

Anestesia para Cirugía Fetal: Consideraciones y Alcances Terapéuticos

Carla Maldonado, MD.,¹ Pedro Torres, MD.^{1*}

La cirugía fetal es un campo que ha experimentado un gran progreso en las últimas décadas. El avance en las técnicas de diagnóstico prenatal por imágenes ha permitido tratamiento de patologías fetales in-utero durante el periodo prenatal, de modo que actualmente es posible modificar la historia natural de determinadas alteraciones en el desarrollo del feto evitando secuelas en el recién nacido y en su posterior desarrollo en la vida extrauterina. El manejo perioperatorio de la cirugía fetal precisa de un equipo multidisciplinario, constituyendo un desafío para el anestesiólogo mantener la homeostasis de la madre y el feto. El entendimiento de la fisiología materno-fetal junto con un adecuado manejo de las técnicas anestésicas constituyen un factor fundamental para el éxito de la cirugía.

Fetal surgery is a field that has experienced great progress in recent decades. Advances in prenatal imaging techniques have allowed treatment of in-utero fetal pathologies during the prenatal period, so that it is currently possible to intervene in the natural history of certain alterations in the development of the fetus, avoiding sequelae in the newborn and in its subsequent development in extrauterine life. The perioperative management of fetal surgery requires a multidisciplinary team, constituting a challenge for the anesthesiologist to maintain the homeostasis of the mother and the fetus. The understanding of the maternal-fetal physiology together with an adequate management of the anesthetic techniques constitute the cornerstone for the success of the surgery.

Palabras Clave: Anestesia fetal, cirugía fetal, anestesia obstétrica.

Keywords: Fetal anesthesia, fetal surgery, obstetric anesthesia.

¹Departamento Anestesiología y Reanimación. Hospital Clínico San Borja Arriarán. Universidad de Chile

* Correspondencia: pedtorres@gmail.com

El Hospital Clínico San Borja Arriarán ha sido pionero dentro de la Red de Salud para el desarrollo de la cirugía fetal. Desde abril del año 2015 a febrero de 2018 se han realizado 44 procedimientos en este centro hospitalario. La indicación más frecuente ha sido la coagulación con láser en el síndrome de transfusión feto-fetal (STFF) con un 93% de los casos, pero también se ha realizado plastia de valvas uretrales posteriores y brida intra amniótica.

Los resultados a mediano y largo plazo aún son objeto de estudio por los ginecoobstetras materno-fetales. Debido al desarrollo progresivo de estos procedimientos, y la eventual implementación en otros hospitales decidimos realizar una revisión bibliográfica al respecto.

Tipos de Cirugía Fetal

Las intervenciones fetales se pueden clasificar en tres categorías: Procedimientos mínimamente invasivos, cirugía fetal abierta y procedimientos EXIT (ex- útero intrapartum treatment).

Procedimientos Mínimamente Invasivos: Abarcan procedimientos con aguja guiados por ultrasonido e intervenciones fetoscópicas eco guiadas. Los fetoscopios son insertados de manera percutánea a la cavidad uterina guiadas por ultrasonido para realizar el procedimiento. Patologías como transfusión feto-fetal en embarazos gemelares monocoriales, cierre de defecto de espina bífida, malformaciones urinarias y cardíacas son susceptibles de ser tratadas mediante esta técnica. (1) Los procedimientos mínimamente invasivos más frecuentes se resumen en la tabla 1.

Cirugías Fetales Abiertas: Se realizan mediante histerotomía habitualmente durante las semanas 18 a 26 de la gestación, exteriorizando al feto total o parcialmente y posteriormente devolviéndolo a la

cavidad uterina para su maduración (2). La indicación más frecuente es la reparación de mielomeningocele, en el cual el cierre prenatal del defecto del tubo neural provee mejor pronóstico neurológico que la reparación posnatal.

Tratamiento Intraparto Ex - Útero (EXIT): Constituye una variante de la operación cesárea. Es realizado próximo al término de la gestación en fetos que se prevé dificultad en el manejo de la vía aérea del recién nacido debido al diagnóstico antenatal de masas cervicales o laríngeas, obstrucción congénita de la vía aérea alta o micrognatia severa. La vía aérea del feto se puede asegurar mientras éste aún recibe oxigenación por la placenta, o bien puede ser conectado a membrana de oxigenación extracorpórea (ECMO) para asegurar la oxigenación previa al clampeo del cordón umbilical (3).

Riesgo Materno y Fetal

La indicación de realizar una cirugía fetal debe ser cuidadosamente evaluada por un equipo multidisciplinario, dado que el procedimiento no provee beneficio directo a la madre, por lo que se debe sopesar el riesgo materno versus el beneficio a favor del feto. Por lo tanto, el procedimiento sólo debe ser considerado si el riesgo de muerte o secuelas neonatales significativas son mayores si se interviene posterior al nacimiento en vez de en la vida intrauterina, y a la vez el riesgo de complicaciones maternas es aceptablemente bajo.

Comorbilidades maternas que incrementan el riesgo anestésico contraindican la cirugía fetal. Durante la cirugía fetal abierta la madre puede sufrir hemorragia significativa que comprometa la vida. Posterior a la intervención los problemas más frecuentes son el parto pretérmino y la ruptura prematura de membranas, por lo que se requiere hospitalización materna prolongada y tocólisis agresiva en los casos indicados.

Tabla 1. Procedimientos Mínimamente Invasivos (Adaptado de Hoagland y Chatterjee, 2017)

Procedimientos con aguja guiados por ultrasonido	Toma de muestra percutánea de cordón umbilical, ablación por radiofrecuencia de gemelo no viable, valvuloplastia con balón.
Intervenciones Fetoscópicas	Fotocoagulación láser en transfusión feto-fetal, coagulación de cordón umbilical, liberación de banda amniótica, ablación de válvulas uretrales posteriores.

Consideraciones Anestésicas

Los objetivos de la anestesia en cirugía fetal son:

- Mantener la seguridad materna durante el procedimiento y minimizar el riesgo perioperatorio.
- Asegurar la oxigenación fetal mediante adecuada circulación uteroplacentaria.
- Proveer las condiciones quirúrgicas adecuadas necesarias para el tipo de intervención, particularmente el tono uterino.
- Mantener la homeostasis fetal mediante adecuada analgesia.
- Limitar la administración de fluidos para evitar los efectos adversos de la fluidoterapia.
- Desarrollar un plan de analgesia postoperatoria.
- Eventual necesidad de manejo tocolítico en el postoperatorio.
- Asegurar la disponibilidad de equipamiento y personal entrenado ante el eventual desarrollo de parto pretérmino y cirugía fetal de emergencia.

Manejo Perioperatorio

Evaluación Preoperatoria: Ésta debe ser realizada por un equipo multidisciplinario de especialistas incluyendo cirujanos fetales, ginecólogos, anesthesiólogos, neonatólogos, para planificar el procedimiento y coordinar la preparación de éste. Debe contarse con los recursos necesarios para una eventual cesárea de emergencia y reanimación neonatal.

La evaluación preanestésica debe incluir una detallada historia de comorbilidades maternas y complicaciones obstétricas, dado que cualquier enfermedad cardíaca o pulmonar significativa o condición que implique riesgo anestésico aumentado constituye contraindicación para la cirugía fetal. En cuanto al feto, es importante para el anesthesiólogo conocer la frecuencia cardíaca fetal basal, función cardíaca fetal evaluada mediante ecocardiografía, peso fetal estimado para dosificación de drogas, y localización de la placenta.

Es importante señalar que debe contarse además con disponibilidad de sangre O-negativa, citomegalovirus negativa y leuco reducida (5-10 ml/kg) en caso de ser necesaria transfusión fetal (3).

Anestesia, analgesia y reanimación fetal: Los fetos en segundo y tercer trimestre de gestación poseen el desarrollo neurológico necesario para desarrollar una respuesta nociceptiva ante un estímulo doloroso (4), por lo tanto, la analgesia fetal no sólo constituye un fin en sí mismo, sino además constituye una herramienta para

inhibir movimientos fetales, lograr relajación uterina, y disminuir la respuesta fetal al estrés la que puede contribuir al parto pretérmino. Por lo tanto, se debe proveer una analgesia adecuada en procedimientos potencialmente dolorosos para el feto.

Las vías de administración posibles son la transplacentaria, directa al feto vía intramuscular o mediante vasos umbilicales, e intra amniótica. Las drogas que se deben tener disponibles en el campo quirúrgico para administración fetal vía intramuscular se resume en la tabla 2.

Tabla 2. Dosificación de drogas para administración fetal IM (Adaptado de Brusseau y Mizrahi-Arnaud, 2013)

Fentanilo	10-50 mcg/kg
Vecuronio	0,1-0,3 mg/kg
Pancuronio	0,1-0,3 mg/kg
Atropina	0,02 mg/kg
Epinefrina	1 mcg/kg

Técnica Anestésica

Procedimientos mínimamente invasivos: Éstos son realizados habitualmente bajo anestesia local o neuroaxial. Estas técnicas no proveen analgesia ni inmovilidad fetal (5). Procedimientos en tejidos no inervados (placenta, cordón umbilical) o que no precisan de inmovilidad fetal no requieren analgesia fetal.

Para otros procedimientos la analgesia se puede lograr por vía transplacentaria mediante la administración materna intravenosa de opioides como remifentanil, o bien mediante la inyección intramuscular directa al feto de fentanil y bloqueador neuromuscular no despolarizante.

Remifentanil en infusión continua (0,1-0,2 mcg/kg/min) ha demostrado proveer excelente sedación materna e inmovilización fetal, sin episodios de apnea en la madre y con parámetros hemodinámicos maternos y fetales estables (6). Se debe coadministrar atropina para prevenir bradicardia fetal.

Los estándares de monitorización ASA son suficientes para monitorizar a la madre. La frecuencia cardiaca fetal se monitoriza al principio y al final del procedimiento.

Cirugía Fetal Abierta: Se realizan bajo anestesia general. Previo a la inducción, se instala un catéter peridural, dado que la analgesia materna postoperatoria constituye un factor fundamental de la prevención del parto pretérmino. La analgesia peridural debe ser iniciada al término del procedimiento, dado el alto riesgo de hipotensión intraoperatoria.

Además de los estándares de monitorización ASA, es preciso instalar línea arterial para estrecha vigilancia hemodinámica. Usualmente no se requiere acceso venoso central. Se debe limitar la administración de volumen y privilegiar la administración de drogas vasoactivas en caso de hipotensión, dado el riesgo de edema pulmonar postoperatorio (7). La monitorización fetal una vez hecha la histerotomía puede ser realizada con oxímetro de pulso, ecocardiografía fetal, electrodos fetales en el cráneo y muestra de sangre de cordón umbilical.

La evidencia disponible a la fecha sugiere que mantención de la anestesia se realice con anestésicos volátiles, alcanzando entre 2 a 3 veces la concentración alveolar mínima al momento de la histerotomía para lograr relajación uterina (1, 2, 3). Sin embargo, la FDA publicó recientemente advertencias sobre posible daño neurocognitivo posterior a la exposición a la anestesia general en neonatos y fetos (8). Estudios preclínicos en animales y primates no humanos sugieren pérdida de células cerebrales tras la administración de agonistas GABA, como los anestésicos inhalatorios (isoflurano,

sevoflurano, desflurano), benzodiazepinas y propofol (9,10). También se han visto implicados antagonistas de receptores NMDA, como ketamina (11).

Un estudio poblacional notó un incremento en la incidencia de autismo en los niños que recibieron anestesia general al momento de la cesárea en comparación a aquellos niños que nacieron por parto vaginal o cesárea bajo anestesia neuroaxial (12). Sin embargo, estudios clínicos en niños han mostrado que exposiciones únicas y de corta duración a anestesia general no se han relacionado con deterioro cognitivo (13).

Dada la preocupación del efecto de los anestésicos generales en la sinaptogénesis del feto, la FDA recomienda utilizar para sedación en embarazadas, anestésicos no relacionados con receptor GABA tales como remifentanil y dexmedetomidina, minimizar la duración de la exposición a anestésicos inhalatorios (idealmente menor a 3 horas) y minimizar los tiempos entre el inicio de la anestesia y el de la cirugía. Para lograr la relajación uterina deseada, se sugiere evitar aumentar la concentración alveolar mínima de los anestésicos inhalatorios, y en vez de ello complementar con sulfato de magnesio, atosiban o nitroglicerina para tocólisis intraoperatoria (8).

Una vez realizada la histerorrafia, se puede complementar con anestesia total intravenosa (TIVA) para disminuir los efectos de los anestésicos volátiles en el tono uterino (3). La extubación debe ser cuidadosa, asegurando reversión completa del bloqueo neuromuscular y que la paciente se encuentre completamente despierta y responda a comandos. Dado la manipulación uterina, se debe mantener tocólisis al menos en las primeras 48 horas posteriores al procedimiento. De preferencia se utiliza sulfato de magnesio en infusión continua.

Tratamiento Intraparto Ex – Útero (EXIT): El manejo inicial es similar al de la cirugía fetal abierta. Se instala un catéter peridural y se realiza inducción de anestesia general. También se debe instalar línea arterial para monitorización hemodinámica, y vías venosas periféricas de grueso calibre.

Al momento de la histerotomía se complementan los anestésicos inhalatorios con tocólíticos intravenosos. A diferencia de la cirugía fetal abierta, no se requiere de

manejo tocolítico postoperatorio y se puede administrar fluidoterapia en caso de hipotensión, dado que existe bajo riesgo de edema pulmonar. Posterior al alumbramiento se administran agentes uterotónicos.

Para asegurar la vía aérea fetal debe estar presente un anesestesiólogo encargado del feto, y un otorrinolaringólogo presente en caso de fracaso de abordaje no invasivo y necesidad de realizar traqueostomía. Luego de la histerotomía, se exterioriza parcialmente el feto, y se administran drogas vía intramuscular para analgesia e inmovilización fetal.

El abordaje de la vía aérea se realiza mediante instrumental estéril en el campo quirúrgico. Una vez intubado el feto, se debe corroborar la posición del tubo con un broncoscopio flexible. Los pulmones no deben ser ventilados hasta justo antes del clampeo de cordón umbilical, para garantizar una adecuada transición de la circulación fetal a la neonatal. Finalizado el procedimiento, se realiza la extubación endotraqueal materna y la paciente se traslada a la Unidad de Recuperación Postanestésica para continuar los cuidados postoperatorios.

Tabla 3. Comparación del manejo de distintos tipos de cirugía fetal. (Adaptado de Sviggum, 2013)

	Cirugía Abierta	Mínimamente Invasivo	EXIT
Edad Gestacional	Segundo semestre tardío/Tercer trimestre temprano	Segundo semestre tardío/Tercer trimestre temprano	Término de la gestación
Anestesia Materna	General, epidural para analgesia postoperatoria	Local o neuro axial ± sedación	General ± epidural para analgesia postoperatoria
Tono Uterino Deseado	Relajación completa	Relajación mínima	Relajación completa
Anestesia Fetal	Agentes inhalatorios transplacentarios, opioides o relajante muscular directo (IM o vía cordón umbilical).	Opioides y relajante muscular directo (IM o cordón umbilical) u opioide transplacentario.	Agentes inhalatorios transplacentarios, opioides o relajante muscular directo (IM o vía cordón umbilical).
Riesgo de parto pretérmino	Incrementado	Mínimo	No aplica
Monitorización Invasiva de Presión Arterial	Si	No	Si

Conclusiones

El avance en técnicas quirúrgicas que permiten intervenir anomalías en la vida intrauterina ha posibilitado cambiar el pronóstico de ciertas enfermedades susceptibles de tratamiento en este periodo. Dadas las últimas investigaciones en el ámbito anestésico referente al neurodesarrollo fetal, se han precisado de nuevas

técnicas anestésicas para proteger al feto de los efectos deletéreos de la anestesia.

Sin duda este campo quirúrgico seguirá progresando por lo que debemos mantenernos actualizados respecto a los avances en cirugía fetal y el mejor manejo anestésico que podamos proveer.

Referencias

1. **Hoagland M, D. Chatterjee.** Anesthesia for fetal surgery. *Pediatric Anesthesia* ISSN 11555645, 2016.
2. **Brusseau R., Arielle MizrahiArnaud.** Fetal Anesthesia and Pain Management for Intrauterine Therapy. *Clin Perinatol* 40 2013, 429–442
3. **Sviggum H., B. Shankar Kodali.** Maternal Anesthesia for Fetal Surgery. *Clin Perinatol* 2013, 413–427
4. **Fisk NM, Gitau R, Teixeira JM,** Giannakouloupoulos X, Cameron AD, Glover VA: Effect of direct fetal opioid analgesia on fetal hormonal and hemodynamic stress response to intrauterine needling. *Anesthesiology* 2001; 95: 828–835.
5. **Van de Velde M, De Buck F, Van Mieghem T, et al.** Fetal anaesthesia: is this necessary for fetoscopic therapy? *Fetal Matern Med Rev* 2010;21:24
6. **Missant C., D. van Schoubroeck, J. Deprest, R. Devlieger, A. Teunkens, M. van de Velde.** Remifentanyl for foetal immobilisation and maternal sedation during endoscopic treatment of twin-to-twin transfusion. *Acta Anaesth. Belg.*, 2004, 55, 239-244
7. **Golombeck K, Ball RH, Lee H, et al.** Maternal morbidity after maternal-fetal surgery. *Am J Obstet Gynecol* 2006;194:834–9
8. **Olutoyin A, B. Baker, M. Belfort, O. Olutoye.** Food and Drug Administration warning on anesthesia and brain development implications for obstetric and fetal surgery. *Am J Obstet Gynecol.* 2018;218(1):98-102
9. **Creeley CE, Dikranian KT, Dissen GA, Back SA, Olney JW, Brambrink AM.** Isoflurane induced apoptosis of neurons and oligodendrocytes in the fetal rhesus macaque brain. *Anesthesiology* 2014;120:626-38.
10. **Creeley C, Dikranian K, Dissen G, Martin L, Olney J, Brambrink A.** Propofol-induced apoptosis of neurones and oligodendrocytes in fetal and neonatal rhesus macaque brain. *Br J Anaesth* 2013;110(Suppl):i29-38
11. **Young C, Jevtovic-Todorovic V, Qin YQ, et al.** Potential of ketamine and midazolam, individually or in combination, to induce apoptotic neurodegeneration in the infant mouse brain. *Br J Pharmacol* 2005;146:189-97.
12. **Chien LN, Lin HC, Shao YH, Chiou ST, Chiou HY.** Risk of autism associated with general anesthesia during cesarean delivery: a population-based birth-cohort analysis. *J Autism Dev Disord* 2015;45:932-42 13.
13. **Sun LS, Li G, Miller TL, et al.** Association between a single general anesthesia exposure before age 36 months and neurocognitive outcomes in later childhood. *JAMA* 2016;315:2312

