



# REVISTA MÉDICA CLÍNICA LAS CONDES

<https://www.journals.elsevier.com/revista-medica-clinica-las-condes>

## Ex-utero intrapartum treatment (EXIT)

### *Ex-utero intrapartum treatment (EXIT)*

María Florencia Varela<sup>a</sup>, Jose L. Peiro<sup>a,b,c,d</sup>✉

<sup>a</sup> The Center for Fetal and Placental Research, Division of Pediatric General and Thoracic Surgery, Cincinnati Children's Hospital Medical Center (CCHMC), Cincinnati, OH, USA.

<sup>b</sup> Division of Pediatric General and Thoracic Surgery, Cincinnati Children's Hospital Medical Center (CCHMC), Cincinnati, OH, USA.

<sup>c</sup> Cincinnati Children's Fetal Care Center, Cincinnati Children's Hospital Medical Center (CCHMC), Cincinnati, OH, USA.

<sup>d</sup> University of Cincinnati College of Medicine, Cincinnati, OH, USA

#### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

##### Historia del Artículo:

Recibido: 07 08 2021.  
Aceptado: 14 09 2021.

##### Palabras clave:

EXIT; Ex-utero Intrapartum Treatment; Terapia Fetal.

##### Key words:

EXIT; Ex-utero Intrapartum Treatment; Fetal Therapy.

#### RESUMEN

*El ex-utero intrapartum treatment (EXIT) es una estrategia de parto que permite brindar soporte cardiopulmonar al feto con el objetivo de realizar una intervención vital durante la transición a la vida extrauterina. El EXIT proporciona tiempo para el abordaje de una variedad de malformaciones potencialmente mortales en un ambiente de máximo control fisiológico.*

*Según la finalidad de tratamiento, se han descrito distintos tipos de EXIT, incluyendo EXIT-to-airway (para el control de la vía aérea fetal), EXIT-to-ECMO (para la colocación de cánulas de oxigenación por membrana extracorpórea), EXIT-to-resection (para la resección de masas que impiden la ventilación o el retorno venoso) y EXIT-to-separation (para el abordaje de siameses). El objetivo general de un EXIT es mejorar la seguridad de procedimientos que resultan críticos para la supervivencia del recién nacido.*

*La relajación uterina máxima y controlada para maximizar la perfusión placentaria y fetal, manteniendo el bienestar fetal y materno, son los paradigmas de cualquier tipo de EXIT. El aspecto más importante de una intervención en soporte placentario es consolidar un equipo multidisciplinario altamente capacitado, bien coordinado y preparado para cualquier contingencia. Una evaluación prenatal completa, incluyendo ultrasonido, ecocardiografía fetal, resonancia magnética y pruebas genéticas, es imprescindible para la selección de pacientes. La planificación preoperatoria exhaustiva, las reuniones de equipo ad-hoc y las simulaciones quirúrgicas para casos desafiantes son estrategias críticas para lograr los mejores resultados clínicos.*

*El presente artículo describe el algoritmo de estudio prenatal, la planificación preoperatoria, los aspectos técnicos, los principios básicos y los fundamentos del procedimiento EXIT.*

#### SUMMARY

*Ex-utero intrapartum treatment (EXIT) is a delivery strategy that allows for providing fetal cardiopulmonary support while performing a vital intervention during the transition to newborn life. EXIT provides time to address a variety of life-threatening congenital malformations in an environment of maximum physiological control.*

*Depending on the treatment purpose, different types of EXIT have been described; including EXIT-to-airway (to establish a fetal airway), EXIT-to-ECMO (for extracorporeal membrane oxygenation circuit cannulation), EXIT-to-resection (for the resection of masses that impair ventilation or venous return), and EXIT-to-separation (for the*

✉ Autor para correspondencia

Correo electrónico: jose.peiro@cchmc.org

<https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2021.09.009>

e-ISSN: 2531-0186/ ISSN: 0716-8640/© 2019 Revista Médica Clínica Las Condes.

Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



*approach of conjoined twins). The overall goal of an EXIT is to improve the safety of procedures that are critical to the survival of the newborn.*

*Maximal but controlled uterine relaxation to ensure placental perfusion and thus fetal oxygenation, while maintaining fetal and maternal well-being, are the paradigms of any type of EXIT. The most important aspect of any intervention on placental support is to consolidate a highly trained, well-coordinated, multidisciplinary team that is prepared for every contingency. A comprehensive prenatal assessment, including ultrasound, fetal echocardiogram, MRI, and genetic testing, is imperative for the selection of patients. Extensive preoperative planning, ad-hoc team meetings, and surgical simulations for challenging cases are critical strategies to achieve the best clinical outcomes.*

*This article outlines the prenatal work-up, preoperative planning, technical aspects, basic principles, and fundamentals for a successful EXIT procedure.*

## INTRODUCCIÓN

El ex-utero intrapartum treatment (EXIT) es una estrategia de parto que permite brindar soporte cardiopulmonar al feto con el objetivo de realizar una intervención vital durante la transición a la vida extrauterina, permitiendo transformar una emergencia neonatal en un entorno clínicamente controlado<sup>1</sup>.

El procedimiento EXIT permite abordar distintas patologías del feto. La intubación endotraqueal, la traqueostomía, la colocación de cánulas de para oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) y la resección de una masa que comprime el mediastino, son algunas de las intervenciones fetales que pueden realizarse en EXIT.

Los principios centrales de un EXIT son promover la relajación uterina para garantizar el intercambio feto-materno, preservar la circulación uteroplacentaria y realizar una intervención fetal suficiente para prevenir el distrés neonatal<sup>2</sup>. El abordaje multidisciplinario durante las etapas pre, intra y post parto, en el marco de un equipo altamente capacitado en intervención fetal, son aspectos críticos para ofrecer los mejores resultados clínicos, en un ambiente seguro para la madre y el feto.

Los primeros protocolos de EXIT fueron escritos en 1997 por Mychaliska et al. en San Francisco UCSF, luego de que múltiples casos se publicaran en la literatura<sup>3</sup>. El mismo grupo de autores fue quien posteriormente acuñó el acrónimo "EXIT" para esta estrategia. Desde entonces, los avances científicos en anestesiología obstétrica y el fortalecimiento en la evaluación y atención multidisciplinaria en medicina fetal permitieron una mejora progresiva en la seguridad de intervenciones perinatales como el EXIT, cambiando el paradigma de manejo de muchas malformaciones congénitas<sup>4,5</sup>.

La realización de un procedimiento EXIT implica considerar numerosos principios y detalles técnicos. En este artículo, discutiremos los conceptos básicos, las indicaciones, los fundamentos y los detalles técnicos para lograr una intervención segura y exitosa.

## SUBTIPOS DE EXIT

El procedimiento EXIT, originalmente descrito para asegurar la vía aérea previo al pinzamiento del cordón umbilical, permite hoy abordar un heterogéneo grupo de malformaciones congénitas. Según el objetivo de tratamiento, se han descrito diferentes categorías de EXIT (Tabla 1).

**EXIT-to-airway** permite el manejo de las vías respiratorias de fetos con tumores o malformaciones que causan obstrucción intrínseca o extrínseca de las vías respiratorias superiores, como teratomas, malformaciones linfáticas, micrognatias o síndrome de obstrucción congénita de la vía aérea superior (CHAOS). La obstrucción congénita de la vía aérea superior representa la indicación más frecuente de EXIT. El objetivo de esta práctica es asegurar la vía aérea del feto a través de distintas estrategias como la intubación, la endoscopía, la traqueostomía, entre otras<sup>6</sup>.

**EXIT-to-ECMO** facilita el apoyo hemodinámico de afecciones pulmonares o cardíacas graves, como la hernia diafragmática congénita (HDC) grave, la estenosis aórtica grave y la hipoplasia de corazón izquierdo, o en cualquier situación en la que la vía aérea no se haya podido garantizar por otros medios antes del pinzamiento del cordón<sup>1,7</sup>. Las ventajas de esta estrategia son evitar el barotrauma, la hipoxia, la acidosis y la inestabilidad hemodinámica durante las maniobras de reanimación neonatal. Originalmente descrito para el manejo de la HDC severa, actualmente es un procedimiento discutido por la falta de evidencia a favor del beneficio de esta práctica. Sin embargo, limitaciones tales como tamaños muestrales pequeños, sesgos de selección, y la importante variación en los protocolos de uso de *EXIT-to-ECMO* en HDC entre centros, debilitan el poder estadístico de los reportes<sup>8-10</sup>.

**EXIT-to-resection** puede emplearse en fetos con grandes tumores o malformaciones orales, cervicales o torácicos que impiden la ventilación pulmonar o el retorno venoso por compresión de las estructuras mediastínicas, como las malformaciones congénitas de las vías aéreas pulmonares (CPAM) o los teratomas mediastinales. En el caso de tumores orales o cervicales, como el épulis, el epignatus, los teratomas cervicales, entre otros, esta estrategia es a veces necesaria

**Tabla 1. Subtipos de EXIT e indicaciones**

<b>EXIT-to-Airway</b>	<p><b>Obstrucción extrínseca de la vía aérea:</b></p> <p>Epignatus Micrognatia severa Epulis Malformaciones vasculares Teratoma Bocio</p> <hr/> <p><b>Obstrucción intrínseca de la vía aérea:</b></p> <p>CHAOS (atresia laríngea, quistes, membranas o estenosis, atresia o estenosis traqueal). Extracción de balón traqueal en hernia diafragmática congénita.</p>
<b>EXIT-to-ECMO</b>	<p>Hernia diafragmática congénita severa. Cardiopatías congénitas. Vía aérea imposible de asegurar por otros medios (<i>exit-to-airway</i> o <i>exit-to-resection</i>).</p>
<b>EXIT-to-resection</b>	<p>Malformaciones congénitas de las vías aéreas pulmonares (CPAM). Tumores orales: epignatus, épulis. Tumores cervicales: malformaciones vasculares, teratomas. Teratomas mediastinales o sacrococcígeos</p>
<b>EXIT-to-separation</b>	<p>Siameses</p>

para lograr acceder y asegurar la vía aérea. Es importante mencionar que la resección de masas en EXIT no debe necesariamente seguir un criterio oncológico o cosmético, ya que los objetivos en esta instancia son asegurar la vía aérea, permitir la ventilación y descomprimir las estructuras cardiovasculares<sup>11,12</sup>.

**EXIT-to-separation** se describió luego de una limitada cantidad de reportes de siameses abordados en EXIT para controlar la vía aérea y analizar detalles específicos de la anatomía compartida, como un puente a la separación<sup>13-15</sup>. Dada la limitada experiencia reportada, la necesidad de EXIT en este escenario debe ser analizada para cada caso en particular.

### EVALUACIÓN PRENATAL

La evaluación prenatal integral dentro de un enfoque multidisciplinario es la base de una adecuada selección de candidatos para EXIT. A pesar de los avances en las tecnologías de evaluación prenatal y la estandarización de los algoritmos de estudio, la identificación de predictores específicos para la selección de pacientes para EXIT sigue siendo desafiante. Los objetivos de esta evaluación son caracterizar la malformación, identificar anomalías asociadas y precisar elementos patológicos que nos permitan definir la necesidad de un parto en soporte placentario.

La **ecografía prenatal** es el estudio básico de cribado que permite reconocer un gran número de anomalías congénitas. Según las recomendaciones actuales del Colegio Americano de Obstetricia y Ginecología (ACOG), la vigilancia prenatal debe

incluir al menos un examen de ultrasonido entre las semanas 18 y 22 de gestación<sup>16</sup>. Este escaneo permite realizar una primera valoración de la anatomía fetal, descartar defectos congénitos asociados, y establecer la edad gestacional y la ubicación placentaria. Una vez detectada cualquier malformación, la ecografía prenatal es el método ideal de seguimiento. Dependiendo de la patología, este estudio puede repetirse cada 2 a 4 semanas.

La **resonancia magnética fetal (f-RMI)**, utilizando secuencias T2 sin gadolinio, debe incluirse siempre que se sospeche una anomalía que pueda requerir de una intervención en EXIT. Este estudio de imágenes permite una mejor caracterización de la malformación<sup>17,18</sup>. Por ejemplo, en fetos con tumores cervicales y obstrucción de la vía aérea, el grado de desplazamiento de la misma puede analizarse más detalladamente en la f-RMI, a través del índice TEDI (*tracheoesophageal displacement index*). Si este índice es  $\geq 12$  mm, el paciente debe ser considerado para *EXIT-to-airway*. De igual manera, para fetos con CHAOS, la f-RMI es superior a la ecografía para localizar el sitio y la longitud de la obstrucción, lo cual tiene gran valor para la planificación del lugar anatómico de traqueostomía en EXIT<sup>19,20</sup>.

El **ecocardiograma fetal** debe realizarse como parte de la evaluación cardiológica para descartar defectos estructurales y funcionales asociados. Este estudio también permite medir el pico de velocidad sistólica de la arteria cerebral media para diagnosticar anemia fetal. Esta complicación acompaña a algunos tumores de gran volumen que presentan secuestro vascular o sangrado intratumoral, y se asocia a un aumento en la mortalidad fetal<sup>21</sup>.

El **estudio genético invasivo**, a través de una amniocentesis o una biopsia de vellosidades coriónicas, es indispensable para descartar aneuploidías o alteraciones en el *microarray*. Si bien el protocolo debe ser individualizado de acuerdo al escenario clínico, la evaluación genética es indispensable para determinar el pronóstico de ciertas malformaciones, valorar la relación costo-beneficio de un tratamiento invasivo como el EXIT y guiar las recomendaciones de equipo<sup>22,23</sup>.

### PLAN PREOPERATORIO Y ENFOQUE DE EQUIPO

El abordaje prenatal de un feto candidato a EXIT es eminentemente multidisciplinar y debe al menos incluir especialistas en medicina materno-fetal, obstetras, neonatólogos, cirujanos fetales, enfermeras, radiólogos pediátricos, anesthesiólogos, cardiólogos fetales, genetistas y trabajadores sociales, de acuerdo a cada caso en particular.

La planificación preoperatoria, las reuniones de equipo ad-hoc y las simulaciones quirúrgicas para casos desafiantes son elementos críticos de cualquier tipo de procedimiento en EXIT<sup>24</sup>. La derivación temprana a un centro preparado es imperativa si el equipo no puede replicar este entorno, teniendo en cuenta que muchos pacientes necesitan manejo de polihidramnios, parto prematuro en EXIT o incluso EXIT de emergencia, con un equipo de guardia disponible 24 horas.

El espectro de opciones de manejo incluye la interrupción del embarazo (según la legislación local), la terapia paliativa de confort al nacimiento, la intervención neonatal, el *EXIT stand-by* al nacimiento o el parto con diferentes niveles de soporte placentario (parto vaginal en soporte placentario, cesárea en soporte placentario o *ex-utero intrapartum treatment*)<sup>22</sup>. La selección de la mejor estrategia requiere realizar un equilibrio entre la viabilidad fetal, los recursos disponibles, el beneficio de la intervención y los riesgos materno-fetales<sup>25</sup>. Considerando el alto nivel de coordinación de equipo y los recursos que requiere este procedimiento, programar el EXIT es siempre ideal. Sin embargo, el parto prematuro es una complicación frecuente, especialmente en presencia de polihidramnios<sup>26</sup>. Si la gestante presenta signos de parto inminente (como polihidramnios recurrente o cuello uterino corto), programar un EXIT pretérmino en forma electiva puede ser una estrategia necesaria, considerando siempre la necesidad de un EXIT de emergencia, mediante un equipo en alerta diaria predefinido.

Finalmente, la mejor manera de prepararse para un EXIT es considerando el peor escenario clínico y quirúrgico posible, disponiendo de todos los recursos necesarios para recorrer todas las estrategias del algoritmo de manejo de cada malformación y resolver cualquier potencial complicación<sup>27</sup>. Con este propósito, los *checklists* o listas de verificación de instrumentos son recursos valiosos que cada institución puede diseñar para su propio uso.

### OBJETIVOS DE UN EXIT

Preservar el intercambio gaseoso uteroplacentario durante un procedimiento EXIT requiere mucho más que mantener intacto el cordón umbilical<sup>1</sup>. Los siguientes objetivos representan los principios y fundamentos de cualquier subtipo de EXIT (Figura 1):

**-Proveer máxima y controlada relajación uterina**, utilizando anestesia general profunda, para promover la vasodilatación uterina, mantener el intercambio feto-materno y asegurar la adecuada oxigenación fetal. La frecuencia cardíaca fetal y el tono uterino son marcadores útiles del efecto tocolítico<sup>3</sup>.

**-Mantener adecuada anestesia fetal**. La profundidad y el nivel de anestesia fetal requerido dependerá de la complejidad de la intervención fetal. Los anestésicos inhalatorios maternos, al cruzar la circulación uteroplacentaria, representan la principal fuente de anestesia fetal. Sin embargo, en procedimientos que puedan ocasionar dolor en el feto, la analgesia deberá respaldarse con un cóctel anestésico-analgésico (fentanilo, vecuronio y atropina) por vía intramuscular fetal<sup>28</sup>.

**-Conservar el volumen uterino para evitar el desprendimiento placentario**. El parto fetal parcial con mínima exposición (usualmente cabeza y ambos brazos) y el uso de amnioinfusión intermitente son maniobras críticas para mantener el volumen uterino y prevenir el desprendimiento placentario. Estas maniobras también minimizan la pérdida de calor fetal y el riesgo de compresión del cordón umbilical y por tanto ayudan a mantener la estabilidad del feto durante la intervención<sup>1,29</sup>.

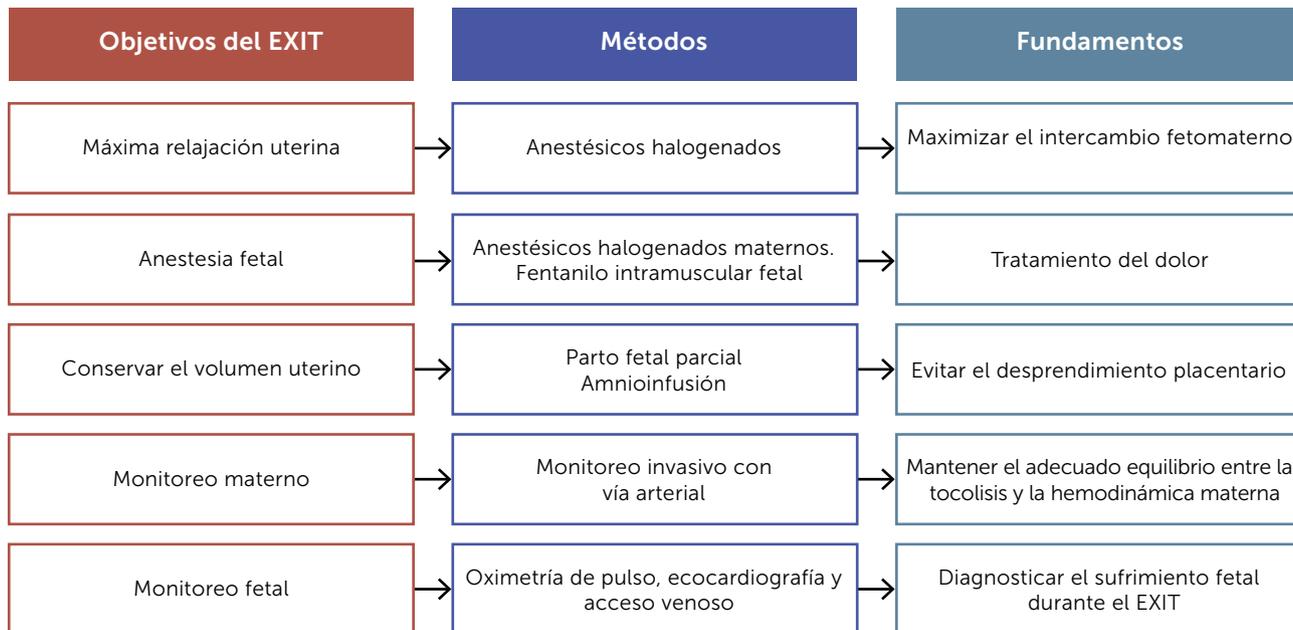
**-Monitoreo y mantenimiento de la presión arterial materna**. La relajación uterina, que per-se genera hipotensión materna, debe equilibrarse cuidadosamente con la administración de fluidos y agentes vasoactivos para mantener la estabilidad hemodinámica materna y la adecuada perfusión uteroplacentaria<sup>29</sup>.

**-Monitoreo fetal**. El bienestar fetal puede afectarse por numerosos factores durante un EXIT, como son la insuficiente relajación placentaria, la compresión del cordón, el inadecuado manejo del dolor, el desprendimiento placentario, entre otros. El monitoreo fetal, mediante ecocardiografía fetal continua y un pulsioxímetro, permite detectar estas complicaciones y corregirlas antes de que generen secuelas en el feto<sup>1</sup>.

**-Revertir oportunamente la relajación uterina**. Una vez finalizada la intervención fetal, el equipo debe completar el parto y rápidamente revertir la relajación uterina. Esta coordinación es clave para prevenir la hemorragia uterina que acompaña al desprendimiento de placenta de un útero relajado<sup>29,30</sup>.

**Figura 1. Objetivos, métodos y fundamentos de un procedimiento EXIT**

Objetivos de un procedimiento EXIT, métodos para cumplirlos y fundamentos de cada uno de ellos.



**CONSIDERACIONES ANESTÉSICAS**

El equipo de anestesia juega un papel esencial durante un EXIT. Las características únicas de este procedimiento, en el cual se brinda atención tanto a la madre como al feto, requiere la participación de anestesiólogos que estén familiarizados con el protocolo y la fisiología materno-fetal. Si bien la combinación de fármacos utilizados durante la inducción y el mantenimiento de la anestesia puede variar, la utilización de agentes inhalatorios para alcanzar un plano profundo de anestesia general junto con una adecuada relajación uterina es uno de los estándares de este procedimiento<sup>31,32</sup>. Los anestésicos inhalatorios halogenados proveen tres componentes esenciales al EXIT (Figura 2): Anestesia materna, relajación uterina (para asegurar la perfusión placentaria y la oxigenación fetal) y anestesia fetal. Si se necesita relajación uterina adicional, se pueden utilizar nitratos (nitroglicerina) o agonistas beta-adrenérgicos (terbutalina). Como se mencionó anteriormente, el protocolo de relajación uterina debe equilibrarse adecuadamente con la necesidad de fluidos y vasopresores para preservar la estabilidad hemodinámica materna y también la presión de perfusión uterina. Este delicado equilibrio, que posee poco margen de error, busca satisfacer las necesidades fisiológicas dentro de un ambiente seguro para la madre y el feto<sup>31</sup>.

El monitoreo hemodinámico materno debe ser invasivo, utilizando una vía arterial. El manejo del dolor incluye la colocación de un catéter epidural. La inducción anestésica se inicia con una secuencia rápida utilizando propofol intravenoso y un relajante muscular como succinilcolina (o rocuronio) seguido de intu-

bación endotraqueal. La fase de mantenimiento se logra utilizando un anestésico inhalatorio (desflurano) titulado según el tono uterino (evaluado por palpación directa). El desflurano se utiliza con preferencia debido a su capacidad para ser titulado rápidamente. Frecuentemente, los niveles requeridos de anestesia general producen hipotensión materna. La administración de vasopresores y fluidos debe garantizarse para mantener una presión arterial media materna >60 mmHg, o dentro del 20% de la presión arterial basal de la paciente<sup>33</sup>.

La anestesia fetal se logra mediante el pasaje transplacentario de inhalatorios y la administración intramuscular fetal de fentanilo (20 µg/kg), atropina (20 µg/kg) y vecuronio (0,2 mg/kg). Este cóctel debe administrarse antes de cualquier incisión en el feto y puede repetirse cada hora de intervención si se requiere. El monitoreo fetal es necesario para comprobar el bienestar fetal y garantizar el suficiente intercambio gaseoso uteroplacentario. Esto se puede lograr mediante un pulsioxímetro colocado en la mano fetal y una ecocardiografía fetal continua. La bradicardia fetal y la disfunción miocárdica del feto no son eventos infrecuentes durante un EXIT. La colocación de un acceso vascular fetal se recomienda para abordar cualquier complicación y eventualmente poder administrar fluidos, hemoderivados o drogas vasoactivas durante el EXIT<sup>34</sup>. Fármacos como la epinefrina y atropina deben estar disponibles en el campo quirúrgico. La obtención de gases en sangre de cordón puede ser un buen recurso para guiar la terapia de un feto en distrés. Si bien la saturación arterial fetal es 60-70%, valores mayores a 40% representan suficiente oxigenación. La compresión del cordón

Figura 2. Curso de acción básico de un procedimiento EXIT

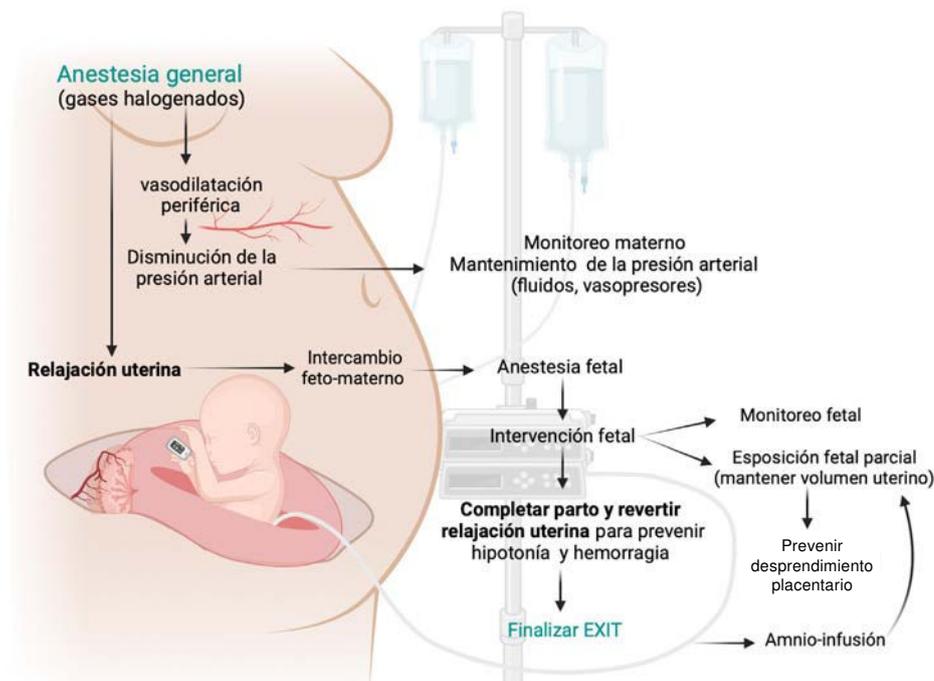


Diagrama de flujo que ilustra los pasos fundamentales para llevar a cabo un procedimiento EXIT, desde la anestesia general hasta la finalización del parto. Creado con software BioRender.

tiene que sospecharse siempre que el feto se muestre inestable, y puede corregirse reposicionando al feto y administrando mayor amnioinfusión.

La última fase del manejo anestésico comienza con el pinzamiento del cordón, donde revertir la relajación uterina es crítico para prevenir la complicación más temida: la atonía uterina y la consecuente hemorragia postparto<sup>30</sup>. Esto puede lograrse con la administración de uterotónicos como la oxitocina, agregando metilergonovina, carboprost o misoprostol según necesidad.

### ASPECTOS TÉCNICOS

Mantener el manejo multidisciplinario es fundamental al momento de realizar el procedimiento EXIT<sup>35</sup>. Anestesiólogos, obstetras, especialistas en medicina materno fetal, neonatólogos, cirujanos fetales, instrumentistas quirúrgicos y un cardiólogo fetal son esenciales durante este procedimiento.

Antes de iniciar la intervención, se recomienda colocar a la madre en decúbito intermedio lateral izquierdo utilizando un realce para evitar la compresión de la vena cava inferior y maximizar el retorno venoso<sup>36</sup>. Antes de proceder a la histerotomía, se debe realizar una ecografía para confirmar la posición fetal (para minimizar la manipulación una vez que el útero está abierto) y marcar los márgenes placentarios (para evitar lesiones y hemorragias)<sup>37,38</sup>. Si el feto se encuentra en posición podálica, se puede

realizar una versión cefálica externa si se requiere<sup>39</sup>. Es importante tener en cuenta que el polihidramnios severo puede aplanar la placenta impidiendo la visualización ecográfica de sus bordes. Una amnioreducción previa a la histerotomía suele ser adecuada para mejorar el mapeo y también para evitar la descompresión aguda del polihidramnios y el consiguiente riesgo de desprendimiento placentario<sup>38</sup>.

La incisión tipo Pfannenstiel suele ser apropiada. Sin embargo, ante una placenta anterior, puede ser necesaria una laparotomía mediana. Por lo tanto, el tipo de incisión dependerá del mapeo placentario, considerando que la adecuada exposición uterina es fundamental para tener buen control del procedimiento<sup>1</sup>. Idealmente, la histerotomía se realizará utilizando un dispositivo hemostático de grapado uterino (Premium Poly CS® stapler, Covidien. MN, USA). Si no estuviera disponible, se puede realizar con un sellador tisular o utilizando suturas hemostáticas en los bordes de la histerotomía.

La exposición fetal debe ser sólo la indispensable para lograr la maniobrabilidad del procedimiento, a fin de minimizar la pérdida de calor fetal, mantener el volumen uterino y disminuir el riesgo de compresión del cordón umbilical<sup>40</sup> (Figura 3). Normalmente se expone la cabeza y ambos brazos, manteniendo el borde uterino a nivel de las axilas fetales. Un catéter tipo Foley colocado en la cavidad uterina junto al tórax fetal permitirá la infusión de una solución cristaloides a temperatura corporal.

**Figura 3. Exposición fetal necesaria para un EXIT**

La exposición del feto durante un EXIT debe ser sólo la indispensable para lograr la maniobrabilidad del procedimiento. El presente diagrama representa la exteriorización de un feto desde la cavidad uterina, con exposición de la cabeza, el cuello y ambos brazos, por ejemplo, para el control de la vía aérea superior. El parto parcial del feto, junto con la colocación de una sonda intrauterina de amnioinfusión paralela al tórax, contribuyen a mantener el volumen uterino y a reducir la pérdida de calor y el riesgo de compresión del cordón. Creado con software BioRender.

### ESTRATEGIA DE PARTO

Numerosos estudios destacan el acceso trans-uterino como el modo de parto más adecuado para realizar un procedimiento con soporte placentario<sup>22</sup>. El parto por cesárea permite acompañar el procedimiento de una tocólisis profunda, lo cual posibilita realizar intervenciones más prolongadas y predecibles en tiempo, al postergar el desprendimiento placentario de manera deliberada y controlada. Esta versatilidad de tiempo que brinda este acceso en EXIT es extremadamente importante, ya que la valoración prenatal nos permite predecir con ciertas limitaciones el grado de complejidad de la intervención necesaria en soporte placentario. En este escenario, es importante tener en cuenta que el parto vaginal en soporte placentario no incluye tocólisis, y por tanto el tiempo para realizar un procedimiento, una vez que el área a intervenir sobrepasa el periné, es extremadamente limitado y poco ergonómico. En consecuencia, esta vía de parto debe reservarse para intervenciones cortas, sencillas y predecibles, teniendo en cuenta el riesgo de transfusión feto-placentaria y el momento impredecible del desprendimiento de la placenta.

### GRADOS DE SOPORTE PLACENTARIO

El EXIT constituye el máximo nivel de soporte placentario, al incorporar la relajación uterina y con ello promover la vasodilatación y la perfusión feto-placentaria<sup>41</sup>. De esta manera, este procedimiento permite realizar intervenciones fetales complejas y relativamente prolongadas, en un ambiente de máximo control sobre la fisiología del parto. De modo diferente, una intervención en soporte placentario sin tocólisis, es decir, retrasando el pinzamiento del cordón, pero sin potenciar la perfusión feto-placentaria, se denomina "operación en soporte placentario" - **OOPS**

(*operation on placental support*) o **POPS** (*procedure on placental support*). Esta estrategia, no interfiere en la fisiología de las contracciones uterinas, por lo tanto, es menos invasiva, pero también menos controlada y menos predecible, ya que las contracciones derivan inevitablemente en el desprendimiento de la placenta y la finalización del procedimiento. Esto hace que un OOPS sea sólo adecuado para intervenciones breves (1-20 minutos según el reporte de algunos autores<sup>22,42</sup>), lo cual es muchas veces difícil de asegurar. El OOPS puede realizarse por cesárea o por vía vaginal (**VDPS - vaginal delivery on placental support**), representando este último, el mínimo grado de soporte placentario, por la casi nula versatilidad de tiempo y maniobrabilidad que brinda.

El nivel de soporte placentario necesario para cada paciente debe analizarse caso por caso en la etapa prenatal. Esta elección debe realizarse teniendo en cuenta que el EXIT brinda tiempo valioso de intervención y constituye el mayor nivel de control sobre la fisiología feto-materna. Por tanto, este último debe considerarse siempre que el procedimiento pueda potencialmente superar la complejidad de una intubación endotraqueal<sup>1,22,43</sup>.

### COMPLICACIONES

A pesar de los numerosos beneficios del EXIT, existen ciertos riesgos maternos y feto-neonatales que deben considerarse e incluirse en el proceso de consentimiento informado.

**Hemorragia materna:** Una vez iniciado el EXIT, el principal riesgo materno es la hemorragia intraparto (por desprendimiento de la placenta) o postparto (por atonía uterina inducida por anestésicos inhalatorios)<sup>44</sup>. Algunos grupos reportan un promedio de pérdida hemática materna de 800 ml (500-2000 ml) y tasas de transfusión del 13-23%<sup>45,46</sup>. Para reducir este riesgo, es esencial una apertura uterina controlada y hemostática, mantener el volumen uterino a través del parto parcial del feto y la amnioinfusión, mapear adecuadamente los márgenes placentarios antes de la histerotomía, y lograr una adecuada coordinación entre el equipo quirúrgico y el anestésico para rápidamente revertir la relajación uterina una vez finalizada la intervención. Disponer de un plan de contingencia es crítico en la preparación de un EXIT. La disponibilidad de sangre compatible y fármacos uterotónicos en quirófano, y la preparación para realizar un taponamiento intrauterino, colocar suturas de compresión uterina, finalizar prematuramente el EXIT o en situaciones extremas, realizar una histerectomía de emergencia, constituyen estrategias fundamentales para combatir esta emergencia<sup>29</sup>.

**Complicaciones de la herida materna e infecciones:** La incidencia de endometritis y de complicaciones de la herida, como la infección, o la dehiscencia uterina en futuros embarazos, es ligeramente mayor en un EXIT comparado con lo reportado para una cesárea<sup>47,48</sup>.

**Lesión fetal hipóxico-isquémica:** La complicación más importante del feto en EXIT es la lesión hipóxico-isquémica. El principal mecanismo es la inadecuada relajación uterina y el subsiguiente compromiso del intercambio útero-placentario<sup>49,50</sup>. El desprendimiento placentario y la compresión del cordón durante el procedimiento también pueden provocar una mala perfusión fetal. El espectro de compromiso fetal es amplio y va desde la bradicardia durante el procedimiento, la lesión cerebral hipóxica hasta la muerte. La monitorización fetal durante el EXIT permite reconocer el sufrimiento fetal y actuar en consecuencia<sup>13,44</sup>.

## CONCLUSIONES

El procedimiento EXIT es una estrategia de parto desarrollada para transformar una emergencia neonatal potencialmente fatal en un ambiente clínico controlado. Aunque un EXIT podría interpretarse erróneamente como una cesárea, estos procedimientos son opuestos por concepto. En una cesárea buscamos una contractilidad uterina eficaz y un feto despierto y activo, respetando la fisiología del parto. Por el contrario, el EXIT es un parto sumamente intervenido, en un entorno de anestesia fetal

profunda y relajación uterina máxima para mantener la circulación placentaria durante períodos potencialmente prolongados.

El aspecto más importante de cualquier procedimiento en soporte placentario es consolidar un equipo multidisciplinario altamente capacitado y bien coordinado, capaz de brindar atención de alta calidad al binomio materno-fetal a lo largo del embarazo y el parto. La planificación preoperatoria exhaustiva es un componente crítico para un EXIT exitoso. A lo largo de nuestra experiencia, hemos reforzado el concepto de que la mejor manera de prepararse para un EXIT es considerando el peor escenario clínico y quirúrgico para asegurarnos que el equipo esté listo para cualquier contingencia. Como un EXIT requiere un alto nivel de coordinación del equipo y muchas de las condiciones que requieren de esta estrategia se asocian con mayor incidencia de parto prematuro de emergencia<sup>44</sup>, creemos que cualquier estrategia que facilite la organización, como las simulaciones, los *checklist*, los protocolos y las cadenas telefónicas para la activación del equipo de EXIT de emergencia pueden ser de suma importancia para lograr los mejores resultados clínicos posibles.

*Declaración de conflicto de interés*

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Marwan A, Crombleholme TM. The EXIT procedure: principles, pitfalls, and progress. *Semin Pediatr Surg* 2006;15:107-15. doi: 10.1053/j.sempedsurg.2006.02.008
2. Liechty KW. Ex-utero intrapartum therapy. *Seminars in Fetal and Neonatal Medicine* 2010;15:34-9. doi:10.1016/j.siny.2009.05.007
3. Mychaliska GB, Bealer JF, Graf JL, Rosen MA, Adzick NS, Harrison MR. Operating on placental support: the ex utero intrapartum treatment procedure. *J Pediatr Surg* 1997;32:227-30; discussion 230-1. doi:10.1016/s0022-3468(97)90184-6
4. Peiro JL, Sbragia L, Scorletti F, Lim FY. Perinatal Management of Fetal Tumors. *Current Pediatric Reviews* 2015;11:151-63. doi:10.2174/1573396311666150714105727
5. Nnamani N. From "OOPS to EXIT": A Review of the Origins and Progression of Ex Utero Intrapartum Treatment. *Journal of Anesthesia & Clinical Research* 2015;06. doi: 10.4172/2155-6148.1000540
6. Varela MF, Pinzon-Guzman C, Riddle S, Parikh R, McKinney D, Rutter M, et al. EXIT-to-airway: Fundamentals, prenatal work-up, and technical aspects. *Seminars in Pediatric Surgery* 2021;15:1066. doi: 10.1016/j.sempedsurg.2021.151066
7. Michel TC, Rosenberg AL, Polley LS. EXIT to ECMO. *Anesthesiology* 2002;97:267-8. doi: 10.1097/0000542-200207000-00036
8. Delaplain PT, Jancelewicz T, Di Nardo M, Zhang L, Yu PT, Cleary JP, et al. Management preferences in ECMO mode for congenital diaphragmatic hernia. *J Pediatr Surg* 2019;54:903-8. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2019.01.019
9. Yu PT, Jen HC, Rice-Townsend S, Guner YS. The role of ECMO in the management of congenital diaphragmatic hernia. *Semin Perinatol* 2020;44:151166. doi:10.1053/j.semperi.2019.07.005
10. Shieh HF, Wilson JM, Sheils CA, Smithers CJ, Kharasch VS, Becker RE, et al. Does the ex utero intrapartum treatment to extracorporeal membrane oxygenation procedure change morbidity outcomes for high-risk congenital diaphragmatic hernia survivors? *J Pediatr Surg* 2017;52:22-5. doi:10.1016/j.jpedsurg.2016.10.010
11. Ryan G, Somme S, Crombleholme TM. Airway compromise in the fetus and neonate: Prenatal assessment and perinatal management. *Semin Fetal Neonatal Med* 2016;21:230-9. doi:10.1016/j.siny.2016.03.002
12. Laje P, Howell LJ, Johnson MP, Hedrick HL, Flake AW, Adzick NS. Perinatal management of congenital oropharyngeal tumors: the ex utero intrapartum treatment (EXIT) approach. *J Pediatr Surg* 2013;48:2005-10. doi:10.1016/j.jpedsurg.2013.02.031
13. Bouchard S, Johnson MP, Flake AW, Howell LJ, Myers LB, Adzick NS, et al. The EXIT procedure: experience and outcome in 31 cases. *J Pediatr Surg* 2002;37:418-26. doi:10.1053/jpsu.2002.30839
14. Mackenzie TC, Crombleholme TM, Johnson MP, Schnaufer L, Flake AW, Hedrick HL, et al. The natural history of prenatally diagnosed conjoined twins. *J Pediatr Surg* 2002;37:303-9. doi:10.1053/jpsu.2002.30830.

15. Midrio P, Zadra N, Grismondi G, Suma V, Pitton M-A, Salvadori S, et al. EXIT Procedure in a Twin Gestation and Review of the Literature. *American Journal of Perinatology* 2001;18:357-62. doi:10.1055/s-2001-18693.
16. Committee on Practice Bulletins—Obstetrics and the American Institute of Ultrasound in Medicine. Practice Bulletin No. 175: Ultrasound in Pregnancy. *Obstet Gynecol* 2016;128:e241-56. <https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000001815>.
17. Ravelli A, Napolitano M, Rustico M, Riccipetioni G, Di Leo G, Righini A, et al. Prenatal MRI of neck masses with special focus on the evaluation of foetal airway. *Radiol Med* 2019;124:917-25. doi:10.1007/s11547-019-01049-1
18. Kathary N, Bulas DI, Newman KD, Schonberg RL. MRI imaging of fetal neck masses with airway compromise: utility in delivery planning. *Pediatr Radiol* 2001;31:727-31. doi:10.1007/s002470100527
19. Mong A, Johnson AM, Kramer SS, Coleman BG, Hedrick HL, Kreiger P, et al. Congenital high airway obstruction syndrome: MR/US findings, effect on management, and outcome. *Pediatr Radiol* 2008;38:1171-9. doi:10.1007/s00247-008-0962-2
20. Lim F-Y, Crombleholme TM, Hedrick HL, Flake AW, Johnson MP, Howell LJ, et al. Congenital high airway obstruction syndrome: natural history and management. *J Pediatr Surg* 2003;38:940-5. doi:10.1016/s0022-3468(03)00128-3
21. Reis ZSN, Osanan GC, Coelho TLR, Rezende CADL, Leite HV, Cabral ACV. Diagnosis of severe fetal anemia based on perinatal outcomes: a comparative analysis of the current reference values. *Anemia* 2013;2013:351258. doi:10.1155/2013/351258
22. Puricelli MD, Rahbar R, Allen GC, Balakrishnan K, Brigger MT, Daniel SJ, et al. International Pediatric Otolaryngology Group (IPOG): Consensus recommendations on the prenatal and perinatal management of anticipated airway obstruction. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2020;138:110281. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2020.110281>.
23. Vora NL, Gilmore K, Brandt A, Gustafson C, Strande N, Ramkisson L, et al. Correction: An approach to integrating exome sequencing for fetal structural anomalies into clinical practice. *Genet Med* 2020;22:1426. doi:10.1038/s41436-020-0870-x
24. Pellicer M, Pumarola F, Peiró JL, Ibáñez VM, Vaquero JAG, Carreras E, et al. EXIT Procedure in the Management of Severe Foetal Airway Obstruction. The Paediatric Otolaryngologist's Perspective. *Acta Otorrinolaringologica (English Edition)* 2007;58:487-90. doi:10.1016/s2173-5735(07)70394-0
25. Informed Consent and Shared Decision Making in Obstetrics and Gynecology: ACOG Committee Opinion, Number 819. *Obstet Gynecol* 2021;137:e34-41. doi:10.1097/AOG.0000000000004247
26. Hirose S, Farmer DL, Lee H, Nobuhara KK, Harrison MR. The ex utero intrapartum treatment procedure: looking back at the EXIT. *Journal of Pediatric Surgery* 2004;39:375-80. doi:10.1016/j.jpedsurg.2003.11.011
27. Prickett K, Javia L. Fetal Evaluation and Airway Management. *Clin Perinatol* 2018;45:609-28. doi:10.1016/j.clp.2018.07.003
28. Laje P, Tharakan SJ, Hedrick HL. Immediate operative management of the fetus with airway anomalies resulting from congenital malformations. *Semin Fetal Neonatal Med* 2016;21:240-5. doi:10.1016/j.siny.2016.04.003
29. Dighe MK, Peterson SE, Dubinsky TJ, Perkins J, Cheng E. EXIT Procedure: Technique and Indications with Prenatal Imaging Parameters for Assessment of Airway Patency. *RadioGraphics* 2011;31:511-26. doi:10.1148/rg.312105108
30. Marques MV, Carneiro J, Adriano M, Lança F. Anesthesia for ex utero intrapartum treatment: renewed insight on a rare procedure. *Braz J Anaesthesiol* 2015;65:525-8. doi:10.1016/j.bjane.2013.12.002
31. Weber SU, Kranke P. Anesthesia for predelivery procedures: ex-utero intrapartum treatment/intrauterine transfusion/surgery of the fetus. *Curr Opin Anaesthesiol* 2019;32:291-7. doi:10.1097/ACO.0000000000000718
32. Braden A, Maani C, Nagy C. Anesthetic management of an ex utero intrapartum treatment procedure: a novel balanced approach. *Journal of Clinical Anesthesia* 2016;31:60-3. doi:10.1016/j.jclinane.2015.12.010
33. Kumar K, Miron C, Singh SI. Maternal anesthesia for EXIT procedure: A systematic review of literature. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol* 2019;35:19-24. doi:10.4103/joacp.JOACP\_302\_17
34. Zadra N, Giusti F, Midrio P. Ex utero intrapartum surgery (EXIT): indications and anaesthetic management. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2004;18:259-71. doi:10.1016/j.bpa.2003.11.001
35. Hirose S, Harrison MR. The ex utero intrapartum treatment (EXIT) procedure. *Semin Neonatol* 2003;8:207-14. doi:10.1016/S1084-2756(03)00029-0
36. Taghavi K, Beasley S. The ex utero intrapartum treatment (EXIT) procedure: application of a new therapeutic paradigm. *J Paediatr Child Health* 2013;49:E420-7. doi:10.1111/jpc.12223.
37. Moldenhauer JS. Ex Utero Intrapartum Therapy. *Semin Pediatr Surg* 2013;22:44-9. doi:10.1053/j.sempedsurg.2012.10.008
38. Peiro JL, Crombleholme TM. Error traps in fetal surgery. *Semin Pediatr Surg* 2019;28:143-50. doi:10.1053/j.sempedsurg.2019.04.012
39. Miwa I, Sase M, Nakamura Y, Hasegawa K, Kawasaki M, Ueda K. Congenital high airway obstruction syndrome in the breech presentation managed by ex utero intrapartum treatment procedure after intraoperative external cephalic version. *J Obstet Gynaecol Res* 2012;38:854-7. doi:10.1111/j.1447-0756.2011.01801.x.
40. Abraham RJ, Sau A, Maxwell D. A review of the EXIT (Ex utero Intrapartum Treatment) procedure. *J Obstet Gynaecol* 2010;30:1-5. doi:10.3109/01443610903281656
41. Laje P, Peranteau WH, Hedrick HL, Flake AW, Johnson MP, Moldenhauer JS, et al. Ex utero intrapartum treatment (EXIT) in the management of cervical lymphatic malformation. *J Pediatr Surg* 2015;50:311-4. doi:10.1016/j.jpedsurg.2014.11.024
42. Preciado DA, Rutter MJ, Greenberg JM, Bahado-Singh R, Lambers D, Willging JP. Intrapartum management of severe fetal airway obstruction. *J Otolaryngol* 2004;33:283-8. doi:10.2310/7070.2004.03084
43. Beckers K, Faes J, Deprest J, Delaere PR, Hens G, De Catte L, et al. Long-term outcome of pre- and perinatal management of congenital head and neck tumors and malformations. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* 2019;121:164-72. doi:10.1016/j.ijporl.2019.03.018.
44. Novoa RH, Quintana W, Castillo-Urquiaga W, Ventura W. EXIT (ex utero intrapartum treatment) surgery for the management of fetal airway obstruction: A systematic review of the literature. *J Pediatr Surg* 2020;55:1188-95. doi:10.1016/j.jpedsurg.2020.02.011
45. Shamshirsaz AA, Aalipour S, Erfani H, Nassr AA, Stewart KA, Kravitz ES, et al. Obstetric outcomes of ex-utero intrapartum treatment (EXIT). *Prenat Diagn* 2019;39:643-6. doi:10.1002/pd.5477
46. Maternal morbidity and reproductive outcomes related to fetal surgery. *J Pediatr Surg* 2013;48:951-5. doi:10.1016/j.jpedsurg.2013.02.010
47. Noah MMS, Norton ME, Sandberg P, Esakoff T, Farrell J, Albanese CT. Short-term maternal outcomes that are associated with the EXIT procedure, as compared with cesarean delivery. *Am J Obstet Gynecol* 2002;186:773-7
48. Sacco A, Van der Veeken L, Bagshaw E, Ferguson C, Van Mieghem T, David AL, et al. Maternal complications following open and fetoscopic fetal surgery: A systematic review and meta-analysis. *Prenat Diagn* 2019;39:251-68. doi:10.1002/pd.5421.
49. Mohammad S, Olutoye OA. Airway management for neonates requiring ex utero intrapartum treatment (EXIT). *Paediatr Anaesth* 2020;30:248-56. doi:10.1111/pan.13818
50. Walz PC, Schroeder JW Jr. Prenatal diagnosis of obstructive head and neck masses and perinatal airway management: the ex utero intrapartum treatment procedure. *Otolaryngol Clin North Am* 2015;48:191-207. doi:10.1016/j.otc.2014.09.013