiento y tendencias históricas. Esta información histórica permite el reconocimiento de los cambios agudos o crónicos que pueden resultar significativos.

Estudios demuestran que los métodos de documentación manuales contribuyen a un alto número de errores y consumen muchas horas de trabajo (productividad perdida cada año) [1] [2].

Cuando los signos vitales son registrados en una hoja de papel para el posterior ingreso manual a la historia clínica electrónica (HCE) de un paciente, se generan múltiples instancias donde se pueden cometer errores. La transcripción de forma incorrecta, el ingreso de los datos al registro de otro paciente o no ingresarlos en absoluto son algunas de las posibles equivocaciones. Incluso si los datos se introducen correctamente, hay un retraso desde el momento en que son leídos hasta que son cargados a la HCE.

Esto puede afectar la eficiencia del personal, demorar la toma de decisiones clínicas o incluso tomar las decisiones basadas en datos erróneos o desactualizados generando riesgos para el paciente.

La automatización del registro de signos vitales desde los



Fig. 1. Vista aplicación de captura de signos vitales para registro de enfermería.

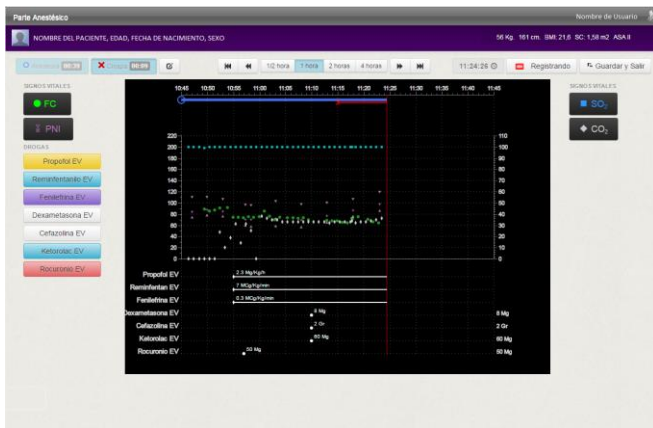


Fig. 2. Vista de la interfaz de usuario de la ficha anestésica electrónica.

dispositivos médicos busca asistir a los profesionales en la toma de decisiones clínicas y ayudar en el flujo de trabajo, con la premisa de agilizar el proceso y la calidad de la documentación y disminuir el tiempo que conlleva realizar esta tarea.

El primer antecedente de una aplicación para la captura automática de signos vitales en el Hospital Italiano de Buenos Aires (HIBA) se da en el año 2010 con la implementación de un módulo de registro electrónico para enfermería en la HCE. La necesidad de informatizar la documentación del proceso de atención en enfermería (PAE) promovió el desarrollo de una aplicación que permitiera tomar los datos de los signos vitales directamente de los monitores y guardarlos en la HCE del paciente con el fin facilitar la tarea del registro. Esta aplicación se implementó en la Unidad de Terapia Intensiva Adultos, y era compatible con los monitores multiparamétricos de la línea IntelliVue de Philips. La Fig. 1 muestra la interfaz de usuario de la aplicación que se ejecutaba por fuera de la HCE. Como consecuencia de este y otros proyectos de integración realizados en el hospital se implementó a una red de datos específicamente destinada a la conexión de todos los dispositivos médicos (REM) [3].

El segundo hito se da con la implementación de la ficha anestésica electrónica (FAE), la que consiste en un sistema de registro en tiempo real del procedimiento anestésico a partir del cual se genera un documento de relevancia asistencial y legal. Este sistema está compuesto por una aplicación web integrada dentro de la HCE (Fig. 2) y un servicio web que maneja la comunicación con el monitor y almacena los datos. Los monitores, también de las líneas IntelliVue de Philips, se encuentran en este caso conectados directamente a la PC que contiene el servicio, que puede funcionar en forma autónoma en cada quirófano frente a fallas de la infraestructura de redes o servidores centrales [4].

II. OBJETIVOS

Desarrollo e implementación de una aplicación que facilite el registro de los signos vitales mediante la captura automática de datos desde los equipos médicos, que sea compatible con los monitores existentes en el HIBA y que fomente la seguridad del proceso.

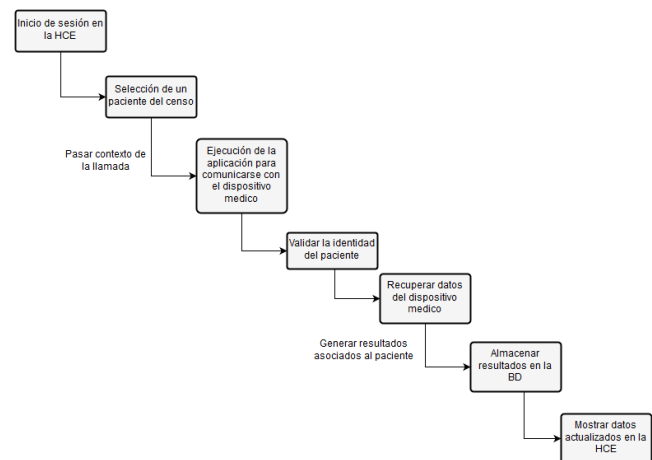


Fig. 3. Proceso definido para asociar los signos vitales capturados de un dispositivo medico a un determinado paciente

III. METODOLOGÍA

A continuación se describirán las distintas etapas que conformaron este proyecto.

A. Relevamiento

Se relevaron los servicios alcanzados por el proyecto con el objeto de identificar todos los dispositivos médicos que se utilizan para medir signos vitales.

Respecto al equipamiento médico, determinar cuáles de los mismos tenían capacidad de conectividad, mediante que interfaz y con qué protocolos, así como también la cantidad de estos equipos en cada sector y su ubicación.

Se relevaron también los dispositivos existentes en los servicios desde los cuales se accede a la HCE poniendo atención en la cantidad, la ubicación dentro de los sectores, y la capacidad de movilizarlos.

Se hizo énfasis especial en cuestiones de infraestructura de la red de datos como cantidad de puestos de red por cama, iluminación WiFi, presencia de la red REM entre otros.

B. Diseño

Con la intención de respetar los mismos lineamientos de diseño y para mantener una coherencia con la HCE, se tomó como base un desarrollo previo hecho en el HIBA, el módulo de registro de administración de fármacos. Ese módulo fue diseñado para aumentar la seguridad en el proceso de administración de medicamentos mediante instancias de validación de la identidad del paciente así como del recipiente (jeringa, sachet u otro) que contiene la medicación. Esta identificación se realiza por medio de lector de código de barras leyendo la pulsera del paciente y la etiqueta del fármaco. Este proceso fue definido en base a indagaciones y tests de prototipos con usuario finales.

La arquitectura definida para el sistema consistió en un modelo de aplicación distribuida cliente servidor. En este contexto, todos los dispositivos que puedan alojar el software desarrollado oficiaran de cliente y los monitores, de servidor. Para que los monitores multiparamétricos sean accesibles

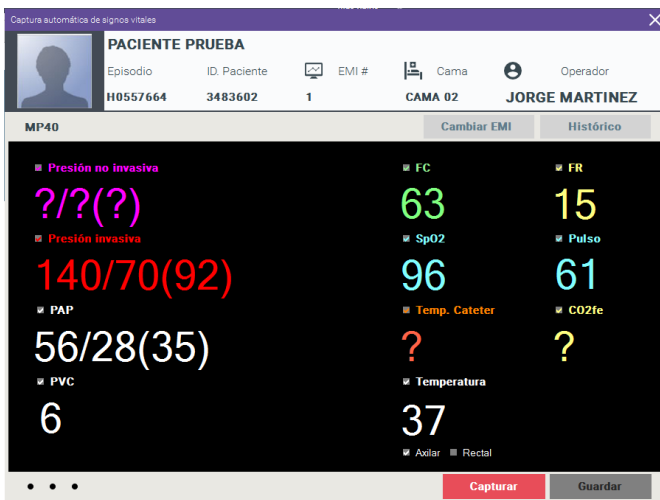


Fig. 4. Vista de la interfaz de usuario desarrollada.

desde la aplicación los mismos deben estar correctamente inventariados, identificados y conectados a la red REM ya sea de forma cableada o inalámbrica.

En la Fig. 3 se muestra el proceso definido para el registro de signos vitales.

C. Desarrollo

El desarrollo del software se dividió en dos grandes sub proyectos. Un proyecto integrador, que controla el proceso de validación de la identidad del paciente y la asociación con el equipo médico integrable (EMI) y otro que controla la comunicación, la captura y el almacenamiento de los datos de los distintos modelos de equipos identificados.

La solución se desarrolló con .Net Framework en el lenguaje C# y para la comunicación con la base de datos se utilizó la tecnología Oracle Data Provider para .NET (ODP.NET)

D. Implementación y soporte

Se definió realizar una prueba piloto en un servicio de cuidados críticos con 38 camas, donde el tiempo esperado actual entre registros de signos vitales por paciente debería ser de 2 horas, pudiendo reducirse a 15 minutos o menos dependiendo de la criticidad del paciente. La finalidad de esta prueba es detectar posibles errores y ajustar el proceso de implementación. En este lapso de tiempo se deberán hacer las adecuaciones correspondientes en el resto de los servicios afectados.

Se estipuló una etapa de corrección o mejora en función de los resultados de la prueba piloto.

Para la implementación total del software se estableció un modelo progresivo para tener mayor control del proceso. Se definió un cronograma de forma arbitraria, priorizando los servicios que se encuentren adecuados desde la infraestructura.

Se dictaron talleres de capacitación grupales para todos los usuarios implicados en el proyecto acorde al cronograma de implementación.

A su vez se determinó que los incidentes con el sistema deberán ser reportados a través del sistema de mesa de ayuda

TABLA I
SIGNOS VITALES

Descripción
Presión no invasiva
Presión Invasiva
Presión Arterial Pulmonar
Presión Venosa Central
Temperaturas
CO ₂ fe
Saturación Arterial de O ₂
Saturación Venosa de O ₂
Frecuencia Cardíaca
Frecuencia Respiratoria
Gasto Cardíaco
Índice Cardíaco
Volumen de fin de diástole
Volumen Sistólico
Fracción de eyección del ventrículo derecho
Resistencia Vascular
Sistémica
Pulso

Listado de signos vitales que se pueden ser cargados con la aplicación existente.

IV. RESULTADOS

El resultado del este proyecto fue el desarrollo de un software compatible sistema operativo Windows que, a través de una interfaz, permite al usuario seleccionar el monitor multiparamétrico al que se encuentra conectado un determinado paciente, visualizar los signos vitales que están siendo exportados y almacenarlos en la HCE de ese paciente. La interfaz fue pensada para simplificar el uso y agilizar el proceso (Fig. 4).

La aplicación se ejecuta desde dentro del módulo de registro de enfermería, por lo que es necesario ingresar a la HCE del paciente al que se le quieren cargar los signos vitales. Para aumentar la seguridad del proceso la aplicación le solicita al usuario validar la identidad del paciente mediante la lectura con un lector de códigos de barra la pulsera identificativa que el mismo lleva desde su ingreso. Si la validación falla, no permite continuar con el proceso. En caso de una contingencia, como por ejemplo la falla o ausencia del lector o una pulsera dañada, se creó un método de validación manual que consiste en responder una pregunta sobre datos específicos del paciente. Una vez superado el proceso de validación se procede a la selección del EMI desde el cual se quiere tomar los datos, esta selección puede ser con el lector de código de barras o ingresando manualmente el número de identificación del EMI. Además de ver los datos en línea y guardar instantáneas en la HCE, la aplicación permite visualizar el registro histórico de capturas realizadas al paciente que está siendo atendido.

Actualmente, la aplicación es compatible con los monitores Philips de las líneas IntelliVue, y SureSign y con los monitores Edwards de las líneas Vigileo, Vigilance I y II y EV1000. Para el caso de los monitores Philips IntelliVue, se reutilizó parte del código previamente desarrollado en las aplicaciones predecesoras. En cambio, tanto para los monitores Philips SureSign como para todos los modelos de

Edwards mencionados anteriormente, los desarrollos de integración se realizaron completamente desde cero.

Los signos vitales que pueden ser cargados mediante la aplicación se muestra en la Tabla 1, y los mismos fueron definidos en conjuntos con los servicios en función de la necesidad real.

V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Actualmente la solución se encuentra todavía en la etapa de prueba y de momento la devolución por parte de los usuarios es de satisfacción.

Se están definiendo indicadores para poder cuantificar de forma precisa el desempeño de la aplicación, así como patrones de uso. Algunas de variables a tener en cuenta para el análisis son la cantidad total de registros realizados, la cantidad de signos vitales que contiene cada registro y la frecuencia con que se capturan para poder compararlos con los registros realizados de forma manual. También se almacena información respecto a cómo se realizó la validación de la identidad del paciente, con lector de código de barras o manual. Todos los registros están asociados al usuario que lo realice de modo que el análisis se puede individualizar.

La división del desarrollo de la solución como un conjunto de proyectos de comunicación con los dispositivos y un proyecto integrador, permite que la misma sea fácilmente escalable y que si hubiera que integrar un nuevo tipo o modelo de dispositivo, ese desarrollo puede llevarse a cabo de forma prácticamente independiente del resto.

Dado que los monitores muchas veces son movidos del lugar según la necesidad, uno de los reportes de falla más frecuentes en esta etapa es debido a que el monitor no se encuentra conectado a la red. Es fundamental entrenar al usuario para logre identificar esta situación para evitar este tipo de problemas.

A pesar de que aplicación permite visualizar en forma remota los datos transmitidos por los monitores integrados, la misma no fue pensada como una solución de monitoreo, por el momento no se procesan los mensajes de alarmas ni cuenta con un sistema de alertas.

Si bien en todos los servicios hay una computadora desde la cual se accede a la HCE, la misma no siempre se encuentra en el punto de atención. Esto sucede muchas veces por cuestiones de espacio o simplemente porque no era necesario. Dicho esto, es que se está desarrollando una versión *mobile* de la aplicación que se integrará a dispositivos portátiles destinados a dichos servicios.

Enfermería en una Unidad de Cuidados Intensivos del Adulto," Infolac, Guadalajara, México, 2011

- [4] G. Bianco, M. Sabalza, D. Luna, G. Garcia Fomari, J. Garbino, M. Waldhorn, & E. Tarsetti. (2013). Desarrollo de una Ficha Anestésica Web en Áreas críticas. *Cacic*, 1436–1448.
- [5] Zaleski, J. (2008). Integrating device data into the electronic medical record.
- [6] M. Arora, N. Falsafi, M. Al-Ibrahim, R. Sawyer, E. Siegel, A. Joshi, & J. Finkelstein. (2005). Evaluation of CoViSTA - an automated vital sign documentation system - in an inpatient hospital setting. *AMIA. Annual Symposium Proceedings*, 4(1), 885.
- [7] T. Fonseca, C. Ribeiro, & C. Granja. (2009). Vital signs in intensive care: Automatic acquisition and consolidation into electronic patient records. *Journal of Medical Systems*, 33(1), 47–57.
- [8] R. Fretschner, W. Bleicher, A. Heininger, & K. Unertl. (2001). Patient data management systems in critical care. *Journal of the American Society of Nephrology: JASN*, 12 Suppl 1, S83-6.
- [9] J. G. Lerou, R. Dirksen, M. van Daele, G. M. Nijhuis, & J. F. Crul. (1988). Automated charting of physiological variables in anesthesia: a quantitative comparison of automated versus handwritten anesthesia records. *Journal of Clinical Monitoring*, 4(1), 37–47.
- [10] D. Luna, E. Soriano, & F. González. (2007). Historia clínica electrónica. *Revista Del Hospital Italiano de Buenos Aires*, 27(2), 77–86.
- [11] J. Massaut, P. Reper, L. Hooghe, & P. Gottignies. (2014). Open Source Patient Data Management System for Intensive Care, (August).
- [12] M. Mastriani, A. Gómez, M. Martínez, G. Lopez, A. López Osornio, F. Pedernera, J. Piccinini. (2004). Sistema Inteligente de Adquisición de Señales Biomédicas y su vinculación con una Historia Clínica Electrónica. *Sis*, (September).
- [13] S. P. Nelwan, T. B. van Dam, S. H. Meij, & N. H. J. J. van der Putten,. (2007). Implementation and use of a patient data management system in the intensive care unit: A two-year experience. *2007 Computers in Cardiology*, 221–224.
- [14] A. J. Sims, A. Pay, & B. G. Watson. (2000). An architecture for the automatic acquisition of vital signs by clinical information systems. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 4(1), 74–75.
- [15] Tysinger, E. L. (2014). Original Science How Vital Are Vital Signs ? A Systematic Review of Vital Sign Compliance and Accuracy in Nursing. *Journal of Science and Medicine*.
- [16] Wong, D., Bonnici, T., Knight, J., Gerry, S., Turton, J., & Watkinson, P. (2017). A ward-based time study of paper and electronic documentation for recording vital sign observations. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 0(0), 1–6.
- [17] Wong, D., Bonnici, T., Knight, J., Morgan, L., Coombes, P., & Watkinson, P. (2015). SEND: a system for electronic notification and documentation of vital sign observations. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 15(1), 68.

REFERENCIAS

- [1] M. Meccariello, D. Perkins, L. Quigley, A. Rock, & J. Qiu. (2010). Vital Time Savings: Evaluating the Use of an Automated Vital Signs Documentation System on a Medical/Surgical Unit. *Journal of Healthcare Information Management*, 24(4), 46–51.
- [2] P. Gearing, C. Olney, K. Davis, D. Lozano, L. Smith, & B. Friedman. (2006). Enhancing patient safety through electronic medical record documentation of vital signs. *Journal of Healthcare Information Management: JHIM*, 20(4), 40–5.
- [3] B. Schachner, A. Arias, J. Garbino, G. Vignau, C. Budalich, D. Luna, B. González de Quirós F, "Implementación de un Registro electrónico para