

# Error en la técnica de registro electrocardiográfico: derivaciones precordiales

## Cuarta parte

• Dr. Gerardo Pozas Garza<sup>1</sup>

• *Palabras clave*

Electrocardiograma de doce derivaciones, error en la técnica de registro, síndrome de Brugada, patrón de pseudoinfarto.

### Introducción

En el artículo anterior de la serie (tercera parte) se abordó el reconocimiento de los errores relacionados con los electrodos de las extremidades.<sup>1</sup> El error en la técnica de registro relacionada con los electrodos precordiales es más común que la relacionada con las extremidades y generalmente pasa desapercibida. La implementación de una técnica estándar para la adquisición del electrocardiograma contempla el empleo de referencias anatómicas para la colocación de los electrodos precordiales.<sup>2</sup> Conviene recordar que el orden de colocación de los electrodos precordiales debe ser el siguiente: V1, V2, V6, V4, V3 y V5. En pacientes del género femenino no existe consenso en cuanto a la colocación de los electrodos debajo o sobre la glándula mamaria.<sup>3</sup> En la práctica clínica éstos se colocan debajo de la glándula, sin embargo, se sugiere que si la inserción del borde inferior de la glándula en el tórax se lleva a cabo por debajo del quinto espacio intercostal, los electrodos se coloquen por arriba de la misma para evitar que al colocarlos debajo queden situados en el sexto espacio intercostal.<sup>4</sup>

Los errores más comunes relacionados con las derivaciones precordiales consisten en desplazar las deriva-

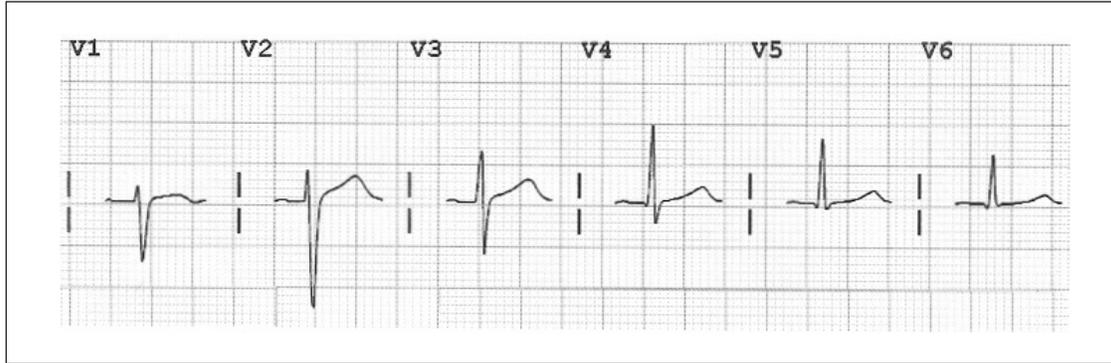
ciones V1 y V2 más arriba de lo normal (tercer o segundo espacio intercostal), así como la ubicación de las derivaciones V4, V5 y V6 más abajo de lo normal (sexto espacio intercostal).<sup>5</sup> Los errores relacionados con los electrodos precordiales dan lugar a patrones electrocardiográficos anormales que sugieren la presencia de enfermedad cardíaca. Los errores se resumen en dos grupos: morfología QS con elevación del punto J, supradesnivel del segmento ST y onda T positiva (patrón de pseudoinfarto); y morfología rsr' con elevación del punto J, elevación del segmento ST y onda T negativa (patrón de Brugada).<sup>6</sup> Además se puede diagnosticar erróneamente una hipertrofia del ventrículo izquierdo cuando se emplean criterios de voltaje.<sup>7</sup>

### Generalidades

Hasta antes de 1938, las derivaciones unipolares precordiales eran colocadas arbitrariamente en el tórax. En esa fecha, un grupo de expertos se reunió para estandarizar los sitios de colocación de los electrodos, tal y como los conocemos en la actualidad. Las derivaciones precordiales se dividen en derechas (V1 y V2), medias (V3 y V4) e izquierdas (V5 y V6). Dichas derivaciones exploran en condiciones normales (corazón sin rotación) al ventrículo derecho, septum y al ventrículo izquierdo, respectivamente. Así como la exploración electrocardiográfica en el plano transversal se realiza en forma ordenada, el método de Cabrera (en el plano frontal) propone estudiar al corazón en forma secuencial de izquierda y arriba hacia abajo y a la derecha.<sup>8</sup>

<sup>1</sup> Cardiólogo electrofisiólogo, Hospital San José Tec de Monterrey e Instituto de Cardiología y Medicina Vasculardel Tecnológico de Monterrey.

**Figura 1.** Derivaciones precordiales de una adulto masculino sano

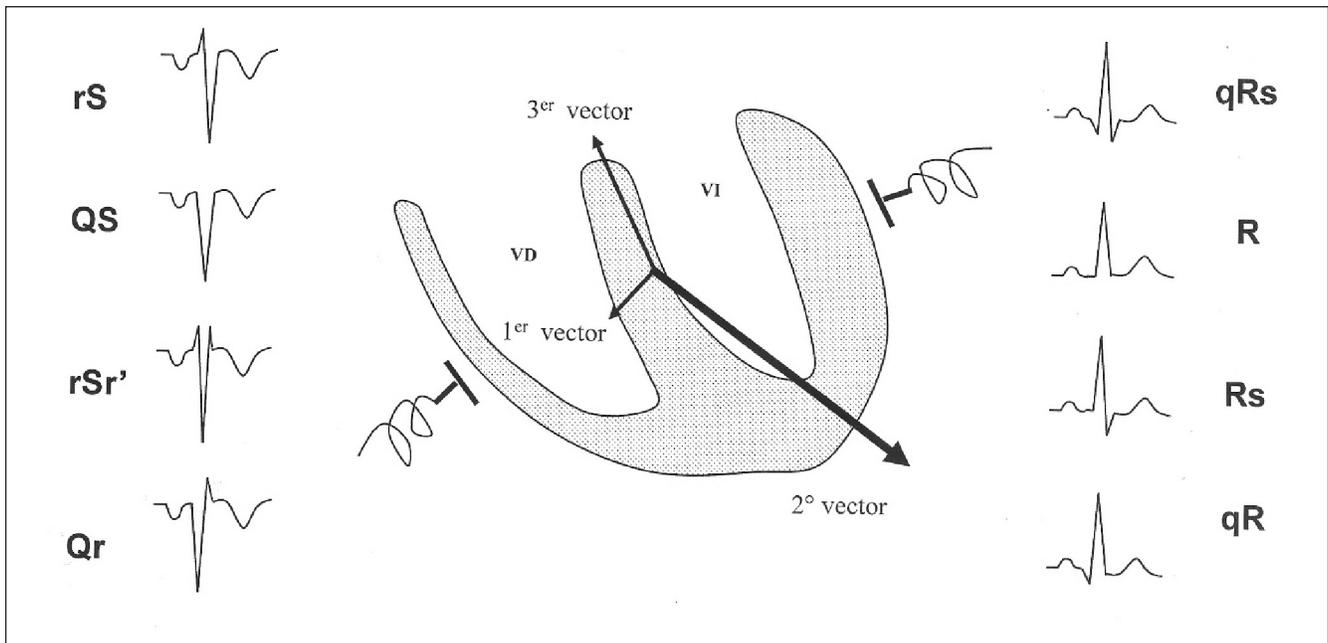


La derivación V1 muestra un complejo de morfología rS; la derivación V6 muestra un complejo qR. La derivación transicional es V3.

La morfología normal del complejo QRS en las derivaciones precordiales comprende un incremento progresivo en la amplitud de la onda R de V1 a V5. La amplitud de la onda R en V6 disminuye relativamente. Por su parte, la onda S muestra su mayor amplitud en la derivación V2 para posteriormente disminuir conforme se progresa a las derivaciones izquierdas. En condiciones normales la transición (registro de complejos isodifásicos) ocurrirá en la derivación V3 o V4 (ver Figura 1).

Una forma alternativa y complementaria para analizar el electrocardiograma radica en el reconocimiento de las morfologías unipolares para cada uno de los ventrículos, que a su vez depende de la orientación espacial de los vectores de activación ventricular. De esta forma, las morfologías unipolares para el ventrículo derecho son QS, rS, Qr o rSr'. Las morfologías unipolares para el ventrículo izquierdo son: R, qR, Rs o qRs (ver Figura 2). Así, en condiciones normales, las derivaciones unipolares derechas (V1, V2, aVR)

**Figura 2.** Esquema que muestra la relación de electrodos epicárdicos unipolares para cada ventrículo y su relación con los vectores de activación ventricular



Las morfologías epicárdicas unipolares para el ventrículo derecho son: rS, QS, rSr', Qr. Las morfologías epicárdicas unipolares para el ventrículo izquierdo son: qRs, R, Rs y qR.

deben mostrar las morfologías correspondientes al ventrículo derecho; las derivaciones unipolares izquierdas (V5, V6, aVL) deben registrar las morfologías correspondientes al ventrículo izquierdo.

El síndrome de Brugada es una enfermedad genética caracterizada por una elevación del segmento ST en las derivaciones precordiales derechas V1-V3 en ausencia de enfermedad cardíaca estructural, isquemia o trastornos electrolíticos. El síndrome de Brugada se asocia a síncope o muerte súbita por taquicardia o fibrilación ventricular. El síndrome fue descrito en 1992, afecta predominantemente al género masculino y tiene predilección por sujetos de origen asiático.<sup>9</sup>

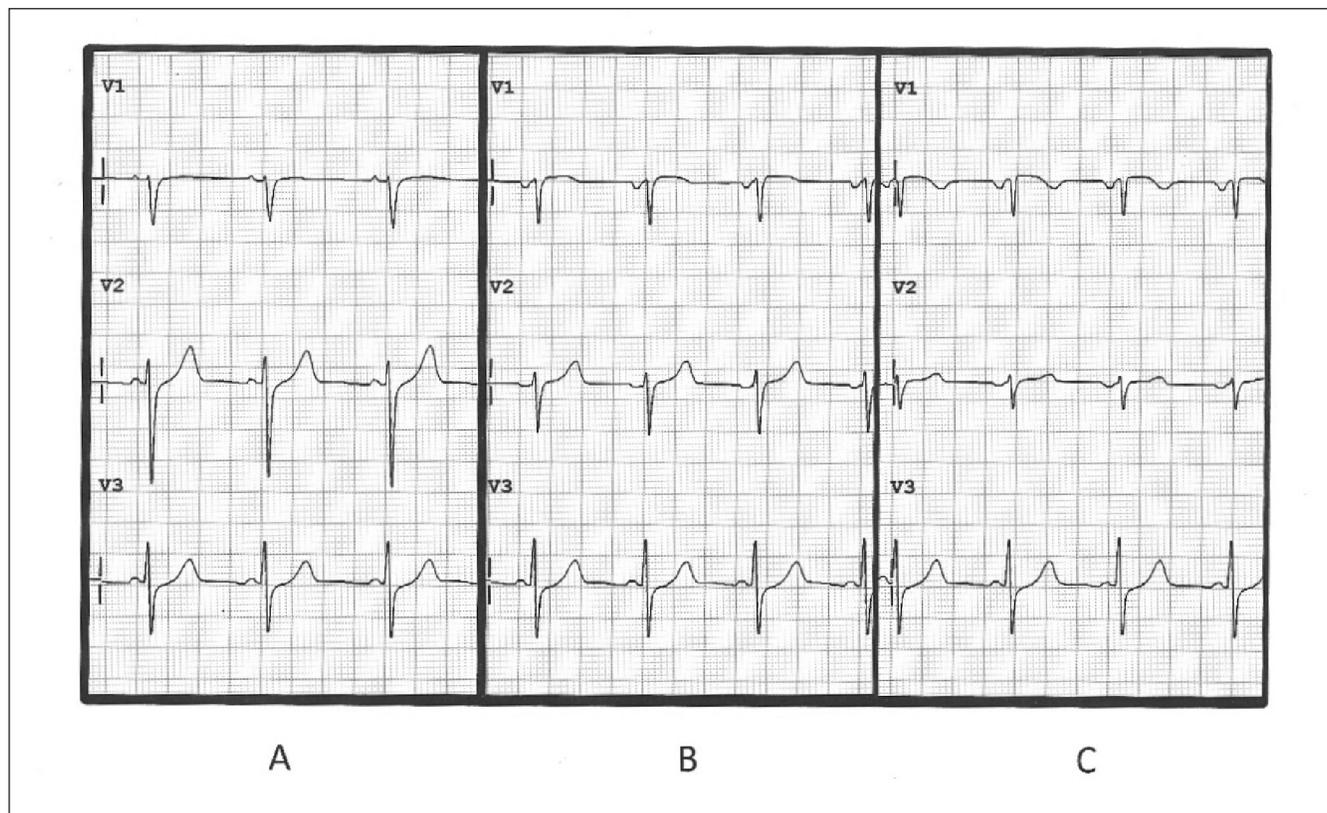
### Error en la técnica de registro

a) *Morfología QS en V1 o V2 con elevación del punto J, supradesnivel del segmento ST y onda T positiva (patrón de pseudoinfarto):*

El primer vector de activación ventricular (septal) está dirigido hacia la derecha, abajo y adelante. Este vector es el responsable de inscribir la onda r en V1, así como la onda q en V6. La colocación de las derivaciones V1 y V2 en el tercer o segundo espacio intercostal dará como resultado que el electrodo enfrente la cola del vector que se aleja de ellos y registre negatividad. Esto conlleva a una disminución en la amplitud o a la desaparición de la onda r. Si se asume que el complejo ventricular tenga una morfología rS en V1 o V2, la colocación errónea puede conducir a una desaparición artefactual de la onda r, lo que da lugar a un complejo de morfología QS. Concomitantemente se desarrolla un desnivel positivo del punto J, así como un supradesnivel del segmento ST con onda T positiva. Estos datos remedan un infarto de miocardio de la región septal o anteroseptal.

En la Figura 3 se muestran las derivaciones V1-V3 registradas en el cuarto (A), tercer (B) y segundo (C) espacio intercostal de una paciente con historia de

**Figura 3.** Derivaciones V1 a V3 de una paciente con historia de síncope colocadas en el cuarto (A), tercer (B) y segundo (C) espacio intercostal



Demuestran un patrón de pseudoinfarto (QS con elevación del punto J) por error en la técnica de registro.

síncope. La morfología normal del complejo es rS sin desplazamiento del punto J, segmento ST normal y onda T plana. Cuando se registra a partir del tercer espacio intercostal, el complejo tiene una morfología rS con supradesnivel del punto J y segmento ST. En el segundo espacio, el complejo ventricular es QS con elevación del segmento ST y onda T negativa. Como dato agregado, el intervalo PR es corto. Nótese que la polaridad de la onda P también se modifica.

*b) Morfología rsr' en V1 o V2 con elevación del punto J, supradesnivel del segmento ST y onda T negativa (patrón de Brugada):*

El tercer vector de activación ventricular (basal) está dirigido hacia la derecha, arriba y hacia adelante o atrás. Este vector es responsable de inscribir la onda r terminal de las derivaciones derechas (V1, V2 y aVR), así como la onda s de las derivaciones izquierdas (V5, V6 y aVL). En este caso, la colocación de los electrodos en una situación superior provoca que el tercer vector determine la inscripción de una deflexión ter-

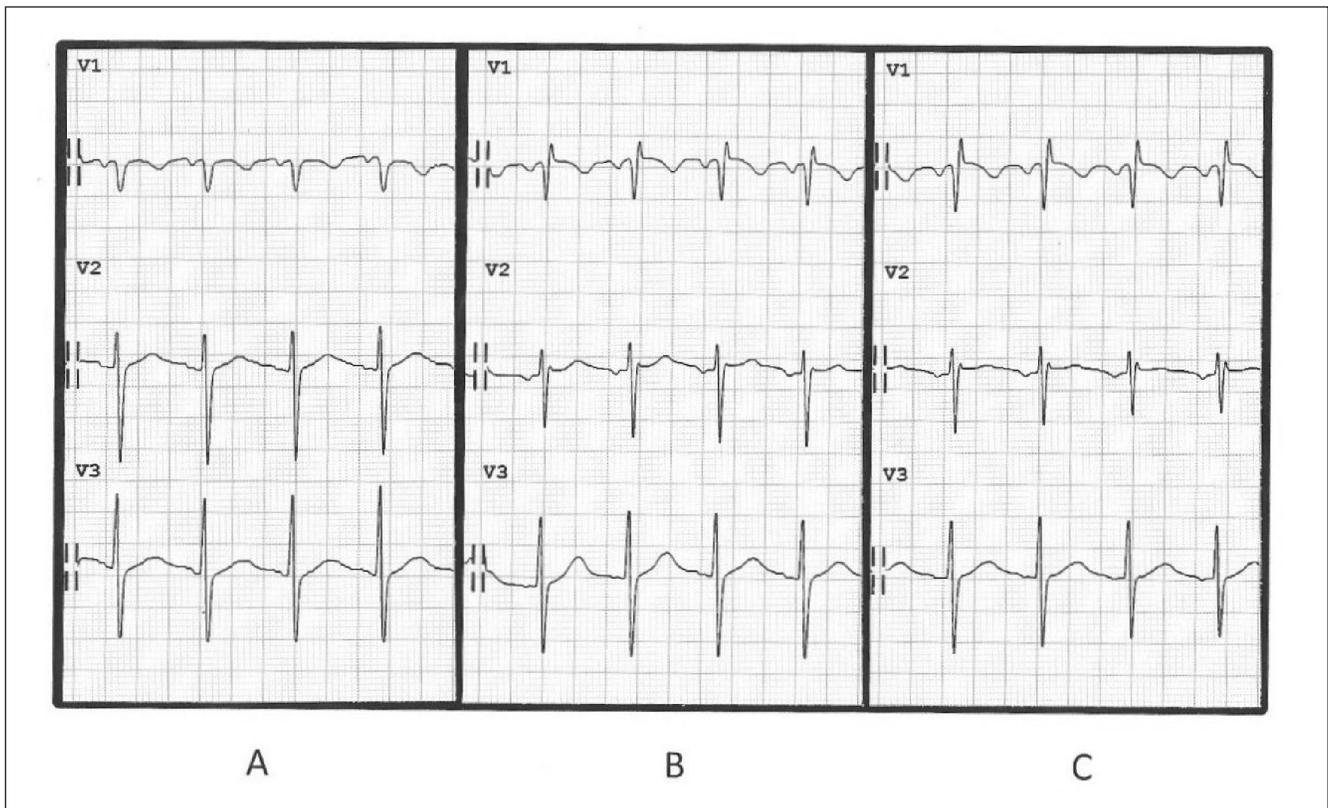
minal positiva manifestada como una onda r'. Además se desarrolla un supradesnivel del segmento ST con onda T negativa. La colocación errónea de la derivación debe sospecharse cuando la morfología del complejo QRS en la derivación V1 sea muy similar a la registrada en la derivación aVR. Este error en la técnica de registro puede remedar un síndrome de Brugada, así como sugerir un bloqueo de la rama derecha.

En la Figura 4 se muestran las derivaciones V1-V3 obtenidas en el cuarto (A), tercer (B) y segundo (C) espacio intercostal de un paciente masculino sano. Nótese la aparición de una onda r en V1, así como el registro de una onda r' en V2 con supradesnivel del punto J y del segmento ST con onda T negativa.

*c) Variabilidad en la amplitud de los complejos electrocardiográficos:*

La amplitud de los complejos electrocardiográficos puede variar de acuerdo a la colocación de las de-

**Figura 4.** Derivaciones V1 a V3 de un adulto masculino sano colocadas en el cuarto (A), tercer (B) y segundo (C) espacio intercostal



Ilustran un patrón rSR' con supradesnivel del punto J por un error en la técnica de registro.

derivaciones precordiales. De hecho, el principal motivo que explica la pobre reproducibilidad del electrocardiograma para la medición de la amplitud de los complejos es la variabilidad en la colocación de los electrodos. Se sabe que un desplazamiento del electrodo, tan pequeño como dos centímetros, puede resultar en errores diagnósticos, particularmente en el contexto del infarto de miocardio y la hipertrofia ventricular.

En la Figura 5 se muestra la derivación V4 de un paciente masculino sano obtenida en el quinto espacio intercostal y se compara con lo observado a partir del cuarto y sexto espacio intercostal. Nótese la diferencia en la amplitud de las ondas R y S.

### Discusión

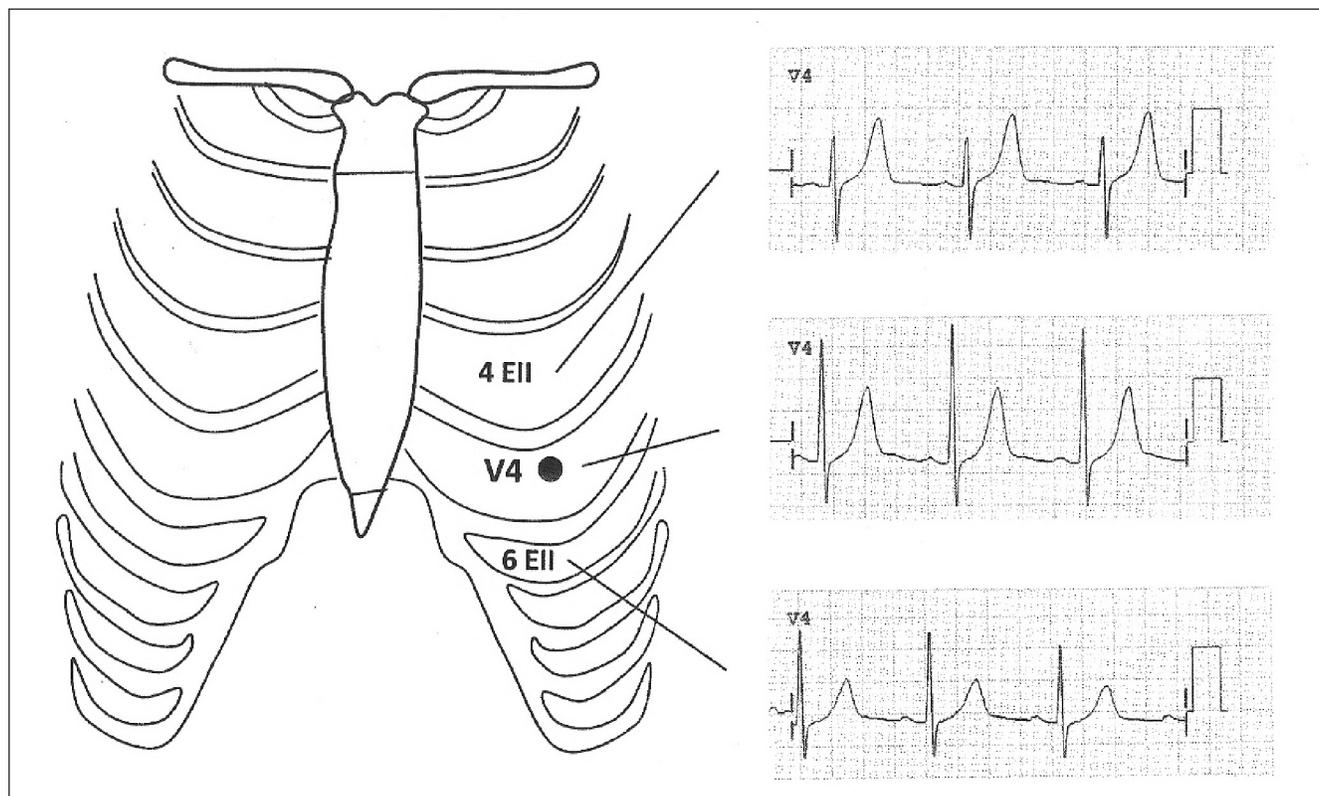
En términos generales, la amplitud de la onda r disminuye un milímetro (0.1 mV) por cada espacio intercostal que el electrodo se coloque por arriba del cuarto espacio. Dado que la amplitud de la onda r en

las derivaciones precordiales derechas en condiciones normales suele ser mayor de 0.3 mV, es común la obtención de un patrón QS cuando los electrodos son colocados en el tercer o segundo espacio intercostal.<sup>10</sup>

El diagnóstico diferencial del error en la técnica que conduce a un supradesnivel del segmento ST en las derivaciones derechas es muy amplio e incluye los siguientes: bloqueo de la rama izquierda, hipertrofia del ventrículo izquierdo, infarto agudo de miocardio (incluyendo al infarto del ventrículo derecho),<sup>11</sup> miocarditis aguda, disección de la aorta, embolia pulmonar aguda, síndrome de Brugada, displasia arritmogénica del ventrículo derecho, sobredosis de cocaína, trastornos hidroelectrolíticos y alteraciones del sistema nervioso central.<sup>12</sup>

El patrón electrocardiográfico característico del síndrome de Brugada consiste en una elevación del punto J con supradesnivel del segmento ST y onda T negativa.<sup>13</sup> Cuando el síndrome fue descrito, la altera-

**Figura 5.** Derivación V4 adquirida en el cuarto espacio (arriba), quinto espacio (en medio) y sexto espacio (abajo) intercostal



Demuestra la variabilidad en la amplitud de voltaje de las ondas R y S. El ejemplo enseña que la derivación V4 pudiera tomarse por la transicional, si ésta es adquirida en el cuarto espacio.

ción electrocardiográfica se consideró que era secundaria a un bloqueo de la rama derecha; en la actualidad no existe consenso si el trastorno depende de una despolarización anormal o de un trastorno en la repolarización, o ambos.<sup>14</sup> Es importante señalar que las manifestaciones electrocardiográficas pueden ser intermitentes y son modificadas por el tono autonómico, efecto de fármacos o la temperatura corporal.<sup>15</sup> De hecho, en pacientes que son portadores de este síndrome genético se pueden registrar las derivaciones V1 y V2 desde el tercer o segundo espacio intercostal en forma intencional con el fin de desenmascarar los datos electrocardiográficos característicos.<sup>16</sup>

### Conclusiones

El clínico debe estar atento a la posibilidad de un error relacionado con las derivaciones precordiales siempre que la progresión de las ondas R y S no sea la esperada y cuando exista un supradesnivel del segmento ST en ausencia de un cuadro clínico. La persona (técnico o enfermera) que adquiere el estudio debe esmerarse por seguir la metodología estándar para disminuir la variabilidad en la técnica de obtención. Ante la sospecha de un error se recomienda repetir el estudio colocando las derivaciones en el tercer o segundo espacio para comprobar el diagnóstico.

### Referencias bibliográficas:

1. Pozas G. Error en la técnica de registro electrocardiográfico: derivaciones del plano frontal. *Revista Avances* 2010;22:37-41.
2. Pozas G. Implementación de una técnica estándar para la adquisición del electrocardiograma. *Revista Avances* 2010;20:52-56.
3. 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. Recommendations for the standardization and interpretation of the electrocardiogram. *Circulation* 2007;115:1306-1324.
4. Rautaharju PM, Park L, Rautaharju FS, Crow R. A standardized procedure for locating and documenting ECG chest electrode positions: consideration of the effect of breast tissue on ECG amplitudes in women. *J Electrocardiol* 1998;31:17-29.
5. Wenger W, Kligfield P. Variability of precordial electrode placement during routine electrocardiography. *J Electrocardiol* 1996; 29:179-184.
6. Zema MJ, Kligfield P. Electrocardiographic poor R wave progression: review and synthesis. *Arch Intern Med* 1982;142:1145-1148.
7. Schijvenaars RJ, Kors JA, van Herpen G, van Bommel JH. Use of standard 12 lead ECG to simulate electrode displacements. *J Electrocardiol* 1996;29 suppl:5-9.
8. Wagner G. Anatomic basis of regional localization of acute myocardial infarcts. *J Electrocardiol* 2007;40:S34-S36.

9. Brugada P, Brugada J. Right bundle branch block, persistent ST segment elevation and sudden cardiac death: a distinct clinical and electrocardiographic syndrome. *J Am Coll Cardiol* 1992;20:1391-6.
10. Bayés de Luna A, Cino J, Goldwasser D, et al. New electrocardiographic diagnostic criteria for the pathologic R waves in leads V1 and V2 of anatomically lateral myocardial infarction. *J Electrocardiol* 2008;41:413-418.
11. Wong CK, Gao W, Stewart RA, et al. Prognostic value of lead V1 ST elevation during acute inferior myocardial infarction. *Circulation* 2010;122:463-469.
12. Wang K, Asinger R, Marriot H. ST segment elevation in conditions other than acute myocardial infarction. *N Eng J Med* 2003;349:2128-2135.
13. Brugada J, Brugada R, Brugada P. Right bundle branch block and ST segment elevation in leads V1 through V3. *Circulation* 1998;97:457-460.
14. Meregalli P, Wilde A, Tan H. Pathophysiological mechanisms of Brugada syndrome: depolarization disorder, repolarization disorder, or more? *Cardiovasc Res* 2005;67:367-378.
15. Alings M, Wilde A. Brugada syndrome. Clinical data and suggested pathophysiological mechanism. *Circulation* 1999;99:666-673.
16. Wilde A, Antzelevith C, Borggrefe M, et al. Proposed diagnostic criteria for the Brugada syndrome. *Eur Heart J* 2002;23:1648-1654.

---

Correspondencia:  
Dr. Gerardo Pozas Garza  
Email: gpozas@itesm.mx