

CARDIOLOGÍA DEL ADULTO – ARTÍCULO ORIGINAL

CardioResyncApp: Un aplicativo móvil para recolectar datos de investigación en Cardiología



Alejandro Olaya*, Hernán David Bohórquez y Alix Rocío Barrios

Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Facultad de Cardiología. Bogotá, Colombia

Recibido el 27 de noviembre de 2017; aceptado el 20 de enero de 2020

Disponible en Internet el 10 de septiembre de 2020

PALABRAS CLAVE

Recolección de datos;
Programas
informáticos;
Registros electrónicos
de salud;
Cardiología;
Investigación;
Insuficiencia
cardíaca;
Terapia de
resincronización
cardíaca;
Pronóstico.

Resumen

Objetivo: diseñar y desarrollar un aplicativo móvil, innovador y útil que facilite el registro, la extracción y el análisis de datos en cardiología, y que permita la realización de investigaciones de alta calidad en pacientes con insuficiencia cardíaca llevados a terapia de resincronización.

Metodología: se utilizó el marco de trabajo Scrum, ya que ofrece características de agilidad necesarias para la definición de requerimientos en un entorno colaborativo y en equipo; se realizaron entregas parciales de un producto final, lo cual facilitó la rapidez en el desarrollo de la aplicación.

CardioResyncApp es una aplicación móvil que estará disponible en las dos plataformas móviles más importantes: App Store y Google Play.

Resultado: se diseñó y desarrolló un aplicativo móvil, innovador, especializado en la recolección de datos para estudios de investigación en cardiología referentes a insuficiencia cardíaca y terapia de resincronización.

Conclusiones: CardioResyncApp es un aplicativo móvil, ágil, fácil de usar, que revolucionará la recolección de datos en Colombia, para investigación en cardiología. No tendrá limitaciones geográficas para la recolección de datos ya que se encuentra disponible en las plataformas móviles más populares, como iOS y Android, lo cual facilitará la realización de estudios multicéntricos en Colombia, aproximándonos a la realidad de la enfermedad en las diversas poblaciones a pesar de las variaciones sociodemográficas.

© 2020 Publicado por Elsevier España, S.L.U. en nombre de Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: aolaya2000@hotmail.com (A. Olaya).

KEYWORDS

Data collection;
Computer programs;
Computerised health
records;
Cardiology;
Studies;
Heart failure;
Cardiac
resynchronisation
therapy;
Prognosis

CardioResyncApp: A mobile phone application for recording research data in Cardiology**Abstract**

Objective: The aim of this study is to design and develop a new and useful mobile application that facilitates the recording, extraction and analysis of data in cardiology, and can help in the carrying out of high quality research on patients with heart failure receiving resynchronisation therapy.

Methodology: Scrum development technology was used, since it offers the dynamic features necessary to define the requirements in collaborative and team environment. Partial deliveries will be made of a final product, which will help to speed up the development of the application.

CardioResyncApp is a mobile phone application that will be available on the two most important mobile platforms: App Store and Google Play.

Results: A novel mobile application was designed and developed to collect data for research studies in cardiology as regards heart failure and resynchronisation therapy.

Conclusions: CardioResyncApp is a dynamic, easy to use, mobile application what will revolutionise data collection in Colombia for cardiology research. It will have no geographic limitations for the collection of data, since it is available on the most popular mobile platforms such as IOS and Android, which will help in the conducting of multicentre studies in Colombia, and approaching the reality of the disease in the various populations despite the sociodemographic variations.

© 2020 Published by Elsevier España, S.L.U. on behalf of Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

Desde mediados de los años ochenta el mundo ha experimentado una explosión en la capacidad de producir, almacenar y comunicar datos, principalmente en formatos digitales. De manera simultánea al acceso a tecnologías informáticas, el computador personal, el teléfono inteligente y otros dispositivos portátiles reflejan este crecimiento, asociado con el mejoramiento en el almacenamiento de datos, el cálculo rápido de información y su entrega a través de la Internet¹.

Los sistemas de registro electrónico en salud facilitan la recolección de datos, los cuales pueden ser utilizados para fines de investigación. Estos mejoran la estructuración y recuperación de la información del paciente² al tiempo que permiten incorporar medidas de práctica clínica y mejorar la identificación y el reclutamiento de pacientes elegibles y proveedores de investigación clínica³.

En la actualidad, la Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, en su página web, dispone de una serie de aplicativos móviles de acceso y uso gratuito, los cuales están orientados principalmente a la actualización médica en temas específicos de cardiología, basados en las nuevas guías de práctica clínica de diferentes enfermedades; sin embargo, hasta el momento no se cuenta con un aplicativo móvil que facilite la recolección de datos para investigación en esta área específica de la medicina.

Surge así la necesidad de desarrollar plataformas de investigación que optimicen la capacidad de realizar investigaciones informativas e innovadoras y con enfoques científicos⁴.

A pesar de los beneficios percibidos, la resistencia de los médicos a los registros electrónicos en salud sigue siendo

un desafío serio, parte del cual se origina por la forma en que los registros electrónicos en salud impactan su trabajo, la falta de disponibilidad de acceso remoto, ya que no se pueden hacer las notas en el lugar donde se encuentra el paciente, y los errores habituales que se presentan durante la fase inicial de implementación de un sistema de registro electrónico en salud⁵.

Hoy en Colombia el uso de aplicativos móviles está direccionado a poseer herramientas de rápida consulta para la realización de cálculos y aplicación de fórmulas en una enfermedad específica; así mismo, otro gran uso que tienen estos aplicativos es el de poder acceder a información actualizada en temas específicos en cardiología debido a que este modelo permite renovar la información según avancen las terapias y los métodos diagnósticos. Por el momento las aplicaciones dirigidas a la captación masiva de datos clínicos de los pacientes para estudios de investigación no están fácilmente disponibles, y si bien se cuenta con sistemas de análisis y almacenamiento evolucionados, la recolección de datos para investigación continúa realizándose, en gran medida, en forma manual antes de ser ingresados a las bases de datos, lo cual genera un riesgo importante de pérdida de la información y sigue siendo dispendioso.

Por este motivo se planteó el diseño de un aplicativo móvil, innovador y útil que facilitara el registro y la extracción de datos de pacientes con falla cardíaca llevados a terapia de resincronización. Dichos datos podrán ser depurados, lo cual agilizará el proceso de análisis de los mismos y, a partir de esta información, se generarán trabajos de investigación en cardiología.

La insuficiencia cardíaca es un síndrome clínico que representa la fase final de diferentes enfermedades

cardíacas, y puede ser el resultado de cualquier trastorno cardíaco estructural o funcional que deteriora la capacidad del ventrículo para llenar o expulsar la sangre⁶. En Colombia se han realizado estudios en esta enfermedad en los que se ha identificado que la prevalencia aumenta directamente con la edad —6 a 10% en mayores de 65 años y llega hasta el 20% en mayores de 80 años⁷—. En estudios de población local llevados a cabo entre 2010 y febrero de 2011, en el Hospital San José de Bogotá, se estudiaron 246 pacientes con diagnóstico de insuficiencia cardíaca descompensada y se halló una mortalidad intrahospitalaria del 7,7%⁸.

Un porcentaje no despreciable de los pacientes con falla cardíaca (20 a 30%) presenta un retardo en la conducción intraventricular, lo cual conlleva disincronía mecánica de la contracción ventricular. Para este tipo de pacientes y, en especial, para los que tienen bloqueo de rama izquierda, se ha desarrollado la terapia de resincronización, la cual consiste en el implante de un dispositivo de características físicas similares a un marcapaso, provisto de una batería externa que se implanta en el tejido celular subcutáneo del tórax, y en el posterior avance de electrodos por vía venosa a las cavidades cardíacas. Esta terapia tiene como objetivo mejorar la sincronía ventricular⁹⁻¹², la remodelación ventricular y la calidad de vida, así como aumentar la capacidad de ejercicio y disminuir el número de hospitalizaciones y de mortalidad^{13,14}.

Adicionalmente, optimiza la función de bomba, reduce la insuficiencia mitral funcional y, como se mencionó anteriormente, disminuye el proceso deletéreo de remodelado del ventrículo izquierdo. Este tipo de terapia está indicada en disfunción sistólica asociada a prolongación del intervalo QRS^{8,15}.

En consecuencia, este aplicativo móvil será la entrada a una tendencia innovadora de investigación en cardiología puesto que permitirá crear la primera base de datos existente en Colombia de pacientes sometidos a terapia de resincronización cardíaca, y a partir de ella se podrán realizar múltiples estudios acerca del tema.

Materiales y métodos

Para el desarrollo del aplicativo se contó con la participación de un equipo médico, experto en terapia de resincronización cardíaca, quienes fueron los encargados de elaborar las listas de trabajo y los requerimientos necesarios, y un equipo de desarrollo de *software* encargado de ejecutarlo. Este proyecto se realizó con metodología Scrum, la cual corresponde a un marco de trabajo implementado en proyectos de *software*, que permite que el desarrollo se lleve a cabo de manera colaborativa, ágil y con períodos fijos de implementación llamados *sprint*. Las entregas del producto se realizan de manera parcial y son priorizadas según lo requerido por el equipo médico¹⁶.

La metodología Scrum se basa en cuatro tareas principales para llevar a cabo cada *sprint*. La primera corresponde a la planificación del *sprint*; en ella se realiza una reunión entre los integrantes del proyecto en la que se determinan los desarrollos que deben realizarse en la siguiente implementación. La segunda se trata de una reunión diaria que realiza el equipo de trabajo, la cual tiene una duración aproximada de 15 minutos, y en la que cada uno de los

integrantes responde a tres preguntas que se plantean: qué ha hecho desde la última reunión de sincronización, qué se va a hacer a partir de ese momento y cuáles son las limitaciones o impedimentos actuales o futuros. La tercera corresponde a la demostración del *sprint*; esta tiene una duración de aproximadamente 4 horas, durante la cual cada uno de los integrantes enseña sus aportes para la culminación del *sprint*. La cuarta corresponde a la retrospectiva del *sprint* y en esta se analizan los aspectos positivos y negativos de la ejecución del *sprint*, con el fin de plantearse un plan de mejora para la siguiente implementación. Esta última reunión también tiene una duración de 4 horas, máximo¹⁷.

Este aplicativo se desarrolló a través de tres *sprint*, los cuales se describen a continuación:

Primer sprint

- Definición de las variables que ingresarán tanto en la primera vez que se registre el paciente como en el seguimiento.
- Desarrollo de funcionalidad para el registro del médico y de los pacientes.
- Desarrollo de funcionalidad para ingreso a la aplicación y búsqueda de pacientes.

Segundo sprint

- Desarrollo de funcionalidad para el registro de la casa comercial del dispositivo.
- Desarrollo de funcionalidad para el ingreso de datos en el seguimiento del paciente.
- Implementación de funcionalidad para el registro del test de Minnesota tanto al ingreso del paciente como en el seguimiento.

Tercer sprint

- Desarrollo de funcionalidad para adjuntar archivos fotográficos.
- Desarrollo de funcionalidad para cargar los datos en el módulo de análisis de datos.
- Desarrollo del módulo de análisis de datos.

La aplicación móvil CardioResyncApp fue implementada para las plataformas móviles más populares, Android e iOS. El registro de la información capturada en la aplicación móvil se almacena en la nube usando una tecnología de Google llamada Firebase, la cual permite agilizar el desarrollo de aplicaciones móviles y *web*, ya que la integración de datos es sencilla y con ello se reduce el costo de desarrollo.

Adicionalmente, Firebase permite asegurar el acceso a la información y ofrece funcionalidades, como configuración y administración de usuarios, seguridad, almacenamiento de información (fig. 1). También permite el envío de correos para el cambio de contraseña y la sincronización de datos en tiempo real entre la aplicación y la base de datos que está en la nube. Además, se cuenta con un módulo de análisis de datos en el que se realiza el procesamiento de los datos con posibilidad de exportar la información depurada a plantillas tipo Excel.

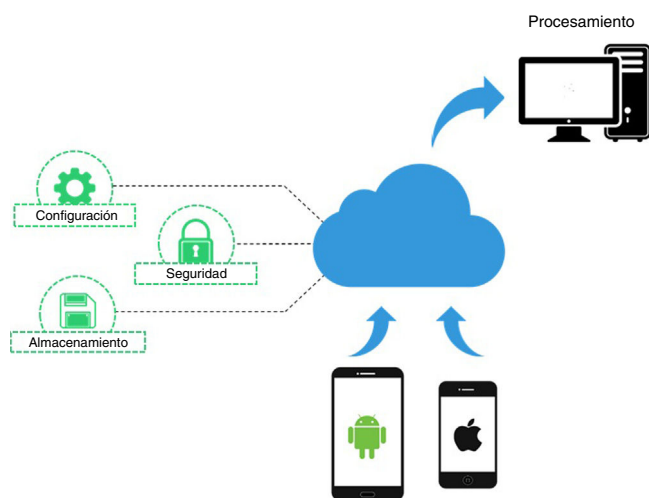


Figura 1 Diagrama de las funcionalidades de Firebase.

Resultados

Se diseñó un aplicativo móvil llamado CardioResyncApp, el cual se caracteriza por ser innovador y útil, y porque además facilita la captura, la extracción y el análisis de datos de pacientes con insuficiencia cardíaca, llevados a terapia de resincronización.

CardioResyncApp cuenta con varios segmentos:

- Módulo para el registro o la inscripción de profesionales de salud que usarán el aplicativo.
- Módulo de ingreso a la aplicación móvil de profesionales registrados.
- Módulo de registro y consulta de pacientes, en el que se incluye la información registrada en la consulta de primera vez del paciente o información registrada previamente.
- Módulo de registro de información de la atención del paciente, el cual está conformado por diferentes subsecciones; en la primera se registra la información del cardiodesincronizador o dispositivo implantado al paciente. Esta se diligencia la primera vez y en las posteriores atenciones del paciente estará disponible para consulta. En la segunda subsección se encuentran los datos de ingreso del paciente; esta opción solo está disponible cuando el paciente es ingresado por primera vez en la aplicación. En la tercera subsección se encuentra el módulo de seguimiento del paciente, aquí se registran las diferentes atenciones; esta sección no tiene límites en el número de registros, se pueden ingresar los controles que sean necesarios para cada paciente y se encuentra habilitada a partir de la segunda atención. En la cuarta subsección se encuentra el módulo para el registro del Test de Minnessota, el cual corresponde a un test de calidad de vida, el cual fue desarrollado en un módulo independiente debido a la extensión en su contenido. Este módulo puede ser diligenciado tanto al ingreso del paciente como en los posteriores seguimientos. Finalmente, en la quinta subsección, se encuentra el módulo de anexos, en el que se pueden cargar imágenes diagnósticas tipo electrocardiograma, ecocardiograma, y se

puede agregar consentimiento informado y otras imágenes requeridas para el seguimiento del paciente.

Toda esta información registrada en los diferentes módulos del aplicativo es almacenada en la nube. De allí se pueden extraer los datos y descargarlos al módulo de análisis de datos, el cual es una aplicación web que se desarrolló con el fin de realizar el ordenamiento de la base de datos para su procesamiento. En este módulo se puede realizar la clasificación de las variables en numéricas y categóricas, y se pueden realizar cálculos estadísticos; la información podrá ser procesada dentro del aplicativo web o podrá ser exportada a Excel para su procesamiento.

Para asegurar la veracidad y seguridad de los datos obtenidos los administradores de este aplicativo serán las personas encargadas del manejo de la información consignada. Si la comunidad científica requiere acceso a la información con fines de investigación podrá solicitar la autorización para su uso al correo electrónico del aplicativo: cardioresyncapp@gmail.com, en el cual se someterá a evaluación y, de ser pertinente, será entregada al investigador.

Discusión

La tecnología de la información en salud ha dado paso a la transición de los registros de papel, a los registros electrónicos. La adopción de estos últimos en la práctica médica se ha acelerado en los últimos años; estos se han identificado como una herramienta clave para mejorar la calidad en la salud^{18,19}.

Existen algunas enfermedades en cardiología que requieren sistemas de registro diferentes para su manejo, de acuerdo con lo que se plantea en el artículo de Weiss, en el que concluyen que en los centros de cardiopatías congénitas adultas en Estados Unidos, hay una necesidad insatisfecha y un fuerte interés en el registro de salud electrónico orientado a estas enfermedades, que facilite la investigación, el seguimiento de resultados, el aseguramiento de la calidad y la colaboración interinstitucional²⁰.

Por consiguiente, se debe trabajar en la capacidad de aplicar soluciones estándar e interoperables para la implementación y gestión de registros médicos, así como agregar, reproducir y acceder a conjuntos de datos de formatos y plataformas con miras a avanzar a formatos estandarizados y sistemas operativos cruciales tanto para la salud clínica como para la investigación biomédica²¹.

De ahí surge la necesidad de crear un aplicativo móvil, de fácil uso, que permita a la comunidad médica realizar registros de pacientes con insuficiencia cardíaca y terapia de resincronización cardíaca.

Con base en esta información es posible identificar, a través de la investigación, variables significativas en pacientes respondedores a esta terapia. De igual manera, a partir del seguimiento se pueden identificar qué aspectos no están funcionando correctamente en este tipo de tratamiento y de este modo establecer los planes de mejora necesarios para la atención del paciente.

Uno de los principales beneficios que tendrá el desarrollo del aplicativo CardioResyncApp será la creación de la primera base de datos nacional de pacientes con insuficiencia

cardíaca en el manejo con terapia de resincronización cardíaca, la cual tiene como ventaja poder contar con información de la base de datos depurada para poder ser ingresada a los diferentes programas estadísticos, lo cual agiliza el proceso de análisis de los datos recolectados.

Se contempla, a futuro, poder mejorar los diferentes módulos del aplicativo, incluidos gráficas, análisis estadísticos más avanzados, progresos en el módulo de procesamiento de datos e incluso un soporte evolutivo, hasta llegar a registrar datos de diferentes enfermedades que no se han contemplado en este aplicativo.

Así mismo, a largo plazo, se piensa en poder incluir en el aplicativo nuevas técnicas, como *machine learning* y *big data*, a fin de poder procesar grandes volúmenes de datos y hacer análisis predictivos de diferentes enfermedades. Con el almacenamiento de datos y la disponibilidad en dispositivos inteligentes la influencia de la *big data* ha ido en aumento y es objetivo de este proyecto poder incurrir en estas nuevas técnicas de análisis de datos.

Conclusiones

CardioResyncApp es un aplicativo móvil, ágil, fácil de usar, que revolucionará la recolección de datos en Colombia para la investigación en cardiología. No tendrá limitaciones geográficas para la recolección de datos, ya que se encuentra disponible en las plataformas móviles más populares, como IOS y Android, lo cual facilitará la realización de estudios multicéntricos en el país, aproximándonos a la realidad de la enfermedad en las diversas poblaciones, pese a las variaciones sociodemográficas.

Financiación

Ninguna.

Conflicto de intereses

Ninguno.

Agradecimientos

Al equipo de desarrollo técnico del aplicativo.

A la Doctora Nandy Rodríguez, por la asesoría metodológica del proyecto.

Al Doctor Juan Carlos Barrios, por su participación en el diseño visual y gráfico de la aplicación.

Bibliografía

1. Austin C, Kusumoto F. The application of Big Data in medicine: current implications and future directions. *J Interv Card Electrophysiol* [Internet]. 2016;47:51–9, <http://dx.doi.org/10.1007/s10840-016-0104-y>.
2. Abraho MTF, Nobre MRC, Gutierrez MA. A method for cohort selection of cardiovascular disease records from an electronic health record system. *Int J Med Inform* [Internet]. 2017;102:138–49, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2017.03.015>.
3. Cowie MR, Blomster JI, Curtis LH, Duclaux S, Ford I, Fritz F, et al. Electronic health records to facilitate clinical research. *Clin Res Cardiol*. 2017;106:1–9.
4. Sampson UKA, Kaplan RM, Cooper RS, Diez Roux AV, Marks JS, Engelgau MM, et al. Reducing Health Inequities in the U.S.: Recommendations From the NHLBI's Health Inequities Think Tank Meeting. *J Am Coll Cardiol*. 2016;68:517–24.
5. Yadav S, Kazanji N, Narayan KC, Paudel S, Falatko J, Shoichet S, et al. Comparison of accuracy of physical examination findings in initial progress notes between paper charts and a newly implemented electronic health record. *J Am Med Informatics Assoc*. 2017;24:140–4.
6. Silva ML, García-Pavía P, Ortigosa AJ. Cardiac resynchronization therapy and prevention of sudden cardiac death in heart failure From clinical trials to clinical practice. *Rev Esp Cardiol*. 2006;6:59–70.
7. Ospina Serrano AV, Gamarra Hernández G. Características clínicas y epidemiológicas de la insuficiencia cardíaca en el Hospital Universitario Ramón González Valencia de Bucaramanga Colombia. *Rev Salud UIS*. 2010;36:125–31 [Internet]. Disponible en: <http://revistas.uis.edu.co/index.php/revistasaluduis/article/view/629>.
8. Guyatt GH, Sullivan MJ, Thompson PJ, Fallen EL, Pugsley SO, Taylor DW, et al. The 6-minute walk: a new measure of exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Can Med Assoc J*. 1985;132:919.
9. Bleeker GB, Holman ER, Steendijk P, Boersma E, van der Wall EE, Schalij MJ, et al. Cardiac Resynchronization Therapy in Patients With a Narrow QRS Complex. *J Am Coll Cardiol*. 2006;48:2243–50.
10. Achilli A, Sassara M, Ficili S, Pontillo D, Achilli P, Alessi C, et al. Long-Term Effectiveness of cardiac resynchronization therapy in patients with refractory heart failure and «narrow» QRS. *J Am Coll Cardiol* [Internet]. 2003;42:2117–24, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2003.08.024>.
11. Olsen NT, Mogelvang R, Jons C, Fritz-Hansen T, Sogaard P. Predicting Response to Cardiac Resynchronization Therapy with Cross-Correlation Analysis of Myocardial Systolic Acceleration: A New Approach to Echocardiographic Dyssynchrony Evaluation. *J Am Soc Echocardiogr*. 2009;22:657–64.
12. Seo Y, Ito H, Nakatani S, Takami M, Naito S, Shiga T, et al. The role of echocardiography in predicting responders to cardiac resynchronization Therapy. *Circ J* [Internet]. 2011;75:1156–63. Disponible en: <http://joi.jlc.jst.go.jp/JST.JSTAGE/circj/CJ-10-0861?from=CrossRef>.
13. Al-Majed NS, McAlister FA, Bakal JA, Ezekowitz JA. Meta-analysis: cardiac resynchronization therapy for patients with less symptomatic heart failure. *Ann Intern Med*. 2011;154:401–12.
14. Díaz-Infante E, Berruezo A, Mont L, Osorio P, García-Morán E, Marigliano A, et al. [Predictors of lack of clinical improvement at mid-term follow-up with cardiac resynchronization therapy]. *Rev Esp Cardiol* [Internet]. 2004;57:306–12. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15104984>.
15. Auricchio A, Abraham WT. Cardiac resynchronization therapy: current state of the art. *Circulation*. 2004;109:300–7.
16. Rising L, Janoff NS. The Scrum Software Development Process for Small Teams. *Software*. IEEE [Internet]. 2000;17:26–32. Disponible en: http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=854065&tag=1.
17. Schwaber K. Scrum Development Process. *Bus Object Des Implement* [Internet]. 1997:117–34. Disponible en: http://link.springer.com/10.1007/978-1-4471-0947-1_11.
18. Byrd JB, Vigen R, Plomondon ME, Rumsfeld JS, Box TL, Fihn SD, et al. Data quality of an electronic health record tool to support VA cardiac catheterization laboratory quality improvement: The VA Clinical Assessment Reporting, and Tracking System for Cath

- Labs (CART) program. *Am Heart J* [Internet]. 2013;165:434–40, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ahj.2012.12.009>.
19. Kerwin TC, Leighton H, Buch K, Avezbadalov A, Kianfar H. The effect of adoption of an electronic health record on duplicate testing. *Cardiol Res Pract*. 2016;2016:10–5.
 20. Weiss JB, Grant A, Marelli A, Khairy P, Maurais T, Rehel S, et al. Assessment of Electronic Health Information System Use and Need in US Adult Congenital Heart Disease Centers. *Congenit Heart Dis*. 2011;6:134–8.
 21. da Silva KR, Costa R, Crevelari ES, Lacerda MS, de Moraes Albertini CM, Martinelli Filho M, et al. Glocal clinical registries: pacemaker registry design and implementation for global and local integration—methodology and case study. *PLoS One*. 2013;8:e71090.