

Taquicardia ventricular proveniente de las cúspides coronarias, características electrocardiográficas, electrofisiológicas y resultados de ablación con radiofrecuencia: validación de un algoritmo diagnóstico

William Uribe MD¹, Vladimir Astudillo MD¹, Eduardo Medina MD¹, Jorge Marín¹ MD, Edgardo Gonzalez¹ MD, Julián Aristizábal MD¹, Jorge Velásquez MD¹, Antonio Miranda MD¹, Juliana Bernal MD¹, Jorge Bareño MD², Adrian Baranchuk MD FACC³, Mauricio Duque MD¹

¹Servicio de Electrofisiología y Arritmias, Universidad CES, Medellín, Colombia

²Magister en Epidemiología, Universidad CES, Medellín Colombia

³Arrhythmia Service, Kingston General Hospital, Queen's University, Kingston, Ontario, Canada

Resumen

Objetivo: Describir las características clínicas, electrocardiográficas y electrofisiológicas de la taquicardia ventricular (TV) de origen en cúspides coronarias (senos de valsalva).

Métodos: Estudio prospectivo de tipo descriptivo y analítico de una serie de casos realizado en 12 pacientes. Las variables continuas se expresan en promedio, desviación estándar y valores de rango.

El algoritmo electrocardiográfico para definir el origen en cúspides coronarias (CC), se basó en: onda R ≥ 0.5 mV en DII, DIII y aVF, proporción R/S > 1 en $\leq V3$ y ausencia de onda S en V5-V6.

Resultados: Se realizó ablación a 12 pacientes con diagnóstico de TV de origen en CC, 9 mujeres y 3 hombres con una edad promedio de 53.3 ± 18.1 años. En todos se encontró la presencia de una onda R con amplitud > 0.5 mV en derivaciones inferiores, una proporción R/S mayor de 1 en $\leq V3$ y ausencia de onda S en V5-V6. La morfología del QRS en DI para las TV de localización en CC derecha (CCD) fue patrón rs en 3/6 (50%), patrón r en 2/6 (34%) y patrón R en 1/6 pacientes (17%). En todos se presentó un índice de proporción de duración R/QRS en V2 $> 50\%$. Se encontró una onda R mayor de 120

mseg en todos los pacientes con TV de origen en CC izquierda (CCI), la duración de la onda R para el grupo de pacientes con TV de CCD fue 98.3 ± 32.3 mseg y para el grupo de CCI fue de 143.3 ± 26.5 mseg con una diferencia estadísticamente no significativa pero con clara tendencia ($p=0.057$). Todos los pacientes con TV de origen en CCI tuvieron una duración del intervalo QRS > 120 mseg.

Conclusión: La TV originada en las CC tiene características electrocardiográficas que la diferencian de la TV del TSVD.

Palabras Clave: Taquicardia ventricular; senos de valsalva; ablación por radiofrecuencia

INTRODUCCIÓN

La taquicardia ventricular (TV) del tracto de salida representa el 10 % de las taquicardias de origen ventricular originándose más frecuentemente en el tracto de salida del ventrículo derecho (TSVD), 1 cm por debajo de la válvula pulmonar y en menor frecuencia en el tracto de salida del ventrículo izquierdo (TSVI)(1). Es la forma más frecuente de TV idiopática pudiendo presentarse en forma episódica como contracciones ventriculares prematuras (CVPs), en salvas de taquicardia ventricular no sostenida (TVNS) separada por intervalos de ritmo sinusal hasta en un 92% (2) de los pacientes y menos frecuentemente como taquicardia ventricular sostenida (TVS).

Correspondencia: William Uribe MD
Carrera 43 No. 36-02, torre Norte,
Consultorio 1101, Medellín Colombia S.A.
Tel-fax: (574)444-0566
e-mail: wuribea@une.net.co

Es más común en mujeres y los síntomas aparecen usualmente entre los 20 y 40 años de edad (3) y a pesar de atribuirle un pronóstico benigno, existen reportes de taquicardiomiopatía inducida por aumento severo del automatismo ventricular (>10.000 CVPs /24 horas) (4). Los episodios de (TV) tienden a ser más frecuentes y de mayor duración durante el ejercicio o estrés emocional (3,5-7). La ablación con radiofrecuencia (RF) con catéter irrigado ha demostrado ser eficaz y segura (8,9).

El 80% de las taquicardias de origen en el tracto de salida ventricular se presentan con bloqueo de rama izquierda del haz de His (BRIHH) y eje del QRS inferior durante la TV (10-13), características que son compartidas por la TV del tracto de salida del ventrículo derecho (TSVD) y las de origen en las cúspides coronarias (CC) (9). Incluso se han encontrado vías epicárdicas comunicando el (TSVD) con la CCD (14). Estas semejanzas en las características electrocardiográficas aumentan la posibilidad de ablación fallida a pesar de adecuados parámetros de topoestimulación y mapeo de activación. Reportes previos estiman que hasta un 25% de pacientes con topoestimulación adecuada en el TSVD tienen un verdadero origen de la TV en las CC (15), situación que puede prolongar el procedimiento o hacerlo fracasar.

Por esto, proponemos una aproximación clínica inicial que oriente hacia el origen en las cúspides coronarias, basado en el análisis del electrocardiograma a través de un algoritmo que evalúa la transición temprana del QRS en precordiales (proporción R/S > 1 en $\leq V3$), la ausencia de ondas S en las derivaciones V5-V6 y la morfología de la onda R en DI, (16-23) sin necesidad de localizar un catéter de mapeo en la vena interventricular anterior como fue descrito por Hachiya et al (16).

Nuestro objetivo fue analizar las características clínicas, electrocardiográficas, electrofisiológicas y la ablación de la TV originada en CC y evaluar el rendimiento de un algoritmo electrocardiográfico para el diagnóstico de las mismas, en un grupo de pacientes sin cardiopatía

estructural, altamente sintomáticos y refractarios al tratamiento antiarrítmico.

El objetivo secundario fue determinar predictores electrocardiográficos adicionales para ubicar específicamente el origen de la TV en las CC.

MÉTODOS

Pacientes

Todos los pacientes remitidos para ablación, con diagnóstico de TV monomórfica no sostenida idiopática o CVPS en el período comprendido entre enero de 2008 y septiembre de 2009 fueron analizados con el *algoritmo 1* (Figura 1).

Análisis electrocardiográfico

El análisis electrocardiográfico se fundamentó en el algoritmo diagnóstico planteado por Schmitt et al (23) que consiste en evaluar la transición temprana del QRS en derivaciones precordiales (proporción R/S > 1 en $\leq V3$) para predecir origen en ventrículo izquierdo, la ausencia de ondas S en las derivaciones V5-V6 para definir el origen supraválvular aórtico y la morfología de la onda R en DI para determinar el origen específico en alguna de las cúspides: un patrón r/S sugiere origen en CCI, una onda R ≥ 0.5 mV sugiere origen en CCD y una onda R < 0.5 mV con muesca sugiere origen en CNC (Figura 1).

Estudio Electrofisiológico

En los doce pacientes se canuló la vena femoral derecha (para el catéter del seno coronario de referencia) y la arteria femoral derecha (mapeo y ablación).

El mapeo de las CC fue realizado por vía retrógrada aórtica a través de la punción en la arteria femoral derecha. Durante el mapeo y ablación en las CC se administró heparina no fraccionada para mantener un ACT > 250 .

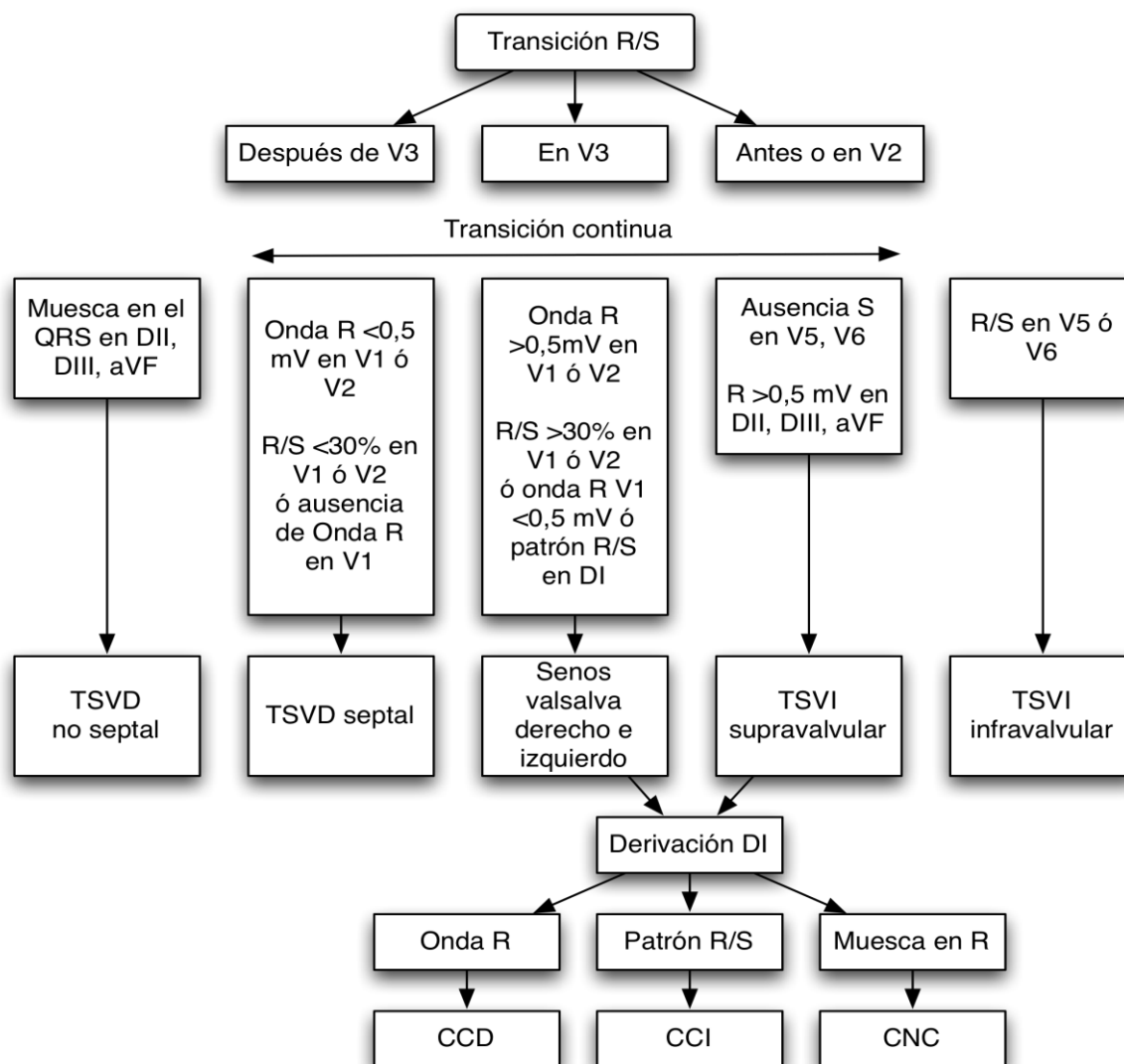


Figura 1: Algoritmo 1: Algoritmo utilizado para determinar el probable origen de TV o CVP idiopáticas (Adaptado de Schmitt et al²³).

Aortografía de las cúspides coronarias

Mediante aortografía con inyección de medio de contraste a través de un catéter cola de cerdo (*pigtail*) se logró delimitar los senos de valsalva y la localización de los ostium de las arterias coronarias (Figura 2).

Mapeo

Se realizó reconstrucción del ventrículo izquierdo, las CC y el cayado aórtico con mapeo tridimensional no fluoroscópico en 9 pacientes (8 con ENSITE NavX, St Jude Medical, St Paul, MN

USA y un paciente con CARTO, Biosense Webster, Diamond Bar, CA, USA) y en 3 pacientes se realizó mapeo fluoroscópico solamente. Después de verificar el sitio de ubicación del catéter (Figura 3), se realizó topoestimulación en la CCD, CCI, CNC y la continuidad mitroaórtica (CMA) con un catéter irrigado 7F de 4mm (Cordis-Webster, Inc., Baldwin Park, California). En los nueve pacientes en quienes se realizó mapeo tridimensional, la topoestimulación estuvo orientada por el sitio de activación más precoz obtenido durante el mapeo de activación (Figura 4).

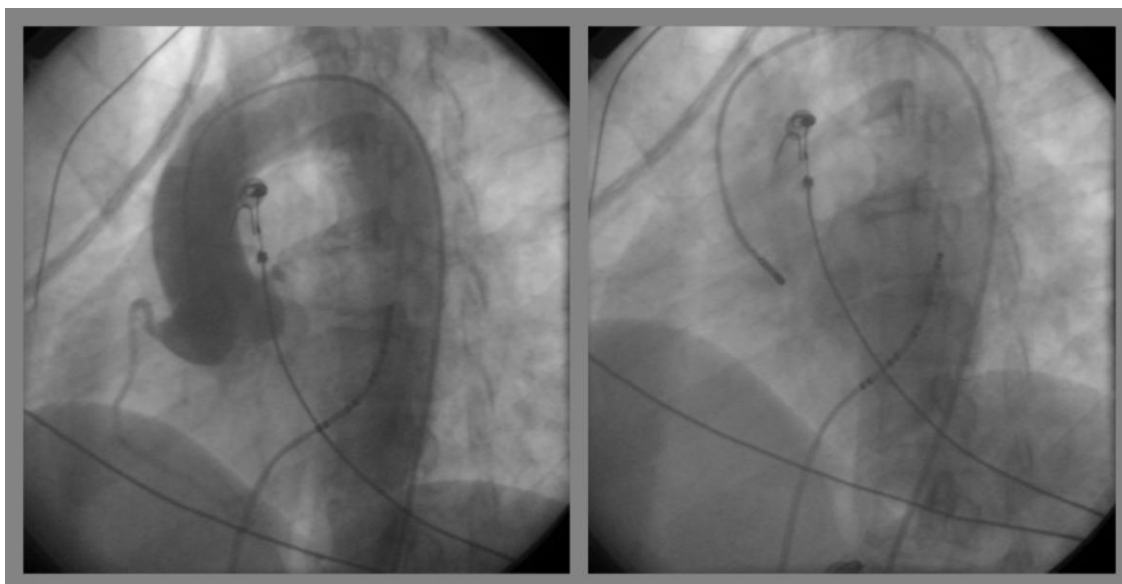


Figura 2: En la imagen de la izquierda se observa: Aortografía en proyección OAI 45°. Se aprecian las CC y la salida de las arterias coronarias. En la imagen derecha se observa el catéter de ablación ubicado en la CCD en un sitio de ablación exitosa.



Figura 3: Reconstrucción 3D del cayado aórtico y de las CC. La gráfica de la izquierda es una proyección OAD y se observa la CCD. La gráfica de la derecha, proyección OAI, muestra la CCD, la CCI y la CNC (punto blanco). Se observan el catéter de RF (amarillo) y el de seno coronario (gris).



Figura 4: Topoestimulación (puntos marrones) con sitio exitoso de ablación (punto amarillo) en CCI.

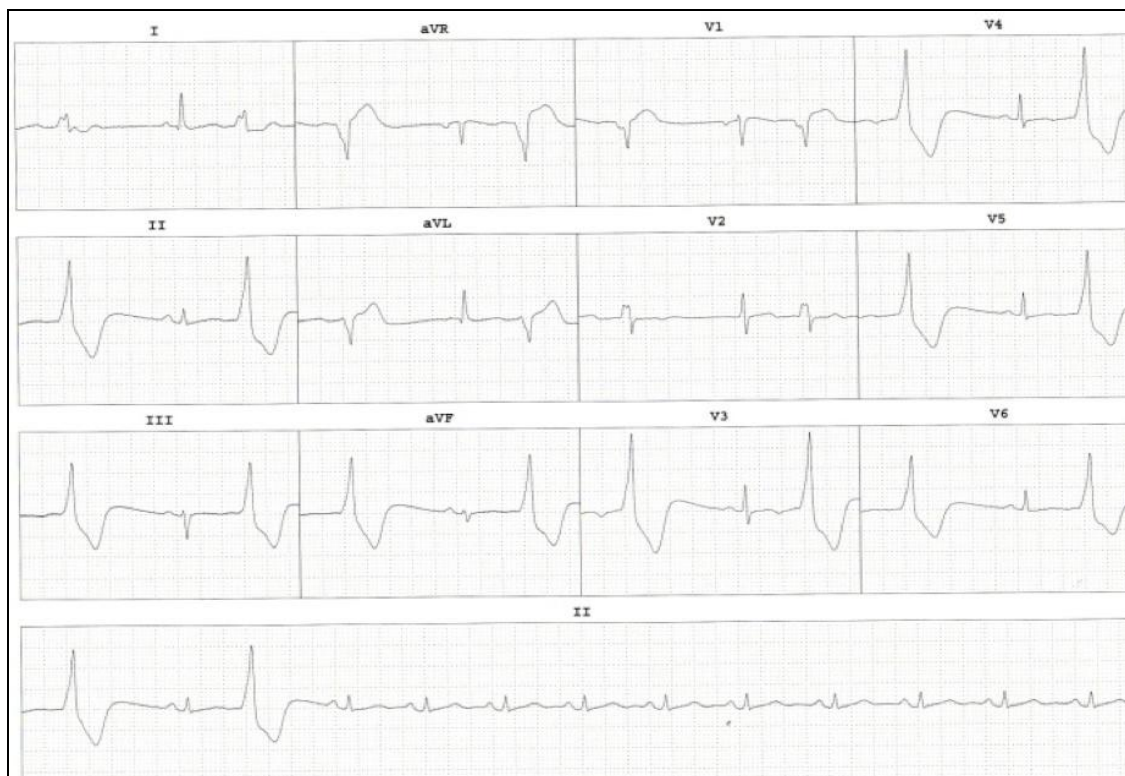


Figura 5: ECG de CVP originada en CCD en donde se observa transición temprana del R/S en la derivación V2 en ausencia de onda S en V5-V6 y en derivación DI la presencia de onda r < 0,5 mV.

Ablación

En los sitios con mejores parámetros según el mapa de activación y/o la topoestimulación se procedió a realizar la ablación con catéter irrigado 7F de 4mm (Cordis-Webster, Inc., Baldwin Park, California) en los 12 pacientes. Las aplicaciones se realizaron con un poder máximo de 30 watts con temperatura máxima de 42°C. Las aplicaciones con radiofrecuencia se realizaron al menos 10 mm separadas de los ostium coronarios; en dos pacientes la topoestimulación con concordancia 12/12 se encontró cercana al ostium del tronco coronario por lo cual se realizó ablación infravalvular. Fueron considerados criterios de éxito la supresión de la TV o las CVPs durante la aplicación de radiofrecuencia y la no inducibilidad de la TV o las CVPs motivo del estudio, post ablación con el protocolo a dosis crecientes de isoproterenol hasta 4 mcg/min y con estimulación incremental hasta LC de 200 mseg.

Análisis estadístico

Las variables continuas fueron expresadas como promedio, desviación estándar y rango comparando los resultados según el origen de TV en CCD y CCI por medio del Test de Mann-Whitney U. Las pruebas estadísticas fueron realizadas con SPSS para Windows (versión 10,0 SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Consideraciones éticas

La investigación cumplió con los aspectos éticos que figuran en la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Medellín, Colombia, por lo cual fue clasificada como investigación sin riesgo. Se protegió la identidad de los pacientes y confidencialidad de los resultados obtenidos.

RESULTADOS

De los 39 pacientes analizados, sólo 12 fueron positivos para origen en CC y en ellos realizamos un estudio prospectivo con el fin de determinar la precisión diagnóstica del algoritmo N° 1 para orientar hacia el origen de la TV en las CC.

El estudio incluyó 9 pacientes de sexo femenino y 3 de sexo masculino con edad promedio de 53.3 ± 18.1 años (rango 22-73 años). Diez pacientes presentaban morfología de BRIHH con eje del QRS inferior y dos pacientes presentaban morfología de BRDHH con eje inferior del QRS (Tabla 1). Todos los pacientes presentaron TV sintomática, documentada por Holter y/o electrocardiograma (ECG) de 12 derivaciones, con evidencia de CVPS y episodios de bigeminismo ventricular (n=3) y trigeminismo ventricular (n=1). Todos los pacientes tenían corazón estructuralmente sano, habían sido refractarios al tratamiento médico con al menos dos medicaciones antiarrítmicas y eran altamente sintomáticos por palpitaciones.

Aplicando el algoritmo descrito previamente (Figura 1, Algoritmo 1) se encontró onda R ≥ 0.5 mV en DII, DIII, aVF en todos los pacientes; proporción R/S > 1 en $\leq V3$ en todos los pacientes (1/12 pacientes (8%) en V1, 9/12 pacientes en V2 (75%) y 2/12 pacientes en V3 (16%)) y ausencia de onda S en derivaciones V5-V6 en todos los pacientes (Figura 5). La morfología en DI fue muy variada: 2/6 TV localizadas en CCI presentaban patrón rs (33%), 3 TV presentaban un patrón QS (50%) y se observó patrón R pura en 1/6 pacientes con TV (17%). Para aquellas TV localizadas en CCD se presentó patrón rs en 4/6 pacientes (66%) y patrón de R pura en 2/6 pacientes (34%). La duración promedio del QRS fue de 178 ± 15 mseg, siendo de 178.33 ± 19.1 mseg (rango 155-200 mseg) para aquellas originadas en la CCD vs 176.6 ± 13.6 mseg (rango 160-190 mseg) para las originadas en la CCI (p=NS).

La duración de la onda R en V2 fue 121 ± 35 mseg en promedio, siendo de 98.3 ± 32.3 mseg (rango 51-120 mseg) para el grupo de TV originada en la CCD vs 143.3 ± 26.5 mseg (rango 120-180 mseg) para el grupo de TV originada en CCI (p=0.05). Todos los pacientes presentaron un índice de proporción de duración R/QRS en V2 $\geq 50\%$, de la siguiente manera: 59.8% (rango 37-75%) para la CCD vs 76.7% (rango 6-100%) para la

CC. Durante la topoestimulación se encontró derivaciones en 9 de los 12 pacientes (75%) y concordancia electrocardiográfica en 12/12



Figura 6: Topoestimulación demostrando concordancia 12/12 derivaciones en CCD con respecto a la CVP motivo del estudio.

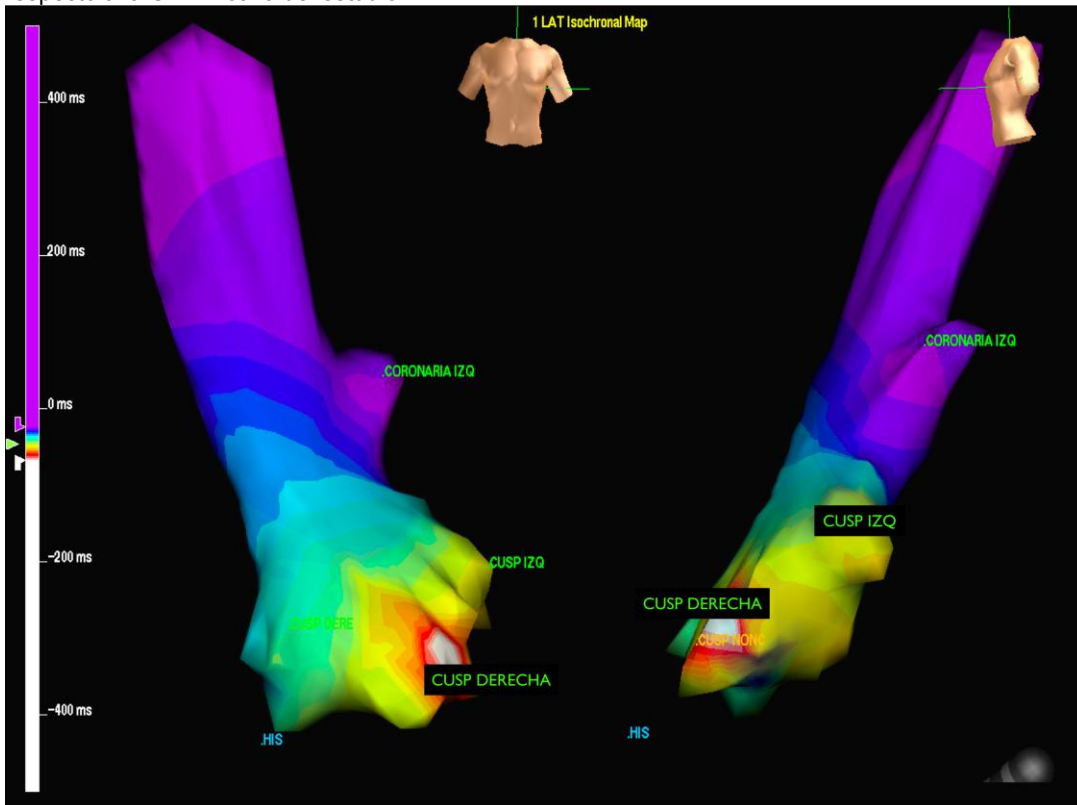


Figura 7: Reconstrucción tridimensional de la aorta y las CC con mapeo de activación observándose el sitio de mayor precocidad en CCD, lugar donde se realiza ablación exitosa.

Tabla 1: Características Electrocardiográficas de la TV o CVPS originada en CC

Caso	Edad	Sexo	Morfología V1	QRS V2 (mseg)	R en V2	R/S ≥ 1	TV/ CVP	R ≥ 0.5 mV	Ausencia S V5-V6
1	32	F	BRIHH	200	75	V2	CVP	+	+
2	39	M	BRIHH	160	120	V2	CVP	+	+
3	31	F	BRDHH	155	95	V2	CVP	+	+
4	70	M	BRIHH	160	120	V2	CVP	+	+
5	55	F	BRIHH	190	160	V2	CVP	+	+
6	73	F	BRIHH	175	90	V2	CVP	+	+
7	67	F	BRIHH	190	120	V2	CVP	+	+
8	66	F	BRIHH	180	120	V2	CVP	+	+
9	64	M	BRIHH	200	150	V2	CVP	+	+
10	49	F	BRDHH	180	180	V1	CVP	+	+
11	72	F	BRIHH	160	160	V3	CVP	+	+
12	22	F	BRIHH	180	60	V3	CVP	+	+

BRIHH: Bloqueo de rama izquierda del Haz de His, BRDHH: Bloqueo de la rama derecha del Haz de His, CVP: Complejos ventriculares prematuros

Tabla 2: Hallazgos durante el estudio electrofisiológico

Caso	Topo Estimulación	Número Aplicaciones	Tiempo Aplicación (seg)	Localización cúspide	Morfología en DI
1	12	1	67	CCD	rs
2	12	2	110	CCD	r
3	12	2	60	CCD	rs
4	11	3	180	CCI	rs
5	12	6	326	CCI	QS
6	11	3	110	CCD	rs
7	12	2	120	CCI	QS
8	12	1	60	CCI	R
9	12	2	60	CCD	r
10	11	3	141	CCI	rs
11	12	4	105	CCI	rs
12	12	1	120	CCD	R

rs: presencia de ondas r y s < a 0,5 mV en el ECG. R: presencia de onda R > 0,5 mV. QS: presencia de ondas QS > 0,5 mV.

en 11/12 en los 3 restantes (25%) (Figura 6). Durante el mapeo de activación tridimensional, se encontró un promedio de activación precoz de -35.01 ± 5.05 mseg con rango de -19 a -38 mseg (Figura 7).

En todos los pacientes se logró la desaparición de la arritmia ventricular posterior a la ablación de radiofrecuencia con un promedio de 2 aplicaciones para la TV originada en CCD y 2.2 aplicaciones para la originada en CCI, con un tiempo promedio de aplicación de 87.8 ± 28.2 segundos para la ablación en CCD y de 155.3 ± 92.5 segundos para la ablación en CCI ($p=0.173$) (Tabla 2).

Un paciente presentó Bloqueo AV 2:1 transitorio durante la ablación en CCD con recuperación espontánea de la conducción AV 1:1 posterior al procedimiento. No se presentaron complicaciones adicionales relacionadas con el procedimiento.

DISCUSIÓN

Características Electrocardiográficas

La TV de origen en CC tiene características electrocardiográficas similares a las del TSVD (8). Sin embargo desde los primeros reportes de ablación fallida para TV

del TSVD se detectaron patrones electrocardiográficos que predecían el origen en el TSVI, como la morfología de BRDHH con onda R prominente en la derivación V1 y la morfología de BRIHH con transición en las precordiales antes de la derivación V3 y con un eje inferior, debidos a la localización posterior desde el punto de vista anatómico de la válvula aórtica con respecto al TSVD (24-26). De manera similar, en reportes previos de hallazgos electrocardiográficos para TV del TSVI (5) en diversos estudios se hizo énfasis en la importancia de la ausencia de onda S en V5-V6 que se explica por la localización supraválvular de este tipo de arritmias (19,27). Existen datos contradictorios sobre la utilidad de la duración del QRS (9,28) y la amplitud de la onda R en derivaciones inferiores para diferenciar TV del TSVD o del TSVI.

Además de las características descritas para predecir origen de TV en las CC, existen otros hallazgos como la medición del vector inicial en un ECG de 12 derivaciones (29), el porcentaje de duración de la onda R con respecto al QRS $\geq 50\%$ y el índice de amplitud de la onda R/S $\geq 30\%$ en V1(18). Sin embargo, no está demostrada la validez de la derivación DI en los algoritmos para discernir el origen entre CCD, CCI o CNC, situación atribuida a la cercanía anatómica entre las cúspides (20). Aunque, en este estudio, no se lograron documentar diferencias significativas entre la duración del intervalo QRS en V2 o el índice de duración R/QRS en V2 con respecto al origen en CCD o CCI, si se documentó una diferencia en la duración de la onda R entre ambas cúspides (83.2 mseg para la CCD vs 120 mseg para la CCI). Estos hallazgos podrían estar relacionados con la ubicación más septal de la CCD adyacente al cuerpo fibroso, lugar por donde desciende la porción penetrante del Haz de His y en la región anterior con la rama izquierda del Haz de His. Adicionalmente, este parámetro de duración de la onda R en V2 podría ser de utilidad para predecir origen de TV ó CVP en CCD o CCI.

En el presente estudio encontramos una incidencia de presentación similar para la CCD y

la CCI, lo que concuerda con reportes previos. Así mismo, nuestros hallazgos concuerdan con la baja prevalencia para TV originada en cúspide no coronariana (CNC) demostrada en otros estudios, razón que ha dificultado su caracterización. Existe evidencia de que la presencia de complejos QS en DI excluye la posibilidad de TV originada en CNC, ya que la morfología en DI para la CNC puede ser R o r (30,31). La escasa prevalencia de TV en CNC se explica por aspectos anatómicos debido a que ésta no se encuentra en relación con el miocardio ventricular (32). Estudios previos han reportado la ablación de taquicardias de origen auricular desde la CNC y en la zona de unión entre la CCD y la CNC mostrando la relevancia de la estrecha relación anatómica de la CNC con el miocardio atrial (33,34).

La morfología de QS o rS en DI reportada en algoritmos electrocardiográficos para localización de TV en CCI no fué un hallazgo constante en nuestros pacientes, lo cual plantea algunas dudas acerca de la utilidad de este parámetro. No se encontraron diferencias en la duración del intervalo QRS para determinar el origen de la TV pero si una diferencia en la duración de la onda R en la derivación V2 en el límite de la significancia estadística ($p=0,05$) entre el grupo de TV de origen en CCD con respecto al grupo de origen en CCI, parámetro que sugerimos podría ser más útil para discernir origen de TV en CCD o CCI que la morfología en la derivación DI.

A pesar de no ser un objetivo del estudio, la contundencia de nuestros hallazgos nos llevaron a proponer el siguiente algoritmo para determinar en cuál cúspide coronaria se origina la TV ó CVP en estudio (Figura 8, Algoritmo 2).

Consideraciones anatómicas

Es esencial el conocimiento anatómico y la relación espacial entre las CC y el TSVD. Éste último, se ubica anterior y a la derecha contrastando con la ubicación central de la válvula aórtica. La porción septal posterior del

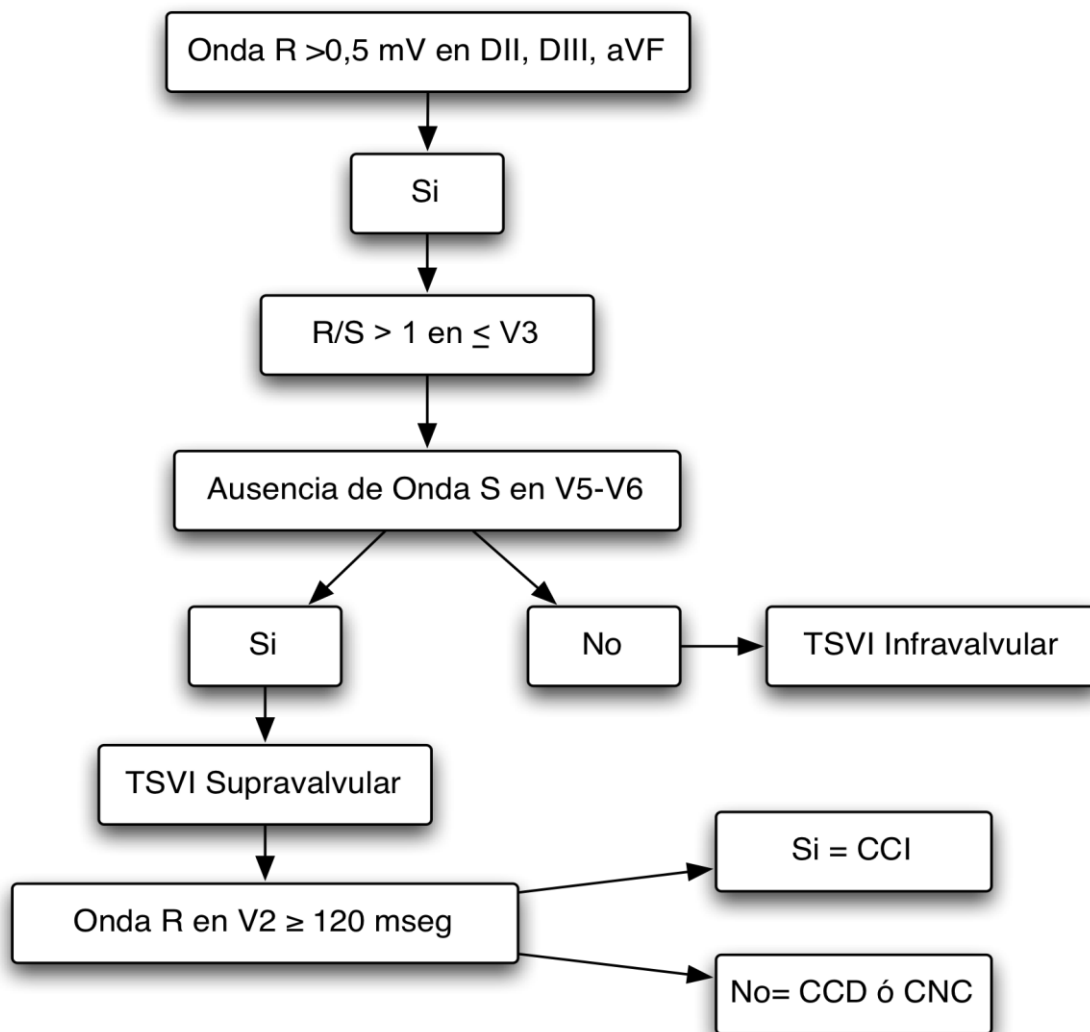


Figura 8: Algoritmo 2: Algoritmo para el diagnóstico de TV originada en CC. TSVI: Tracto de salida del ventrículo izquierdo, CCI: Cúspide Coronaria Izquierda, CCD: Cúspide Coronaria Derecha.

TSVD se encuentra en relación con la región anterior de la CCD mientras que la CCI se encuentra en relación con la continuidad mitro aórtica que constituye la porción fibrosa del TSVI y también en relación con la valva anterior de la válvula mitral. La CNC se encuentra anterior al septum interatrial y en relación con la aurícula derecha e izquierda. La CCD se encuentra en relación con el septum interventricular y la CCI se relaciona con la pared libre del VI (34). Las CC tienen también una relación íntima con el sistema de conducción: la porción anterior de la CCD se encuentra relacionada con el origen de la rama izquierda del haz de His y su porción posterior con la porción penetrante del cuerpo fibroso. La compleja relación anatómica entre el TSVD y las CC explica las características de las arritmias del

tracto de salida ventricular (31).

Ablación con radiofrecuencia

Se logró el éxito de la ablación con catéter de RF en la totalidad de los pacientes sin complicaciones relacionadas con el procedimiento, hallazgos concordantes con los resultados de otros estudios publicados. Una distancia de al menos 10 mm con respecto al ostium de las arterias coronarias parece ser un margen adecuado para evitar complicaciones como trombosis o estenosis de los ostium coronarios.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

La principal limitante del estudio es el número de pacientes incluidos y la ausencia de TV en CNC. Sin embargo los estudios publicados hasta el momento, son comparables en número de pacientes y en ausencia de TV de origen en CNC.

CONCLUSIONES

La TV originada en las CC tiene características electrocardiográficas definidas que la diferencian de la TV de origen en el TSVD. A nuestro saber, esta es la serie más grande publicada en la literatura latinoamericana de TV de origen en las CC y es el primer trabajo en la literatura mundial que describe hallazgos electrocardiográficos que permiten mapear directamente las cúspides coronarias sin necesidad de mapear el lado derecho del corazón. La duración de la onda R en V2 \geq 120 mseg tiene una alta especificidad para ayudar en la localización de TV de origen en CCI y sugerimos que este parámetro sea incluido como parte importante de su algoritmo diagnóstico. La morfología del complejo QRS en la derivación DI, como ha sido descrita por otros, no parece ser de gran utilidad para discernir el origen en CCD o CCI. Los resultados obtenidos en este estudio comprueban que la ablación con catéter de RF es un procedimiento muy seguro y altamente eficaz para el tratamiento curativo de la TV de origen en CC.

BIBLIOGRAFIA

1. Brooks R, Burgess JH. Idiopathic ventricular tachycardia. A review. *Medicine (Baltimore)* 1988;67:271-94.
2. Nakagawa M, Takahashi N, Nobe S, et al. Gender differences in various types of idiopathic ventricular tachycardia. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2002;13:633-8.
3. Buxton AE, Waxman HL, Marchlinski FE, Simson MB, Cassidy D, Josephson ME. Right ventricular tachycardia: clinical and electrophysiologic characteristics. *Circulation* 1983;68:917-27.
4. Cole CR, Marrouche NF, Natale A. Evaluation and management of ventricular outflow tract tachycardias. *Card Electrophysiol Rev* 2002;6:442-7.
5. Mont L, Seixas T, Brugada P, et al. The electrocardiographic, clinical, and electrophysiologic spectrum of idiopathic monomorphic ventricular tachycardia. *Am Heart J* 1992;124:746-53.
6. Rahilly GT, Prystowsky EN, Zipes DP, Naccarelli GV, Jackman WM, Heger JJ. Clinical and electrophysiologic findings in patients with repetitive monomorphic ventricular tachycardia and otherwise normal electrocardiogram. *Am J Cardiol* 1982;50:459-68.
7. Lemery R, Brugada P, Bella PD, Dugernier T, van den Dool A, Wellens HJ. Nonischemic ventricular tachycardia. Clinical course and long-term follow-up in patients without clinically overt heart disease. *Circulation* 1989;79:990-9.
8. Callans DJ, Menz V, Schwartzman D, Gottlieb CD, Marchlinski FE. Repetitive monomorphic tachycardia from the left ventricular outflow tract: electrocardiographic patterns consistent with a left ventricular site of origin. *J Am Coll Cardiol* 1997;29:1023-7.
9. Krebs M. Ventricular tachycardias mimicking those arising from the right ventricular outflow tract. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2000;11:45-51.
10. Wilber DJ and Sandeep J. Ablation of idiopathic right ventricular tachycardia. 3rd ed. New York: David J. Wilber, Douglas L. Packer and William G. Stevenson; 2008.p.279
11. O'Connor BK, Case CL, Sokoloski MC, Blair H, Cooper K, Gillette PC. Radiofrequency catheter ablation of right ventricular outflow tachycardia in children and adolescents. *J Am Coll Cardiol* 1996;27:869-74.
12. Morady F, Kadish AH, DiCarlo L, et al. Long-term results of catheter ablation of

DOI: 10.5031/v1i2.RIA1086

- idiopathic right ventricular tachycardia. *Circulation* 1990;82:2093-9.
13. Wilber DJ, Baerman J, Olshansky B, Kall J, Kopp D. Adenosine-sensitive ventricular tachycardia. Clinical characteristics and response to catheter ablation. *Circulation* 1993;87:126-34.
 14. Yamada T, McElderry HT, Doppalapudi H, Kay GN. Ventricular tachycardia with a myocardial fibre travelling from the origin in the right aortic sinus cusp to the epicardial breakout site of the right ventricular outflow tract. *Europace* 2008;10:469-70.
 15. Yamada T, Murakami Y, Yoshida N, et al. Preferential conduction across the ventricular outflow septum in ventricular arrhythmias originating from the aortic sinus cusp. *J Am Coll Cardiol* 2007;50:884-91.
 16. Hachiya H, Aonuma K, Yamauchi Y, Igawa M, Nogami A, Iesaka Y. How to diagnose, locate, and ablate coronary cusp ventricular tachycardia. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2002;13:551-6.
 17. Kamakura S, Shimizu W, Matsuo K, et al. Localization of optimal ablation site of idiopathic ventricular tachycardia from right and left ventricular outflow tract by body surface ECG. *Circulation* 1998;98:1525-33.
 18. Ouyang F, Fotuhi P, Ho SY, et al. Repetitive monomorphic ventricular tachycardia originating from the aortic sinus cusp: electrocardiographic characterization for guiding catheter ablation. *J Am Coll Cardiol* 2002;39:500-8.
 19. Kumagai K. Electrocardiographic Characteristics of the Variants of Idiopathic Left Ventricular Outflow Tract Ventricular Tachyarrhythmias. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2008;19.
 20. Yamada T, Yoshida N, Murakami Y, et al. Electrocardiographic characteristics of ventricular arrhythmias originating from the junction of the left and right coronary sinuses of Valsalva in the aorta: the activation pattern as a rationale for the electrocardiographic characteristics. *Heart Rhythm* 2008;5:184-92.
 21. Callans DJ. Catheter ablation of idiopathic ventricular tachycardia arising from the aortic root. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2009;20:969-72.
 22. Ito S, Tada H, Naito S, et al. Development and validation of an ECG algorithm for identifying the optimal ablation site for idiopathic ventricular outflow tract tachycardia. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2003;14:1280-6.
 23. Schreieck J, Hessling G, Pustowoit A and Schmitt C. *Ventricular Tachycardia*. 1st ed. Munich: Schmitt C, Deisenhofer I and Zrenner B.; 2006.p.183
 24. Asirvatham SJ. Correlative anatomy for the invasive electrophysiologist: outflow tract and supraventricular arrhythmia. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2009;20:955-68.
 25. Takahashi N, Saikawa T, Oribe A, et al. Radiofrequency catheter ablation from the left sinus of Valsalva in a patient with idiopathic ventricular tachycardia. *Pacing Clin Electrophysiol* 2000;23:1172-5.
 26. Anderson RH. Clinical anatomy of the aortic root. *Heart* 2000;84:670-3.
 27. Strobel JS. Electrocardiographic characteristics of ventricular arrhythmias arising from the aortic sinuses of Valsalva: a case report and review of the literature. *J Interv Card Electrophysiol* 2002;7:203-7.
 28. Lin D, Ilkhanoff L, Gerstenfeld E, et al. Twelve-lead electrocardiographic characteristics of the aortic cusp region guided by intracardiac echocardiography and electroanatomic mapping. *Heart Rhythm* 2008;5:663-9.
 29. Yang Y, Saenz LC, Varosy PD, et al. Using the initial vector from surface electrocardiogram to distinguish the site of outflow tract tachycardia. *Pacing Clin Electrophysiol* 2007;30:891-8.
 30. Alasady M, Singleton CB, McGavigan AD. Left Ventricular Outflow Tract Ventricular Tachycardia Originating from the Noncoronary Cusp: Electrocardiographic and Electrophysiological Characterization and Radiofrequency Ablation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2009.
 31. Yamada T, McElderry HT, Doppalapudi H, et al. Idiopathic ventricular arrhythmias originating from the aortic root prevalence,

DOI: 10.5031/v1i2.RIA1086

- electrocardiographic and electrophysiologic characteristics, and results of radiofrequency catheter ablation. *J Am Coll Cardiol* 2008;52:139-47.
32. Suleiman M, Asirvatham SJ. Ablation above the semilunar valves: when, why, and how? Part I. *Heart Rhythm* 2008;5:1485-92.
33. Ouyang F, Ma J, Ho SY, et al. Focal atrial tachycardia originating from the non-coronary aortic sinus: electrophysiological characteristics and catheter ablation. *J Am Coll Cardiol* 2006;48:122-31.
34. Suleiman M, Asirvatham SJ. Ablation above the semilunar valves: when, why, and how? Part II. *Heart Rhythm* 2008;5:1625-30.