

ANALIZADOR DE UN SISTEMA DE MONITOREO HOLTER DE 3 CANALES: EXCORDE 3C

G. Montes de Oca, G. Rodríguez, A. Rodríguez, R. Almeida, R. González, N. Pina

Instituto Central de Investigación Digital
Calle 202 No. 1704 Playa C. Habana.
Email: gmontes@icid.cu

RESUMEN

El nuevo analizador Excorde 3C es una herramienta muy útil para el personal médico en el análisis de la señal electrocardiográfica registrada durante una prueba de Holter. Este software es utilizado en conjunto con las grabadoras Excorde 2C y Excorde 3C. El analizador le permite al usuario de forma flexible y cómoda el análisis del ECG. Tiene la posibilidad de almacenar los casos procesados en una Base de Datos, así como imprimir en reportes los resultados del análisis. Realiza el estudio del segmento ST, el análisis de arritmia y el estudio de la Variabilidad del RR. Está desarrollado para la plataforma Windows, empleando técnicas de Programación Orientada a Objetos. Se creó una biblioteca de componentes para el análisis y la visualización del ECG.

Palabras claves: sistema de monitoreo Holter, electrocardiografía ambulatoria, software para Holter.

ABSTRACT

The new Holter analyzer named Excorde 3C is a powerful tool for long-term ECG studies. This software is able to read digital ECGs acquired with the Excorde 2C and 3C recorders. The analyzer includes a friendly user interface, a database to store the processed cases, ECG and measurements can be displayed in several formats, a complete set of printed reports, a complete ST segment study (including ST versus heart rate analysis), an arrhythmia analysis module and a Heart Rate Variability study. This software is a Windows application designed according to the oriented programming rules in a visual programming environment. Several components were developed for ECG processing and viewing.

Key words: M

1. INTRODUCCIÓN

El sistema de monitoreo ambulatorio es un método básico de exploración cardiovascular que permite estudiar determinadas patologías que no pueden ser diagnosticadas utilizando métodos convencionales de Electrocardiografía, debido a la ausencia de correlación entre la sintomatología aquejada por el paciente y los hallazgos electrocardiográficos en reposo, suministrando una precisa información extraída del entorno propio del paciente a lo largo de una jornada habitual y con ausencia absoluta de riesgo ya que constituye un método no invasivo de exploración.

La utilización de un Sistema de Monitoreo Ambulatorio es útil para:

- El diagnóstico y la caracterización de las arritmias cardíacas, lo cual permite establecer la correlación entre los síntomas del paciente y la presencia de trastornos del ritmo.
- Evaluar la eficacia del tratamiento de fármacos antiarrítmicos.
- El estudio de la isquemia miocárdica, especialmente la isquemia silente.
- El estudio del sistema autónomo por medio de la variabilidad de la frecuencia cardíaca.

El objetivo de este trabajo es presentar las características y prestaciones del analizador EXCORDE 3C que es un sistema de ECG de larga duración, destinado a realizar pruebas de Holter. Es un equipo diseñado para la adquisición y estudio de la señal electrocardiográfica (ECG) de un paciente realizando su vida normal durante un período prolongado de tiempo (24h, 48h o 72h).

2. METODOLOGÍA

El EXCORDE 3C consta de un registrador encargado de la adquisición y almacenamiento de la señal de un paciente en movimiento y un analizador cuyo objetivo es el análisis, procesamiento y visualización de la señal de ECG, estableciéndose la comunicación entre ambas partes a través de una tarjeta de memoria Flash.

El analizador EXCORDE 3C es utilizado en conjunto con grabadoras Excorde 2C (ver figura 1) y grabadoras Excorde 3C (ver figura 2):



Fig 1 Excorde 2C. Realiza la adquisición de dos canales de ECG durante 24h.



Fig 2. Excorde 3C. Realiza la adquisición de dos o tres canales de ECG durante 24h, 48h o 72h.

El software de análisis brinda las herramientas necesarias para realizar de una manera cómoda, rápida y sencilla, el estudio de los resultados del procesamiento de la señal, así como corregir posibles errores que tienen todos los sistemas de análisis automático.

Fue desarrollado en *Borland Delphi 2006* empleando técnicas de Programación Orientada a Objetos. Se creó una biblioteca de componentes que implementan toda la funcionalidad necesaria para el análisis y la visualización de la señal electrocardiográfica, así como para el manejo de toda la información asociada a los estudios que se realizan sobre la misma.

El Analizador realiza las siguientes funciones:

- Lectura de la señal recogida por el Registrador durante la prueba.
- Filtrado digital de la señal utilizando un filtro del tipo Moving Average. [1].
- Introducción de los datos de la prueba y de los datos del paciente.
- Detección y clasificación de los latidos basados en la función de energía [2].
- Detección y análisis de los eventos arrítmicos y la frecuencia cardíaca.
- Medición y análisis del segmento ST de la señal ECG.
- Análisis del funcionamiento de marcapasos.
- Cálculo de los parámetros establecidos para el análisis y la representación gráfica de la variabilidad del RR.
- Visualización e impresión de la señal en diferentes formatos.
- Modificación por el especialista de los resultados del análisis.
- Almacenamiento de los casos estudiados.
- Facilidades de configuración del sistema.

Luego de finalizado el tiempo de registro de la señal, se extrae la tarjeta de memoria del registrador y se coloca en el lector de la computadora donde ha sido instalado el software del Analizador. Se realiza la lectura y análisis de la señal de ECG; después de la detección y clasificación de los complejos QRS se realizan diferentes estudios sobre la señal almacenada en la tarjeta de memoria Flash.

Como resultado del análisis de la señal, se obtiene la siguiente información:

- Detección y clasificación de todos y cada uno de los latidos (Normal, Ventricular, Supraventricular, Marcapasos y Artefacto)
- Frecuencia cardíaca cada minuto durante todo el tiempo de grabación.
- Detección de eventos de arritmia: latidos ventriculares y supraventriculares aislados, corrida ventricular y supraventricular, taquicardia ventricular y supraventricular, pausa, ritmo idioventricular, bigeminismo, trigeminismo.
- Detección de fallas de marcapasos

- Análisis del segmento ST.
- Variabilidad de RR en el dominio del tiempo
- Tablas con resúmenes por hora de la frecuencia cardíaca, la actividad ventricular, la actividad supraventricular, episodios de ST, marcapasos.
- Validación de eventos y reclasificación de todos los eventos.
- Emisión e impresión de reportes de los resultados del análisis con vista previa.

Los resultados se presentan en forma de tablas de reporte por horas y también en forma de gráficos de tendencias que muestran el comportamiento de los parámetros durante todo el tiempo de grabación y permiten un análisis comparativo de los mismos.

El Analizador permite al usuario del sistema tener acceso directo en todo momento a cualquier tramo de la señal que se quiera examinar y a todos los resultados del análisis. Esto se logra a través de la utilización de lengüetas, cada una de las cuales corresponde con un reporte determinado. Para hacer visible la información deseada, basta con seleccionar la lengüeta correspondiente.

Al iniciar el sistema aparece una ventana con el listado de los pacientes y los estudios realizados a los mismos. Sobre la Base de Datos se podrán realizar las operaciones de manejo de la información seleccionando la opción Base de Datos del menú principal (ver figura 3). También se puede hacer clic derecho sobre el área del listado de los pacientes o el área del listado de los estudios y se muestran las opciones que se tienen en el menú principal asociadas a pacientes o estudios respectivamente.

Se puede agregar un nuevo estudio a un paciente seleccionado de la Base de Datos, que puede ser leído de una Compact Flash grabada con un registrador EXCORDE 3C o EXCORDE 2C, o de Fichero si va a leer un estudio que ha sido guardado en un archivo.

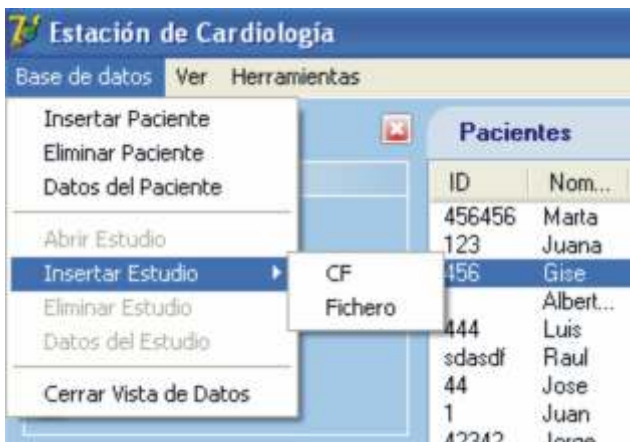


Fig. 3. Opción Base de Datos del Menú Principal.

vez seleccionado el caso, los resultados del análisis se pueden ver en las siguientes páginas:

♦ Modo comprimido

Visualización de la señal, mostrando la clasificación de los latidos a través de un código de colores que se define en la configuración del sistema, así como los eventos de arritmia, eventos de paciente, espigas y fallas de marcapasos, lo que facilita su reconocimiento. Permite navegar por toda la señal con una barra de herramientas, escogiendo la velocidad de visualización continua de la señal, pudiendo seleccionar el canal que se está mostrando. Posee además la posibilidad de ampliar una zona enmarcada en un cursor en forma de rectángulo, en el Editor de Tiras.

♦ Patrones

Se pueden revisar todos los patrones identificados por el sistema. El sistema divide los patrones en grupos Representativos y No Representativos. Dentro de estos grupos se encuentran los grupos de latidos normales, ventriculares, supraventriculares, marcapasos y artefactos. Por cada clasificación aparece la denominación del patrón, su morfología correspondiente para cada canal y la cantidad de latidos de este patrón. Se puede concordar con la clasificación del sistema o sino se puede reclasificar de diferentes formas según su criterio:

1. Seleccionar un patrón y reclasificar todos los latidos que están agrupados en el mismo.
2. Seleccionar un latido de un grupo y reclasificarlo.
3. Seleccionar un latido en el Editor de Tiras y reclasificarlo.
4. Seleccionar simultáneamente varios grupos o latidos de un grupo y reclasificarlos simultáneamente.

♦ Eventos

Se presenta en forma gráfica, la información por horas de los eventos de paciente y los eventos del ritmo detectados por el sistema, brindando información de la actividad ventricular, supraventricular y ritmo marcapaseado. Haciendo clic en un evento en un tiempo determinado, se muestra en el Editor de Tiras el tramo de señal asociado a ese momento.

♦ ST

Se muestra la gráfica de Tendencias del ST con la información de Nivel y Pendiente por cada canal, permitiendo seleccionar la información del canal que se desea visualizar, así como un gráfico de la tendencia de la Frecuencia Cardíaca.

Además en una tabla se muestra, independientemente para cada canal, la siguiente información por cada episodio detectado:

- Hora Inicial del episodio
- Duración
- Hora de la máxima desviación
- Máxima desviación del nivel ST (Valor)
- Pendiente ST

Haciendo clic sobre las columnas Inicio u Hora correspondiente a un episodio en la tabla, se muestra en el Editor de tiras el momento en que comenzó el episodio de ST o que ocurrió la máxima desviación respectivamente.

♦ Variabilidad del RR

Se realiza el cálculo de los parámetros establecidos para el análisis y la representación gráfica de las relaciones entre las diferentes medidas calculadas en el dominio del tiempo [3].

♦ Resumen

Se presenta en forma de tabla un resumen general de todos los resultados del análisis de la grabación, brindando información de los datos generales de la adquisición y calidad de la señal, de la actividad ventricular, supraventricular y el comportamiento del marcapaso.

Cada una de las tablas que se muestran en las diferentes pantallas, tienen información general e información por horas. Haciendo clic en las casillas que contienen información sobre la hora, se muestra en el Editor de Tiras el tramo de la señal correspondiente a ese momento.

♦ Editor de tiras

Visualiza la señal con mayor detalle mostrando en la pantalla a la vez la cantidad de canales que se seleccionen. En el Editor de Tiras se muestra además información sobre la clasificación de los latidos, la frecuencia cardiaca por tramos de señal, los eventos de paciente, los eventos de arritmia detectados por el sistema e información sobre las espigas y fallas de marcapasos.



Fig 2. Editor de Tiras

Existen controles para navegar entre tipos de latidos, eventos de paciente, eventos de arritmia y fallas de marcapasos. Además, permite hacer mediciones de duración y voltaje sobre la señal e imprimir el tramo de señal que se está visualizando.

Se visualiza cada latido mostrando la clasificación con una etiqueta, y a través de un código de colores que se define en la configuración del sistema, así como los eventos de arritmia, eventos de paciente, espigas y fallas de marcapasos.

♦ Imprimir

Se selecciona la información que desea imprimir para incluirla en el reporte final de la prueba. Se pueden crear además perfiles de impresión seleccionando todos los reportes que desea que aparezcan y guardándolos con un nombre. Permite hacer una pre-visualización del informe que se imprime.

♦ Reanálisis

Permite reanalizar un estudio después de haber realizado modificaciones sobre los latidos o en alguno de los parámetros definidos por configuración.

El Analizador además hará un reanálisis automáticamente cada vez que se modifique manualmente la clasificación de un latido o patrón o después de hacer varios cambios.

3. RESULTADOS

El analizador Excorde 3C se encuentra instalado en el Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular en La Habana. Se han realizado 60 estudios de pacientes con sospechas de patologías cardíacas, siendo utilizado como medio diagnóstico y resultando de gran aceptación por los especialistas.

Los algoritmos de detección de latidos utilizados en el EXCORDE 3C han sido evaluados con las grabaciones de la base de electrocardiogramas MIT-BIH [4] y según establece la norma de la Asociación para el Avance de la Instrumentación Médica (AAMI) [5][6],[7], obteniéndose valores de 98.82 % de Sensibilidad y 99.91% de Predictividad. De igual forma se evaluaron los algoritmos de clasificación de latidos ventriculares, obteniéndose valores de 95.42% de Sensibilidad y 97.03 de Predictividad.

El software de análisis de los resultados le permite ver de forma flexible y cómoda toda la señal de ECG del paciente, corregir posibles errores del procesamiento automatizado realizado por el sistema e imprimir un informe con tantos detalles como desee.

4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos con las pruebas realizadas hasta el momento con el Analizador han sido satisfactorias, obteniéndose un alto grado de aceptación por parte de los especialistas.

Los valores obtenidos en la evaluación de la clasificación y detección de latidos están acordes a lo que establece la norma

El sistema realiza la prueba de Holter que incluye una amplia gama de estudios que típicamente se realizan a través de esa prueba. La utilización de la tecnología de memoria Flash, permite una fácil lectura de la señal grabada por el Registrador, hacia el Analizador sin pérdida de información

5. CONCLUSIONES

Se ha diseñado y desarrollado un software para la realización de la prueba de Holter, que es competitivo con los similares existentes en el mercado y posee las mismas prestaciones, esta basado en las técnicas más actuales utilizadas en estos equipos.

Se presenta una nueva versión del Analizador, que es superior a las desarrolladas con anterioridad en cuanto a prestaciones y facilidades de uso.

Este sistema es de gran ayuda al diagnóstico médico.

REFERENCIAS

- [1] A. Ligtenberg, K. Murat (1993) A robust digital QRS detection algorithm for arrhythmia monitoring. Computer and Biomedical Research 16: 273-286
- [2] W. Tompkins (1993) Biomedical Digital Signal Processing. Editorial Prentice Hall
- [3] Task Force of the European Society and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability, standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Circulation 1996; 93:1043 –64.
- [4] MIT-BIH Arrhythmia Database, Massachusetts Institute of Technology, July 1992.
- [5] Association for the Advancement of Medical Instrumentation, "Recommended Practice for Testing and Reporting Performance Results of Ventricular Arrhythmia Detection Algorithms", Publication ECAR, April 1987.
- [6] AAMI ECG Committee, Performance Standard for Ambulatory electrocardiographs, Publication EC38-1994, August 1994.
- [7] Norma cubana NC IEC 60601-1:2005. Equipos electromédicos Parte 1: Requisitos generales para la seguridad (IEC 60601-1:1995, IDT)