

Comparación de los efectos de la estimulación cardíaca convencional y la estimulación de rama izquierda sobre la despolarización y repolarización ventricular en el ECG

Clara Sales¹, Jorge Melero², Inés Julián², Javier Ramos², Ana Mincholé¹,

Esther Pueyo¹

¹ Grupo Biomedical Signal Interpretation and Computational Simulation (BSICoS)

Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A)

Universidad de Zaragoza, Mariano Esquillor s/n, 50018, Zaragoza, Spain.

Tel. +34-976762707, e-mail: csales@unizar.es

² Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa

Resumen

La estimulación de rama izquierda (ERI) ha surgido como alternativa a la convencional (EVD) en pacientes con marcapasos. Hemos comprobado que ERI lleva a mayor sincronía en la activación ventricular (complejo QRS más estrecho y menor área) y reducción en la dispersión de la repolarización (menor intervalo Tpe) que EVD.

Introducción

El ritmo cardíaco de los pacientes con bradicardia es más lento de la habitual, normalmente por debajo de 60 latidos por minuto. Los pacientes con bradicardia son candidatos a recibir el implante de un marcapasos que les proporciona una estimulación externa, convencionalmente realizada colocando un electrodo en el ápex del ventrículo derecho y otro en una de las venas tribuatrias del seno coronario, lo que se conoce como estimulación del ventrículo derecho (EVD). Estudios recientes han demostrado que la EVD está relacionada con una mayor disincronía de la contracción ventricular y que sus efectos a largo plazo pueden llegar a provocar fibrilación auricular e incluso la muerte súbita cardíaca [1].

Recientemente, se ha propuesto la estimulación en rama izquierda del haz de His (ERI) como nueva una forma de estimulación del sistema específico de conducción cardíaco. Se ha sugerido que esta forma de estimulación más fisiológica resulta más viable y segura [2] y lleva a una contracción más eficiente que permite aumentar el porcentaje de sangre bombeada con cada latido cardíaco. Sin embargo, se requiere un estudio en profundidad de los efectos de la ERI sobre la actividad ventricular. El propósito de este trabajo es analizar y comparar los cambios inducidos por la EVD y ERI en las 12 derivaciones estándar del electrocardiograma (ECG).

Materiales y Métodos

Se analizaron señales ECG de 12 derivaciones de 55 pacientes (22 EVD, 33 ERI) antes de la intervención (basal: 10 min de ECG) y tras 24 horas de EVD o ERI continua (post: 1 hora de ECG). Se realizó un preprocesado de estas señales en el que se incluyó la eliminación de ruido de 50 Hz de la red eléctrica y de línea de base, eliminación de *spikes* asociados a la estimulación en los registros post y un filtrado paso-bajo. Se calculó el latido mediano para cada registro y cada paciente (Fig. 1) considerando aquellos latidos pertenecientes a una ventana de 20 ms de RR correspondiente a la moda y con una correlación superior al 95% en el complejo QRS. A partir del latido mediano calculado se obtuvieron los siguientes marcadores del ECG: duración del complejo QRS (dQRS), área del QRS (aQRS), intervalo QT corregido por el ritmo cardíaco (QTc) e intervalo T-pico T-fin corregido por el ritmo cardíaco (Tpec). Para cada marcador se calcularon las diferencias entre post y basal (Δ dQRS, Δ aQRS, Δ QTc y Δ Tpec).

Se utilizó la prueba estadística de Wilcoxon para la comparación de los marcadores entre post y basal para cada técnica y la Prueba U de Mann-Whitney para la comparación de las diferencias entre técnicas. Los datos se presentan como media \pm std acompañados del p-valor correspondiente.

Resultados y Discusión

Se observaron diferencias significativas ($p < 0.01$) en los marcadores Δ dQRS y Δ aQRS entre ambas técnicas de estimulación. EVD presentó un aumento de dQRS respecto al estado basal (Δ dQRS: 11 ± 37 ms, $p = 0.12$) mientras que ERI mostró una reducción significativa (Δ dQRS: -17 ± 32 ms, $p < 0.01$). De la misma manera, EVD llevó a aumentos en aQRS (Δ aQRS: 50 ± 57 μ Vs, $p < 0.01$) mientras que ERI

llevó a disminuciones de aQRS ($\Delta aQRS: -30 \pm 57 \mu V s$, $p=0.02$).

En relación con las características de la repolarización, tanto ERI ($\Delta QTc: -37 \pm 48$ ms, $p<0.01$) como EVD ($\Delta QTc: -29 \pm 54$ ms, $p=0.02$) acortaron notablemente el intervalo QTc sin observarse diferencias significativas entre técnicas ($p=0.23$). En el caso de $\Delta Tpec$, sí que se observaron diferencias significativas ($p=0.02$), con ERI no llevando prácticamente a ningún cambio ($\Delta Tpec: -4 \pm 28$ ms, $p=0.88$) y EVD aumentando Tpec ($\Delta Tpec: 12 \pm 24$ ms, $p=0.01$) (Fig. 2).

Este estudio demuestra que ERI está asociado con una reducción de dQRS y aQRS respecto al estado basal en comparación con EVD, que aumenta estos dos marcadores. Esto se traduce en una mayor sincronía en la depolarización de los ventrículos para aquellos pacientes tratados con ERI frente a aquellos tratados con EVD. Estudios anteriores han demostrado que dQRS y aQRS reducidos están asociados con un mejor pronóstico [3].

El acortamiento del intervalo QTc es similar en ambas técnicas, indicando un menor tiempo en el proceso de depolarización-repolarización ventricular respecto al estado basal y asociado con menor riesgo arrítmico [4]. Por otra parte, el intervalo Tpec muestra un comportamiento significativamente distinto entre ambas técnicas, con EVD llevando a un aumento de este intervalo y ERI no implicando prácticamente ninguna variación. Aunque la interpretación de Tpe es controvertida, algunos estudios han sugerido que podría asociarse con dispersión en la repolarización ventricular, por lo que su prolongación estaría asociada con un mayor riesgo arrítmico [5].

Conclusiones

En conclusión, estos índices demuestran que la ERI lleva a una sincronización ventricular mucho más coordinada y reduce los intervalos de repolarización corregidos por el ritmo cardiaco en comparación con la EVD. Estos resultados están en línea con la literatura reciente y sugieren que la terapia anti-bradicardica con ERI mejora la sincronía interventricular con respecto a EVD.

FIGURAS

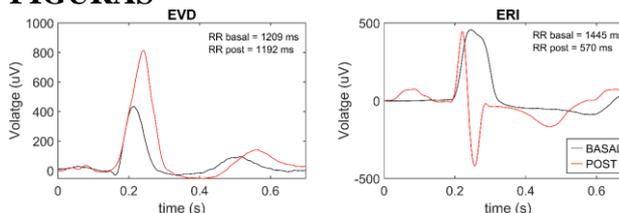


Fig 1. Ejemplos de latidos medianos calculado antes y tras 24 horas de estimulación EVD (izquierda) y ERI (derecho).

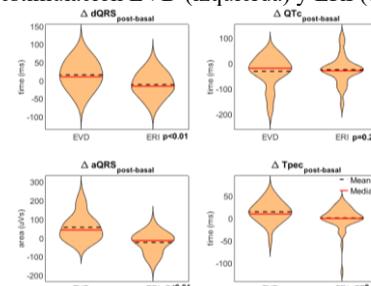


Fig 2. Distribuciones estadísticas de $\Delta dQRS$, $\Delta aQRS$, ΔQTc y $\Delta Tpec$ para EVD y ERI.

REFERENCIAS

- [1]. CRONIN, E.M., JONES, P., SETH, M.C. and VARMA, N. Right Ventricular Pacing Increases Risk of Appropriate Implantable Cardioverter–Defibrillator Shocks Asymmetrically. *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology*.2017, 10(10), e004711. Available from: doi:10.1161/CIRCEP.116.004711.
- [2]. CHEN, K., LI, Y., DAI, Y., SUN, Q., LUO, B., LI, C. and ZHANG, S. Comparison of electrocardiogram characteristics and pacing parameters between left bundle branch pacing and right ventricular pacing in patients receiving pacemaker therapy. *Europace: European Pacing, Arrhythmias, and Cardiac Electrophysiology: Journal of the Working Groups on Cardiac Pacing, Arrhythmias, and Cardiac Cellular Electrophysiology of the European Society of Cardiology*. 2019, 21(4), 673-680. Available from: doi:10.1093/europace/euy252.
- [3]. RINGBORN, M., ROMERO, D., PUEYO, E., PAHLM, O., WAGNER, G.S., LAGUNA, P. and PLATONOV, P.G. Evaluation of depolarization changes during acute myocardial ischemia by analysis of QRS slopes. *Journal of Electrocardiology*. 2011, 44(4), 416–424. Available from: doi: 10.1016/j.jelectrocard.2011.03.005.
- [4]. SMETANA, P., PUEYO, E., HNATKOVA, K., BATCHVAROV, V., LAGUNA, P. and MALIK, M. Individual patterns of dynamic QT/RR relationship in survivors of acute myocardial infarction and their relationship to antiarrhythmic efficacy of amiodarone. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*. 2004, 15(10), 1147–1154. Available from: doi:10.1046/j.1540-8167.2004.04076.x.
- [5]. RAMÍREZ, J., LAGUNA, P., BAYÉS DE LUNA, A., MALIK, M. and PUEYO, E. QT/RR and T-peak-to-end/RR curvatures and slopes in chronic heart failure: relation to sudden cardiac death. *Journal of Electrocardiology*.2014, 47(6), 842–848. Available from: doi:10.1016/j.jelectrocard.2014.08.013.