



Revista argentina de cardiología

ISSN: 1850-3748

Sociedad Argentina de Cardiología

INGINO, CARLOS A.; RODRIGUEZ-GRANILLO, GASTON; GARRON-ARYAS, SARA;
SANTACOLOMA, CAMILO A.; JIMENEZ-GIRALDO, JULIAN A.; PULIDO, JUAN M.;
ARCHER, MARIA M.; CERÓN, MARCOS; ESPER, RICARDO J.; LYLYK, PEDRO

Nuevo signo de la repolarización ventricular en el plano
frontal para predecir disfunción sistólica ventricular izquierda

Revista argentina de cardiología, vol. 89, núm. 5, 2021, Septiembre-Octubre, pp. 402-408

Sociedad Argentina de Cardiología

DOI: <https://doi.org/10.7440/res64.2018.03>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=305369839004>

- ▶ [Cómo citar el artículo](#)
- ▶ [Número completo](#)
- ▶ [Más información del artículo](#)
- ▶ [Página de la revista en redalyc.org](#)

LUZEM redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Nuevo signo de la repolarización ventricular en el plano frontal para predecir disfunción sistólica ventricular izquierda

Novel sign of frontal plane ventricular repolarization to predict left ventricular systolic dysfunction

CARLOS A. INGINO^{1,2}, GASTON RODRIGUEZ-GRANILLO^{1,3}, SARA GARRON-ARYAS¹, CAMILO A. SANTACOLOMA^{1,2}, JULIAN A. JIMENEZ-GIRALDO^{1,2}, JUAN M. PULIDO¹, MARIA M. ARCHER¹, MARCOS CERÓN^{1,2}, RICARDO J. ESPER², PEDRO LYLYK^{1,2}

RESUMEN

Objetivo: Distintas alteraciones del electrocardiograma (ECG) han sido asociadas a disfunción sistólica ventricular izquierda (DSVI), si bien la asociación con el infradesnivel del segmento ST (IST) del plano frontal del ECG estándar no se encuentra establecida. El objetivo del presente trabajo fue evaluar si el IST de la derivación DI (IST-1) permite predecir la presencia de DSVI.

Material y métodos: Se incluyeron de forma prospectiva pacientes portadores factores de riesgo o cardiopatías crónicas estables, con ECG basal y ecocardiograma que aportara evaluación de la fracción de eyección (FEVI), motilidad ventricular izquierda y evaluación dicotómica sobre la presencia de hipertrofia ventricular izquierda (HVI). Evaluamos la morfología del segmento ST en derivaciones DI y V6, definiéndose como anormal (IST-1; IST-6) al ST infradesnivelado ($\geq 1\text{mm}$ a 80ms del punto J) o descendente.

Resultados: Se analizaron en forma prospectiva 691 pacientes, edad media $69,8 \pm 12$ años, 61,6% hombres. Se identificó IST-1 e IST-6 en 250 (36,2%) y 199 (28,8%) casos, respectivamente. La presencia de IST-1 e IST-6 se asoció a una FEVI significativamente menor comparado con la ausencia de dicho hallazgo: $44,8 \pm 13,9\%$ vs. $55,6 \pm 8,9\%$, ($p < 0,0001$) y $45,8 \pm 14,1\%$ vs. $54,1 \pm 10,4\%$ ($p < 0,0001$) respectivamente. Ambos se asociaron a la presencia de DSVI, definida como FEVI $< 50\%$, aunque el IST-1 mostró mejor rendimiento diagnóstico que el IST-6 [área bajo la curva 0,72 (IC 95% 0,69-0,76) vs. 0,64 (IC 95% 0,61-0,68), $p = 0,0001$].

Conclusiones: Este estudio mostró que la depresión del segmento ST de la derivación DI permite predecir la presencia de DSVI mejor que IST-6. La potencial relevancia de dichos hallazgos debería situarse en el contexto actual de la emergente utilización de dispositivos *wearables* que analizan la información electrocardiográfica mediante una única derivación.

Palabras clave: Infradesnivel ST - Derivación DI - Derivación V6 - Plano Frontal - Disfunción sistólica ventricular izquierda

ABSTRACT

Background: Different electrocardiographic abnormalities have been associated with left ventricular systolic dysfunction (LVSD), although the association with standard electrocardiographic frontal plane ST-segment depression (STD) has not been established.

Objective: The aim of this study was to evaluate whether lead I STD (STD-I) allows predicting the presence of LVSD.

Methods: Patients with risk factors or stable chronic heart disease, and baseline electrocardiogram (ECG) and echocardiogram that provided evaluation of left ventricular ejection fraction (LVEF), left ventricular wall motility, and dichotomous evaluation of left ventricular hypertrophy (LVH), were prospectively included in the study. ST-segment morphology in leads I and V6 was evaluated, defining horizontal ($\geq 1\text{mm}$ at 80 ms from the J point) or downsloping STD as abnormal STD-I and STD-6.

Results: A total of 691 patients; with mean age of 69.8 ± 12 years and 61.6% men, were prospectively analyzed. STD-I and STD-6 were identified in 250 (36.2%) and 199 (28.8%) cases, respectively. Presence of STD-I and STD-6 was associated with a significantly lower LVEF compared with the absence of this finding: $44.8 \pm 13.9\%$ vs. $55.6 \pm 8.9\%$ ($p < 0.0001$) and $45.8 \pm 14.1\%$ vs. $54.1 \pm 10.4\%$ ($p < 0.0001$), respectively. Both were associated with the presence of LVSD, defined as LVEF $< 50\%$, although STD-I showed better diagnostic performance than STD-6 [area under the ROC curve 0.72 (95% CI 0.69-0.76) vs. 0.64 (95% CI 0.61-0.68), $p = 0.0001$].

Conclusions: This study showed that STD-I predicts the presence of LVSD better than STD-6. The potential relevance of these findings should be placed in the current context of the emerging use of wearable devices that analyze electrocardiographic information through a single lead.

Key words: ST-depression - D1 lead - Left ventricular systolic dysfunction

REV ARGENT CARDIOL 2021;89:402-408. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v89.i5.20433>

Recibido: 10/09/2020 - Aceptado: 02/02/2021

Dirección para separatas: Dr. Carlos A. Ingino - Av. Del Libertador 6647 - C1428ARJ - Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Tel: +541140147000 - E-mail: cingino@lylyk.com.ar

¹ Departamento Cardiovascular, Instituto Médico ENERI, Clínica La Sagrada Familia, Argentina

² Escuela de Posgrado, Facultad de Medicina, Universidad del Salvador, Argentina

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina

INTRODUCCIÓN

Algunas alteraciones del ECG, como la duración del complejo QRS, las ondas Q patológicas, la depresión clásica del segmento ST en derivaciones precordiales izquierdas y la inversión de la onda T, han sido asociadas a disfunción ventricular izquierda y/o necrosis miocárdica. (1-4) Otros marcadores de la repolarización ventricular, como el intervalo QT corregido o la dispersión del intervalo QT, y algunas mediciones y combinaciones entre el pico de la onda T y el intervalo QT, se han asociado a arritmias malignas y muerte súbita. (5) También hay estudios que correlacionan el patrón de sobrecarga ventricular izquierda presente en las derivaciones precordiales izquierdas V5-V6 con el remodelado ventricular izquierdo. (6,7) Este patrón electrocardiográfico se asocia a hipertrofia ventricular izquierda (HVI) concéntrica, en particular en individuos con hipertensión y estenosis valvular aórtica. (6,8) El mismo patrón electrocardiográfico de infradesnivel ST descrito para las derivaciones V5-V6 puede presentarse en derivaciones del plano frontal, si bien los reportes al respecto son muy escasos.

En la era actual, la mayoría de los estudios involucran imágenes complejas y pocos médicos están entrenados para evaluar ciertas características electrocardiográficas avanzadas. Por lo tanto, una estimación simple de una sola derivación del plano frontal puede ser de utilidad, en particular dentro del contexto de la emergencia de dispositivos de uso (*wearables*) pasibles de análisis remoto, así como de la eventual evaluación mediante herramientas de *machine learning* que permitan detectar de forma automática ciertas formas de cardiopatía, tal cual las actuales detectan fibrilación auricular. (9)

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar si la presencia de infradesnivel-ST de la derivación DI (IST-1) permite predecir la presencia de disfunción sistólica ventricular izquierda (DSVI).

MATERIAL Y METODOS

Diseño del estudio

Se convocaron Investigadores de diferentes instituciones de Latinoamérica (Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador y República Dominicana) relacionados con la Carrera de Posgrado de Cardiología de la Universidad del Salvador (Argentina) para participar de la presente investigación. Cada institución obtuvo la aprobación del Comité de Ética local y todos los pacientes enrolados brindaron su consentimiento informado. Se incluyeron pacientes estables de consulta cardiológica externa por factores de riesgo (FR) cardiovascular o portadores de cardiopatías crónicas. Todos los pacientes contaban con ECG basal (realizado a 10 mm/mV de calibración y 25 mm/seg de velocidad) y ecocardiograma transtorácico (ETT), obtenidos con menos de 30 días de diferencia entre estudios. El ETT fue realizado por un operador acreditado a juicio de cada investigador y aportó los siguientes datos: fracción de eyección ventricular izquierda (FEVI); motilidad ventricular izquierda; presencia o ausencia de HVI; y diagnóstico ecocardiográfico final de la eventual cardiopatía de base presente. Se excluyeron pacientes con patologías cardíacas o clínicas agudas; con tratamiento con fármacos que prolongaran el

intervalo QT o alteraran la repolarización ventricular (RV); o con alteraciones electrolíticas que modificaran la RV.

Los investigadores utilizaron la aplicación WhatsApp de un teléfono inteligente para remitir de forma anónima la información de cada paciente, obteniéndose el consentimiento informado para el uso de datos. Se remitieron: ECG estándar; variables demográficas; diagnóstico de la cardiopatía de base; e informe final del ETT. El envío de los datos se realizó mediante el empleo de teléfonos inteligentes a través de fotografías de alta calidad.

Los investigadores fueron divididos por azar en dos grupos para remitir la información de cada paciente a dos investigadores de Argentina (CAS y JAJG).

Estudio electrocardiográfico

El ECG basal de cada paciente fue analizado por un investigador (CAI) con experiencia en evaluación avanzada del ECG, ciego al resto de la información clínica-ecocardiográfica. Los parámetros incluidos para el análisis fueron: 1. Morfología del segmento ST en la derivación DI, siendo el ST ascendente o isoelectrico definido como normal, y el ST infradesnivelado (≥ 1 mm a 80 mseg del punto J) o descendente definido como anormal (IST-1). 2. Morfología del segmento ST en la derivación V6 (IST-6), con la misma definición establecida para IST-1; 3. Polaridad de la onda T en DI y V6; la onda T positiva fue definida como normal; la onda T negativa o bipolar fue definida como anormal; 4. Eje eléctrico de la onda T en el plano frontal; 5. Duración de la deflexión intrínseca del QRS en DI; 6. Duración del complejo QRS; 7. Eje eléctrico del QRS en el plano frontal; 8. Presencia de bloqueos de rama y hemibloqueos; 9. Presencia de HVI según los criterios de Cornell (duración $QRS \times R$ en aVL + S en V6, + 6 mm en mujer) > 2400 mm x mseg, y Sokolow-Lyon (S en V1 + R en V5 o V6) > 38 mm; 10. Presencia de ondas Q patológicas según el código de Minnesota. En la presente investigación se reportan sólo los resultados de la comparación entre IST-1 y IST-6.

Ecocardiograma transtorácico

Se utilizó un protocolo ecocardiográfico simplificado que evaluó la presencia de HVI (septum interventricular ≥ 12 mm), el estado de la función sistólica ventricular izquierda (FSVI) según método de Simpson modificado y las alteraciones de la motilidad ventricular izquierda según comparación regional, datos que son de simple determinación y con un valor predictivo demostrado. (10)

Análisis estadístico

Las variables discretas se expresaron como cuentas y porcentajes. Las variables continuas tuvieron distribución normal y fueron expresadas en medias y \pm desviación estándar (DE). Las comparaciones entre grupos fueron realizadas utilizando pruebas t de muestras independientes de Student. Para analizar el rendimiento diagnóstico se calculó la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo, y cociente de probabilidad positivo y negativo para la detección de los datos aportados por el ETT (FEVI $< 50\%$, HVI, y alteración de la motilidad), y del antecedente de cardiopatía (definida como la presencia de enfermedad coronaria, miocardiopatía no isquémica, valvulopatía moderada o grave, o patología combinada).

También se realizaron análisis de curvas ROC para la predicción de los puntos finales mencionados y comparaciones preadas entre áreas bajo la curva ROC utilizando el método de De Long y cols. (11) Se consideró estadísticamente significativo el valor de $p < 0,05$ a dos colas. El análisis fue realizado con software SPSS 22.0 (IBM SPSS Statistics for Windows, Armonk, NY) y Medcalc (Ostende, Bélgica).

RESULTADOS

Fueron analizados los datos de 783 pacientes. De estos, 92 casos presentaron datos no analizables o faltantes, por lo que 691 pacientes constituyeron la población del estudio. La distribución por país fue: Argentina, 55%; Bolivia, 8%; Colombia, 24%; Ecuador, 9%; y República Dominicana, 4%.

Los datos demográficos y los motivos de consulta con los diagnósticos de cada paciente están resumidos en la Tabla 1. La mayoría fueron pacientes añosos y de sexo masculino. En 189 casos (27,4%) el motivo de consulta resultó la presencia de FR, mientras que el 65,8% (455 pacientes) era portador de algún tipo de cardiopatía (coronaria, valvular, miocardiopatía, o mixta). Un pequeño porcentaje (5,2%) presentó enfermedad vascular (periférica, aórtica o cerebral) u otra enfermedad (1,6%), sin evidencia concluyente de cardiopatía asociada, aunque eran portadores de FR.

Se identificó IST-1 e IST-6 en 250 (36,2%) y 199 (28,8%) casos, respectivamente. Ambos se asociaron a la presencia de deterioro de la FEVI (Tabla 2). Tanto para la detección de los hallazgos del ETT (deterioro de FEVI, presencia de HVI o alteración de la motilidad ventricular izquierda) como para la presencia de cardiopatía, el IST-1 mostró mejor rendimiento diagnóstico (Tabla 3). En particular, el IST-1 presentó un aceptable rendimiento diagnóstico para la detección de FEVI <50%, con un área bajo la curva de 0,72 (IC 95% 0,69-0,76), significativamente mayor que la demostrada por el IST-6 (área bajo la curva de 0,64, IC 95% 0,61-0,68), $p = 0,0001$. La Tabla 4

muestra el resultado de la comparación entre áreas bajo la curva ROC de IST-1 y IST-6 para la detección de FEVI <50%, HVI, alteraciones de la motilidad del ventrículo izquierdo y cardiopatía.

Ejemplos de electrocardiogramas se observan en las Figura 1 y 2. Ambas Figuras, con patologías diferentes

Tabla 1. Características demográficas y patología asociada en los 691 pacientes incluidos:

Edad – años	69,8±12,0
Hombres – no. (%)	426 (61,6%)
Hipertensión – no. (%)	537 (77,7%)
Hipercolesterolemia – no. (%)	429 (62,1%)
Diabetes – no. (%)	199 (28,8%)
Tabaquismo – no. (%)	194 (28,1%)
Cardiopatía # – no. (%)	455 (65,8%)
Enf coronaria – no. (%)	207 (30,0%)
Valvulopatías – no. (%)	116 (16,8%)
Miocardiopatías – no. (%)	106 (15,3%)
Card comb – no. (%)	26 (3,8%)
Enf vasc perif – no. (%)	36 (5,2%)
Otros – no. (%)	11 (1,6%)

Cardiopatía incluye pacientes con diagnóstico de enfermedad cardíaca: Enfermedad coronaria (Enf coronaria), Valvulopatías, Miocardiopatías (incluye, además, pacientes con fibrilación auricular y/o insuficiencia cardíaca), y cardiopatías combinadas (Card combinadas). Enf vasc perif, enfermedad vascular periférica. Otros: incluye insuficiencia renal, EPOC, etc.

IST-1	FEVI (%)	IST-6	FEVI (%)
Presencia (n = 250)	44,8 ± 13,9	Presencia (n = 199)	45,8 ± 14,1
Ausencia (n = 441)	55,6 ± 8,9	Ausencia (n = 492)	54,1 ± 10,4
Valor de p	<0,0001	Valor de p	<0,0001

IST-1: Infradesnivel del segmento ST en D1 - IST-6: Infradesnivel del segmento ST en V6

Tabla 2. Relación entre IST-1 e IST-6 y la fracción de eyección ventricular izquierda (FEVI)

Tabla 3. Sensibilidad (Sen), especificidad (Esp), valor predictivo positivo (VPP) y negativo (VPN), y cociente de probabilidad positivo (LR+) y negativo (LR-) de IST-1 e IST6 para la detección de fracción de eyección de ventrículo izquierdo (FEVI) <50%, alteración de la motilidad parietal (trast mot), hipertrofia ventricular izquierda (HVI) y cardiopatía detectada por ecocardiograma transtorácico

IST-1	Sen (%)	Esp (%)	VPP (%)	VPN (%)	LR+	LR-
FEVI <50%	68 (61-74)	77 (73-81)	55 (49-61)	85 (81-88)	2,9 (2,4-3,6)	0,4 (0,3-0,5)
Trast mot	59 (52-65)	74 (70-78)	51 (44-57)	80 (76-83)	2,3 (1,9-2,7)	0,6 (0,5-0,7)
HVI	50 (43-57)	69 (65-73)	40 (33-46)	78 (73-81)	1,6 (1,4-2,0)	0,7 (0,6-0,8)
Cardiopatía	49 (44-53)	88 (83-92)	88 (84-92)	47 (42-52)	4,0 (2,8-5,6)	0,6 (0,5-0,7)
IST-6	Sen (%)	Esp (%)	VPP (%)	VPN (%)	LR+	LR-
FEVI <50%	49 (42-56)	80 (76-83)	50 (43-57)	79 (75-82)	2,4 (1,9-3,0)	0,6 (0,6-0,7)
Trast mot	4 (38-51)	78 (74-82)	48 (41-55)	75 (71-79)	2,0 (1,6-2,6)	0,7 (0,6-0,8)
HVI	39 (32-46)	75 (71-78)	39 (32-46)	75 (71-79)	1,6 (1,3-2,0)	0,8 (0,7-0,9)
Cardiopatía	37 (33-41)	87 (85-91)	85 (79-90)	42 (37-46)	2,9 (2,1-4,2)	0,7 (0,7-0,8)

Fig. 1. Ejemplo de ECG remitido por WhatsApp. Paciente con bloqueo completo de rama izquierda: DI presenta infradesnivel descendente del segmento ST, mientras que V6 muestra un ST ascendente con onda T positiva

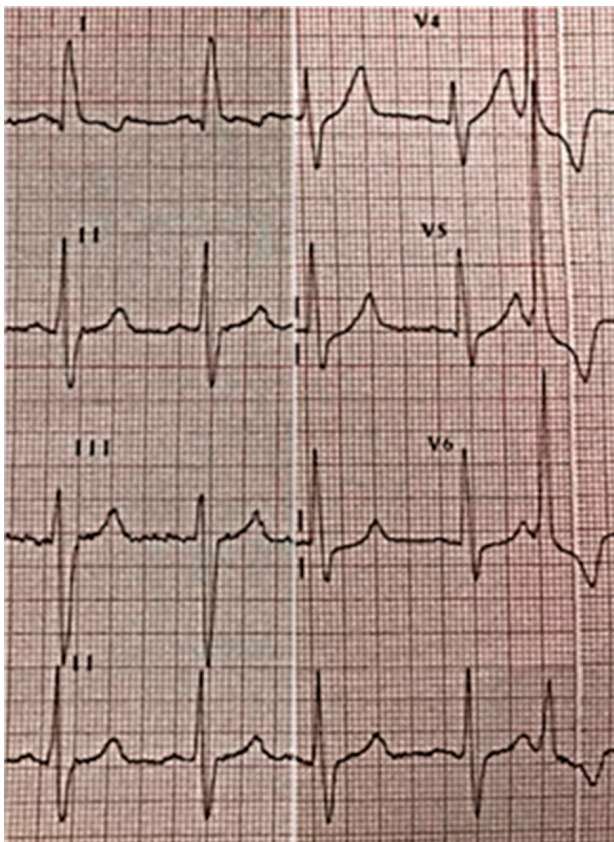
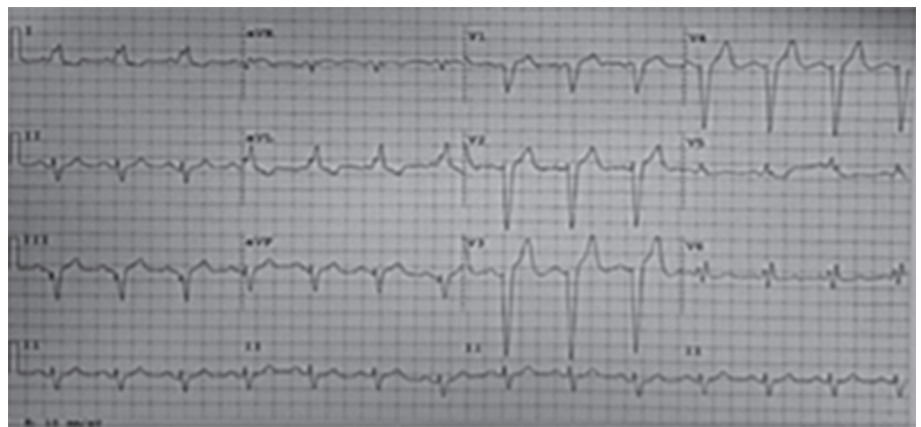


Fig. 2. Ejemplo de ECG remitido por WhatsApp. Se muestran sólo las derivaciones DI, DII, DIII, V4, V5 y V6: Infradesnivel descendente en DI y ascendente en V6 con eje frontal fuertemente desviado a la izquierda; el paciente era portador de hipertrofia ventricular izquierda, tanto por ECG como ecocardiograma transtorácico

(bloqueo de rama izquierda e hipertrofia ventricular izquierda), muestran claramente que DI presenta infradesnivel descendente del ST, que no registra V6. La Figura 3 representa la descripción vectorial del plano

frontal de la RV normal en forma esquemática, que explica el registro electrocardiográfico de la misma, como puede observarse en las derivaciones DI y DII: en condiciones normales los tres vectores de la RV tienen la misma dirección vectorial (inferior e izquierda), por lo tanto, el punto J se registrará positivo, el segmento ST ascendente y la onda T positiva en ambas derivaciones.

Dentro del resto de los parámetros electrocardiográficos analizados, merece destacarse el hemibloqueo anterior izquierdo se presentó en 178 pacientes (26%). El mismo prevaleció en el grupo IST-1 (75 pacientes, 30%) respecto del grupo IST-6 (42 pacientes, 21%) ($p = 0,00007$). Asimismo, el diagnóstico electrocardiográfico de HVI se realizó en 179 pacientes (25,9%), de los cuales en 118 (65,9%) se asoció a IST-1 vs. 97 (94,2%) en los que se asoció a IST-6 ($p = 0,011$). También en este grupo con HVI prevaleció el eje frontal del QRS desviado fuertemente a la izquierda en IST-1 vs. IST-6 (41 vs. 29 casos, respectivamente, $p = 0,042$). En concordancia, el 82% de los hemibloqueos anteriores se presentaron en portadores de alguna forma de enfermedad cardíaca.

DISCUSIÓN

El principal hallazgo de nuestra investigación es que el infradesnivel ST de la derivación DI se asocia con patrones ecocardiográficos de DSVI. Más aún, el IST-1 presentó mejor performance diagnóstica que el clásico infradesnivel ST de V6. Según nuestro mejor conocimiento, esta es la primera observación de la utilidad de las alteraciones de la repolarización ventricular de DI para predecir DSVI. Merece destacarse que se trata de un signo electrocardiográfico simple y que sólo requiere de la observación de la repolarización en DI, con aceptable sensibilidad y especificidad. Por lo tanto, considerando la sencillez del test, podría resultar de utilidad clínica. Además, una única derivación similar a DI es la utilizada en la actualidad para la detección de fibrilación auricular en ciertos dispositivos usables *wearables* inteligentes con capacidad de registro elec-

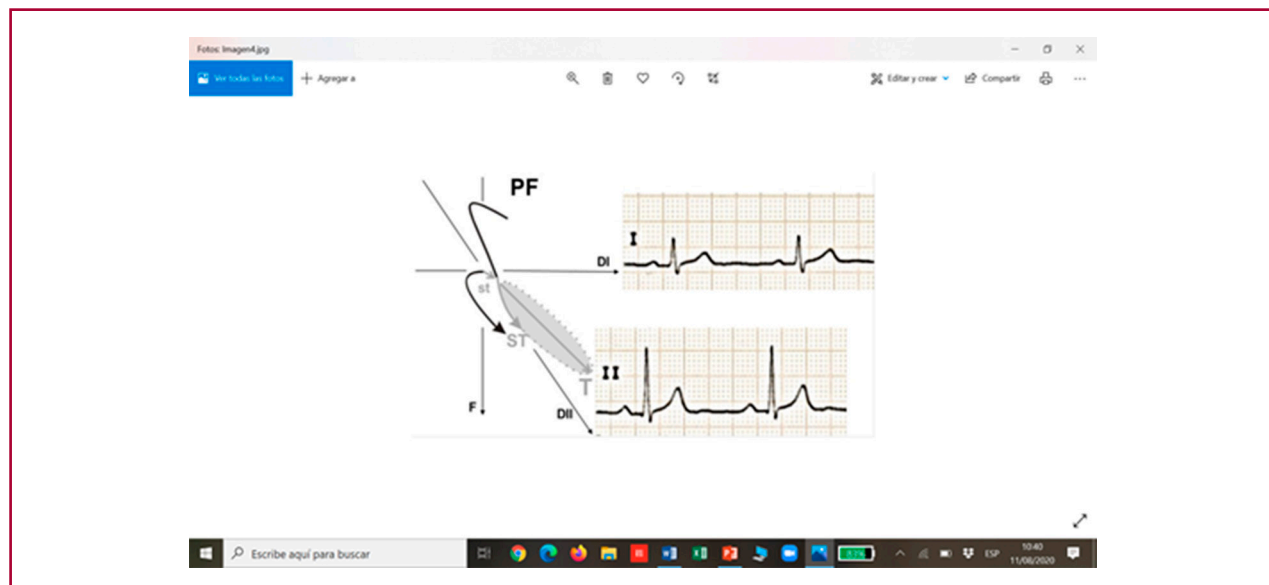


Fig. 3. Esquema del registro vectorial de la repolarización ventricular normal en el plano frontal y las derivaciones electrocardiográficas DI y DII. Se incluyeron los ejes de las derivaciones DI, DII y aVF, cuya mitad positiva fue remarcada por la cabeza de una flecha. El esquema vectorial de la repolarización ventricular fue dibujado en gris: st, significa vector st (equivalente vectorial del punto J del ECG), que une el comienzo y señala el fin del QRS vectorial; ST, representa el segmento ST (línea sólida grisada que continúa al QRS y termina en una cabeza de flecha); éste se continúa con la onda T vectorial (señalada como T y marcada con una línea punteada grisada; una flecha interior representa al vector máximo de T). En líneas sólidas negras se esquematizó el inicio y final del QRS (no se consideró necesario su inclusión completa a los fines de la presente investigación): el comienzo se interrumpió con la cabeza de una flecha, y el final está señalado por el vector st. Los ejemplos de las derivaciones electrocardiográficas DI y DII muestran las características normales de la repolarización: mínimo supradesnivel del punto J, segmento ST ascendente y onda T positiva normal (rama inicial lenta, rama final rápida). Desde el punto de vista vectorial, el dato clave es que los tres elementos de la RV (punto J, segmento ST y onda T) se registran en condiciones normales con polaridad concordante dada la coincidencia de la dirección y el sentido explicado en el esquema vectorial. Modificado de Ingino y col 21

trocardiográfico de una única derivación, lo que resalta la utilidad potencial del hallazgo.

Estudios previos demostraron que el ángulo espacial entre el QRS y la onda T (QRS-T) es un marcador independiente de mortalidad en diferentes grupos de pacientes cardíacos. (12-15) Este ángulo refleja la oposición anormal entre la despolarización y la RV por el aumento de duración del potencial de acción y la modificación de la secuencia de recuperación en ciertas regiones miocárdicas. Esto puede ser detectado en el aumento entre el ángulo de los vectores espaciales del QRS y la onda T. (16) No obstante, el ángulo espacial suele ser escasamente utilizado en la práctica clínica, además de requerir de un cálculo especial.

Una simplificación del ángulo espacial es la medida del ángulo que forman los vectores del QRS y la onda T en el plano frontal. En condiciones normales, dicho ángulo suele ser menor a 45° y explica por qué en las derivaciones electrocardiográficas frontales la polaridad del QRS y la onda T son coincidentes en ausencia de enfermedad cardíaca. (17) En contraposición, un ángulo mayor de 90° resultó un predictor de eventos adversos en diferentes poblaciones, y estuvo asociado a isquemia miocárdica, HVI y bloqueo de rama. (18)

Recientemente, Whang y col reportaron, en una población sin cardiopatía (NHANES III), que un ángulo QRS-T frontal anormal era un marcador

de aumento del riesgo cardiovascular y mortalidad. (19) En cambio, en el estudio Multiethnic Study of Atherosclerosis (MESA), aunque el ángulo QRS-T frontal resultó predictor de eventos, fue principalmente atribuido a las anomalías de la onda T. (20) No obstante, esta conclusión parecería separar el segmento ST de la onda T como si resultaran de eventos diferentes (ver Figura 3), cuando en realidad se trata del registro electrocardiográfico continuo de un mismo proceso.

En nuestra investigación, utilizamos un equivalente del ángulo QRS-T frontal, el segmento ST, basado en publicaciones previas. (21,22) En condiciones normales, los vectores frontales del QRS, segmento ST y onda T son coincidentes, por lo que creemos que es posible reemplazar la polaridad de la onda T por la del segmento ST, con algunas ventajas:

- a. El primer signo anormal de la RV puede ser detectado en el segmento ST, incluyendo en general el acompañamiento del desplazamiento del punto J. De esta forma, el comienzo de la oposición entre los ejes del QRS y la RV sería registrado con una depresión ST, mientras que el ángulo anormal entre el QRS y la onda T correspondería a un estadio posterior o más avanzado en el desarrollo del desorden de la RV.
- b. En algunos casos de isquemia miocárdica o HVI, la

onda T puede inscribirse en forma bipolar en muchas derivaciones del ECG. Desde el punto de vista vectorial, este dato se corresponde con una onda T redondeada que facilita su registro electrocardiográfico en forma bimodal y explica la dificultad para determinar un único vector que la represente.

Un patrón similar al estudiado se ha reportado en las derivaciones del plano horizontal V5-V6, particularmente en pacientes con cardiopatía hipertensiva. La descripción clásica (infradesnivel ST y onda T invertida) se ha asociado a DSVI, (6) insuficiencia cardíaca (23) y mal pronóstico. (4, 24-26) Por lo tanto, el hallazgo en nuestra población de una correlación similar con las anormalidades descritas de ST1 merece ser resaltado.

El hemibloqueo anterior de la rama izquierda genera, además de la fuerte desviación a la izquierda del eje eléctrico del QRS del plano frontal, ciertas modificaciones del registro del QRS y la RV en las derivaciones precordiales, ya que desplaza el eje eléctrico cardíaco debido a la asincronía de activación de ambas paredes anterolateral e inferoposterior del ventrículo izquierdo. La presencia de este trastorno de conducción prevaleció en el grupo con IST-1. Asimismo, esta desviación a la izquierda también se asoció a la presencia electrocardiográfica de HVI, con igual implicancia en la mayor prevalencia observada de IST-1. Por lo tanto, las modificaciones del eje eléctrico frontal anormalmente a la izquierda del QRS podrían ser unas de las potenciales explicaciones de nuestros hallazgos, ya que facilitarían la oposición entre los vectores del QRS y la repolarización, en particular en presencia de una cardiopatía que genere tal desviación.

Nuestro estudio tiene ciertas limitaciones. En principio, los hallazgos de las anormalidades de la RV de las derivaciones del plano frontal estudiadas en nuestra población deberán ser corroborados en futuras investigaciones. Asimismo, la baja proporción de la alteración de la RV observada limita la sensibilidad del dato. No obstante, una prevalencia similar ocurre con el diagnóstico electrocardiográfico de la HVI, que también cuenta con aceptable especificidad, (6) y el hecho no limita la utilidad clínica del hallazgo.

CONCLUSIONES

En este estudio generador de hipótesis demostramos que la depresión del segmento ST de la derivación DI permite predecir la presencia de disfunción sistólica del VI, con moderada sensibilidad y especificidad. La potencial relevancia de dichos hallazgos debería situarse en el contexto actual de la emergente utilización de dispositivos *wearables* que emplean una única derivación electrocardiográfica.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no poseer conflictos de intereses

BIBLIOGRAFÍA

1. Kashani A, Barold SS. Significance of QRS complex duration in patients with heart failure. *J Am Coll Cardiol*. 2005;46:2183-92. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2005.01.071>.
2. Lampe FC, Whincup PH, Wannamethee SG, Shaper AG, Walker M, Ebrahim S. The natural history of prevalent ischaemic heart disease in middle-aged men. *Eur Heart J*. 2000;21:1052-62. <https://doi.org/10.1053/euhj.1999.1866>.
3. Bauer A, Watanabe MA, Barthel P, Schneider R, Ulm K, Schmidt G. QRS duration and late mortality in unselected past-infarction patients of the revascularization era. *Eur Heart J* 2006;27:427-33. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehi683>.
4. Okin PM, Devereux RB, Nieminen MS, Jern S, Oikarinen L, Viitasalo M, et al; for the LIFE Study Investigators. Electrocardiographic strain pattern and prediction of new-onset congestive heart failure in hypertensive patients: the Losartan Intervention for Endpoint Reduction in Hypertension (LIFE) Study. *Circulation* 2006;113:67-73. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.105.569491>.
5. Castro-Torres Y, Carmona-Puerta R, Katholi RE. Ventricular repolarization markers for predicting malignant arrhythmias in clinical practice. *World J Clin Cases* 2015 16;3:705-20. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v3.i8.705>.
6. Okin PM, Devereux RB, Nieminen MS, Jern S, Oikarinen L, Viitasalo M, et al. Relationship of the electrocardiographic strain pattern to left ventricular structure and function in hypertensive patients: the LIFE study. Losartan Intervention For End point. *J Am Coll Cardiol* 2001;38:514-20. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(01\)01378-x](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(01)01378-x)
7. Inoue YY, Soliman EZ, Yoneyama K, Bharath Ambale-Venkatesh, Wu CO, Sparapani R, et al. Electrocardiographic Strain Pattern Is Associated With Left Ventricular Concentric Remodeling, Scar, and Mortality Over 10 Years: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *J Am Heart Assoc* 2017;6: e006624. <https://doi.org/10.1161/JAHA.117.006624>.
8. Shah AS, Chin CW, Vassiliou V, Cowell SJ, Doris M, Kwok TC, et al. Left ventricular hypertrophy with strain and aortic stenosis. *Circulation*. 2014;130:1607-16. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.114.011085>.
9. Perez MV, Mahaffey KW, Hedlyn H, Rumsfeld JS, Garcia A, Terris T, et al. Large-Scale Assessment of a Smartwatch to Identify Atrial Fibrillation. *N Engl J Med* 2019; 381:1909-17. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1901183>.
10. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afkalo J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr* 2015;28:1-39.e14. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2014.10.003>.
11. DeLong ER, DeLong DM, Clarke-Pearson DL. Comparing the areas under two or more correlated receiver operating characteristic curves: a nonparametric approach. *Biometrics* 1988;44:837-45.
12. Kardys I, Kors JA, van der Meer IM, Hofman A, van der Kuip DA, Wittman JC. Spatial QRS-T angle predicts cardiac death in a general population. *Eur Heart J* 2003;24:1357-64. [https://doi.org/10.1016/s0195-668x\(03\)00203-3](https://doi.org/10.1016/s0195-668x(03)00203-3).
13. Yamazaki T, Froelicher VF, Myers J, Chun S, Wang P. Spatial QRS-T angle predicts cardiac death in a clinical population. *Heart Rhythm* 2005;2:73-78. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2004.10.040>.
14. Rautaharju PM, Kooperberg C, Larson JC, LaCroix A. Electrocardiographic abnormalities that predict coronary heart disease events and mortality in postmenopausal women: the Women's Health Initiative. *Circulation*. 2006;113:473-480. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.104.496091>.
15. Voulgari C, Tentolouris N. Assessment of the Spatial QRS-T Angle by Vectorcardiography: Current Data and Perspectives. *Curr Cardiol Rev* 2009;5:251-62. <https://doi.org/10.2174/157340309789317850>.
16. Voulgari C, Pagoni S, Tesfaye S, Tentolouris N. The Spatial QRS-T Angle: Implications in Clinical Practice. *Curr Cardiol Rev* 2013;9:197-

210. <https://doi.org/10.2174/1573403x113099990031>

17. Ziegler R, Bloomfield DK. A study of the normal QRS-T angle in the frontal plane. *J Electrocardiol* 1970;3:161-7. [https://doi.org/10.1016/s0022-0736\(70\)80009-7](https://doi.org/10.1016/s0022-0736(70)80009-7).

18. Pavri BB, Hillis MB, Subačius H, Brumberg GE, Schaechter A, Levine JH, Kadish A. Prognostic Value and Temporal Behavior of the Planar QRS-T Angle in Patients With Nonischemic Cardiomyopathy. *Circulation* 2008;117:3181-6. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.733451>.

19. Whang W, Shimbo D, Levitan EB, Newman JD, Rautaharju PM, Davidson KW, Muntner P. Relations between QRS/T angle, cardiac risk factors, and mortality in the third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III). *Am J Cardiol* 2012;109:981-7. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2011.11.027>

20. Walsh JA III, Soliman EZ, Ilkhanoff L, Ning H, Liu K, Nazarian S, Lloyd-Jones DM. Prognostic Value of Frontal QRS-T Angle in Patients without Clinical Evidence of Cardiovascular Disease (From the MultiEthnic Study of Atherosclerosis [MESA]). *Am J Cardiol* 2013;112:1880-4. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2013.08.017>

21. Ingino CA, Garcilazo EJ. Estudio vectocardiográfico de la repolarización ventricular normal con especial referencia al segmento ST. *Rev Argent Cardiol* 1978;46:336

22. Ingino CA. "ECG y VCG normales. Variantes normales. Pseudo isquemia y pseudo necrosis coronaria". En: Ingino CA; Suárez LD. "Cardiopatía coronaria. Electro-vectocardiografía, Ergometría y Arritmias". Editorial Científica Interamericana, Buenos Aires, 1985. pag. 71.

23. Okin PM, Oikarinen L, Viitasalo M, Toivonen L, Kjeldsen SE, Nieminen MS, Edelman JM, Dahlöf B, Devereux RB; LIFE Study Investigators. Serial assessment of the electrocardiographic strain

pattern for prediction of new-onset heart failure during antihypertensive treatment: the LIFE study. *Eur J Heart Fail* 2011;13:384-91. <https://doi.org/10.1093/eurjhf/hfq224>

24. Verdecchia P, Schillaci G, Borgioni C, Ciucci A, Gattobigio R, Zampi I, et al. Prognostic value of a new electrocardiographic method for diagnosis of left ventricular hypertrophy. *J Am Coll Cardiol* 1998;31:383-90. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(97\)00493-2](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(97)00493-2)

25. Verdecchia P, Reboldi G, Angeli F, Avanzini F de Simone G, Pede S, Perticone F, et al; on behalf of the HEART Survey Study Group. Prognostic value of serial electrocardiographic voltage and repolarization changes in essential hypertension: The HEART Survey Study. *Am J Hypertens*. 2007;20:997-1004. <https://doi.org/10.1016/j.amjhyper.2007.04.003>

26. Hancock EW, Deal BJ, Mirvis DM, Okin P, Kligfield P, Gettes LS, et al; American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology; American College of Cardiology Foundation; Heart Rhythm Society. AHA/ACCF/HRS recommendations for the standardization and interpretation of the electrocardiogram: part V: electrocardiogram changes associated with cardiac chamber hypertrophy: a scientific statement from the American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology; the American College of Cardiology Foundation; and the Heart Rhythm Society. Endorsed by the International Society for Computerized Electrocardiology. *J Am Coll Cardiol*. 2009;53:992-1002. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2008.12.015>.