

# Alargamiento de la rama descendente de la onda T y anomalía del índice rdT/jT en el electrocardiograma como factores de mal pronóstico en pacientes con COVID-19 en terapia intensiva

## Lengthening of the descending branch of the T wave and an abnormal dbT/jT index on the electrocardiogram as poor prognostic factors in patients with COVID-19 in intensive care

DIANA LAURA SALAZAR-HORNER, FRANCISCO SÁNCHEZ-LEZAMA, LUIS GERARDO DOMÍNGUEZ-CARRILLO  
• GUANAJUATO (MÉXICO)

DOI: <https://doi.org/10.36104/amc.2024.2824>

### Resumen

**Planteamiento:** el alargamiento de la rdT, y el índice del intervalo Tp-Te en el electrocardiograma pueden mejorar la detección de la hipertrofia y disfunción del ventrículo izquierdo. Estas anomalías se observan en condiciones distintas a la hipertensión, y su presencia se asocia con un peor pronóstico.

**Objetivo:** valorar el alargamiento del rdT y/o del índice rdT/jT en pacientes con COVID-19, manejados en UTI como datos de mal pronóstico.

**Material y métodos:** estudio observacional, descriptivo, retrospectivo y transversal. Se incluyeron 20 pacientes con COVID-19 en UTI, con ECG, efectuando mediciones de rdT y cálculo del índice rdT/jT y relacionando con número de fallecimientos y días de hospitalización en UTI.

**Resultados:** las derivaciones más adecuadas para medición fueron V2-V3 y V4. Los pacientes con  $rdT \geq 93$  milisegundos, en V2 y V4 se encontraron en 60%, con mayor número de fallecimientos; el índice  $rdT/jT \geq 0.40$  presente en 45% de los casos, se relacionó con tendencia a mayor número de días de hospitalización.

**Conclusiones:** tanto en los pacientes con  $rdT \geq 93$  ms, como en los casos con índice  $rdT/jT \geq 0.40$  en las derivaciones electrocardiográficas V2-V4, se observó una tendencia a una mayor duración de la hospitalización, así como un mayor número de fallecimientos (*Acta Med Colomb 2024; 49*. DOI: <https://doi.org/10.36104/amc.2024.2824>).

**Palabras clave:** *alargamiento de rdT en el ECG, índice rdT/jT en el ECG, factores independientes de mal pronóstico.*

### Abstract

**Proposition:** dbT lengthening and the Tp-Te interval index on the electrocardiogram can improve the detection of left ventricular hypertrophy and dysfunction. These abnormalities are found in conditions other than hypertension, and their presence is associated with a worse prognosis.

**Objective:** to evaluate dbT lengthening and/or the dbT/jT index in patients with COVID-19 treated in the ICU, as poor prognostic factors.

**Materials and method:** an observational, descriptive, retrospective cross-sectional study. Twenty patients with COVID-19 admitted to the ICU, with an EKG, were included, measuring dbT, calculating the dbT/jT index and relating them to the number of deaths and days of ICU stay.

**Results:** the most appropriate leads for measurement were V2-V3 and V4. A dbT  $\geq 93$  milliseconds in V2 and V4 was found in 60% of the patients, with a higher number of deaths; a dbT/jT index  $\geq 0.40$  was found in 45% of the cases and was related to a trend toward more hospital days.

Dra. Diana Laura Salazar-Horner: Médico General. Facultad de Medicina de León, Universidad de Guanajuato; Dr. Francisco Sánchez-Lezama: Cardiólogo. Jefe de Ecocardiografía del Hospital Ángeles León, Dr. Luis Gerardo Domínguez-Carrillo: Especialista en Medicina de Rehabilitación, Catedrático de la Facultad de Medicina de León, Universidad de Guanajuato, Guanajuato (México).  
Correspondencia: Dr. Luis Gerardo Domínguez-Carrillo.  
E-Mail: [lgdominguez@hotmail.com](mailto:lgdominguez@hotmail.com)  
Recibido: 04/1/2023 Aceptado: 18/1/2024

**Conclusions:** both patients with a  $dbT \geq 93$  ms and those with a  $dbT/jT$  index  $\geq 0.40$  in the V2-V4 electrocardiographic leads tended to have longer hospitalizations as well as more deaths. (*Acta Med Colomb* 2024; 49. DOI: <https://doi.org/10.36104/amac.2024.2824>).

**Keywords:** *dbT lengthening on EKG, dbT/jT index on EKG, independent poor prognostic factors.*

## Introducción

En electrocardiografía, la onda T representa la repolarización de los ventrículos. El intervalo desde el comienzo del complejo QRS hasta el vértice de la onda T se denomina período refractario absoluto. La última mitad de la onda T se conoce como período refractario relativo o período vulnerable. La onda T contiene más información que el intervalo QT. La onda T se puede describir por su simetría, asimetría, pendiente de las ramas ascendentes y descendentes, amplitud y subintervalos como el intervalo  $T_{pico} - T_{final}$  ( $T_p - T_f$ ) ( $T_p - T_e$  en idioma inglés, correspondiendo la “p” a peak y la “e” a end) (1).

En la mayoría de las derivaciones, la onda T es positiva, esto se debe a la repolarización de la membrana. Durante la contracción del ventrículo (complejo QRS en el electrocardiograma), el corazón se despolariza. La repolarización del ventrículo ocurre en la dirección opuesta a la despolarización y es una corriente negativa, lo que significa la relajación del músculo cardíaco de los ventrículos. Este doble negativo de dirección y carga es la razón por la que la onda T es positiva; aunque la célula adquiere una carga mayormente negativa, el efecto neto está en la dirección positiva y el electrocardiograma (ECG) informa esto como un pico positivo (2).

Sin embargo, una onda T negativa es normal en la derivación AVR. La derivación V1 puede presentar una onda T positiva, negativa o bifásica, donde el positivo es seguido por el negativo o viceversa. Además, no es raro tener una onda T negativa aislada en la derivación III, AVL o AVF. Una variación periódica latido a latido en la amplitud o forma de la onda T puede denominarse alternancia de la onda T.  $T_p - T_e$  es el resultado de la distribución global del proceso de repolarización. El intervalo  $T_{peak} - T_{end}$  ( $T_p - T_e$ ), definido como la distancia entre el pico y el final de la onda T es expresado en milímetros (3, 4).

En el estudio de Ferrucci *et al* (5)  $T_p - T_e$  es significativamente mayor en pacientes hipertensos ambulatorios que en normotensos, los valores absolutos reportados son:  $(2.9554 \pm 0.52002$  mm vs  $2.2234 \pm 0.32531$  mm;  $p < 0.001$ ). Además, el análisis de las características operativas mostró un área bajo la curva de 0.886 (rango, 0.795–0.977) para el intervalo  $\log T_p - T_e$ , 0.528 (rango, 0.357–0.698) para  $\log VAT$  y 0.494 (rango, 0.318–0.670) para la duración  $\log P$ .

Se han propuesto índices de ECG adicionales, incluyendo el análisis de onda P e intervalo  $T_p - T_e$  para mejorar la detección de hipertrofia del ventrículo izquierdo (HVI) y disfunción del ventrículo izquierdo (VI). En particular, la evidencia disponible ha demostrado correlaciones significativas, positivas e independientes entre el aumento de la masa

del VI y el intervalo  $T_p - T_e$  prolongado, lo que se ha visto como un índice de alteración de la dispersión transmural de la repolarización del VI. Estos hallazgos, sin embargo, se han obtenido en diversas condiciones clínicas distintas a la hipertensión, condición en la que tanto la hipertrofia del VI como la disfunción del VI son extremadamente frecuentes y se relacionan de forma independiente con un peor pronóstico (6–8).

El objetivo de este estudio fue valorar el alargamiento del  $rdT$  y/o del índice  $rdT/jT$  (la rama descendente de la onda T/duración entre el punto J y el fin de la T) como datos de mal pronóstico en pacientes con COVID-19 manejados en terapia intensiva.

## Material y métodos

Se obtuvo un ECG de 12 derivaciones al ingreso y cada siete días en todo paciente mayor de 18 años hospitalizado por COVID-19 con manejo en terapia intensiva, intubación y apoyo ventilatorio en la institución en el período de junio 2020 a febrero de 2022, hasta su alta de UCI, obteniendo en cada derivación:

- Medición de la rama descendente de T en milisegundos (ms), y valorar en cuál o cuáles derivaciones resulta ser más notoria. Tomando como punto de corte 0.93 ms de acuerdo al reporte de Haarmark *et al* (1).
- El índice  $rdT/jT$ : (duración desde la cima de la onda T hasta la línea isoeletrica / la duración desde el punto J hasta el fin de la T, efectuando la medición en cada derivación. Con obtención de la media. Tomando como punto de corte un índice  $rdT/jT \geq 0.40$  correspondiendo a más allá de 2 desviaciones estándar de acuerdo con el reporte de Cosgun *et al* (9).

En todos los casos se cuantificó días de hospitalización en UCI.

## Análisis estadístico

Ya que la muestra es ( $n=20$ ) se utilizó el test exacto de Fisher comparando porcentajes de las variables categóricas. Los valores de  $p < 0.05$  se consideraron estadísticamente significativos.

## Resultados

Se obtuvo una muestra de 20 pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión ( $n = 20$ ). En el ECG la medición de la onda T, del intervalo  $jT$ , y de la rama descendente de onda T ( $rdT$ ) resultó más adecuada para su medición en las derivaciones precordiales V2, V3 y V4 (Tabla 1). De acuerdo al punto de corte de la  $rdT \geq 93$  ms, en V2 y V4 se encontraron

**Tabla 1.** Promedio de medición en milisegundos de la rama descendente de la onda T, del intervalo jT e índice rdT/jT en las 12 derivaciones electrocardiográficas en 20 pacientes hospitalizados en terapia intensiva por COVID-19.

Derivación	rdT (ms)	Variación de rdT (ms)	jT (ms)	Índice rdT/jT	Variación (ms)
DI	80.52	40-200	323.0	0.25	0.07-0.83
DII	94.70	40-240	346.1	0.26	0.08-0.75
DIII	74.00	40-120	287.6	0.27	0.09-0.41
AVR	83.33	40-200	312.7	0.27	0.07-0.83
AVL	62.00	20-160	300.0	0.23	0.09-0.66
AVF	61.00	40-160	311.4	0.23	0.04-0.72
VI	98.66	40-200	306.6	0.32	0.15-0.71
V2	116.00	40-220	323.8	0.37	0.30-0.60
V3	126.42	80-320	348.2	0.37	0.25-0.66
V4	121.25	60-360	357.8	0.33	0.13-0.75
V5	102.10	40-400	338.0	0.29	0.14-0.83
V6	102.66	60-200	341.8	0.28	0.14-0.62

rdT= rama descendente de la onda T; jT intervalo en milisegundos desde el punto J a terminación de onda T; ms = milisegundos.

presentes en 60% de los casos (n =12/20) respectivamente; en V3 65% de los pacientes (n=13/20).

Por otra parte, el índice rdT/jT con punto de corte  $\geq 0.40$  se observó en V2 (n = 9/20) 45%; en V3 (n=6/20) 30% de los casos y en V4 (n = 5/20) 25%.

El total de fallecimientos de la muestra fue del 20% (n = 5/20), correspondiendo a cuatro de 12 pacientes con  $rdT \geq 93$  ms en V2 (30%); y a cuatro fallecimientos de nueve pacientes (44%) con índice rdT/jT  $\geq 0.40$  en V2 con  $p = 0.6$ , no siendo estadísticamente significativo.

Se observó que las mediciones de  $rdT \geq 93$  ms e índice  $rdT/jT \geq 0.40$  consideradas como anormales, estuvieron presentes a partir del segundo ECG en 6/20 casos y en el tercer ECG en 12/20 y 13/20 respectivamente. Estas anomalías se mantuvieron en el tiempo en los pacientes que fallecieron (n=5/20) y solo en un caso se observó en el primer ECG, correspondiendo a un paciente que falleció al quinto día de hospitalización en UCI. Con índice calculado de sensibilidad del como predictor de muerte del 68%.

En relación a tiempos de hospitalización en la unidad de terapia intensiva de la muestra estudiada se observó que: los pacientes con índice  $rdT/jT \geq 0.40$  (n =9) en derivaciones V2- V4 el promedio de días de hospitalización fue de 37 días; en comparación con los pacientes con índice  $rdT/jT < 0.40$  (n =11) cuyo promedio de días de hospitalización fue 28 días.

Con respecto a los pacientes con  $rdT \geq 93$  ms en derivación V2-V3 (n=13) el promedio de días de hospitalización fue 30 días, a diferencia de aquellos pacientes (n =7) con  $rdT < 93$  ms en derivaciones V2-V3 cuyo promedio de días de hospitalización fue 47 días.

## Discusión

La repolarización total del potencial de acción epicárdico coincide con el ápice de la onda T y la repolarización de las

células M coincide con el final de la onda T. De este modo, la repolarización de las células M cardíacas generalmente determina el intervalo QT. Se ha sugerido que el intervalo entre el pico y el fin de la onda T (Tp-Te) ofrece un índice de dispersión transmural de repolarización, que puede tener valor pronóstico (10).

De acuerdo al reporte de Cosgun et al (9), el índice rdT/jT con punto de corte  $\geq 0.40$  se sitúan más allá de dos desviaciones estándar, por lo tanto, es anormal y deben ser motivo de estudio especializado de probable disfunción diastólica del portador en busca de riesgo de muerte (10).

No obstante, el índice rdT/jT, a diferencia del alargamiento de la rdT más allá de 93 ms podría representar perturbaciones en la repolarización ventricular derecha por la sobrecarga de presión en el ventrículo derecho, así como, la presencia de arritmia ventricular inducida por inotrópicos u otros medicamentos.

Dado que las mediciones anormales del índice rd/jT aparecieron entre los primeros siete a 14 días en los pacientes, y no estaban presentes en el momento de su ingreso a la unidad de cuidado intensivo, esto sugiere que la severidad del compromiso multisistémico que presentaban los participantes del estudio. Tanto la presencia como la persistencia de estas anomalías son un dato de mal pronóstico.

En este trabajo, no se encontró diferencia estadísticamente significativa en términos del índice rdT/jT ( $p = 0.6$ ), a diferencia del alargamiento de la rdT más allá de 93 ms, por lo que de acuerdo a los resultados obtenidos el alargamiento del intervalo rdT mayor de 93 ms en las derivaciones V2, V3 y V4 correlaciona con pobre pronóstico al menos en 60% de los casos en que se encuentren estas observaciones.

Los defectos del presente estudio incluyen a) un número muy bajo de pacientes, b) ante una enfermedad que inicialmente se desconocía como tratarla, c) la cantidad de

medicamentos que en ocasiones requieren los pacientes en UCI, d) Las comorbilidades previas de los pacientes como hipertensión arterial, diabetes, sobrepeso, etc, por lo que aseverar la fidelidad de los datos obtenidos, requiere un mayor número de casos para confirmar esta observación, así como su utilidad, incluyendo pacientes hospitalizados en UCI con diagnósticos diferentes sin infección por COVID 19.

### Conclusión

Tanto en los pacientes con  $rdT \geq 93$  ms, como en los casos con índice  $rdT/jT \geq 0.40$  en las derivaciones electrocardiográficas V2-V3, se encontró una mayor duración de hospitalización, así como un mayor número de fallecimientos. Se requieren más estudios futuros en pacientes con COVID-19, así como pacientes con diferentes entidades nosológicas sin COVID-19 hospitalizados en UTI son necesarios para corroborar la asociación entre la alteración en la duración de la rdT e índice  $rdT/jT$  y el pronóstico clínico.

### Referencias

1. Haarmark C, Graff C, Andersen MP, Hardahl T, Struijk JJ, Toft E, et al. Reference values of electrocardiogram repolarization variables in a healthy

population. *Journal of Electrocardiology*. 2010;43(1):31-9.

2. Lin W, Teo S, Poh K. Electrocardiographic T wave abnormalities. *Singapore Medical Journal*. 2013;54(11).

3. Becker DE. Fundamentals of Electrocardiography Interpretation. *Anesth Prog*. 2006;53(2):53-64.

4. Said SA, Bloo R, Nooijer R de, Slootweg A. Cardiac and non-cardiac causes of T-wave inversion in the precordial leads in adult subjects: A Dutch case series and review of the literature. *World Journal of Cardiology*. 2015;7(2):86-100.

5. Ferrucci A, Canichella F, Battistoni A, Palano F, Francia P, Ciavarella GM, et al. A Novel Electrocardiographic T-Wave Measurement (Tp-Te Interval) as a Predictor of Heart Abnormalities in Hypertension: A New Opportunity for First-Line Electrocardiographic Evaluation. *J Clin Hypertens (Greenwich)*. 2015;17(6):441-9.

6. Antzelevitch C. Tpeak-Tend interval as an index of transmural dispersion of repolarization. *European Journal of Clinical Investigation*. 2001;31(7):555-7.

7. Antzelevitch C, Viskin S, Shimizu W, Yan GX, Kowey P, Zhang L, et al. Does Tpeak-Tend Provide an Index of Transmural Dispersion of Repolarization? *Heart Rhythm*. 2007;4(8):1114-9.

8. Wolk R, Mazurek T, Lusawa T, Wasek W, Rezler J. Left ventricular hypertrophy increases transepical dispersion of repolarisation in hypertensive patients: a differential effect on QTpeak and QTend dispersion. *European Journal of Clinical Investigation*. 2001;31(7):563-9.

9. Cosgun A, Oren H. Variation of the T-wave peak-end interval and heart rate variability values in healthy males and females at various hours of the same day, and relationship of them. *J Arrhythm*. 2020;36(1):118-26.

10. Acoltzin-Vidal C, Rabling-Arellanos E. Retraso de la rama descendente de la onda T en electrocardiogramas sin datos de riesgo aparente de muerte súbita. *Gaceta Médica de México*. 2018;154(2)

