










Duración de la onda P en las 12 derivaciones del electrocardiograma y su relación con el tiempo de conducción interauricular en pacientes con taquicardias paroxísticas supraventriculares

Dr. Raimundo Carmona Puerta¹✉, Dr. C. Elibet Chávez González¹, Dr. C. Magda A. Rabassa López-Calleja², Dra. Elizabeth Lorenzo Martínez³, Dr. Gustavo Padrón Peña¹, Dr. Juan M. Cruz Elizundia¹, Dr. Fernando Rodríguez González¹, Dr. Yasser Beovides Medero⁴ y Dr. Orlando Chaviano Herrera³

¹ Servicio de Electrofisiología y Arritmología, Hospital Universitario Cardiocentro Ernesto Guevara. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

² Servicio de Cardiología, Hospital Universitario Cardiocentro Ernesto Guevara. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

³ Departamento de Fisiología, Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara. Santa Clara, Villa Clara, Cuba

⁴ Institut de Salut Cardiovascular i Rehabilitació Cardíaca (INSCOR). Barcelona, España.

Full English text of this article is also available

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 16 de marzo de 2020

Aceptado: 23 de abril de 2020

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses

Abreviaturas

P_{dur}: duración de la onda P

TCI: tiempo de conducción interauricular

TRIN: taquicardia por reentrada intranodal

VAc: vías accesorias

RESUMEN

Introducción: Existen algunos estudios que relacionan parámetros de la onda P con diferentes tiempos de conducción auricular, pero no se han realizado teniendo en cuenta a cada derivación del electrocardiograma.

Objetivo: Determinar la duración de la onda P (P_{dur}) en las 12 derivaciones y relacionarlas con el tiempo de conducción interauricular.

Método: Estudio de corte transversal en 153 pacientes adultos con diagnóstico confirmado de taquicardia por reentrada intranodal (TRIN) o vías accesorias mediante estudio electrofisiológico invasivo.

Resultados: Al comparar la P_{dur} entre sustratos arrítmicos por cada derivación, no existieron diferencias significativas, excepto en V_6 . En las derivaciones D_{II} , D_{III} , aVR , aVF , V_1 y de V_3 - V_6 la P_{dur} se correlacionó con el tiempo de conducción interauricular en ambos sustratos arrítmicos. En el análisis multivariado, la P_{dur} constituyó un predictor independiente de tiempos de conducción interauricular ≥ 95 percentil, en las derivaciones de cara inferior y en V_3 , V_5 y V_6 . Se observaron altos valores del área bajo la curva de la Característica Operativa del Receptor en las derivaciones D_{II} (0,950; $p < 0,001$), D_{III} (0,850; $p < 0,001$) y V_5 (0,891; $p < 0,001$).

Conclusiones: No existen diferencias por derivación en la P_{dur} al comparar casos con TRIN y vías accesorias, excepto en V_6 . La mayoría de las derivaciones se correlacionaron con el tiempo de conducción interauricular. La P_{dur} fue un predictor independiente de tiempos de conducción interauricular ≥ 95 percentil. La derivación D_{II} presenta la mayor capacidad discriminativa para encontrar valores prolongados del tiempo de conducción interauricular.

Palabras clave: Duración de la onda P, Electrocardiograma, Tiempo de conducción interauricular, Estudio electrofisiológico, Taquicardia por reentrada intranodal, Vías accesorias

✉ Raimundo Carmona Puerta
Calle B #15 e/ Maceo y M. Ruiz
Rpto. Villa Josefa. Santa Clara 50200
Villa Clara, Cuba.
Correo electrónico:
raimundocp@infomed.sld.cu

P wave duration in the 12 leads of the electrocardiogram and its relationship with interatrial conduction time in patients with paroxysmal supraventricular tachycardias

Contribución de los autores

RCP: Concepción y diseño de la investigación; obtención, análisis e interpretación de los datos y redacción del manuscrito.

ECG, MARLC, ELM, GPP, JMCE, FRG: Análisis e interpretación de los datos y redacción del manuscrito.

YBM y OCH: Revisión bibliográfica y ayuda en la redacción del manuscrito.

Todos los autores revisaron críticamente el manuscrito y aprobaron el informe final.

ABSTRACT

Introduction: Although some studies relate P wave parameters to different atrial conduction times, they do not consider each electrocardiogram lead separately.

Objectives: To determine the duration of P wave (P_{dur}) in the 12 leads of the electrocardiogram and relate it to the interatrial conduction time.

Methods: We conducted a cross-sectional study in 153 adult patients with confirmed diagnosis of atrioventricular nodal reentry tachycardia (AVNRT) or accessory pathways by invasive electrophysiological study.

Results: When comparing the P_{dur} between arrhythmic substrates by each lead, no significant differences were found, except for V_6 . In leads II, III, aVR, aVF, V_1 and V_3-V_6 , P_{dur} was correlated with the interatrial conduction time in both arrhythmic substrates. In our multivariate analysis, the P_{dur} was an independent predictor of interatrial conduction times ≥ 95 percentile in inferior wall leads and in V_3 , V_5 and V_6 . High values of the area under the receiver operating characteristic curve were observed in II (0.950; $p < 0.001$), III (0.850; $p < 0.001$) and V_5 (0.891; $p < 0.001$) leads.

Conclusions: The P_{dur} showed no difference by leads when comparing cases with AVNRT and accessory pathways, except for V_6 . Most of the leads were correlated with the interatrial conduction time; P_{dur} was an independent predictor of interatrial conduction times ≥ 95 percentile. Lead II has the greatest discriminatory ability to find prolonged values of interatrial conduction time.

Keywords: P wave duration, Electrocardiogram, Interatrial conduction time, Electrophysiological study, Atrioventricular nodal reentry tachycardia, Accessory pathways

INTRODUCCIÓN

Varios estudios han analizado la relación entre distintos índices de la onda P y los tiempos de conducción auricular¹⁻⁵. La mayoría con la realización de mediciones indirectas a través de modalidades ecocardiográficas en conjunto con el electrocardiograma. Sin embargo, la relación de estos tiempos con la duración de la onda P (P_{dur}) por cada una de las 12 derivaciones del electrocardiograma no ha sido estudiada, mucho menos empleando estudios electrofisiológicos invasivos que constituyen la prueba de referencia para la medición de la conducción eléctrica en el corazón. Es por esto que la siguiente investigación se propone determinar la duración de la onda P en las 12 derivaciones del electrocardiograma y relacionarla con el tiempo de conducción interauricular (TCI).

MÉTODO

Se realizó un estudio de corte transversal en 153 pacientes con edades entre 18-70 años. Los casos fueron seleccionados aleatoriamente, a partir de una población de estudio conformada por 286 pacientes con historia clínica de palpitaciones y diagnóstico confirmado de taquicardia por reentrada intranodal

(TRIN) o vías accesorias (VAc), a quienes se les realizó estudio electrofisiológico y ablación endocavitaria en el Servicio de Electrofisiología Cardíaca Clínica y Arritmología del Hospital Universitario Cardiocentro Ernesto Guevara, de la ciudad de Santa Clara, Cuba, en el período comprendido entre junio de 2017 y febrero de 2020.

El estudio electrofisiológico se realizó con el paciente en ayunas de 8 horas y sin medicación antiarrítmica, al menos por 5 o más vidas medias del fármaco. Todos los casos tuvieron diagnóstico de corazón estructural y funcionalmente normal por ecocardiografía transtorácica.

Criterios de exclusión

Se excluyeron los pacientes con las siguientes características:

- Tener más de dos derivaciones electrocardiográficas que no permitieran medir la onda P o cualquier canal de los registros intracavitarios auriculares con mala calidad de la señal.
- Preexcitación ventricular permanente, por su dificultad para medir la terminación de la onda P.

Variables del estudio

P_{dur} : Se refiere a la duración de la onda P. Fue medida, en milisegundos (ms), en cada una de las 12 derivaciones del electrocardiograma.

TCI: Se refiere al tiempo de conducción interauricular. Fue obtenido mediante la determinación del intervalo P-A seno coronario distal, que es el lapso de tiempo transcurrido entre el comienzo de la onda P y el inicio de la inscripción del electrograma bipolar local obtenido desde el par distal 1-2 de un catéter decapolar BIOTRONIK, introducido en el seno coronario hasta el anillo mitral lateral izquierdo (con un espaciado de 5 mm entre electrodos de un mismo par, y un espaciado entre los pares de 10 mm)^{6,7}. Dicho par 1-2 recogió la activación local de la aurícula izquierda lateral.

Técnica y procedimiento

Las medidas fueron realizadas por un electrofisiólogo de experiencia, para evitar el error interobservador, cegado de los datos de cada caso y con el paciente despierto, sin efecto de anestésicos ni isoprenalina y antes de la aplicación de radiofrecuencia, en un polígrafo multicanal EP TRACER de la firma BIOTRONIK, con la utilización de un calibrador (*caliper*) electrónico manual.

liper) electrónico manual.

Siempre se tomaron 3 complejos seguidos en cada medida electrocardiográfica y electrofisiológica, y se promediaron. Los registros electrocardiográficos fueron obtenidos con una velocidad de barrido de 50 mm/s y una amplificación de 20 mm/mV. El comienzo y el final de la onda P fueron definidos como los puntos donde la deflexión inicial y final de dicha onda hacían intersección con la línea isoelectrónica. Si el comienzo o terminación de la onda P no se visualizaba claramente, se excluía esa derivación. En las medidas electrofisiológicas se utilizó una velocidad de barrido de 300 mm/s.

El diagnóstico de TRIN se confirmó mediante la inducción de la taquicardia en todos los casos. La presencia de VAc fue demostrada poniendo de manifiesto la conducción retrógrada anormal por la vía mediante estimulación desde el ápex del ventrículo derecho; además, en la mayoría de los casos pudo inducirse taquicardia ortodrómica.

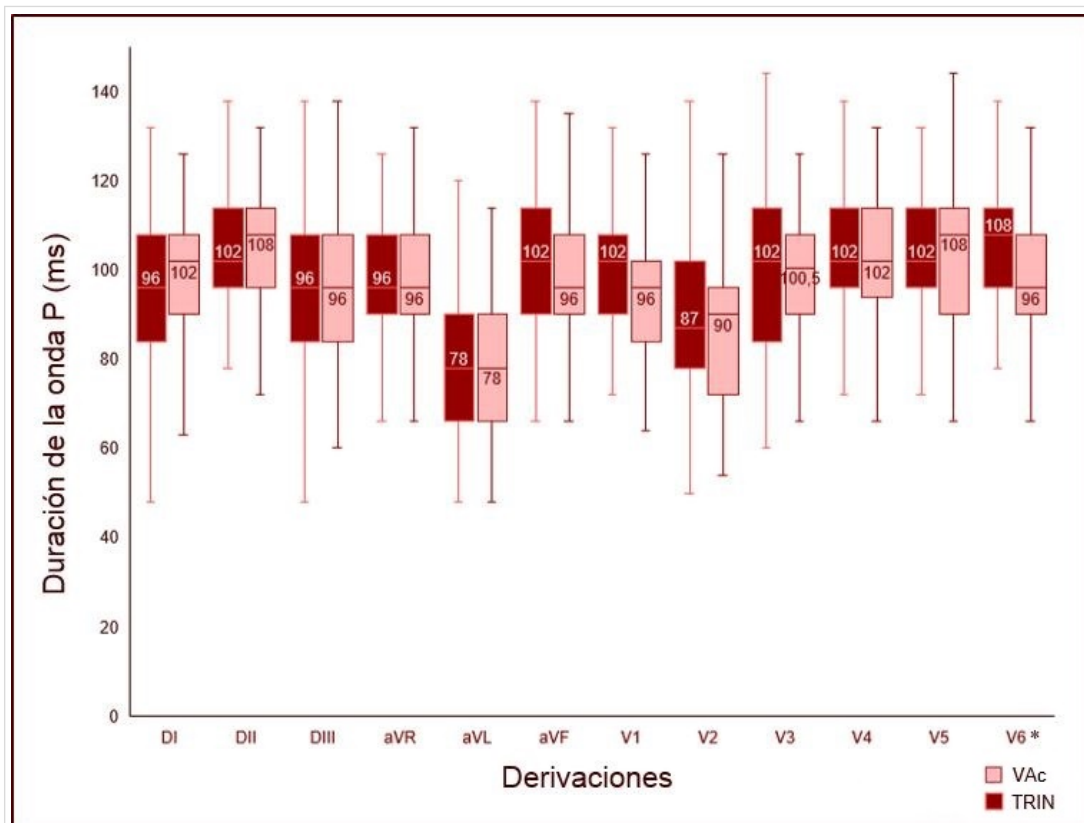


Figura 1. Diagrama de cajas que muestra la duración de la onda P en las 12 derivaciones del electrocardiograma y por sustratos arrítmicos.

*Única comparación significativa entre sustratos arrítmicos ($p=0,006$).

Se presenta la mediana, el 25 y 75 percentil, así como los valores mínimo y máximo.

TRIN, taquicardia de reentrada intranodal; VAc, vía accesoria.

Procesamiento estadístico

El análisis estadístico fue realizado mediante el software SPSS, versión 21.0. Para la comparación de variables continuas provenientes de 3 o más muestras independientes se utilizó la prueba de Kuskal-Wallis, previa comprobación de la falta de normalidad en los datos mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. El análisis *a posteriori*, en caso de rechazarse H_0 , se efectuó mediante la prueba de Dunn-Bonferroni.

Estos datos fueron presentados como mediana, primer y tercer cuartil. Para determinar el grado de asociación entre las variables se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson. El análisis multivariado se realizó a través de regresión logística binomial. La capacidad discriminante de la P_{dur} para encontrar casos con valores de TCI ≥ 95 percentil fue determinada mediante curvas de la Característica Operativa del Receptor. Se consideró significativo un nivel de $p < 0,05$.

RESULTADOS

La (Figura 1) presenta la mediana de P_{dur} en las 12 derivaciones del electrocardiograma, así como el intervalo intercuartil y los valores máximos y mínimos en pacientes con VAc y TRIN. La derivación aVL presentó la menor mediana de P_{dur} ($p < 0,001$) entre todas las derivaciones, en ambos tipos de sustratos arrítmicos. En el grupo con TRIN la derivación con mayor mediana fue V_6 (108 ms), que no presentó diferencias significativas al ser comparada con las derivaciones D_{II} , aVF, V_1 , V_3 , V_4 y V_5 , que mostraron una mediana de 102 ms. En el grupo con VAc D_{II} y V_5 tuvieron la mayor mediana de la P_{dur} con un valor de 108 ms que no fue estadísticamente significativo ($p > 0,05$) al ser comparado con el observado en D_I y V_4 (102 ms). Al comparar la P_{dur} entre sustratos arrítmicos por cada derivación no existieron diferencias significativas, excepto en V_6 , donde fue mayor en los casos con TRIN (TRIN 108 ms vs. VAc 96 ms; $p = 0,006$).

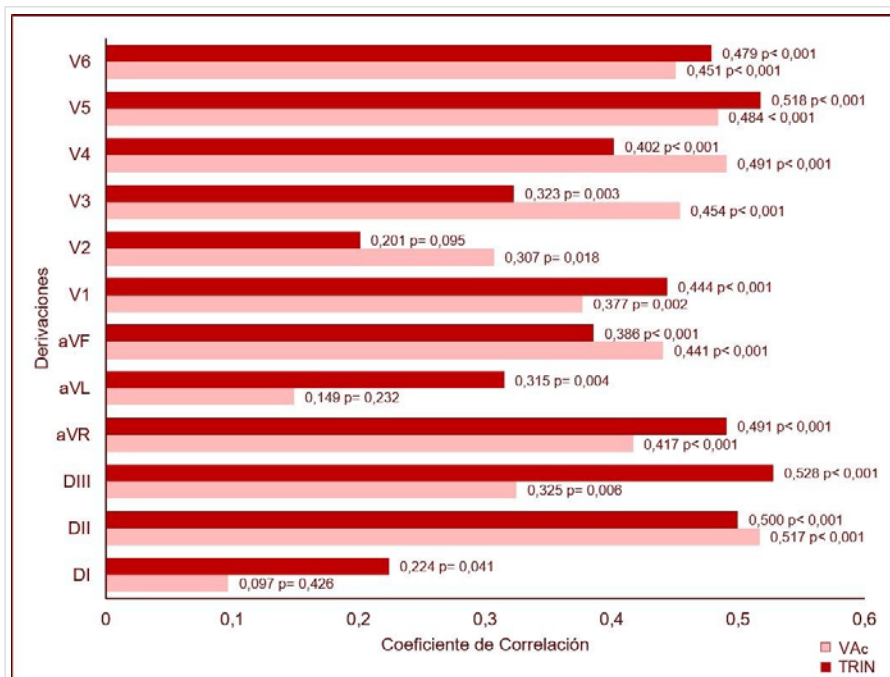


Figura 2. Coeficientes de correlación de Pearson obtenidos al comparar la duración de la onda P con el tiempo de conducción interauricular en las 12 derivaciones del electrocardiograma, en los sustratos arrítmicos evaluados.

En las derivaciones D_{II} , D_{III} , aVR, aVF, V_1 y de V_3 - V_6 la P_{dur} se correlacionó con el TCI en ambos grupos (Figura 2). La fuerza de las correlaciones estuvo entre débil a moderada. En pacientes con VAc los mayores coeficientes de correlación se alcanzaron en la derivación D_{II} ($r = 0,517$; $p < 0,001$) y V_5 ($r = 0,484$; $p < 0,001$), un hallazgo muy similar al encontrado en pacientes con TRIN en las derivaciones D_{II} ($r = 0,500$; $p < 0,001$), D_{III} ($r = 0,528$; $p < 0,001$) y V_5 ($r = 0,518$; $p < 0,001$). En D_I y aVL la P_{dur} y el TCI solo se correlacionaron en casos con TRIN, mientras que en V_2 lo hicieron solo en pacientes con VAc.

El análisis multivariable de regresión logística binomial aplicado para cada derivación y controlado para potenciales confusores, como la edad, tipos de sustratos arrítmicos e hipertensión arterial, mostró que la P_{dur} constituyó un predictor independiente de valores del TCI ≥ 95 percentil en las derivaciones de cara inferior (D_{II} , D_{III} , y aVF) y en V_3 , V_5 y V_6 (Tabla).

Sin tener en cuenta los tipos de sustratos arrítmicos la P_{dur} posee un alto poder discriminativo para encontrar casos con TCI ≥ 95 percentil en el análisis de la Característica Operativa del Receptor. Las derivaciones D_{II} , D_{III} y V_5 presentaron las mayores áreas bajo la curva (0,950; 0,850 y 0,891; respectivamente), especialmente D_{II} , que alcanzó un valor casi igual a 1 (Figura 3).

Tabla. Resultados del análisis multivariable de regresión logística para la duración de la onda P como variable predictora y el tiempo de conducción interauricular ≥ 95 percentil como dependiente, ajustado para la edad, hipertensión arterial y tipos de sustratos arrítmicos.

Duración de la onda P	OR	IC 95%	Valor de p
P_{dur} en D_I	1,021	0,965-1,081	0,465
P_{dur} en D_{II}	1,168	1,061-1,286	0,002
P_{dur} en D_{III}	1,105	1,034-1,181	0,003
P_{dur} en aVR	1,066	0,999-1,137	0,055
P_{dur} en aVL	1,024	0,956-1,097	0,500
P_{dur} en aVF	1,078	1,010-1,150	0,024
P_{dur} en V_1	1,005	0,936-1,080	0,883
P_{dur} en V_2	1,005	0,916-1,104	0,910
P_{dur} en V_3	1,078	1,022-1,136	0,005
P_{dur} en V_4	1,053	0,998-1,112	0,061
P_{dur} en V_5	1,106	1,034-1,184	0,004
P_{dur} en V_6	1,085	1,018-1,157	0,012

IC, intervalo de confianza; OR, *odds ratio* (razón de probabilidades); P_{dur} , duración de la onda P.

Al utilizar un punto de corte $\geq 112,5$ ms en D_{II} se alcanza una sensibilidad de 100% y especificidad de 69,4%, y al tomar un valor ≥ 127 ms se consigue mejorar la especificidad (sensibilidad 83,3%; especificidad 99,9%). El mejor valor de corte en las derivaciones D_{III} (sensibilidad 100%, especificidad 87,7%) y V_5 (sensibilidad 100%, especificidad 73,1%) fue ≥ 111 ms (datos no presentados en tablas o gráficos).

DISCUSIÓN

La P_{dur} es la expresión del tiempo requerido para la despolarización de las aurículas derecha e izquierda⁸. La derivación aVL pertenece al plano frontal. Su posición en el sistema hexaxial podría explicar por qué fue la derivación de menor duración en nuestro estudio. Si se tiene en cuenta que el eje eléctrico de la onda P es de aproximadamente $+60^\circ$ en el plano frontal^{9,10} y que guardaría una separación de 90° respecto a aVL, necesariamente ocurriría una falta de inscripción de al menos algunas porciones de la onda P.

Es bien conocido en electrocardiografía que cuando un vector transita perpendicularmente con respecto a una derivación dada, tal vector no se registra. Carmona *et al*¹¹ encontraron que aVL era la derivación con menor duración de P en una serie de futbolistas de alto rendimiento, la que alcanzó un valor promedio de $69,64 \pm 22,63$ ms. Sin embargo, Gialafos *et al*¹², al estudiar a 1353 hombres jóvenes pertenecientes a la fuerza área griega, encontraron que la derivación V_1 era la que con mayor frecuencia presentaba la onda P de menor duración, seguido por V_2 y aVL, con prevalencias respectivas de 25,3%, 18,2% y 15,7%. En ese mismo estudio la onda P de mayor duración se encontró en D_{II} , V_6 , V_3 y V_4 con prevalencias de 16,3%, 12,5%, 11,5% y 11,5%, respectivamente.

La onda P constituye el marcador no invasivo más reconocido para la conducción auricular¹³. Se ha demostrado que los incrementos en la P_{dur} reflejan aumentos en la duración de los tiempos de con-

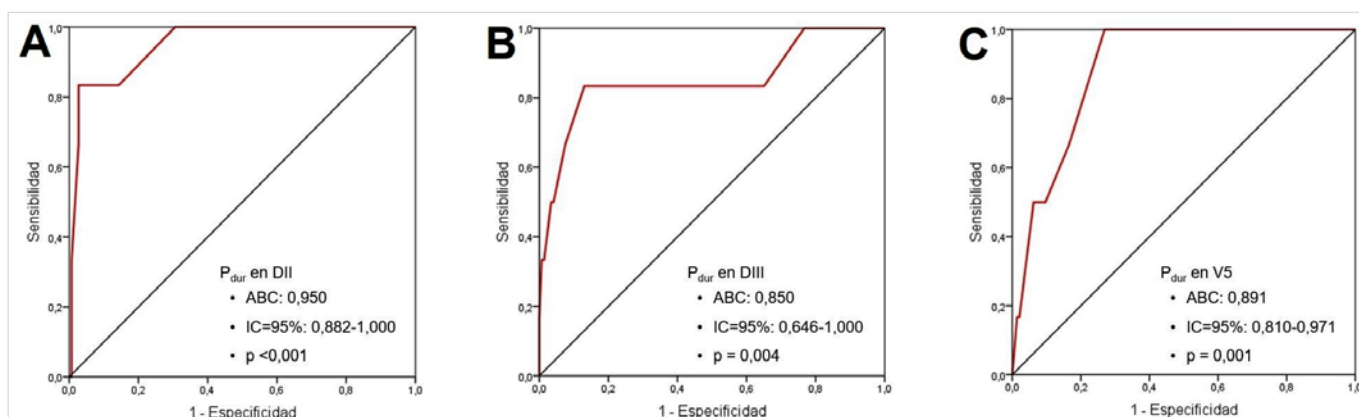


Figura 3. Mejores curvas de la Característica Operativa del Receptor que muestran la relación en todos los pacientes entre sensibilidad y especificidad a través de todos los posibles valores de la duración de la onda P, que definen a pacientes con tiempos de conducción interauricular ≥ 95 percentil. Derivaciones D_{II} (A), D_{III} (B) y V_5 (C) del electrocardiograma.

ducción intra e interauricular¹⁴. Josephson⁷ considera que el tiempo de conducción intraauricular derecho no se correlaciona con la P_{dur} , a diferencia de lo que puede ocurrir con el TCI. Hasta nuestro conocimiento, no existen trabajos que relacionen la onda P con el TCI en cada una de las doce derivaciones del electrocardiograma. Las publicaciones previas se han basado en índices que derivan de la onda P, principalmente su dispersión^{5,15-17}.

Los resultados presentados corroboran los hallazgos previos obtenidos por Josephson⁷, y añaden que esto se cumple tanto en pacientes con TRIN como con VAc. Además, revelan fuerzas de correlación que oscilan entre débil a moderadas en estos pacientes con aurículas normales.

CONCLUSIONES

No existen diferencias por derivación en la duración de la onda P al comparar casos con taquicardia por reentrada intranodal y vías accesorias, excepto en V_6 . En las derivaciones D_{II} , D_{III} , aVR, aVF, V_1 y de V_3 - V_6 , la duración de la onda P se correlacionó con el tiempo de conducción interauricular en ambos sustratos arrítmicos. La duración de la onda P constituyó un predictor independiente de valores del tiempo de conducción interauricular ≥ 95 percentil, en las derivaciones de cara inferior y en V_3 , V_5 y V_6 . La derivación D_{II} presenta la mayor capacidad discriminativa para encontrar valores prolongados del tiempo de conducción interauricular.

BIBLIOGRAFÍA

1. Akturk E, Yagmur J, Acikgoz N, Ermis N, Cansel M, Karakus Y, *et al.* Assessment of atrial conduction time by tissue Doppler echocardiography and P-wave dispersion in smokers. *J Interv Card Electrophysiol.* 2012;34(3):247-53.
2. Badran HM, Faheem N, Wassely KW, Yacoub M. Relationship of left atrial mechanics to electrical activity on surface electrocardiography in idiopathic dilated cardiomyopathy. *Glob Cardiol Sci Pract [Internet].* 2019 [citado 14 Mar 2020]; 2019(1):7. Disponible en: <http://doi.org/10.21542/gcsp.2019.7>
3. Cagirci G, Cay S, Gulsoy KG, Bayindir C, Vural MG, Firat H, *et al.* Tissue Doppler atrial conduction times and electrocardiogram interlead P-wave durations with varying severity of obstructive sleep apnea. *J Electrocardiol.* 2011;44(4):478-82.
4. Çanga Y, Emre A, Yüksel GA, Karataş MB, Yelgeç NS, Gürkan U, Çalık AN, Tireli H, Terzi S. Assessment of atrial conduction times in patients with newly diagnosed Parkinson's disease. *Parkinsons Dis [Internet].* 2018 [citado 14 Mar 2020];2018: 2916905. Disponible en: <http://doi.org/10.1155/2018/2916905>
5. Demir K, Avci A, Kaya Z, Marakoglu K, Ceylan E, Yilmaz A, *et al.* Assessment of atrial electromechanical delay and P-wave dispersion in patients with type 2 diabetes mellitus. *J Cardiol.* 2016; 67(4):378-83.
6. Daubert JC, Pavin D, Jauvert G, Mabo P. Intra- and interatrial conduction delay: implications for cardiac pacing. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2004; 27(4):507-25.
7. Josephson ME. *Clinical cardiac electrophysiology: Techniques and interpretations.* 4ª ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2008.
8. Chen LY, Soliman EZ. P Wave Indices-Advancing Our Understanding of Atrial Fibrillation-Related Cardiovascular Outcomes. *Front Cardiovasc Med [Internet].* 2019 [citado 15 Mar 2020];6:53. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fcvm.2019.00053>
9. Bayés de Luna A. *Clinical electrocardiography: A textbook.* 4ª ed. Oxford: Wiley-Blackwell; 2012.
10. Goldberger AL, Goldberger ZD, Shvilkin A. *Goldberger's Clinical Electrocardiography: A simplified approach.* 9ª ed. Philadelphia: Elsevier; 2018.
11. Carmona Puerta R, Ramos Martín R, Rabassa López-Calleja MA, Monzón León J, Pérez González L, Castro Torres Y, *et al.* Dispersión de la onda P incrementada en futbolistas de alto rendimiento y su relación con el tiempo de práctica deportiva. *CorSalud [Internet].* 2013 [citado 16 Mar 2020]; 5(2):155-60. Disponible en: <http://www.revcorsalud.sld.cu/index.php/cors/article/view/510/959>
12. Gialafos EJ, Dilaveris PE, Synetos AG, Tsolakidis GF, Papaioannou TG, Andrikopoulos GK, *et al.* P wave analysis indices in young healthy men: data from the digital electrocardiographic study in Hellenic Air Force Servicemen (DEHAS). *Pacing Clin Electrophysiol.* 2003;26(1P2):367-72.
13. Platonov PG. Atrial conduction and atrial fibrillation: what can we learn from surface ECG? *Cardiol J.* 2008;15(5):402-7.
14. Centurion OA, Aquino N, Torales J, Scavenius K, Miño L, Sequeira O. P wave duration and dispersion as a useful conventional electrocardiographic

- ic marker for atrial fibrillation prediction. *J Cardiol Curr Res* [Internet]. 2017 [citado 16 Mar 2020];8(3):00285. Disponible en: <http://doi.org/10.15406/jccr.2017.08.00285>
15. Djikic D, Mujovic N, Dejanovic B, Kocijancic A, Jankovic N, Marinkovic M, *et al.* Evaluation of atrial conduction time in relation to p wave dispersion in patients with different degree of hypertension arterialis with no history of paroxysmal atrial fibrillation. *EP Europace* [Internet]. 2017 [citado 17 Mar 2020];19(Supl 3):iii224. Disponible en: <http://doi.org/10.1093/ehjci/eux151.218> [Resumen].
16. Ermiş N, Açıköz N, Yaşar E, Taşolar H, Yağmur J, Cansel M, *et al.* Evaluation of atrial conduction time by P wave dispersion and tissue Doppler echocardiography in prehypertensive patients. *Turk Kardiyol Dern Ars.* 2010;38(8):525-30.
17. Emiroglu MY, Bulut M, Sahin M, Acar G, Akcakoyun M, Kargin R, *et al.* Assessment of atrial conduction time in patients with essential hypertension. *J Electrocardiol.* 2011;44(2):251-6.