

Evolución y Pronóstico Materno-fetal de la Cirugía Cardíaca durante el Embarazo

Walkiria Samuel Ávila¹, Ana Maria Milani Gouveia¹, Pablo Pomerantzeff¹, Maria Rita Lemos Bortolotto², Max Grinberg¹, Noedir Stolf¹, Marcelo Zugaib²

Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo¹; Departamento de Obstetrícia e Ginecologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo², São Paulo, SP - Brasil

Resumen

Fundamento: La cirugía cardíaca favorece el pronóstico materno en casos refractarios a la terapéutica clínica, sin embargo está asociada a riesgos cuando realizada durante el embarazo.

Objetivo: Analizar la evolución y el pronóstico materno-fetal de gestantes sometidas a la cirugía cardíaca en el ciclo grávido puerperal.

Métodos: Se estudió la evolución de 41 gestaciones de mujeres que tuvieron indicación de cirugía cardíaca en el ciclo grávido puerperal. La cardiocografía fetal se mantuvo durante el procedimiento en las pacientes con edad gestacional superior a 20 semanas.

Resultados: El promedio de edad materna fue de $27,8 \pm 7,6$ años, con predominio de valvulopatía reumática (87,8%), y 15 de ellas (41,6%) se sometieron a reoperación, debido a disfunción de prótesis valvular. El promedio del tiempo de circulación extracorpórea fue de $87,4 \pm 43,6$ min, y se utilizó la hipotermia en 27 casos (67,5%). Trece madres (31,7%) no presentaron intercorrencias y tuvieron sus recién nacidos vivos y sanos. La evolución postoperatoria de las demás 28 gestaciones (68,3%) reveló: 17 complicaciones maternas (41,5%); tres óbitos (7,3%); 12 pérdidas fetales (29,2%) y 4 casos de malformación neurológica (10%), dos de los cuales evolucionaron para óbito tardío. Hubo una pérdida de seguimiento tras la cirugía. Se operaron a nueve pacientes (21,9%) en carácter de emergencia, situación que influyó ($p < 0.001$) el pronóstico materno.

Conclusión: La cirugía cardíaca durante el embarazo permitió supervivencia materna en un 92,7% y nacimiento de niños sanos en 56,0% de las pacientes que presentaron complicaciones cardíacas refractarias a la terapéutica clínica. El peor pronóstico materno tuvo correlación con la cirugía en carácter de emergencia. (Arq Bras Cardiol 2009;93(1):9-14)

Palabras clave: Cirugía torácica, embarazo, evolución clínica, pronóstico, relaciones materno-fetal.

Introducción

Se estima que la enfermedad cardíaca ocurre entre un 0,5% y 1,0% de las gestaciones, contribuyendo a elevar la tasa de morbimortalidad materno-fetal¹. En el Brasil, entre las otras clases de cardiopatía, la reumática sigue siendo prevalente en las mujeres durante el embarazo y está asociada a altas tasas de complicaciones²⁻⁴.

El deterioro funcional consecuente a la sobrecarga circulatoria fisiológica en el período gestacional^{5,6} en pacientes con reserva funcional reducida es, muchas veces, refractaria a la terapéutica clínica.

La cirugía cardíaca ha proporcionado un pronóstico materno benéfico^{7,8} en esos casos; sin embargo, el procedimiento está

asociado a riesgos obstétricos y fetales elevados, con destaque para el impacto de la circulación extracorpórea (CEC) y de los agentes anestésicos. De ese modo, el tratamiento quirúrgico de cardiopatía durante el ciclo grávido puerperal se lleva a cabo en situaciones restrictas.

Presentamos nuestra experiencia con la cirugía cardíaca, realizada después de haber sido considerada el único método terapéutico pasible de revertir el mal pronóstico en una circunstancia clínica específica.

Métodos

En el período de 1986 a 2007, se operaron a 41 pacientes durante el ciclo grávido puerperal, seguidas por el Sector de Cardiopatía y Embarazo del Equipo de Cardiopatías Valvulares del Instituto do Coração (InCor).

Cuando del procedimiento quirúrgico, la cardiocografía registró, de modo continuo, la dinámica uterina y los latidos fetales en las pacientes con edad gestacional superior a 20 semanas. Las técnicas quirúrgica y anestésica obedecieron a las directrices establecidas para la cirugía cardíaca. Cuidados

Correspondencia: Walkiria Samuel Ávila •

Rua Martiniano de Carvalho 864 cj 1107/1108 - Bela Vista - 01321-000-
São Paulo, SP - Brasil

E-mail: walkiria@incor.usp.br, wsavila@cardiol.br

Artículo recibido el 01/07/2008; revisado recibido 23/09/08;

aceptado 23/09/08.

adicionales respecto a la cirugía convencional se los tuvieron en cuenta con relación a la posición de la paciente, la heparinización, al contenido del *priming* de la CEC, al grado de hipotermia y la protección miocárdica⁹.

Se estudiaron las siguientes variables maternas: (a) preoperatorias, las que incluyeron edad, cardiopatía, edad gestacional en la ocasión de la cirugía y causa de la indicación quirúrgica; (b) intraoperatorias, cuando se tuvieron en cuenta el tipo de procedimiento, la duración (minutos) y la temperatura de la CEC; y (c) postoperatorias; que correspondieron a complicaciones cardíacas, hemorragia, infección y óbito.

Todavía se analizaron: la incidencia de pérdidas fetales, que incluyó aborto espontáneo (hasta 20 semanas de gestación), mortinato y muerto hasta 28 días luego del nacimiento y prematuridad (nacimiento hasta 37 semanas de gestación); peso al nacer; incidencia de malformación congénita y óbito tardío, considerado tras el primer año de vida.

La prevención del trabajo de parto prematuro con la progesterona natural (óvulos de 50 mg a cada 12h en los períodos intra y postoperatorio) prefirió el empleo de la indometacina, por el riesgo que ese fármaco ofrece al cierre del canal arterial intrauterino.

El estudio estadístico descriptivo de los resultados maternos y de los recién nacidos se obtuvo utilizando el promedio y la desviación estándar tras la aplicación de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. El análisis de los efectos independientes de las características maternas sobre la probabilidad de complicaciones utilizó el método de Wolf para obtener el intervalo de confianza.

Resultados

La edad materna varió de 15 a 44 años (promedio de 27,8 ± 7,6 años), y entre las lesiones cardíacas de base, hubo predominio de la valvulopatía reumática, que correspondió a 36 casos (90%). De ellos, 17 (42,5%) presentaban disfunción de prótesis valvular (15 biológicas y dos mecánicas) (Tabla 1).

Entre las situaciones clínicas que indicaron la cirugía, la insuficiencia cardíaca y la congestión pulmonar fueron las principales causas, correspondiendo a 25 casos (62,5%): cinco de shock cardiogénico (12,5%), tres disecciones de aorta (7,3%), que ocurrieron en coartación de aorta, síndrome de Marfan y corazón estructuralmente normal (Tabla 2).

Treinta y siete de las 41 cirugías realizadas ocurrieron con edad gestacional de 4 a 34 semanas (promedio de 21,3 ± 9,3), y cuatro ocurrieron en el puerperio (promedio de 10,2 ± 8 días tras el parto). La reoperación fue indicada en 15 casos (37,5%) debido a la disfunción de prótesis valvular, seguida de 14 casos de implante de prótesis valvular (34,1%), siete comisuromías de la mitral (17,07%), tres correcciones de aneurisma de aorta (7,31%), un caso de revascularización miocárdica (2,43%) y un procedimiento de Blalock-Taussig (2,43%), la única intervención de la serie realizada sin CEC. Se operaron a nueve pacientes (21,9%) en carácter de emergencia.

El tiempo de CEC varió entre 16min y 203min (promedio

de 87,4 ± 43,6). Se utilizó la hipotermia durante la CEC en 27 casos y varió entre 13°C y 32,2°C (30,1°C ± 4,3), consideradas como leve (11 casos), moderada (11 casos) y profunda (cinco casos). Durante la CEC, hubo registro de bradicardia fetal con promedio de 60 latidos por minuto (l/min), que revirtió de modo espontáneo la frecuencia cardíaca normal, promedio de 140 b/min tras la CEC (Figura 1).

Se desarrollaron y evolucionaron 13 gestaciones (31,7%) sin complicación materno-fetal (Figura 2). La evolución de las demás 28 (68,3%) reveló: 17 complicaciones maternas (41,4%) y 3 óbitos en el postoperatorio (7,31%) (Tabla 3); 12 pérdidas fetales (29,2%) y 4 casos de malformación neurológica (10%), dos de los cuales evolucionaron para óbito tardío. Hubo una pérdida de seguimiento obstétrico tras el alta hospitalaria en el postoperatorio de la cirugía cardíaca.

El peso de 27 recién-nacidos vivos (63,4%) fue, en promedio, 2.118,1 ± 875,1 g; hubo 14 partos prematuros (35%), entre los cuales ocurrieron ocho óbitos y cuatro complicaciones neurológicas (10%) – anoxia cerebral asociada la cuadriparesia, atrofia cortical, hidrocefalia y retardo mental.

Se verificaron esas cuatro malformaciones en dos casos de implante de prótesis valvular biológica (uno en posición aórtica y otro en mitroaórtica) y en dos casos de reoperación para sustitución de prótesis valvular biológica en posiciones aórtica y mitral, respectivamente.

El carácter de emergencia de la indicación quirúrgica fue la única variable que tuvo significancia en la correlación entre las características maternas y las complicaciones postoperatorias (Tabla 4).

Tabla 1 - Cardiopatía materna

	Cardiopatía materna	Frecuencia absoluta	Porcentaje relativo
Valvulopatía mitral	Disfunción de prótesis valvular	11	26,82
	Estenosis mitral	10	24,39
	Insuficiencia mitral	6	14,63
Valvulopatía aórtica	Disfunción de prótesis valvular	2	4,87
	Estenosis aórtica	3	7,31
	Insuficiencia aórtica	2	4,87
	Disfunción de prótesis mitral + aórtica	2	4,87
	Aneurisma + coartación de aorta	1	2,43
	Aneurisma de aorta + Síndrome de Marfan	1	2,43
	Disección de aorta en vaso normal	1	2,43
	Transposición completa de los grandes vasos de la base	1	2,43
	Insuficiencia coronaria aguda	1	2,43
	Total	41	100

Tabla 2 - Situaciones clínicas que indicaron a cirugía

Complicación	Frecuencia absoluta	Porcentaje relativo
Insuficiencia cardíaca o congestión pulmonar	25	62,50
Shock cardiogénico	05	12,50
Diseción de aorta	03	7,50
Trombosis de prótesis mecánica	02	5,0
Angina postinfarto do miocardio	01	2,5
Endocarditis infecciosa	01	2,5
Hipoxia	01	2,5
Electiva	03	7,5
Total	41	100,00

Tabla 3 - Distribución de los casos de acuerdo con la evolución materna

Complicación	Frecuencia absoluta	Porcentaje relativo
Óbito	03	7,3 ⁽¹⁾
Complicaciones	17	41,5 ⁽²⁾
Insuficiencia cardíaca	07	41,2
Accidente cerebrovascular	02	11,7
Sangrado	03	17,6
Endocarditis infecciosa	02	11,7
Arritmia* cardíaca	03	17,6
Total	41	100,00

(1) Relativo al total de la casuística; (2) Relativo al total de las complicaciones que no evolucionan para el óbito; * Arritmia (fibrilación atrial en tres casos y bloqueo atrio-ventricular en dos casos).

Discusión

La experiencia mundial en cirugía cardíaca durante el embarazo presenta resultados controvertidos¹⁰⁻¹³. Predominan el carácter retrospectivo y la heterogeneidad de los procedimientos asociados a las dificultades de estandarización de las técnicas quirúrgicas, hechos que dificultan el análisis juicioso de las variables de pronóstico y sus reflejos en la conducta durante la gestación.

El presente estudio incluyó a 41 pacientes seguidas por el mismo equipo multidisciplinario durante el embarazo, lo que permitió cumplir la estandarización de conductas clínica, quirúrgica y obstétrica.

El predominio de la valvulopatía mitral, 27 casos (65,8%), especialmente de las lesiones estenóticas (un 24,3% en válvula natural y un 26,8% en prótesis biológica), es una de las consecuencias de la enfermedad reumática que, todavía

no erradicada en nuestro país, acomete, preferencialmente, la válvula mitral en el sexo femenino y presenta manifestación clínica en la edad reproductiva.

El aumento progresivo del gasto cardíaco en el inicio del segundo trimestre de la gestación propicia la progresión de la clase funcional (CF) de I/II para III/IV, de la clasificación de la *New York Heart Association* (NYHA), lo que es habitual en pacientes portadoras de valvulopatías y que exige constante reevaluación clínica y tratamiento de las eventuales complicaciones, incluyendo la intervención quirúrgica en los casos refractarios.

Anroni et al.¹⁴ evidenciaron que la mayor causa de indicación quirúrgica en el embarazo en 49 casos de valvulopatía (84,4%) fue la progresiva deterioración hemodinámica, el edema agudo de los pulmones y la persistencia de la CF III/IV, no obstante del tratamiento clínico.

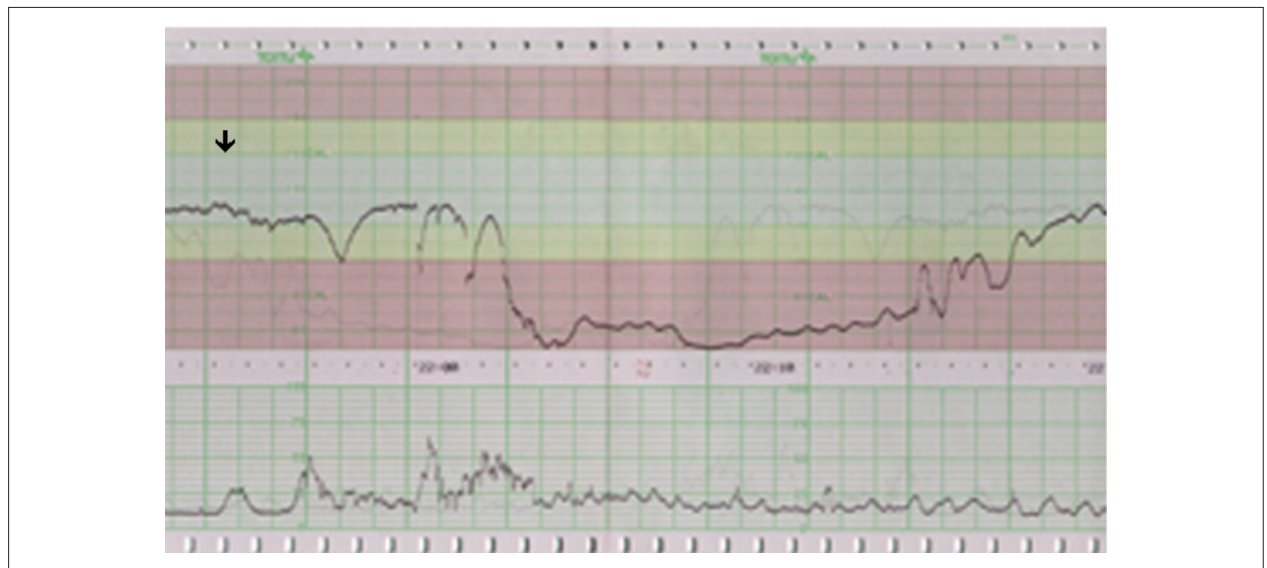


Figura 1 - Registro de la cardiotocografía durante reemplazo valvular aórtico en la 28ª semana de gestación; El trazado superior indica los latidos cardíacos fetales, y el inferior indica el registro de las contracciones uterinas; La flecha (→) indica el inicio de la circulación extracorpórea.

Tabla 4 - Correlación de las características maternas en la probabilidad de ocurrencia de complicaciones

Característica materna	Desenlace	p	OR ⁽²⁾	IC(OR;95%) ⁽³⁾
Complicación materna ⁽¹⁾				
Edad (años)		0,879	1,01	(0,92 – 1,10)
Edad gestacional (semanas)		0,398	1,03	(0,96 – 1,12)
CEC (minutos)		0,261	1,01	(0,99 – 1,04)
Temperatura CEC (° Celsius)		0,622	1,05	(0,87 – 1,27)
Atención de emergencia		0,046	9,82	(1,04 – 92,78)
Pérdida fetal				
Edad (años)		0,325	0,95	(0,86 – 1,05)
Edad gestacional (semanas)		0,639	0,98	(0,90 – 1,07)
CEC (minutos)		0,996	1,00	(0,98 – 1,02)
Temperatura CEC (° Celsius)		0,945	1,01	(0,80 – 1,27)
Atención de emergencia		0,549	1,64	(0,32 – 8,33)
Óbito del RN ⁽⁴⁾				
Edad (años)		0,301	0,95	(0,87 – 1,04)
Edad gestacional (semanas)		0,939	1,00	(0,93 – 1,09)
CEC (minutos)		0,546	1,01	(0,99 – 1,02)
Temperatura CEC(° Celsius)		0,794	1,03	(0,84 – 1,26)
Atención de emergencia		0,544	1,60	(0,35 – 7,30)

(1) - Complicaciones observadas - accidente cerebrovascular, endocarditis infecciosa, insuficiencia cardíaca, sangrado, arritmia cardíaca; (2) - Estimación de la razón de ventajas; (3) - Intervalo de confianza obtenido por el método de Wolf; (4) - Pérdida fetal, mortinato y muerto hasta 28 días luego del nacimiento.

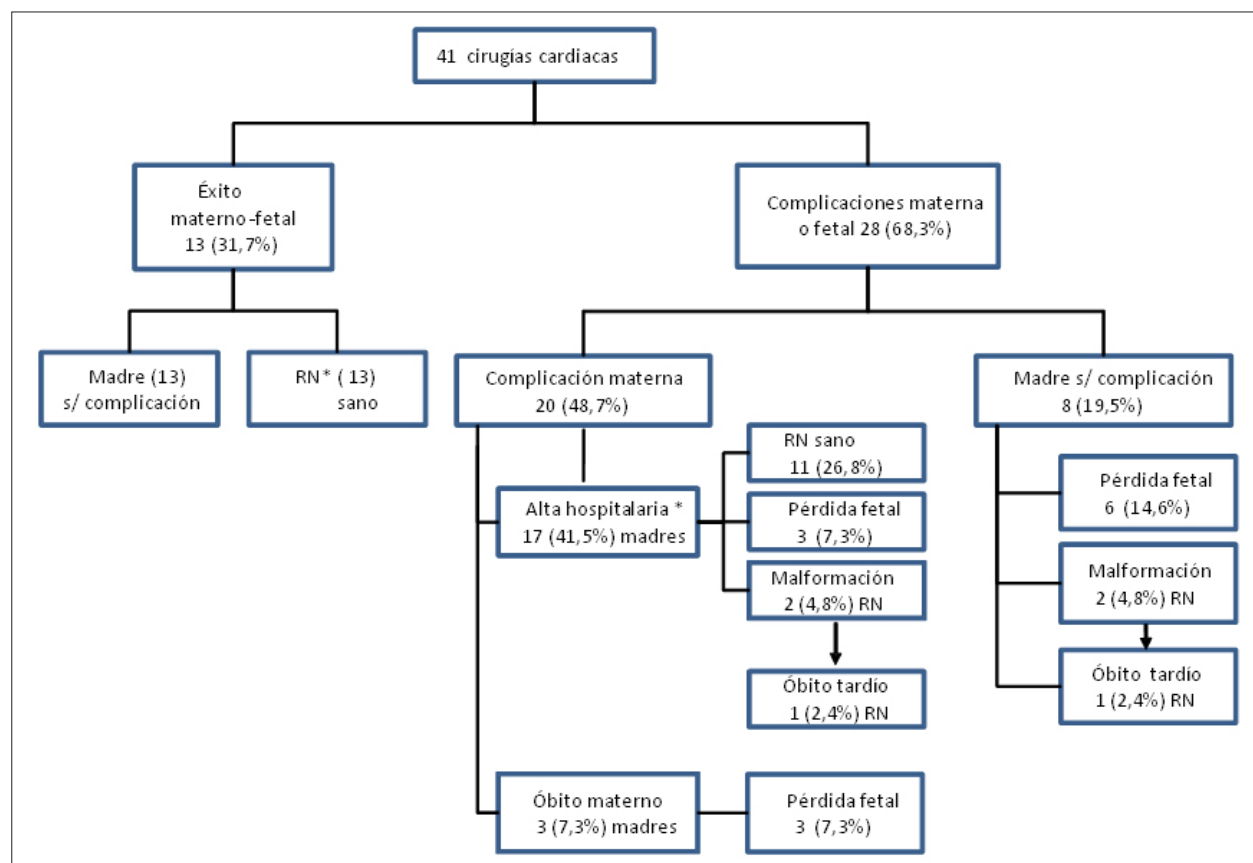


Figura 2 - Cirugía cardíaca en el embarazo. Evolución Materno-fetal; * RN - Recién nacido; * Pérdida de segmento 1(2,4%) RN.

Otro aspecto de importancia es la edad gestacional en que se lleva a cabo la cirugía cardíaca. Cuanto más precoz es el surgimiento de complicaciones en pacientes con lesiones graves, la tendencia a indicarse la cirugía es mayor, aun en los casos en que la buena respuesta al tratamiento clínico es inmediata, porque el potencial de deterioro hemodinámico con el progreso del embarazo y durante el parto y el puerperio es muy alto, favoreciendo la recurrencia de complicación y el óbito materno. Esa línea de pensamiento justifica el promedio de la edad gestacional de 20 semanas, encontrada en nuestro estudio.

La necesidad de reoperación en 17 casos de valvulopatía (41,4%) que cursaron con insuficiencia cardíaca y shock cardiogénico alerta para la mala evolución clínica de la disfunción de prótesis valvular en el embarazo, ya sea por calcificación en la biológica, ya sea por trombosis en la mecánica.

Esos datos están de acuerdo con Salazar et al.¹⁵, los cuales revelaron que, entre 15 casos de cirugía cardíaca en el estado grávido, 13 (86,6%) eran portadoras de valvulopatía reumática, pero ocho (61,5%) presentaban disfunción de prótesis valvular. Se debe, por lo tanto, tener en cuenta que la disfunción de prótesis valvular representa riesgo materno en el desarrollo de la gestación y alto potencial de la necesidad de reoperación debido al deterioro hemodinámico, a veces irreversible.

Respecto a la disección de aorta, situación que exigió cirugía de emergencia en tres casos, se la podemos considerar como un evento menos frecuente y de alto riesgo en el período gestacional¹⁶. Las dificultades del diagnóstico, la valorización de los síntomas (que se confunden con los del embarazo normal) y el límite de la investigación invasiva (debido al potencial riesgo al concepto) resultan en la demora del tratamiento y aumentan la tasa de muerte por la enfermedad.

La incidencia de disección de aorta en una mujer con síndrome de Marfan y otra con coartación de aorta, en nuestro estudio, es una situación ya documentada y reconocida como relacionada al embarazo¹³. Sin embargo sorprende su incidencia en gestante sana, como descrito en el tercer caso de nuestra serie, suscitando la hipótesis de la fuerte correlación entre embarazo y disección de la aorta, resultante de los cambios estructurales vasculares de la gestación¹⁷.

La indicación de cirugía en la disección tuvo en cuenta las probabilidades de supervivencia de la madre y del feto, el tipo de disección, el cuadro clínico materno y la edad gestacional. En los dos casos en que la disección ocurrió con feto viable (32 y 33 semanas de gestación), la cesariana que precedió a la cirugía de corrección del aneurisma buscó la preservación de la vida fetal y evitó el riesgo del trabajo de parto espontáneo en el postoperatorio¹⁸.

Se admite que el embarazo no modifica el riesgo de muerte materna por cirugía cardíaca. Sin embargo se verifica que la tasa de un 7,5% de óbito materno verificada en nuestro estudio, la de un 8,6% registrada por Arnoni et al.¹⁴ y la de un 13,3% descrita por Salazar et al.¹⁵ son relativamente elevadas cuando comparadas a la del tratamiento quirúrgico en valvulopatía para dicho grupo de edad.

Esos porcentajes son debidos, según los autores, al carácter de emergencia de la indicación quirúrgica que, en el presente estudio, fue la única variable a correlacionarse con la complicación y el óbito materno en el postoperatorio.

En cuanto a los resultados del embarazo, los porcentajes del 25% de pérdidas fetales y el 35% de prematuridad registrados en nuestro estudio, superior de la población de gestantes cardiopatas, estimados en el 12% y el 15%, respectivamente, son probables consecuencias de las variaciones de flujo sanguíneo y de saturación arterial de oxígeno resultantes de la anestesia y de la CEC.

La hiperventilación durante la anestesia resulta en reducción del flujo uterino en 25% y descenso del retorno venoso y del gasto cardíaco maternos por los efectos mecánicos de la presión positiva¹⁹. La hiperventilación materna y la alcalosis respiratoria también disminuyen la tensión arterial de oxígeno fetal y favorecen la desviación de la curva de disociación de la hemoglobina materna²⁰.

Se admite que la CEC proporciona la formación de microémbolos placentarios, por concentrado de hematíes y de microburbujas que, en conjunto con las variaciones de presión arterial y la hipotermia materna, agravan la hipoxia en la circulación útero-placentaria y desencadenan la dinámica uterina y el trabajo de parto²¹.

Los mismos efectos explican la bradicardia fetal que se puede atribuir a cambios de flujo placentario, lo cual, durante la CEC, pasa de pulsátil para no pulsátil y laminar, además de la hemodilución y de la hipotermia^{22,23}.

Los admitidos riesgos teratogénicos consecuentes a la anestesia y a la CEC en la fase de embriogénesis no se verificaron en los tres casos de cirugía electiva que ocurridos en el primer trimestre del embarazo. Sin embargo hubo cuatro casos de malformación neurológica (11,4%) ocurridos en fetos de pacientes operadas tras 20 semanas de gestación, probablemente como resultado de la hipoxia intrauterina.

La reducción del flujo sanguíneo en las arterias umbilicales causan hipoxemia y vasoconstricción en la circulación fetal, lo que, cuando persistente y prolongada, agota el mecanismo compensatorio de vasodilatación y el aumento de flujo sanguíneo diastólico en la arteria cerebral media, resultando en isquemia cerebral^{24,25}.

De ahí se justifica el empleo de la flujometría doppler para la monitorización del flujo de las arterias uterinas y de las arterias umbilicales como guía para que el técnico de la perfusión controle el estándar hemodinámico durante la CEC^{26,27}.

Se concluye que la cirugía cardíaca llevada a cabo durante el ciclo grávido puerperal permitió la supervivencia materna en un 92,7% y el nacimiento de niños sanos en el 56% de las gestantes que presentaron complicaciones cardíacas refractarias a otras terapéuticas. El carácter de emergencia en la indicación de la cirugía tuvo correlación significativa con el peor pronóstico materno en el postoperatorio.

Agradecimientos

A la Dra. Maeve de Barros Correia por la corrección ortográfica.

Potencial Conflicto de Intereses

Declaro no haber conflicto de intereses pertinentes.

Fuentes de Financiación

El presente estudio no tuvo fuentes de financiación

externas.

Vinculación Académica

No hay vinculación de este estudio a programas de postgrado.

Referencias

1. Feitosa HN, Moron AF, Born D, Almeida PAM. Mortalidade materna por cardiopatia. *Rev Saude Pública*. 1991; 25: 443-51.
2. Ávila WS, Rossi EG, Ramires JA, Grinberg M, Bortolotto MR, Zugaib M, et al. Pregnancy and heart disease: experience with 1000 cases. *Clin Cardiol*. 2003; 26 (3): 135-42.
3. Andrade J, Ciari Jr C, Marcus RER, Almeida PAM, Meneghello Z, Siqueira AF, et al. Evolução da gravidez em pacientes cardíacas com prótese de dura mater. *Arq Bras Cardiol*. 1979; 32 (3 sup.1): 31.
4. Born D, Martinez EE, Almeida PAM, Santos DV, Carvalho AC, Moron AF, et al. Pregnancy in patients with prosthetic heart valves: effects of anticoagulation on mother, fetus, and neonate. *Am Heart J*. 1992; 124 (2): 413-7.
5. Grinberg M, Avila WS, Amaral FMC. Modificações hemodinâmicas da gravidez. In Andrade J, Avila WS (eds). *Doença cardiovascular, gravidez e planejamento familiar*. São Paulo: Atheneu; 2003. p. 11-20.
6. Ueland K, Metcalfe J. Circulatory changes in pregnancy. *Clin Obstet Gynaecol*. 1975; 18: 41-8.
7. Weiss BM, Von Segesser LK, Alon E, Seifert B, Turina MI. Outcome of cardiovascular surgery and pregnancy: a systematic review of the period 1984-1996. *Am J Obstet Gynecol*. 1998; 179: 1643-53.
8. Bernal JM, Miralles PJ. Cardiac surgery with cardiopulmonary bypass during pregnancy. *Obstet Gynecol Surv*. 1986; 41: 1-6.
9. Pomini F, Mercogliano D, Cavalletti C, Caruso A, Pomini P. Cardiopulmonary bypass in pregnancy. *Ann Thorac Surg*. 1996; 61: 259-68.
10. Méier MA, Feldman J, Maia JC, Jazbik W, Pernambuco P, et al. Cirurgia cardíaca durante a gravidez: doze casos operados com circulação extracorpórea e hemodiluição. *Arq Bras Cardiol*. 1968; 21 (2): 73-86.
11. Born D, Massonetto JC, Almeida PAM, Moron AF, Buffolo E, Gomes WJ, et al. Cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea em gestantes: análise da evolução materno-fetal. *Arq Bras Cardiol*. 1995; 64: (3): 207-11.
12. Pomerantzeff PMA, Benício A, Brandão CMA, Avila WS, Bueno PC, Grinberg M, et al. Cirurgia valvar em gestantes: experiência de oito casos. *Arq Bras Cardiol*. 1998; 70 (6): 403-8.
13. Rossouw GJ, Knott-Craig CJ, Barnard PM, Macgregor LA, Van Zyl WP. Intracardiac operation in seven pregnant women. *Ann Thorac Surg*. 1993; 55: 1172-4.
14. Arnoni RT, Arnoni AS, Bonini RCA, de Almeida AF, Neto CA, Dinkhuysen JJ, et al. Risk factors associated with cardiac surgery during pregnancy. *Ann Thorac Surg*. 2003; 76: 1605-8.
15. Salazar E, Espinola E, Molina FJ, Reyes A, Barragán R. Heart surgery with cardiopulmonary bypass in pregnant woman. *Arq Cardiol Mexico*. 2001; 71 (1): 20-7.
16. Zeebregts CJ, Schepens MA, Hameeteman TM, Morshuis WJ, de la Riviere AB. Acute aortic dissection complicating pregnancy. *Ann Thorac Surg*. 1997; 64: 1345-8.
17. Kelly BA, Bond BC, Poston L. Aortic adaptation to pregnancy: elevated expression of matrix metalloproteinases-2 and -3 in rat gestation. *Mol Hum Reprod*. 2004; 10: 331-7.
18. Wahlers T, Laas J, Alken A, Borst HG. Repair of acute type A aortic dissection after cesarean section in the thirty-nine week of pregnancy. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1994; 107: 314-5.
19. Strickland RA, Oliver WC, Chantigian RC, Ney JA, Danielson GK. Subject review: anesthesia, cardiopulmonary bypass, and the pregnant patient. *Mayo Clin Proc*. 1991; 66: 411-29.
20. Agarwal RC, Bhattacharya PK, Bhattacharya L, Jain RK. Pregnancy and cardiopulmonary bypass. *Indian J Anaesth*. 2004; 48 (4): 259-63.
21. Chambers CE, Clark SL. Cardiac surgery during pregnancy. *Clin Obstet Gynecol*. 1994; 37: 316-23.
22. Hawkins JA, Paape KL, Adkins TP, Shaddy RE, Gay WA Jr. Extracorporeal circulation in the fetal lamb: effect of hypothermia and perfusion rate. *J Cardiovasc Surg*. 1991; 32: 295-300.
23. Parry AJ, Westaby S. Cardiopulmonary bypass during pregnancy. *Ann Thorac Surg*. 1996; 61: 1865-9.
24. Levy DL, Warringer RA, Burgess GE. Fetal response to cardiopulmonary bypass. *Obstet Gynecol*. 1980; 56: 112-5.
25. Zugaib M, Miyadahira S, Nomura RMY, Francisco RPV. Vitalidade fetal: propedêutica e avaliação. São Paulo: Atheneu; 2000. p. 9-15.
26. Lamb MP, Ross K, Johnstone AM, Manners JM. Fetal heart monitoring open heart surgery: two case reports. *Brit J Obstet Gynaecol*. 1991; 88: 669-74.
27. Farmakides G, Shulman H, Mohtashemi M, Ducey J, Fuss R, Mantell P. Uterine umbilical velocimetry in open heart surgery. *Am J Obstet Gynecol*. 1987; 156: 1221-2.