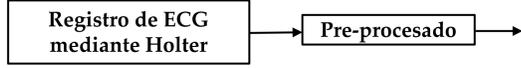


Motivación

El tiempo de adaptación del intervalo QT ante cambios bruscos (tipo escalón) de la variación del ritmo cardiaco (HR) (Fig.1) se conoce como un biomarcador para clasificar pacientes con riesgo arritmico [1].



Inconvenientes

- Maniobras agresivas para provocar cambios abruptos en el HR.
- No es fácil de observar en registros Holter.

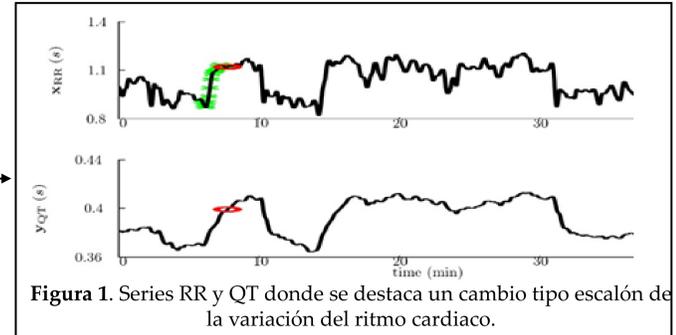
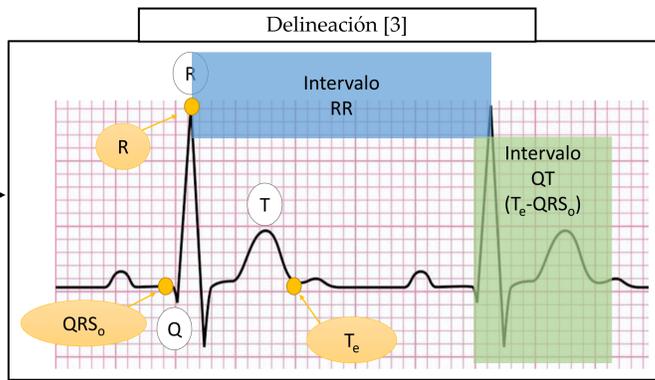


Figura 1. Series RR y QT donde se destaca un cambio tipo escalón de la variación del ritmo cardiaco.

Propósito

Objetivo de nuestro estudio

Medir el tiempo de adaptación entre el intervalo QT real (d_{QT}) y una serie QT estimada a partir del valor instantáneo de HR ($d_{QT}^{l,u}$) [2].

Objetivos de este trabajo

- Reducir el ruido presente en los ECGs grabados durante prueba de esfuerzo.
- Enfatar la onda T para mejorar la delineación.

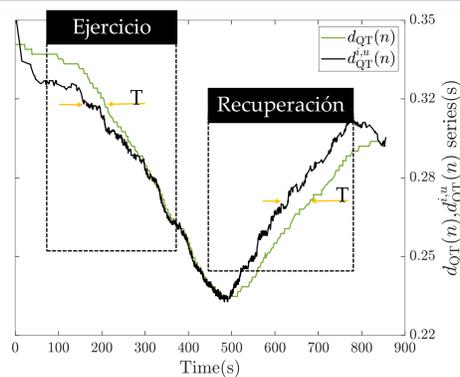


Figura 2. Series intervalos QT real (d_{QT}) y QT estimada a partir de HR instantáneo ($d_{QT}^{l,u}$).

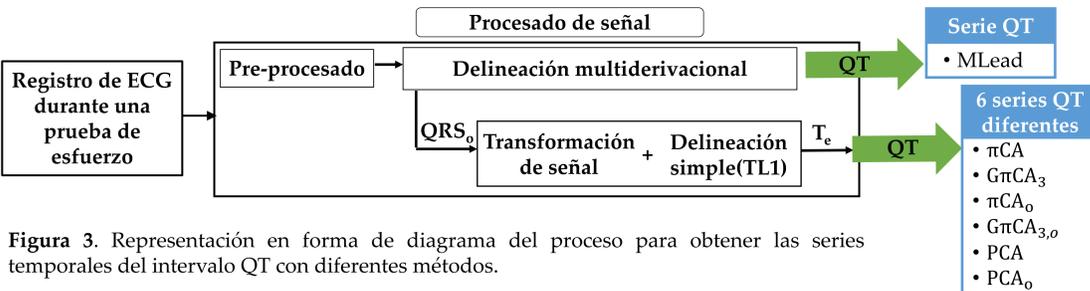


Figura 3. Representación en forma de diagrama del proceso para obtener las series temporales del intervalo QT con diferentes métodos.

Métodos

Técnicas de reducción de dimensiones (LSR)

PCA (Principal Component Analysis) Maximiza la energía de la señal según el criterio de máxima varianza.

πCA (Periodic Component Analysis) Enfata la periodicidad de una señal a una determinada frecuencia.

$$Y = \Psi^T X$$

- Matriz X: información del complejo of ST-T del latido k-th de la derivación L.
- Matriz Ψ: matriz de transformación, según la técnica LSR.
- Matriz Y: derivaciones transformadas.

Técnica	Descripción
πCA	Periodicidad 1-latido y matriz Ψ recalculada en ventanas de 150s.
GπCA₃	Matriz Ψ recalculada en ventanas de 150s, usando promedio de periodicidad 1-,2- y 3- latidos (Generalizado).
πCA₀	Periodicidad 1-latido y matriz Ψ calculada en la primera ventana de 120s.
GπCA_{3,0}	Matriz Ψ calculada en la primera ventana de 120s, usando promedio de periodicidad 1-,2- y 3- latidos (Generalizado).
PCA	Matriz Ψ recalculada en ventanas de 150s.
PCA₀	Matriz Ψ calculada en la primera ventana de 120s.

Resultados y Discusión

Variabilidad de las series QT

Evaluación de las series del intervalo QT mediante el cálculo de la potencia de la serie filtrada (P_{QTV-e} en ejercicio, y P_{QTV-r} en recuperación) → Variación natural de QT + errores de delineación relacionados con ruido residual de las derivaciones transformadas.

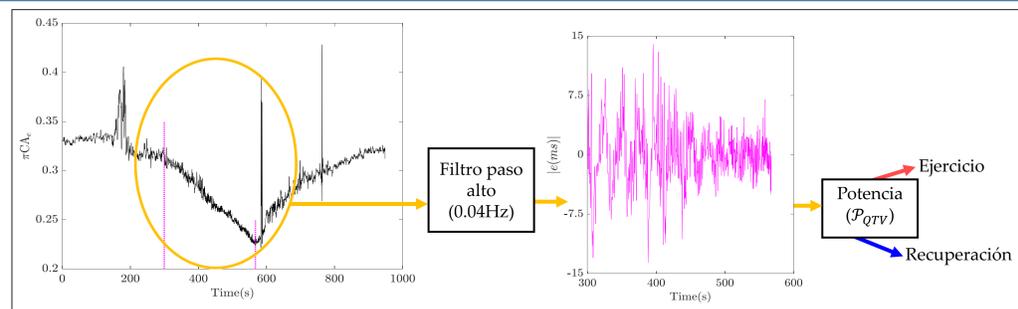
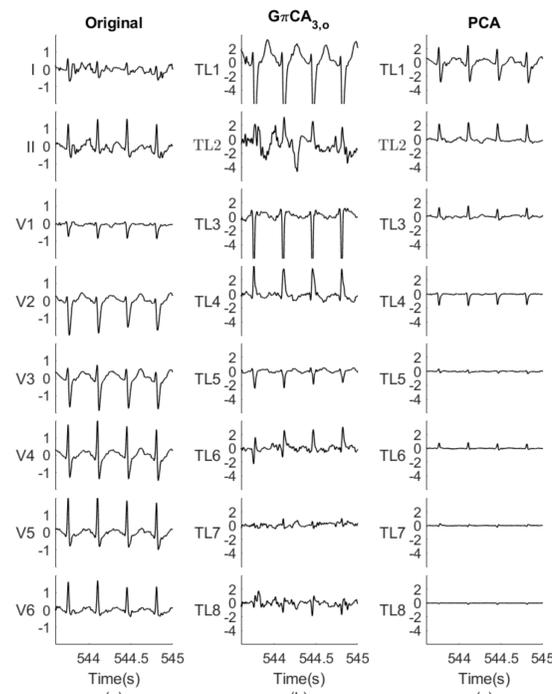
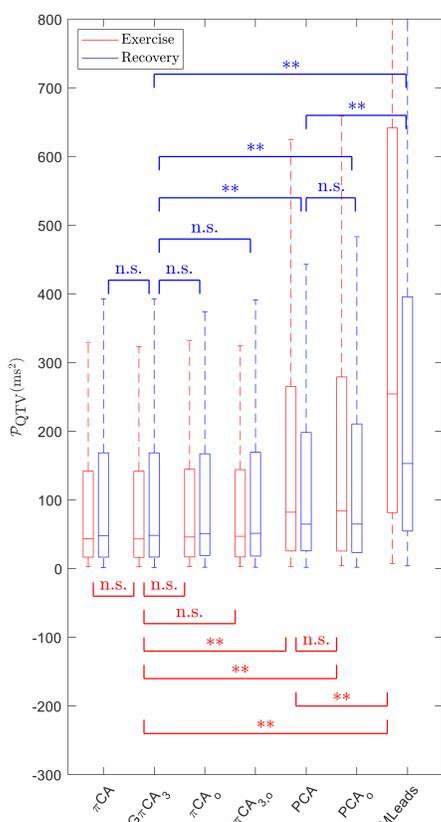


Figura 4. Esquema de cómo se calcula la potencia de la variabilidad de la serie QT mediante la aplicación de un filtro paso alto.

- ✓ πCA presenta el mejor comportamiento: $P_{QTV-e} = 364.8ms^2$ para πCAe, frente a PCA ($P_{QTV-e} = 604.2ms^2$) y Mleads ($P_{QTV-e} = 845.2ms^2$); y $P_{QTV-r} = 196.9ms^2$ para πCA, frente a PCA ($P_{QTV-r} = 273.8ms^2$) y Mleads ($P_{QTV-r} = 424.7ms^2$).
- ✓ πCA es más robusto ante la presencia de ruido (periodicidad frente a energía).
- ✓ No hay diferencias significativas entre los distintos métodos de πCA, ni entre los de PCA.

Referencias

[1]. PUEYO, Esther, et al. Characterization of QT interval adaptation to RR interval changes and its use as a risk-stratifier of arrhythmic mortality in amiodarone-treated survivors of acute myocardial infarction. IEEE Transactions on biomedical engineering, 2004.
[2]. PÉREZ, Cristina, et al. Characterization of Impaired Ventricular Repolarization by Quantification of QT Delayed Response to Heart Rate Changes in Stress Test. En 2020 Computing in Cardiology. IEEE, 2020.
[3]. MARTÍNEZ, Juan Pablo, et al. A wavelet-based ECG delineator: evaluation on standard databases. IEEE Transactions on biomedical engineering, 2004.

Figura 5. (Izq.) Potencia calculada de forma independiente para las zonas de ejercicio y recuperación en cada uno de los 7 métodos. (Der.) Ejemplo de las 8 derivaciones estándar de un ECG grabado durante prueba de esfuerzo, y las 8 derivaciones transformadas obtenidas con $G\pi CA_{3,0}$ y con PCA.