

# Diagnóstico Prenatal

[www.elsevier.es/diagnprenat](http://www.elsevier.es/diagnprenat)



## Artículo especial

# Secuencia TRAP: diagnóstico, opciones de tratamiento y experiencia propia

Luisa Fernanda Gómez, Francisca Sonia Molina\*, María Dolores Fresneda y María del Carmen Padilla

Unidad de Medicina Materno-Fetal, Unidad de Gestión Clínica de Obstetricia y Ginecología, Hospital Universitario San Cecilio (HUSC), Granada, España

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

#### Historia del artículo:

Recibido el 23 de mayo de 2012

Aceptado el 25 de mayo de 2012

On-line el 19 de julio de 2012

#### Palabras clave:

Secuencia de perfusión arterial reversa en gemelos

Gestación gemelar monocorial

Terapia láser

Terapia fetal

### R E S U M E N

La secuencia de perfusión arterial reversa (twin reversed arterial perfusion [TRAP]) es una rara complicación exclusiva de las gestaciones múltiples monocoriales. Se caracteriza por la presencia de un feto malformado que tiene un corazón rudimentario o ausente, y no tiene perfusión directa placentaria, sino que esta le llega a través de una comunicación arterio-arterial (A-A) desde el co-gemelo estructuralmente normal (o feto bomba) y luego doblemente desoxigenada tras perfundir al acardio, retorna al feto bomba por una conexión veno-venosa (V-V).

La historia natural de la enfermedad es la muerte por fallo cardíaco del gemelo bomba en un 35-55% de los casos.

El propósito de este artículo es revisar tanto los aspectos básicos como el estado actual de esta condición, incidiendo principalmente en el diagnóstico, en las opciones de manejo, alternativas de tratamiento invasivo prenatal, y ofrecer la revisión de nuestra experiencia.

© 2012 Asociación Española de Diagnóstico Prenatal. Publicado por Elsevier España, S.L.  
Todos los derechos reservados.

### TRAP sequence: diagnosis, treatment options and personal experience

#### A B S T R A C T

Twin reversed arterial perfusion syndrome or TRAP sequence is a rare and exclusive complication of monochorionic pregnancies. It is characterized by the presence of a malformed fetus whose heart is rudimentary or absent, and has no direct placental perfusion, but its blood flow is coming through a direct A-A (A-A) communication from the structurally normal co-twin, (pump twin), and then after perfusing to the acardiac one, double deoxygenated blood returns to the pump twin through a veno-venous connection (V-V).

The natural history of the disease is death from heart failure of the pump twin in 35-55% of the cases.

#### Keywords:

Twin reversed arterial perfusion sequence

Monochorionic twin pregnancy

Laser therapy

Fetal therapy

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [fsoniamolina@gmail.com](mailto:fsoniamolina@gmail.com) (F.S. Molina).

The purpose of this paper is to review the basics aspect and the current status of this condition, focusing primarily on diagnosis, management options, prenatal invasive treatment alternatives, and to present a review of our experience.

© 2012 Asociación Española de Diagnóstico Prenatal. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

## Introducción

La secuencia de perfusión arterial reversa, conocida en la literatura anglosajona como secuencia twin reversed arterial perfusion (TRAP), es una rara complicación exclusiva de las gestaciones múltiples monocoriales. Se presenta en uno de cada 35.000 embarazos, una de cada 100 gestaciones monocoriales y una de cada 30 triples monocoriales y se caracteriza por la presencia de un feto malformado que tiene un corazón rudimentario no funcionante o ausente, y no tiene perfusión directa placentaria, sino que esta le llega a través de una comunicación arterio-arterial (A-A) desde el co-gemelo estructuralmente normal (o feto bomba) y luego doblemente desoxigenada tras perfundir al acardio, retorna al feto bomba por una conexión veno-venosa (V-V)<sup>1,2</sup>.

La historia natural de la enfermedad es la muerte por fallo cardíaco del gemelo bomba en un 35-55% de los casos. Sin embargo, no existen mayores referencias con respecto a la morbilidad, ni a corto ni a largo plazo, del gemelo sobreviviente que es sometido de forma crónica a una menor saturación de oxígeno<sup>3</sup>.

Su mal pronóstico ha llevado al desarrollo de varias técnicas de terapia intrauterina, para interrumpir el flujo hacia el feto acardio, lo cual parece haber mejorado la supervivencia, sin embargo la pertinencia de tratamiento, técnica del mismo, y el momento idóneo de la intervención permanecen todavía indefinidos<sup>4-7</sup>.

El propósito de este artículo es revisar tanto los aspectos básicos como el estado actual de esta condición, incidiendo principalmente en las opciones de manejo, alternativas de tratamiento invasivo prenatal y ofrecer la revisión de nuestra experiencia.

## Fisiopatología, diagnóstico y características pronósticas

El gemelo acardio puede ser variable en su estructura, desde ser bien diferenciado a carecer de anatomía reconocible, siendo seudo-acárdicos cuando tienen una estructura cardíaca primitiva, o holoacárdicos cuando dicha estructura no existe. La mayoría de las veces el gemelo acardio es acéfalo y tiene ausencia de extremidades superiores, con un tronco central y presencia de columna. En más de 2 tercios de los casos se encuentra un cordón umbilical con 2 vasos. Por ausencia entre los sistemas circulatorio y linfático, este gemelo frecuentemente desarrolla edema subcutáneo severo e higroma quístico, que pueden aumentar significativamente su tamaño y distorsionar aún más su anatomía<sup>1</sup>.

Existe la presencia de una anastomosis A-A y otra V-V que comunican las circulaciones del gemelo acárdico con el gemelo bomba y, ocasionalmente, el cordón del gemelo

acárdico se inserta directamente en el cordón del gemelo bomba y las arterias y venas de ambos están directamente anastomosadas, por lo tanto, el gemelo acárdico carece de tejido placentario funcional, lo que es de vital importancia en el tratamiento invasivo de estos casos<sup>1,7</sup>.

El flujo arterial sigue un curso en forma retrógrada por la arteria umbilical del gemelo acárdico a través de esta anastomosis A-A única y la sangre pobremente oxigenada que no atraviesa la placenta ingresa a la circulación del gemelo acárdico a través de las arterias ilíacas y perfunde las estructuras caudales más que las cefálicas; el flujo sanguíneo luego retorna a la circulación del gemelo bomba por una anastomosis V-V única. Este circuito explica por qué las extremidades inferiores de un gemelo acárdico se encuentran con mejor desarrollo que las estructuras cefálicas, ya que estas últimas reciben sangre severamente desoxigenada, lo que produce el desarrollo anormal y atrofia del corazón y otros órganos dependientes<sup>1-3</sup>.

El gemelo acárdico pone en riesgo al feto bomba ya que el shunt sistémico producido por el gemelo acárdico aumenta la demanda hemodinámica del gemelo bomba, ocasionando una insuficiencia cardiaca congestiva de alto gasto y polihidramnios. Además, la sangre desoxigenada del gemelo bomba, tras perfundir al feto acárdico, queda doblemente desoxigenada, siendo esta sangre devuelta al gemelo bomba a través de su anastomosis V-V, causándole una hipoxia crónica y restricción de crecimiento<sup>1-3</sup>.

El diagnóstico se sospecha en presencia de un feto severamente malformado en el caso de una gestación gemelar monocorial. Ecográficamente se sugiere el diagnóstico ante la presencia de una discordancia de tamaño entre los fetos, ausencia de latido cardíaco en uno de ellos, aunque la presencia de actividad cardíaca no excluye el diagnóstico, y una escasa definición de la cabeza, tronco y extremidades superiores, deformidad de extremidades inferiores, edema subcutáneo marcado y áreas quísticas anormales<sup>1-3</sup>.

La demostración de flujo reverso en la arteria umbilical hacia el feto acárdico con doppler color y flujo aórtico en dirección cefálica establece el diagnóstico, además también se considera que la demostración de flujo sanguíneo dentro de una masa sin latido cardíaco es característico de esta anomalía. Los principales diagnósticos diferenciales son la muerte intrauterina de un feto monocorial severamente malformado, los teratomas placentarios o del cordón umbilical. El continuo crecimiento del feto «muerto» en ecografías sucesivas sugiere el diagnóstico<sup>1</sup>.

El tamaño del feto acárdico y el estatus cardiovascular del feto bomba son los factores más importantes para predecir el resultado perinatal y orientar su manejo. Se ha propuesto la relación de peso del feto acárdico expresada como porcentaje de peso del feto bomba como factor pronóstico, (aunque esta no es precisa debido a la dificultad de medir al feto acárdico por su estructura amorfa, y puede sustituirse por la circunferencia

abdominal del feto acardio expresada como porcentaje de la circunferencia abdominal del feto bomba). Cuando la relación está por encima del 70%, la incidencia de parto prematuro, polihidramnios y fallo cardiaco se producen en un 90, 40 y 30% de los casos respectivamente. Mientras que si es inferior al 50%, el parto prematuro se presenta en el 35% de los casos, polihidramnios en el 18% y no se encontraron casos de fallo cardiaco<sup>8</sup>.

Se ha identificado que diferencias entre los índices de resistencia (que podrían extrapolarse hoy a los índices de pulsatilidad) de las arterias umbilicales de ambos fetos se asocian con un resultado perinatal adverso para el feto bomba. Los índices de impedancia bajos representan una alta velocidad diastólica en el feto acárdico y esto refleja un importante flujo hacia el interior de este feto, sugiriendo una gran comunicación A-A y un gran volumen de sangre desde el feto bomba hacia el feto acárdico<sup>9</sup>. Otros signos de deterioro cardiovascular del feto bomba son cardiomegalia, derrame pericárdico, regurgitación tricusípidea, flujo reverso en el ductus venoso, pulsatilidad en la vena umbilical y velocidad pico sistólica elevada en la arteria cerebral media secundaria a la anemia fetal; cualquiera de estos signos predice un mal resultado perinatal.

Con frecuencia no bien aclarada en la literatura y cuando no existen signos de mal pronóstico, en casos de diagnóstico temprano y con poco flujo al feto acárdico, puede ocurrir el cese del flujo a este feto, con disminución de su tamaño y resultando en una resolución espontánea del problema<sup>10</sup>.

### Opciones de manejo y tratamiento

El tratamiento de los embarazos complicados con un gemelo acardio tiene como meta alcanzar la supervivencia e indemnidad del feto bomba e idealmente un parto a término.

No está resuelta aún la pertinencia de tratamiento prenatal vs manejo expectante, y en casos de tratamiento intrauterino, la técnica del mismo y el momento idóneo de la intervención.

Resumimos a continuación la evidencia publicada al respecto.

#### Manejo expectante

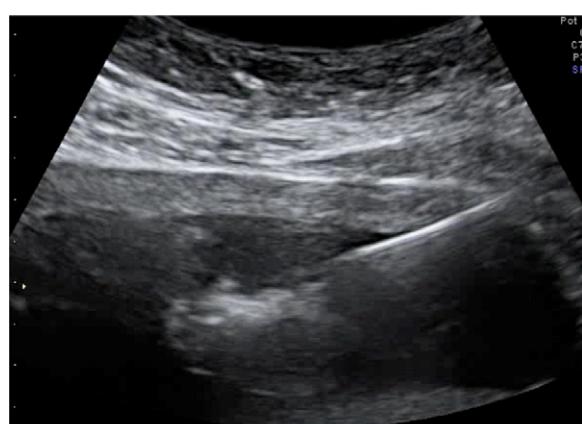
El riesgo del tratamiento intraútero debe compararse con la probabilidad de un cese espontáneo de la vascularización del feto acardio y con el riesgo de muerte espontánea intrauterina del feto bomba sin signos previos de descompensación cardiaca<sup>6</sup>.

Debido a la gran implementación de la ecografía del primer trimestre, y a la mayor resolución de los ecógrafos actuales, los casos de TRAP se diagnostican cada vez más precozmente en el embarazo. La mayoría de los centros de medicina fetal retrasan el tratamiento hasta la semana 16-18 de embarazo, e incluso a una posterior<sup>11-13</sup>, pero un estudio reciente ha demostrado que si esperamos hasta ese momento, el feto bomba muere aproximadamente en un tercio de los casos y que no existen marcadores ecográficos específicos para predecir con certeza cuáles son los casos en que esto sucederá<sup>14</sup>. Solo un 8% de los TRAP diagnosticados en el primer trimestre en los que se optó por manejo expectante tras comprobar el cese del flujo en el feto acardio nacieron vivos.



**Figura 1 - Imagen ecográfica de una gestación monocorial de 13 semanas con secuencia de perfusión arterial inversa. El feto de la parte superior es claramente acardio y acéfalo.**

Por el contrario en casos de diagnóstico tardío en la gestación podría existir un lugar para el manejo expectante. El artículo publicado por Jelin E et al.<sup>4</sup> con 18 pacientes diagnosticados de TRAP compara el resultado del manejo conservador vs intervención mediante radiofrecuencia para ocluir la vascularización del feto acárdico siempre que este fuera menor del 50% del peso del feto bomba. La supervivencia al nacimiento fue del 100% (7/7) en el grupo de tratamiento con radiofrecuencia y del 91% (10/11) en el grupo con manejo conservador. No hubo diferencias significativas en la edad gestacional al parto ni en el peso de los recién nacidos, concluyendo así que el manejo conservador con seguimiento estricto parece ser una opción segura en estos casos. El polihidramnios, la presencia de signos ecográficos de fallo cardiaco, hidrops fetal o el aumento del tamaño del feto acardio por encima del 50% del feto bomba durante el seguimiento eran criterios de indicación de tratamiento con radiofrecuencia.



**Figura 2 - Imagen ecográfica del momento de ablación vascular percutánea ecoguiada con láser diodo del feto acardio.**

**Tabla 1 – Resumen de las series sobre las técnicas principales para el tratamiento de la perfusión arterial reversa, comentadas en el texto. Datos clínicos y resultados de las series publicadas con más de 5 casos**

Autor	Técnica	Instrumento	EG al tratamiento (semanas) Media±DS (Rango)	EG al parto (semanas) Media±DS (Rango)	Intervalo tratamiento-parto (semanas) Media±DS (Rango)	Supervivencia del feto bomba número/total (%)
Quintero et al., 2006 <sup>11</sup>	Láser del cordón umbilical	NR	20,9 ± 1,33	29,4 ± 6,71	8,6 ± 7,6	4/7 (57%)
Quintero et al., 2006 <sup>11</sup>	Láser de las anastomosis	NR	19,4 ± 2,39	30,4 ± 5,19	11,2 ± 6,9	6/6 (100%)
Deprest et al., 2000 <sup>24</sup>	Bipolar	Trócar de 8-9 Fr	19,8 ± 1,73 (18-23)	33,4 ± 7,28 (19-39)	13,6 ± 6,59 (1-20)	4/5 (80%)
Robyr et al., 2005 <sup>17</sup>	Bipolar	Trócar de 10 Fr	18,4 ± 3,12 (16-27)	31,8 ± 8,38 (16-41)	13,4 ± 8,6 (0-24)	11/17 (65%)
Bebbington et al., 2012 <sup>7</sup>	Bipolar	Trócar de 3,8 mm, pinza bipolar de 2,7 mm	20,9 ± 2,7	34,7 (29,2-38,6)	12,4 ± 6,01	32/35 (92%)
Hecher et al., 2006 <sup>12</sup>	Técnicas combinadas: coagulación láser de anastomosis/cordón + pinza bipolar	Fetoscopio de 2 mm, pinza bipolar de 2,3-3 mm, trócar N.R.	18,3 (14,3-24,7)	37,4 (23,7-41,4)	18,2 (1,1-25,7)	48/60 (80%)
Deprest et al., 2000 <sup>24</sup>	Técnicas combinadas: láser/coagulación bipolar del cordón	Aguja de 18 G Cáñula de 8-10 Fr Pinza bipolar 2,7-3 mm	19,8 (18-23) 21 (15-29,5)	33,4 (19-39) 35,4 (24-40,4)	15,1 (7-20) NR	16/22 (73%)
Lewi et al., 2006 <sup>18</sup>						
O'Donoghue et al., 2008 <sup>23</sup>	Láser intrafetal	Aguja de 18 G	16,6 ± 2,78 (12,3-20,7)	29,3 ± 9,85 (13,3-39,1)	12,7 ± 10,28 (1-34)	6/10 (60%)
Scheier et al., 2012 <sup>6</sup>	Láser intrafetal	Aguja de 17-20 G	16,2 (13,1-20,3)	38,0 (34,3-40,6)	21,8 (18,2-27,7)	6/7 (85%)
Tsao et al., 2002 <sup>13</sup>	Ablación radiofrecuencia	Dispositivo de 14 G	20,7 ± 1,77 (17,7-23,7)	36,2 ± 4,96 (24,4-40,4)	15,5 ± 5,47 (2,3-21)	12/13 (92%)
Lee et al., 2007 <sup>19</sup>	Ablación radiofrecuencia	Dispositivo de 14-17 G	(18-24)	34,8 (24-40)	NR	25/29 (86%)
Bebbington et al., 2012 <sup>7</sup>	Ablación radiofrecuencia	Dispositivo de 17 G	20,2 ± 2,2	33,0 (23,4-38,3)	10,5 ± 6,7	14/18 (78%)

EG: edad gestacional; NR: no relatado.

**Tabla 2 – Resumen de los datos clínicos, manejo realizado y el resultado del embarazo en nuestros casos atendidos en los últimos 5 años**

	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8
EG al diagnóstico (semanas + días)	16 + 2	13 + 2	16 + 1	20 + 3	15 + 4	12 + 1	12 + 2	21 + 6
Tipo de gemelos	MCDA	MCDA	MCTA	MCDA	MCDA	MCMA	MCDA	MCTA
RCA o RLCN antes del tratamiento/MIU	RCA 0,86	RLCN 0,56	RCA 0,90; 0,90	RCA 0,86	RCA 1,01	RLCN 0,61	RLCN 0,31	RCA 0,86; 0,87
IP del DV del feto bomba antes del tratamiento/MIU	1,22	2,07	1,76; 0,94	0,90	No disponible	No disponible	0,74	1,00; 0,80
EG al tratamiento (semanas + días)	16 + 2	13 + 2	16 + 1	20 + 3	17 + 4	Manejo expectante	12 + 2	Manejo expectante
Modo de tratamiento	Láser intrafetal con aguja	Láser intrafetal con aguja	Láser intrafetal con aguja	Láser intrafetal con aguja	Láser fetoscopia	-	Láser intrafetal con aguja	-
Resultado del gemelo bomba	Vivo sano	Vivo sano	Ambos vivos sanos	MIU	Vivo sano	MIU 14 + 2	MIU 12 + 5	Ambos vivos sanos
EG al parto (semanas + días)	37 + 6	38 + 0	34 + 3	20 + 5	29 + 2	-	-	32 + 1
Intervalo entre el tratamiento y el parto (días)	161	173	128	2	82	-	-	No tratamiento

EG: edad gestacional; IP del DV: índice de pulsatilidad del ductus venoso; MCDA: monocorialmonocorial-diamniótico; MCMA: monocorial-monoamniótico; MCTA: monocorialmonocorial-triamniótico; MIU: muerte intrauterina; RCA: relación entre las circunferencia abdominal del acardio con y la del feto bomba; RLCN: relación entre la longitud cráneo-caudal del feto acardio con y la del feto bomba.

## Tipos de terapia prenatal

La oclusión de los vasos del feto acardio cuando está indicada puede realizarse mediante control ecográfico o fetoscópico.

Especificamos en este apartado un resumen de los distintos tipos de tratamientos intraútero para obliterar el flujo del feto acardio que se consideran actualmente más aceptados en las unidades de medicina fetal.

### Oclusión del cordón umbilical o vasos extrafetales

Los casos publicados de coagulación del cordón umbilical mediante fetoscopia usando energía láser que han tenido buen resultado han sido por debajo de la semana 20-24 de gestación<sup>15</sup>. En contraste, una mayor edad gestacional puede estar asociada a edema del cordón umbilical o grandes vasos umbilicales que son más difíciles de coagular con láser, por lo que la oclusión del cordón con pinza bipolar bajo control ecográfico sería una mejor opción<sup>16-18</sup>.

A veces es difícil identificar el cordón umbilical del feto acardio, porque no hay longitud suficiente, es delgado, estructuralmente anormal, o porque los vasos A-A y V-V a veces entran directamente en el feto acardio sin presentar un cordón umbilical identificable. Entonces la separación de las comunicantes placentarias mediante fetoscopia y láser sería una opción de tratamiento<sup>12</sup>.

Las técnicas de oclusión mediante fetoscopia o pinza bipolar requieren la inserción de un instrumento de 10 Fréch de diámetro en la cavidad amniótica, aumentando riesgo de ruptura de membranas, hemorragia y parto pretérmino.

### Terapia intrafetal

Las técnicas intrafetales se dirigen a realizar la ablación de los vasos del feto acardio en la aorta abdominal o los vasos pélvicos, los cuales son fácilmente identificables sin importar la condición del cordón umbilical, la localización placentaria, la cantidad de líquido amniótico o la posición del gemelo acárdico. Esta técnica se facilita considerablemente gracias al uso del ultrasonido doppler color, que permite identificar fácilmente los vasos nutricios del gemelo acárdico y sus principales ramas intraabdominales. La ablación intrafetal ha sido realizada con una amplia variedad de medios pero hoy día están en desuso la inyección de alcohol absoluto y la diatermia monopolar para la oclusión. En la ablación por radiofrecuencia se usa un dispositivo de 14 a 17 G<sup>7,19,20</sup>, y en la ablación por láser intrafetal, que cuenta con una menor invasividad, se utiliza una aguja ecoguiada de 18-20 G por la cual se introduce una fibra de láser (diodo o YAG). La fibra láser se introduce dentro de la aguja hasta que el extremo sobresale unos milímetros por la punta de la aguja. Se aplica entonces la energía láser en pulsos, aumentando la potencia si fuera necesario, hasta que aparezca una zona de aspecto hiperecogénico alrededor del área vascular, lo que indica oclusión de los vasos. A diferencia de la diatermia monopolar, no existe riesgo de daño térmico inadvertido de los tejidos circundantes, ya que la energía se aplica solo en el extremo de la fibra láser y no se conduce a través de la aguja<sup>6,21-23</sup>.

En la tabla 1 se demuestran los resultados de las series publicadas con más de 5 casos tratados de TRAP con las distintas técnicas principales comentadas anteriormente.

## Nuestra experiencia

En los últimos 5 años desde enero 2007 hasta marzo de 2012 hemos atendido 8 casos de secuencia TRAP, 2 de ellos en gestaciones triples, monocoriales-triamnióticas. Cinco de los 8 embarazos han resultado en recién nacidos con buena evolución y 3 de ellos han resultado en muerte del gemelo bomba por distintos motivos. Presentamos un resumen de los datos clínicos, el manejo realizado en cada caso y el resultado del embarazo en la tabla 2. Las figuras 1 y 2 muestran la imagen ecográfica en uno de los casos de diagnóstico precoz en la gestación y el tratamiento con una fibra de láser diodo guiada percutáneamente hacia la pelvis fetal a través de una aguja de 20 G.

## Conclusiones

La secuencia TRAP en una gestación monocorial se caracteriza por la presencia de un feto malformado que tiene un corazón rudimentario o ausente y es perfundido a través de una comunicación A-A y V-V con el co-gemelo estructuralmente normal (o feto bomba).

En general, la historia natural de la enfermedad es la muerte por fallo cardíaco del gemelo bomba en un 35-55% de los casos.

Actualmente es muy frecuente el diagnóstico de secuencia TRAP en el primer trimestre del embarazo, debido a la estandarización de esta ecografía y a la mejor resolución de los equipos ecográficos. En más de un 30% de los casos diagnosticados en el primer trimestre, el feto bomba morirá antes de la semana 16-18 de embarazo sin demostrar signos previos de fracaso cardíaco y por lo tanto la terapia de oclusión vascular intrafetal del feto acardio mediante láser ecoguiado con aguja percutánea a través del abdomen materno podría ser una terapia adecuada y mínimamente invasiva para tratar estos casos antes de la semana 16 de gestación.

En los casos de diagnóstico más tardío según la edad gestacional y los factores pronósticos comentados anteriormente, se debe valorar el manejo expectante vs el tratamiento invasivo, siendo el más adecuado la oclusión láser del cordón umbilical del feto acardio mediante fetoscopia hasta la semana 20-24 de gestación y posteriormente la oclusión del cordón umbilical con pinza bipolar.

La separación de las comunicantes placentarias con el feto bomba es una alternativa en ciertos casos donde el cordón umbilical en el feto acardio no es identificable.

Se han propuesto como vemos un amplio espectro de intervenciones quirúrgicas en el manejo de la secuencia TRAP en la que, por lo raro de esta condición y lo heterogéneo de su presentación, no se ha demostrado que haya una sola técnica considerada como óptima. En general la terapia intrauterina tiene una tasa de sobrevida del gemelo bomba del 80% con 67% de los fetos naciendo sin complicaciones más allá de la semana 36 de embarazo.

## Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Sepúlveda W, Wong AE, Pons A, Gutiérrez J, Corral E. Secuencia de perfusión arterial reversa (gemelo acárdico): evaluación prenatal y tratamiento. *Rev Chil Ultrasonog.* 2005;8:118-30.
2. Chalouhi GE, Stirnemann JJ, Salomon LJ, Essaoui M, Quibel T, Ville Y. Specific complications of monochorionic twin pregnancies: twin to twin transfusion syndrome and twin reversed arterial perfusion sequence. *Semin Fetal Neonatal Med.* 2010;15:349-56.
3. Lewi L, Van Schoubroeck D, Gratacos E, Witters I, Timmerman D, Deprest J. Monochorionic diamniotic twins: complications and management options. *Curr Opin Obstet Gynecol.* 2003;15:177-94.
4. Eric Jelin E, Hirose S, Rand L, Curran P, Feldstein V, Guevara-Gallardo S, et al. Perinatal outcome of conservative management vs fetal intervention for twin reversed arterial perfusion sequence with a small acardiac twin. *Fetal Diagn Ther.* 2010;27:138-41.
5. Tan TY, Sepulveda W. Acardiac twin: a systematic review of minimally invasive treatment modalities. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2003;22:409-19 [Review].
6. Scheier M, Molina FS. Outcome of twin reversed arterial perfusion sequence following treatment with interstitial laser: a retrospective study. *Fetal Diagn Ther.* 2012;31:35-41.
7. Bebbington MW, Danzer E, Moldenhauer J, Khalek N, Johnson MP. Radio frequency ablation vs. bipolar umbilical cord coagulation in the management of complex monochorionic pregnancies. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2012 Feb 3 [Epub ahead of print].
8. Moore TR, Gale S, Benirschke K. Perinatal outcome of forty-nine pregnancies complicated by acardiac twinning. *Am J Obstet Gynecol.* 1990;163:907-12.
9. Dashe JS, Fernandez CO, Twickler DM. Utility of doppler velocimetry in predicting outcome in twin reversed-arterial perfusion sequence. *Am J Obstet Gynecol.* 2001;185:135-9.
10. Sullivan AE, Varner MW, Ball RH, Jackson M, Silver RM. The management of acardiac twins: a conservative approach. *Am J Obstet Gynecol.* 2003;189:1310-3.
11. Quintero RA, Chmait RH, Murakoshi T, Pankrac Z, Swiatkowska M, Bornick PW, et al. Surgical management of twin reversed arterial perfusion sequence. *Am J Obstet Gynecol.* 2006;194:982-91.
12. Hecher K, Lewi L, Gratacos E, Huber A, Ville Y, Deprest J. Twin reversed arterial perfusion: fetoscopic laser coagulation of placental anastomoses or the umbilical cord. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2006;28:688-91.
13. Tsao K, Feldstein VA, Albanese CT, Sandberg PL, Lee H, Harrison MR, et al. Selective reduction of acardiac twin by radiofrequency ablation. *Am J Obstet Gynecol.* 2002;187:635-40.
14. Lewi L, Valencia C, Gonzalez E, Deprest J, Nicolaides KH. The outcome of twin reversed arterial perfusion sequence diagnosed in the first trimester. *Am J Obstet Gynecol.* 2010;203:e1-4, 213.
15. Arias F, Sunderji S, Gimpelson R, Colton E. Treatment of acardiac twinning. *Obstet Gynecol.* 1998;91:818-21.
16. Diehl W, Hecher K. Selective cord coagulation in acardiac twins. *Semin Fetal Neonatal Med.* 2007;12:458-63.
17. Robyr R, Yamamoto M, Ville Y. Selective feticide in complicated monochorionic twin pregnancies using ultrasound-guided bipolar cord coagulation. *BJOG.* 2005;112:1344-8.
18. Lewi L, Gratacos E, Ortibus E, Van Schoubroeck D, Carreras E, Higueras T, et al. Pregnancy and infant outcome of 80 consecutive cord coagulations in complicated monochorionic multiple pregnancies. *AM J Obstet Gynecol.* 2006;194:782-9.
19. Lee H, Wagner AJ, Sy E, Ball R, Feldstein VA, Goldstein RB, et al. Efficacy of radiofrequency ablation for twin-reversed arterial perfusion sequence. *Am J Obstet Gynecol.* 2007;196:e1-4, 459.
20. Livingston JC, Lim FY, Polzin W, Mason J, Crumbleholme TM. Intrafetal radiofrequency ablation for twin reversed arterial perfusion (TRAP): a single center experience. *Am J Obstet Gynecol.* 2007;197:e1-3, 399.
21. Jolly M, Taylor M, Rose G, Govender L, Fisk NM. Interstitial laser: a new surgical technique for twin reversed arterial perfusion sequence in early pregnancy. *BJOG.* 2001;108:1098-102.
22. Soothill P, Sohan K, Carroll S, Kyle P. Ultrasound-guided, intra-abdominal laser to treat acardiac pregnancies. *BJOG.* 2002;109:352-4.
23. O'Donoghue K, Barigye O, Pasquini L, Chappell L, Wimalasundera RC, Fisk NM. Interstitial laser therapy for fetal reduction in monochorionic multiple pregnancy: loss rate and association with aplasia cutis congenita. *Prenat Diagn.* 2008;28:535-43.
24. Deprest JA, Audibert F, Van Schoubroeck D, Hecher K, Mahieu-Caputo D. Bipolar coagulation of the umbilical cord in complicated monochorionic twin pregnancy. *Am J Obstet Gynecol.* 2000;182:340-5.