

Electrocardiogramas digitales en función de la telemedicina

G. Rodríguez, A. Rodríguez, R. Almeida, R. González., G. Montes de Oca, M. J. Albert, E. Landeiro
Instituto Central de Investigación Digital
Calle 202 #1704 e/ 17 y 19, Siboney, Playa, Ciudad de La Habana, Cuba
E mail: grodriguez@icid.edu.cu

RESUMEN

En este trabajo se exponen diferentes soluciones que han hecho posible llevar a cabo una primera experiencia de Telemedicina, utilizando electrocardiogramas digitales desarrollados en el Instituto Central de Investigaciones Digitales. Con estas soluciones se brinda la posibilidad de que estudios realizados en cualquiera de estos electrocardiogramas, puedan ser transmitidos hacia estaciones remotas donde especialistas de más nivel los revisan y emiten su opinión diagnóstica. Las dos formas de establecer la comunicación son punto a punto a través de módem o vía correo electrónico. Se expone además la forma en que estos sistemas se están llevando a la práctica en algunos policlínicos y hospitales cubanos.

Palabras clave: Telemedicina, electrocardiograma.

ABSTRACT

This work presents different solutions to our first experience in Telemedicine, using digital electrocardiographs manufactured in the Central Institute of Digital Research. These solutions allow to transmit electrocardiographic studies to remote stations in which specialists of high level review them and give their diagnostic opinion. The two ways of establishing communication are point to point through a modem or via e-mail. It is also present the way in which these are performed in some Cuban hospitals and policlinic.

Keywords: Telemedicine, electrocardiogram 

Electrocardiografos digitales en función de la telemedicina

1. INTRODUCCIÓN

De todos es conocido que en la actualidad se ha alcanzado un gran desarrollo de los medios de comunicación, lo que ha hecho posible la transmisión de bioseñales a grandes distancias de forma rápida y confiable. Esto da la posibilidad de establecer, por diferentes vías, la conexión entre unidades de salud distantes y de esta forma permitir la realización de interconsultas y/o la rápida atención a un paciente en caso de una urgencia. Los problemas cardiovasculares constituyen una de las primeras causas de muerte y el electrocardiograma de reposo es una de las pruebas cardiacas más utilizadas en el diagnóstico y seguimiento de este tipo de patología.

Generalmente encontramos electrocardiografos en policlínicos, consultorios, etc., y estos son operados por personal médico o paramédico, no necesariamente especializados en la interpretación de señales de ECG. Es por eso que se trabajó con el objetivo de crear herramientas para permitir la transmisión de la información completa de un estudio de ECG desde dichas entidades hacia centros de referencia, donde radiquen cardiólogos de experiencia y prestigio autorizados a emitir una valoración diagnóstica especializada.

En este trabajo se expone la forma en que los electrocardiografos digitales desarrollados CARDIOCID-BS, CARDIOCID-BB y SysECG/CARDIOCID-PC, han sido dotados de las herramientas necesarias para lograr los objetivos antes expuestos.

2. METODOLOGÍA

Se trabajó en función de resolver dos problemas con características distintas. Uno, la atención a urgencias médicas donde se necesita inmediatez en la respuesta y el otro la posibilidad de realizar interconsultas con personal especializado.

Para la atención a las urgencias cardiovasculares se partió de la base de la existencia de una red telefónica, a través de la cual se conectan, vía módem punto a punto, los electrocardiografos digitales y una estación central donde se tiene una computadora con el Sistema para el diagnóstico remoto de ECG: TeleECG, como se muestra en la Fig. 1.

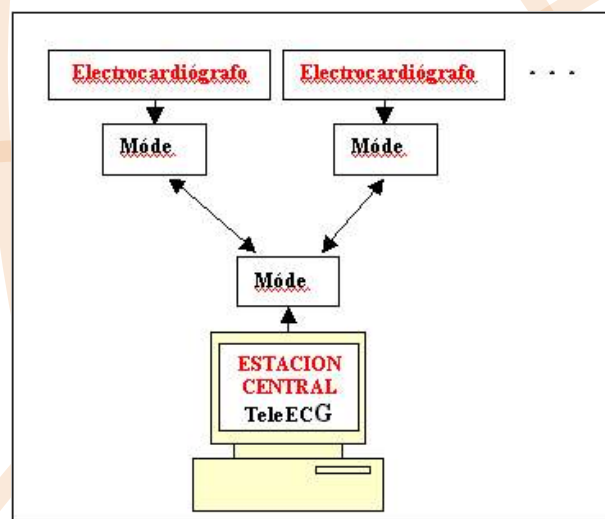


Fig. 1. Esquema de conexión entre los electrocardiografos y la estación central para la atención a urgencias médicas.

El TeleECG no es más que un sistema diseñado para mantenerse a la espera de llamadas telefónicas que recibe desde cualquiera de los electrocardiografos mencionados y dotados de la posibilidad de comunicarse con dicho sistema.

Tanto los programas de los electrocardiografos, como el propio sistema TeleECG, trabajan directamente con el módem, enviándole comandos a través del puerto serie por donde este se encuentra conectado. Para esto, se utilizó el Set de Comandos AT Hayes Compatibles [1], con el objetivo de permitir la utilización de cualquier módem disponible en el mercado. Se estableció además un protocolo de transmisión entre el electrocardiografo en cuestión y el TeleECG, según se muestra en la Fig. 2.

Electrocardiografos digitales en función de la telemedicina



Fig. 2. Protocolo de comunicación para la transmisión de urgencias.

Para la detección de errores posibles en la transmisión, cada bloque enviado contiene un byte de chequeo que permite verificar si los datos han sido transmitidos adecuadamente y como confirmación se envía un byte que indica si la transmisión se realizó sin errores, o si se debe reintentar la transmisión del bloque. En caso de que después de algunos intentos no se logre la transmisión correcta, se abortará la comunicación.

El volumen de datos a transmitir es de 32309 Kb, esto incluye datos generales del paciente, la señal de ECG recogida durante 8 s, así como algunos datos clínicos predefinidos como la presión arterial en el momento de la prueba, si tiene sudoraciones, si tiene algún infarto previo, entre otros. El tiempo de transmisión de un caso completo depende de la velocidad a la que se conecta el módem como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla I. Relación entre las velocidades de conexión y el tiempo de transmisión promedio de un caso

Velocidad (bps)	Tiempo (s)
33600	0:25
26400	0:30
14400	0:40
11200	0:45
9600	1:00
2400	1:26

Otra posibilidad de establecer comunicación entre los especialistas, es a través del correo electrónico. En este caso el intercambio de información no se realiza de forma instantánea, por lo que esta posibilidad es utilizada para realizar búsquedas de segundas opiniones sobre casos de diagnóstico dudoso.

Para utilizar esta vía, el estudio debe ser realizado en un electrocardiógrafo desarrollado sobre una microcomputadora, como el CARDIOCID-PC. Por otra parte el especialista al que se le va a consultar, debe contar con un programa que tenga la posibilidad de recibir estudios, visualizarlos y responderlos. Este es el caso de la CARDIOTECA, un programa que además de permitir el almacenamiento, visualización y análisis estadístico de estudios de ECG, automatiza el proceso de recepción de mensajes con casos de solicitud de segunda opinión adjuntos. Todos los CARDIOCID-PC que se deseen y la CARDIOTECA que va a recibir la información, se encuentran conectados a través de un Sistema de Segunda Opinión, diseñado para este fin, como se muestra en la Fig. 3.

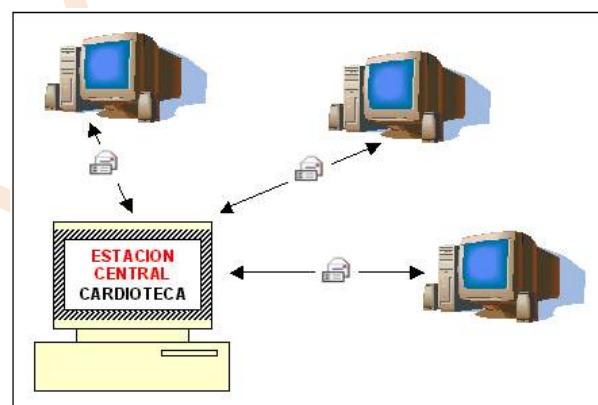


Fig. 3. Esquema de conexión entre los electrocardiografos y la estación central para el sistema de segunda opinión.

Electrocardiografos digitales en función de la telemedicina

La comunicación entre los CARDIOCID-PC y la CARDIOTECA, está basada en el protocolo de comunicación TCP/IP y dentro de este el envío y recepción de datos se realiza sobre la base de los protocolos SMTP y POP3 respectivamente. Se estableció además un protocolo de comunicación propio de la aplicación, que permite identificar los mensajes que pertenecen al sistema de segunda opinión. De esta forma dichos mensajes podrán ser recibidos automáticamente por la CARDIOTECA instalada para el especialista que se quiere consultar.

Tanto a la CARDIOTECA como a los CARDIOCIDPC instalados en un sistema de segunda opinión, se les asocia una identificación y una dirección de correo electrónico. Estos datos deben estar configurados en cada CARDIOCID-PC que esté conectado a dicho sistema. Con estas premisas, el programa de aplicación se encarga de conformar un mensaje siguiendo el protocolo establecido, según el cual las diferentes propiedades del mismo deben ser definidas de la siguiente forma:

ToName: Identificación de la CARDIOTECA que se desea que reciba el mensaje

ToAddress: Dirección de correo electrónico asociado a esa CARDIOTECA

FromName: Identificación del CARDIOCID-PC que envía el mensaje

FromAddress: Dirección de correo electrónico asociado al CARDIOCID-PC que envía el mensaje

Subject: SISTEMA DE SEGUNDA OPINION

La CARDIOTECA, por su parte, cuenta con las herramientas necesarias para recibir todos los mensajes que se le hayan enviado con esas características, permite emitir para cada caso, un diagnóstico especializado basado en el conjunto de diagnósticos electrocardiográficos aprobados internacionalmente [2] y con esta información envía un mensaje de respuesta a la estación desde la cual se recibió la solicitud de opinión.

Con este sistema de Segunda Opinión un solo especialista puede valorar casos de tantos lugares como se hayan conectado a su sistema, sin que el paciente tenga que trasladarse a una institución especializada y con un tiempo de respuesta acorde a las necesidades.

3. RESULTADOS

Se obtuvo una versión final del programa de aplicación TeleECG y las versiones de los equipos CARDIOCID-BS, CARDIOCID-BB y CARDIOCID-PC que permiten realizar transmisión telefónica para ser incorporados a sistemas de atención a urgencias médicas.

Se obtuvo además una versión de los programas CARDIOTECA y CARDIOCID-PC que permiten recibir y enviar respectivamente mensajes de segunda opinión.

En la actualidad se encuentran instalados un grupo de electrocardiógrafos formando parte de sistemas de atención a urgencias médicas y/o a sistemas de segunda opinión.

Se encuentra en fase de pruebas un proyecto piloto en el Policlínico Principal de Urgencia de 15 y 18 en el Vedado (PPU), en conexión con tres Consultorios de Médico de Familia (CMF) del área que atiende dicho policlínico. En cada CMF se instaló un módulo de adquisición de electrocardiograma SysECG con su correspondiente programa de aplicación CARDIOCID-PC. En el PPU se instaló una microcomputadora en la consulta de Cardiología con el programa CARDIOTECA y otra en el servicio de urgencia con el programa TeleECG. Con estas condiciones se realizan diariamente consultas de segunda opinión entre los diferentes consultorios y el cardiólogo del policlínico, así como transmisión de urgencias médicas siempre que sea necesario.

Electrocardiografos digitales en función de la telemedicina

Por otra parte, en el Centro .Coordinador de Urgencias Médicas de Ciudad de la Habana, se encuentra instalado un sistema TeleECG, listo para recibir información de casos de emergencia por esta vía. A él se encuentran conectados, los electrocardiógrafos CARDIOCID-BB instalados en todos los policlínicos del municipio La Lisa, los SysECG/CARDIOCID-PC instalados en los CMF incorporados al proyecto del PPU 15 y 18 y recientemente se conectó al sistema el Policlínico Abel Santamaría del municipio Cerro.

Con estos sistemas instalados se han obtenido los siguientes resultados:

- Las velocidades de conexión logradas para la comunicación de urgencia oscilan entre 12000 y 33600 bps, lográndose generalmente la más alta velocidad de conexión posible

- En el Centro Coordinador de Urgencias Médicas de Ciudad de la Habana se reciben entre 1 y 2 casos al día de emergencia cardiovascular.

En el caso de las consultas de Segunda Opinión, se reciben diariamente entre 1 y 3 mensajes de cada CMF y estos son respondidos en menos de 48 h.

4. DISCUSIÓN

Se estableció diferencias entre el modo de resolver la transmisión de urgencias y la interconsulta o consulta de segunda opinión debido a que las necesidades del primer caso presuponen una conexión rápida y segura, lo cual solo es posible si se realiza una comunicación telefónica y no conexión Web.

Los resultados obtenidos hasta el momento son satisfactorios. Ha posiso apreciarse, por ejemplo, que las velocidades de conexión que se logran para la comunicación de urgencias, son siempre mayores de 12000 bps y en los lugares donde ya se cuenta con un servicio de telefonía más eficiente (planta digital) se logran, con gran estabilidad, velocidades de conexión de 33600 bps. Con estos resultados el tiempo

de respuesta está acorde a lo necesario para la atención de estos casos.

Hasta el momento no se han producido colisiones de casos al realizar las llamadas telefónicas al Centro Coordinador de Urgencias Médicas de Ciudad Habana. Si se tiene en cuenta que la probabilidad de emergencia cardiovascular en un día está en el orden de los 5 casos, se puede llegar a la conclusión de que la solución propuesta será satisfactoria. No obstante pueden conectarse más de un sistema TeleECG en la estación central con más de un número telefónico asociado, para que la probabilidad de recibir casos simultáneamente sea menor.

En el caso de la segunda opinión se ha comprobado que es factible que un especialista revise y responda la cantidad de casos que recibe diariamente, además se prevé que en un área con este sistema implantado, la utilización de la consulta de segunda opinión tienda a disminuir con el tiempo, pues ayuda a elevar el nivel de conocimientos de los médicos de niveles primarios de salud.

En cada lugar se deberán instalar los equipos y software necesarios, en la forma y con la interconexión más eficiente para cada lugar y sobre todo que responda a la forma de trabajo habitual de cada área de salud.

5. CONCLUSIONES

Las posibilidades con las cuales se han dotado los electrocardiógrafos desarrollados en el Instituto Central de Investigaciones Digitales, permiten ofrecer una atención con mayor calidad desde el mismo nivel primario de salud, sin que la distancia constituya una limitación para lograrlo, es posible realizar estudios y seguimientos a los pacientes, sin necesidad de trasladarlos a una institución que en muchos casos puede estar lejana, permitiendo, por consiguiente, salvar mayor cantidad de vidas humanas.

Electrocardiografos digitales en función de la telemedicina

Hasta el momento, es posible realizar TeleElectrocardiografía, como le hemos llamado, lo cual constituye el embrión de un futuro proyecto de Telemedicina mucho más abarcador, pues esto puede ser ampliado a estudios de Hipertensión Arterial y Oximetría, así como transmisión de imágenes de Ecocardiografía, Rayos X, etc.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer el apoyo brindado por los médicos del Policlínico Principal de Urgencias 15 y 18 y del SIUM Provincial de Ciudad de la Habana, los cuales han trabajado arduamente en aras de llevar a feliz término los objetivos planteados.

REFERENCIAS

- [1] "56K FastPat MD566X, Programmer's Guide", Ambient Technologies, Inc., 1999
- [2] J. Alan H. Kadish, MD, FACC, Chair; Alfred E. Buxton, MD, FACC, et al, "ACC/AHA Clinical Competence Statement on Electrocardiography and Ambulatory Electrocardiography", pp.3169-3178