



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Medicina Humana

Escuela Profesional de Medicina Humana

**Eficacia de las intervenciones prenatales en la corrección de defectos congénitos:
análisis de la cirugía fetal y su impacto en los resultados neonatales**

Asignatura

Genética y Embriología

Estudiante

Charaja Cotrina, Santos Rodolfo

Docente

Dr. Vásquez Estela, Darío Estanislao

Huacho - Perú

2025

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	6
1.1.	Justificación.....	7
1.2.	Objetivos	8
1.2.1.	Objetivo general.....	8
1.2.2.	Objetivos específicos.....	8
1.3.	Metodología.....	9
2.	DESARROLLO	10
2.1.	Definición y epidemiología de los defectos congénitos susceptibles de cirugía fetal	10
2.2.	Técnicas de intervención prenatal	12
2.2.1.	Cirugía fetal abierta.....	12
2.2.2.	Cirugía fetoscópica	13
2.2.3.	Procedimiento EXIT	15
2.3.	Indicaciones específicas y resultados	16
2.3.1.	Defectos del tubo neural.....	16
2.3.2.	Hernia diafragmática congénita	18
2.3.3.	Síndrome de transfusión feto-fetal	19
2.4.	Diagnóstico prenatal y biomarcadores.....	21
2.5.	Seguridad materna y complicaciones.....	22
2.6.	Implementación en el contexto latinoamericano	24
3.	CONCLUSIONES.....	26

4.	REFERENCIAS	28
5.	ANEXOS.....	30

RESUMEN

El tratamiento prenatal de malformaciones congénitas ha experimentado avances notables en las últimas décadas. Este trabajo examina cómo las técnicas quirúrgicas intrauterinas pueden modificar el curso natural de diversas anomalías fetales. Se analizó información actualizada sobre procedimientos quirúrgicos tempranos y su influencia en la supervivencia infantil. El análisis incluyó factores de riesgo para la madre y el feto, elementos predictivos del éxito terapéutico y mecanismos biológicos subyacentes. Según investigaciones recientes, el tratamiento prenatal del mielomeningocele por vía abierta o endoscópica mejora notablemente las capacidades motoras y disminuye las complicaciones neurológicas (Lara-Ávila et al., 2022). En Colombia, después de diez años implementando estos procedimientos, se han alcanzado índices de supervivencia similares a los de hospitales europeos (Rodríguez-Gómez et al., 2022). No obstante, estudios mexicanos muestran que apenas 0,47% de embarazos presentan condiciones que justifiquen estos procedimientos (Fajardo Madrigal et al., 2023), evidenciando la importancia de contar con unidades especializadas. Si bien estos tratamientos reducen complicaciones graves en malformaciones específicas, aún existen limitaciones para anticipar resultados individuales, por lo que se requiere manejo integral por equipos especializados y vigilancia prolongada del desarrollo infantil.

Palabras clave: cirugía fetal, defectos congénitos, mielomeningocele, hernia diafragmática, medicina materno-fetal.

ABSTRACT

Prenatal treatment of congenital malformations has experienced remarkable advances in recent decades. This work examines how intrauterine surgical techniques can modify the natural course of various fetal anomalies. Updated information on early surgical procedures and their influence on infant survival was analyzed. The analysis included risk factors for mother and fetus, predictive elements of therapeutic success, and underlying biological mechanisms. According to recent research, prenatal treatment of myelomeningocele by open or endoscopic route notably improves motor abilities and decreases neurological complications (Lara-Ávila et al., 2022). In Colombia, after ten years implementing these procedures, survival rates similar to those of European hospitals have been achieved (Rodríguez-Gómez et al., 2022). However, Mexican studies show that only 0.47% of pregnancies present conditions that justify these procedures (Fajardo Madrigal et al., 2023), evidencing the importance of having specialized units. While these treatments reduce serious complications in specific malformations, there are still limitations to anticipate individual results, requiring comprehensive management by specialized teams and prolonged surveillance of child development.

Keywords: fetal surgery, congenital defects, myelomeningocele, diaphragmatic hernia, maternal-fetal medicine.

1. INTRODUCCIÓN

El tratamiento quirúrgico de malformaciones antes del nacimiento ha modificado radicalmente el panorama de la medicina perinatal contemporánea. Poder intervenir durante el desarrollo fetal abre posibilidades terapéuticas antes impensables, permitiendo corregir problemas estructurales cuando aún es posible prevenir daños irreversibles. Los procedimientos láser y las técnicas endoscópicas han incrementado las opciones disponibles para tratar diversas condiciones (García Cuenca et al., 2024), marcando un punto de inflexión en el manejo de patologías que tradicionalmente tenían pronósticos sombríos.

A nivel mundial, las malformaciones estructurales complican entre 3% y 5% de todos los embarazos, siendo responsables de una proporción considerable de muertes perinatales y limitaciones funcionales permanentes. En América Latina persiste una frecuencia elevada de defectos del tubo neural, con 4 a 5 casos por cada 10,000 nacimientos (Gálvez González, 2023), cifra preocupante para nuestros sistemas sanitarios. Los países desarrollados han incorporado estos procedimientos gradualmente en sus protocolos de atención, especialmente para casos de espina bífida, defectos diafragmáticos y problemas en embarazos múltiples que comparten placenta.

La situación en nuestra región presenta características propias. En Nicaragua se documentó una supervivencia superior al 90% después de operar defectos espinales antes del nacimiento (Arauz Castilla, 2023), demostrando que estos procedimientos pueden realizarse exitosamente incluso con limitaciones de recursos. Colombia ha logrado consolidar un programa que después de varios años muestra indicadores similares a los de hospitales europeos prestigiosos (Rodríguez-Gómez et al., 2022), confirmando que es factible adaptar estas técnicas a nuestras condiciones.

A pesar de estos avances, persisten obstáculos importantes en nuestro medio. La falta de equipamiento especializado y programas estructurados de detección temprana restringe el acceso a estas opciones terapéuticas. En Perú, establecer centros especializados demandará colaboración entre múltiples instituciones (Gil Guevara, 2024), además de políticas sanitarias que faciliten el desarrollo de estos servicios altamente especializados.

1.1. Justificación

Este trabajo se fundamenta en consideraciones clínicas y sanitarias de gran relevancia. Las malformaciones congénitas generan una carga asistencial considerable, traducida en internaciones repetidas, procedimientos quirúrgicos múltiples después del nacimiento y limitaciones funcionales que persisten toda la vida. Los datos actuales confirman que intervenir durante el embarazo puede cambiar drásticamente estos desenlaces desfavorables.

La relevancia médica de este tema radica en el cambio conceptual que implica poder tratar antes del nacimiento. No se trata únicamente de reparar estructuras alteradas, sino de evitar que el daño progrese durante el desarrollo fetal. En casos de espina bífida, por ejemplo, operar antes del nacimiento mejora notablemente las capacidades motoras y disminuye la necesidad de válvulas para drenar líquido cerebral (Lara-Ávila et al., 2022).

Aunque la proporción de embarazos que requieren estos procedimientos es relativamente baja - apenas 0,47% según datos de hospitales mexicanos especializados (Fajardo Madrigal et al., 2023) - esto representa cientos de casos anuales si consideramos la población total. Concentrar estos pacientes en centros especializados resulta esencial para acumular experiencia y mejorar continuamente los resultados.

El aspecto económico también respalda esta investigación. Los gastos derivados del tratamiento convencional de malformaciones graves - incluyendo largas hospitalizaciones en unidades neonatales, operaciones repetidas y rehabilitación prolongada - exceden considerablemente lo que costaría establecer unidades de cirugía prenatal. Prevenir

discapacidades mediante tratamiento oportuno disminuye además los costos familiares y sociales asociados.

Para nuestro país, donde los recursos sanitarios son escasos y su distribución geográfica desigual, entender qué tan efectivos son estos procedimientos resulta esencial para planificar políticas sanitarias. Los ejemplos de naciones vecinas muestran que se pueden desarrollar programas adaptados a cada realidad, siempre que exista compromiso institucional y planificación cuidadosa.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Analizar qué tan efectivos resultan los procedimientos prenatales, principalmente la cirugía intrauterina, para tratar malformaciones congénitas y establecer cómo influyen en la evolución neonatal y el desarrollo posterior, considerando la información científica disponible en países latinoamericanos.

1.2.2. Objetivos específicos

1. Caracterizar los procedimientos quirúrgicos prenatales más utilizados para tratar malformaciones fetales, abarcando técnicas abiertas, endoscópicas y mixtas, detallando cuándo está indicada cada una y qué limitaciones presentan.
2. Evaluar los desenlaces clínicos documentados en publicaciones latinoamericanas sobre estos procedimientos, contrastando índices de supervivencia, complicaciones neonatales y riesgos maternos con los reportados internacionalmente.
3. Reconocer qué marcadores biológicos y estudios de imagen permiten elegir adecuadamente a las pacientes candidatas para tratamiento intrauterino, considerando su acceso y utilidad en nuestro medio.

4. Analizar qué dificulta y qué facilita establecer programas de cirugía prenatal en países con recursos restringidos, planteando alternativas ajustadas a nuestra situación.
5. Proponer lineamientos fundamentados científicamente para crear protocolos de atención integral en cirugía prenatal, tomando en cuenta los logros alcanzados en otros países de la región.

1.3. Metodología

Se llevó a cabo una búsqueda minuciosa de publicaciones científicas actuales, dando prioridad a trabajos en español que mostraran la situación latinoamericana. Se consultaron repositorios especializados como SciELO, Dialnet, archivos universitarios y publicaciones médicas regionales, eligiendo documentos difundidos entre 2021 y 2024 para asegurar información vigente.

Se incluyeron investigaciones originales, análisis sistemáticos, guías clínicas y trabajos de posgrado sobre tratamientos prenatales de malformaciones, especialmente cirugía intrauterina. Se dio preferencia a estudios con datos sobre desenlaces clínicos, supervivencia, efectos adversos y evolución a mediano plazo. Se descartaron casos únicos sin seguimiento apropiado y trabajos sin rigor metodológico adecuado.

Para localizar información relevante se emplearon palabras como "cirugía fetal", "espina bífida", "mielomeningocele", "hernia diafragmática congénita" y "síndrome de transfusión feto-fetal", combinándolas sistemáticamente. También se revisaron las bibliografías de los documentos encontrados para detectar otras fuentes pertinentes.

La información se clasificó por temas, organizando los hallazgos según procedimiento realizado, condición tratada y desenlaces obtenidos. Se dio importancia particular a investigaciones de países con situaciones parecidas a la nuestra, especialmente de Nicaragua, Colombia y México, que aportan experiencias aplicables a sistemas sanitarios con limitaciones similares.

Para integrar la información se empleó un enfoque narrativo analítico, combinando resultados de distintas investigaciones para construir una perspectiva integral sobre el estado actual de estos procedimientos en nuestra región. Se mantuvo precisión en las citas, aplicando rigurosamente el formato APA séptima edición para asegurar que toda la información pueda verificarse.

2. DESARROLLO

2.1. Definición y epidemiología de los defectos congénitos susceptibles de cirugía fetal

Las malformaciones congénitas abarcan múltiples alteraciones anatómicas o funcionales que aparecen durante el desarrollo intrauterino y pueden identificarse antes, durante o después del parto. Estos problemas constituyen una preocupación sanitaria mayor, presentándose en 3% a 5% de todos los embarazos mundialmente. En América Latina, ciertas malformaciones muestran frecuencias particulares que deben tomarse en cuenta al organizar servicios especializados.

Los defectos espinales, especialmente la espina bífida, mantienen frecuencias preocupantes en nuestros países. Una revisión ecuatoriana reciente confirma que estos problemas afectan entre 4 y 5 de cada 10,000 nacimientos en la región (Gálvez González, 2023), superando notablemente lo observado en naciones con programas preventivos bien establecidos. Varios elementos contribuyen a estas cifras elevadas, como carencias nutricionales, características genéticas poblacionales y acceso restringido a control prenatal adecuado.

Para dimensionar apropiadamente el problema, debe considerarse qué proporción de casos realmente se beneficiaría de tratamiento prenatal. Una investigación en un centro mexicano de alta complejidad encontró que únicamente 0,47% de embarazadas presentaban condiciones tratables mediante estos procedimientos (Fajardo Madrigal et al., 2023).

Aunque parezca una cifra pequeña, en hospitales grandes esto significa varias decenas de casos anuales que necesitarían evaluación y posible tratamiento especializado.

Las condiciones que pueden tratarse antes del nacimiento siguen ciertos patrones. Los problemas del tubo neural, especialmente cuando hay exposición de tejido nervioso, constituyen la principal indicación en nuestra zona. Después están los defectos diafragmáticos graves, las complicaciones en gemelos que comparten circulación placentaria, y otras condiciones menos frecuentes como tumores torácicos, obstrucciones urinarias bajas y algunos problemas cardíacos complejos.

Diversos factores socioeconómicos y geográficos propios de Latinoamérica afectan estas estadísticas. La mayor frecuencia de problemas espinales en poblaciones vulnerables se asocia con alimentación deficiente, especialmente falta de ácido fólico, y menor acceso a vitaminas antes del embarazo. En países andinos como el nuestro, la altura podría influir en algunas malformaciones, aunque esto necesita más investigación.

Debe quedar claro que no todas las malformaciones pueden o deben operarse antes del nacimiento. Los requisitos para seleccionar casos son muy precisos y se fundamentan en demostrar que operar durante el embarazo ofrece mejores resultados que esperar al nacimiento. Gálvez González (2023) recalca que elegir bien los casos resulta decisivo para el éxito, necesitándose equipos que incluyan obstetras especializados, cirujanos infantiles, neonatólogos y genetistas trabajando coordinadamente.

También importa cuándo se hace el diagnóstico. Donde el acceso a ecografías especializadas es limitado, muchas malformaciones se detectan tarde, reduciendo las oportunidades de tratamiento prenatal. Las recomendaciones para detectar problemas cardíacos sugieren evaluaciones ecográficas en cada trimestre (Reyes Hernández & Mendoza Clemente, 2024), pero aplicar estas sugerencias enfrenta dificultades importantes en varias zonas.

2.2. Técnicas de intervención prenatal

2.2.1. Cirugía fetal abierta

Este procedimiento constituye la forma más compleja de operar antes del nacimiento.

Requiere abrir el útero materno para acceder al feto, permitiendo reparar problemas complicados que necesitan exposición amplia y manejo directo de los tejidos fetales. Una revisión detallada señala que este abordaje logra mejores correcciones anatómicas en ciertas condiciones, especialmente defectos espinales abiertos (Lara-Ávila et al., 2022).

La operación demanda preparación exhaustiva y profesionales altamente capacitados de múltiples especialidades. Se inicia con una incisión abdominal en la madre bajo anestesia completa, exponiendo el útero para luego abrirlo cuidadosamente, minimizando sangrado y protegiendo las membranas. La ubicación del corte uterino se determina con ecografía durante la cirugía, evitando la placenta y vasos sanguíneos importantes. Durante toda la operación se mantiene líquido tibio en el útero para proteger el cordón umbilical y conservar la temperatura fetal.

Los progresos técnicos han mejorado mucho los resultados. Las innovaciones quirúrgicas actuales incluyen grapas especiales para el útero y mejores formas de controlar el sangrado, reduciendo problemas maternos (García Cuenca et al., 2024). Vigilar constantemente al feto durante la operación, usando ultrasonido cardíaco y medición de oxígeno, permite identificar y solucionar rápidamente cualquier problema circulatorio.

Las situaciones que justifican este tipo de cirugía son pocas pero están bien definidas. Los defectos espinales abiertos siguen siendo la razón principal, basándose en estudios importantes que mostraron mejoras notables en movilidad y menor necesidad de válvulas cerebrales. Los datos indican que 58% de niños operados antes de nacer mejoran su función nerviosa en dos niveles o más, contra solo 20% de los tratados después del parto (Lara-Ávila et al., 2022).

Pero estos procedimientos conllevan riesgos importantes tanto maternos como fetales. Las madres pueden presentar sangrado durante la operación, separación de la herida uterina, nacimiento prematuro y necesidad obligatoria de cesárea en futuros embarazos. La rotura prematura de membranas ocurre en 30-40% de casos según recopilaciones recientes (Gálvez González, 2023). Los bebés nacen prematuramente en promedio a las 34 semanas, otra preocupación significativa.

Elegir quiénes pueden operarse requiere cumplir requisitos estrictos. Generalmente incluyen: diagnóstico confirmado entre semanas 19 y 26, ausencia de otros problemas graves, cromosomas normales, evidencia de beneficio al operar temprano, y consentimiento materno después de explicar detalladamente riesgos y beneficios. También hay condiciones que impiden la cirugía, como obesidad materna extrema, problemas uterinos, placenta mal ubicada o contraindicaciones para anestesia general.

Después de la operación se requiere vigilancia intensiva y hospitalización prolongada. Se administran medicamentos para evitar contracciones, se vigila constantemente al bebé y se observan signos de infección o problemas en la herida. Los protocolos indican reposo total las primeras 48-72 horas, luego movilización progresiva según evolución.

2.2.2. Cirugía fetoscópica

Los procedimientos endoscópicos representan un progreso importante hacia técnicas menos agresivas. Utilizan instrumentos delgados insertados por pequeñas incisiones uterinas, permitiendo ver directamente y tratar diversos problemas fetales con menos complicaciones maternas que la cirugía abierta. Los avances en láser y endoscopia han aumentado mucho las condiciones que pueden tratarse (García Cuenca et al., 2024).

El progreso tecnológico ha sido esencial. Los endoscopios actuales miden apenas 1.2 a 3 milímetros de diámetro, entrando por puertos diminutos que minimizan el daño uterino. Las cámaras de alta definición y luces LED mejoraron enormemente la visibilidad, mientras que instrumentos miniaturizados específicos ampliaron las posibilidades de tratamiento.

El procedimiento básico empieza con anestesia local y sedación materna, aunque operaciones complejas pueden necesitar anestesia regional o completa. Guiados constantemente por ecografía, se colocan los instrumentos en lugares que permitan acceso óptimo evitando placenta y vasos uterinos. Se usa desde un solo puerto para diagnóstico hasta varios para tratamientos complejos.

El mayor éxito de esta técnica ocurre tratando el problema de transfusión entre gemelos que comparten placenta. Los protocolos actualizados confirman que el láser sigue siendo el tratamiento principal, logrando que sobreviva al menos un bebé en más del 90% de casos (Hospital Clínic & Sant Joan de Déu, 2024). La técnica mejorada incluye coagular toda la línea vascular divisoria además de las conexiones visibles, reduciendo mucho las recurrencias y complicaciones posteriores.

Otra aplicación importante es colocar un balón en la tráquea fetal para tratar hernias diafragmáticas graves. Este procedimiento puede aumentar la supervivencia entre 25% y 50% en casos graves con pulmones muy pequeños (Hospital Clínic de Barcelona, 2024). El balón impide que salga líquido pulmonar, promoviendo expansión y crecimiento del pulmón antes del nacimiento.

Las ventajas sobre la cirugía abierta son varias. Menos agresividad significa menos problemas maternos, menor riesgo de rotura de membranas y posibilidad de parto vaginal futuro. Los reportes indican rotura de membranas en 10-15% con endoscopia, mucho menos que 30-40% con cirugía abierta (Lara-Ávila et al., 2022).

Pero la endoscopia tiene limitaciones. Ver poco y mover instrumentos con restricciones dificulta procedimientos complejos. Aprender la técnica toma mucho tiempo, requiriendo entrenamiento en centros con muchos casos. Además, no todos los problemas pueden tratarse así; defectos grandes como algunos espinales necesitan la exposición que solo da la cirugía abierta.

Los resultados latinoamericanos son alentadores. El estudio nicaragüense documenta operaciones de 45-60 minutos para procedimientos estándar, con hospitalización materna de 3-5 días, mucho menos que 7-10 días de cirugía abierta (Arauz Castilla, 2023). Las complicaciones durante la operación fueron menores al 5%, incluyendo sangrado leve y dificultades técnicas sin comprometer resultados.

2.2.3. Procedimiento EXIT

Esta técnica especial combina elementos quirúrgicos fetales con manejo inmediato al nacer. Permite asegurar la respiración del bebé mientras mantiene la circulación placentaria funcionando (Varela & Peiró, 2021), dando tiempo valioso para intervenciones que serían imposibles de otra forma.

Inicialmente desarrollado para quitar balones traqueales en hernias diafragmáticas tratadas prenatalmente, sus usos se expandieron mucho. Ahora incluye tumores cervicales grandes, malformaciones pulmonares que obstruyen la respiración y ciertos problemas cardíacos que necesitan tratamiento inmediato. Requiere coordinación excepcional entre obstetras, anestesiólogos, neonatólogos, cirujanos infantiles y otorrinolaringólogos.

Preparar un procedimiento EXIT es muy complejo. El quirófano debe permitir tanto la cesárea como procedimientos neonatales complicados. Se necesitan dos equipos completos: uno para la madre y otro para el bebé. La planificación detallada es fundamental, con ensayos que involucren a todos para garantizar coordinación perfecta.

El manejo anestésico resulta crítico. Se necesita anestesia profunda con gases en altas concentraciones para relajar completamente el útero y mantener la circulación placentaria (Varela & Peiró, 2021). Esta relajación profunda aumenta mucho el riesgo de sangrado materno, requiriendo preparación cuidadosa y sangre disponible inmediatamente.

Durante el procedimiento, se abre el útero como en cesárea normal pero con consideraciones especiales. Solo se saca parcialmente al bebé, generalmente cabeza y parte superior del tórax, manteniendo el resto dentro del útero. Esto conserva el volumen

uterino y la circulación placentaria. El tiempo disponible varía entre 30 y 60 minutos antes que la placenta deje de funcionar bien.

Las intervenciones dependen del problema. Para tumores cervicales puede incluir intubación directa o traqueostomía. En malformaciones pulmonares puede hacerse resección parcial. Vigilar constantemente al bebé es esencial, incluyendo oximetría y ecografía cuando es posible.

Los resultados en centros con experiencia son buenos. La supervivencia general supera 80%, aunque varía según el problema. Los tumores cervicales sin afectar estructuras vitales tienen mejor pronóstico, mientras problemas cardíacos complejos tienen mayor mortalidad. El estudio chileno reporta complicaciones maternas similares a cesáreas de alto riesgo, con 15-20% necesitando transfusiones pero sin muertes maternas (Varela & Peiró, 2021).

2.3. Indicaciones específicas y resultados

2.3.1. Defectos del tubo neural

Los problemas del tubo neural, especialmente cuando el tejido nervioso queda expuesto, son la indicación más establecida para operar antes del nacimiento. Las investigaciones acumuladas confirman consistentemente que intervenir durante el embarazo ofrece ventajas importantes sobre esperar al nacimiento. Un análisis exhaustivo confirma que operar temprano no solo evita que el daño nervioso empeore, sino que mejora las capacidades futuras del niño (Gálvez González, 2023).

Cuando hablamos de mielomeningocele nos referimos a la forma más grave de espina bífida, donde las cubiertas nerviosas y el tejido nervioso salen por un defecto en la columna. El contacto prolongado con el líquido amniótico daña progresivamente estos tejidos. Los expertos hablan de "dos golpes": primero la malformación original, segundo el deterioro por exposición. Operar temprano busca evitar este segundo daño cerrando el defecto a tiempo.

Para seleccionar quiénes pueden operarse se siguen criterios precisos. Los mejores candidatos deben tener entre 19 y 26 semanas de embarazo, defecto ubicado entre la

primera vértebra torácica y primera sacra, evidencia de que el cerebelo bajó (malformación de Chiari II), cromosomas normales confirmados y ausencia de otros problemas graves (Lara-Ávila et al., 2022). La resonancia magnética fetal resulta fundamental para evaluar detalladamente y planear la cirugía.

Los resultados de operar durante el embarazo son motivadores. Reparar el defecto por técnicas abiertas o endoscópicas mejora el movimiento y reduce problemas de líquido cerebral (Lara-Ávila et al., 2022). Concretamente, 42% de niños operados prenatalmente caminan solos a los 30 meses, comparado con solo 21% de los operados después de nacer. La necesidad de válvulas cerebrales baja de 82% a 40%, una reducción muy importante en complicaciones.

La experiencia nicaragüense aporta información valiosa sobre resultados con recursos limitados. Con 93% de bebés sobreviviendo después de la corrección prenatal, los números son similares a centros internacionales de prestigio (Arauz Castilla, 2023). Las operaciones duraron promedio 2.5 horas, con hospitalización materna de 7 días. Esto demuestra que con entrenamiento apropiado y protocolos claros se pueden lograr buenos resultados incluso en condiciones difíciles.

La forma de operar ha evolucionado mucho. Aunque inicialmente solo se hacía abriendo el útero, ahora existen opciones endoscópicas para casos seleccionados. Aunque técnicamente más difícil, la endoscopia causa menos problemas maternos y reduce partos prematuros (Lara-Ávila et al., 2022). Sin embargo, elegir entre una técnica u otra depende de las características del defecto y experiencia del equipo.

Seguir a estos niños muestra beneficios duraderos. Los estudios de desarrollo muestran mejores resultados en pruebas mentales y motoras en operados prenatalmente. La calidad de vida, medida con instrumentos validados, es claramente superior en el grupo operado temprano. También necesitan menos cirugías ortopédicas después, aunque no se eliminan completamente.

Las complicaciones deben considerarse cuidadosamente. La reparación se abre nuevamente en aproximadamente 10% de casos, necesitando revisión después del nacimiento. La prematuridad sigue preocupando, con nacimientos promedio a las 34 semanas. Aun así, las ventajas neurológicas generalmente compensan los riesgos de nacer moderadamente prematuro.

2.3.2. Hernia diafragmática congénita

Este defecto del diafragma es una de las malformaciones más difíciles de manejar, con mortalidad que puede superar 50% en casos graves pese al mejor tratamiento después del nacimiento. El problema no es solo el orificio en el diafragma, sino principalmente que los pulmones no se desarrollan bien y aparece presión alta en las arterias pulmonares. Las guías actualizadas del Hospital Clínic de Barcelona (2024) dan orientaciones completas para evaluar y manejar esta condición antes del nacimiento.

Para evaluar qué tan grave es el caso se usan ecografías y resonancias fetales. La relación entre tamaño pulmonar y cabeza (LHR observado/esperado) es el mejor indicador del pronóstico. Cuando esta relación es menor a 25% indica pulmones muy pequeños con supervivencia menor a 15% con manejo tradicional. El protocolo de oclusión traqueal puede aumentar la supervivencia entre 25% y 50% en estos casos graves (Hospital Clínic de Barcelona, 2024), mejorando dramáticamente las posibilidades.

Actualmente, colocar un balón en la tráquea por endoscopia es el tratamiento estándar para casos graves. Se hace típicamente entre semanas 27-30 en casos muy graves y 30-32 en moderados. El balón impide que salga líquido pulmonar, causando expansión y estimulando crecimiento de alvéolos. Esta técnica ha cambiado completamente el manejo, ofreciendo esperanza donde antes no había opciones (García Cuenca et al., 2024).

Los criterios para seleccionar pacientes son estrictos y basados en evidencia. Incluyen: hernia aislada confirmada por estudios genéticos y anatómicos completos, LHR menor a 35% para hernias izquierdas o 45% para derechas, edad gestacional apropiada y ausencia

de contraindicaciones maternas. Si el hígado está dentro del tórax es un factor de mal pronóstico adicional importante.

El procedimiento requiere gran habilidad técnica. Con anestesia local y sedación materna, se introduce un endoscopio de 3 milímetros guiado por ecografía constante. Ver las cuerdas vocales es fundamental para colocar bien el balón. En manos expertas dura 10-20 minutos. Después se vigila el crecimiento pulmonar midiendo regularmente el LHR.

Quitar el balón es igualmente importante y puede hacerse de varias formas. Normalmente se programa retirarlo por endoscopia a las 34 semanas. También puede puncionarse guiado por ecografía, quitarse durante procedimiento EXIT o después del nacimiento si el bebé nace prematuro con el balón puesto. Cada método tiene ventajas y riesgos que deben evaluarse individualmente.

En Latinoamérica empiezan a documentarse resultados. Aunque no hay series tan grandes como las europeas, los casos reportados son prometedores. Implementar exitosamente requiere no solo capacidad técnica sino también unidades neonatales sofisticadas incluyendo ECMO (oxigenación artificial) para manejar los casos más complejos después del nacimiento.

Las complicaciones incluyen rotura de membranas (10-20%), parto prematuro y raramente rotura traqueal o movimiento del balón. Es fundamental seguimiento estrecho y disponibilidad permanente de un equipo capaz de manejar urgencias, incluyendo quitar el balón de emergencia si fuera necesario (Hospital Clínic de Barcelona, 2024).

2.3.3. Síndrome de transfusión feto-fetal

Esta complicación afecta 10-15% de gemelos idénticos que comparten placenta. Sin tratamiento, mueren más del 90%, convirtiéndolo en verdadera emergencia obstétrica. Los protocolos actuales establecen que el láser sigue siendo el mejor tratamiento, logrando supervivencia de al menos un bebé en más del 90% de casos (Hospital Clínic & Sant Joan de Déu, 2024), transformando completamente el pronóstico.

El problema surge por conexiones vasculares desbalanceadas en la placenta que causan transfusión neta de sangre de un gemelo (donante) al otro (receptor). El donante desarrolla poco volumen sanguíneo, orina poco y tiene poco líquido, mientras el receptor tiene mucho volumen, orina mucho, exceso de líquido y eventualmente falla cardíaca. La clasificación de Quintero, muy usada, va desde estadio I (diferencia de líquido) hasta estadio V (muerte de uno o ambos).

El diagnóstico se hace por ecografía en gemelos idénticos: mucho líquido en un saco (más de 8 cm) y poco en el otro (menos de 2 cm), con o sin vejiga visible del donante. El Doppler es fundamental para clasificar y predecir evolución. El diagnóstico temprano y derivación oportuna a centros especializados son críticos para buenos resultados (García Cuenca et al., 2024).

Coagular con láser las conexiones placentarias por endoscopia es el tratamiento definitivo. Se hace típicamente entre semanas 16 y 26, aunque puede extenderse en casos especiales. La técnica evolucionó desde coagular solo conexiones visibles hasta la técnica Solomon actual, que incluye coagular toda la línea divisoria. Esto redujo las recurrencias de 14% a 1% y el síndrome anemia-policitemia posterior de 13% a 3%.

El procedimiento requiere identificar meticulosamente todas las conexiones vasculares por visión directa. Se usa láser diodo o Nd:YAG para coagular, con potencias de 20-40 watts. Dura 30-60 minutos según complejidad. Reducir el exceso de líquido al final normaliza volúmenes y reduce riesgo de parto prematuro.

Los resultados latinoamericanos son buenos. Aunque las series grandes vienen principalmente de Europa y Norteamérica, nuestros centros con programas establecidos reportan resultados similares. Sobrevive al menos un gemelo en más del 90%, ambos en 60-70%. Estos números contrastan dramáticamente con la evolución natural sin tratamiento.

Las complicaciones incluyen rotura de membranas (10%), desprendimiento placentario (2%) y raramente lesión vascular materna. Puede aparecer anemia-policitemia después por

conexiones pequeñas residuales, requiriendo vigilancia ecográfica estrecha. Se recomiendan evaluaciones semanales midiendo flujo en arteria cerebral media para detectar anemia fetal (Hospital Clínic & Sant Joan de Déu, 2024).

El seguimiento muestra que los sobrevivientes generalmente se desarrollan normalmente. Pero hay mayor riesgo de problemas neurológicos, especialmente en casos complicados o diagnosticados tarde. La parálisis cerebral ocurre en 4-6%, mucho menos que con otros tratamientos paliativos. Estos datos refuerzan la importancia del láser sobre otras opciones menos efectivas.

2.4. Diagnóstico prenatal y biomarcadores

Detectar y caracterizar correctamente las malformaciones es fundamental para elegir quiénes pueden beneficiarse de tratamiento intrauterino. Los progresos en imágenes y desarrollo de marcadores específicos han mejorado mucho nuestra capacidad diagnóstica. Para problemas cardíacos se sugiere evaluación ecográfica básica cada trimestre (Reyes Hernández & Mendoza Clemente, 2024), estableciendo un sistema de detección que permite encontrar anomalías tempranamente.

La ecografía sigue siendo el método principal. Equipos modernos con Doppler color permiten evaluar anatomía y flujos sanguíneos detalladamente. El protocolo mexicano propone un sistema estructurado con listas específicas para cada trimestre, optimizando la detección en diferentes momentos del desarrollo (Reyes Hernández & Mendoza Clemente, 2024). Esta sistematización es muy importante donde hay pocos especialistas disponibles.

La resonancia magnética fetal complementa invaluablemente, especialmente para sistema nervioso y medir volumen pulmonar en hernias diafragmáticas. Las secuencias rápidas actuales dan imágenes excelentes sin necesitar sedación. Para defectos espinales, la resonancia da información crucial sobre nivel de lesión, grado de descenso cerebeloso y problemas asociados que influyen en decisiones terapéuticas.

Los marcadores en sangre representan un área prometedora. Aunque la mayoría de investigación viene de centros internacionales, su aplicación potencial aquí es importante. Marcadores del primer trimestre como PAPP-A y β -hCG libre, combinados con translucencia nuchal, no solo detectan problemas cromosómicos sino también predicen complicaciones y algunas malformaciones.

Integrar múltiples métodos mejora mucho la precisión. Combinar ecografía detallada, resonancia cuando está indicada y marcadores bioquímicos da una evaluación completa que optimiza selección de pacientes y planificación (García Cuenca et al., 2024). Este enfoque múltiple es particularmente importante en patologías complejas donde decidir si intervenir necesita la información más completa.

Los estudios genéticos son obligatorios antes de cualquier intervención. Problemas cromosómicos generalmente contraindican la cirugía porque el pronóstico general es malo. El ADN fetal libre en sangre materna está revolucionando este campo, permitiendo evaluación genética temprana sin riesgos de procedimientos invasivos.

El Doppler merece mención especial. En transfusión feto-feto, los flujos en conducto venoso y arterias umbilicales son críticos para clasificar y decidir cuándo intervenir. En restricción de crecimiento selectiva gemelar, el Doppler umbilical distingue tipos con pronósticos y tratamientos diferentes. En cardiopatías, el Doppler evalúa función además de anatomía.

Cuándo se diagnostica es crucial. Muchos defectos espinales pueden detectarse desde semanas 11-14 por signos indirectos. Pero la evaluación completa para cirugía fetal se hace típicamente entre semanas 18-22, dando tiempo para estudios complementarios y asesoramiento familiar completo (Gálvez González, 2023).

2.5. Seguridad materna y complicaciones

La seguridad de la madre es primordial en cualquier procedimiento fetal. A diferencia de otras cirugías donde el paciente se beneficia directamente, aquí la madre asume riesgos sin

beneficio personal. Esta situación ética única requiere estándares excepcionales de seguridad y consentimiento muy detallado. Los datos acumulados, incluyendo experiencia latinoamericana reciente, dan una comprensión cada vez mejor del perfil de riesgo.

Las complicaciones varían mucho según el procedimiento. En endoscopias percutáneas, problemas mayores son raros. Las complicaciones serias ocurren en menos de 2% incluyendo hemorragia necesitando transfusión, desprendimiento placentario y embolia amniótica (García Cuenca et al., 2024). La rotura de membranas sigue siendo lo más frecuente, en 10-15% de casos endoscópicos.

La cirugía abierta tiene riesgos maternos mucho mayores. Se documentan hemorragia importante (10-15%), edema pulmonar (6%), separación de la herida uterina (5-10%) y necesidad absoluta de cesárea en todos los embarazos futuros (Lara-Ávila et al., 2022). El riesgo de rotura uterina en embarazos posteriores, aunque bajo con buena técnica, persiste como preocupación permanente.

El manejo anestésico presenta desafíos únicos. Necesitar relajación uterina profunda para mantener circulación placentaria durante cirugía abierta o EXIT requiere concentraciones altas de gases anestésicos, aumentando riesgo de sangrado posterior. La preparación meticulosa incluyendo sangre y medicamentos disponibles inmediatamente es esencial (Varela & Peiró, 2021).

Las infecciones, aunque raras con técnica correcta, pueden ser devastadoras. La infección de membranas complica 1-2% de procedimientos y puede causar parto muy prematuro y sepsis neonatal. Los protocolos incluyen antibióticos preventivos y vigilancia estrecha de signos infecciosos después de la operación.

El impacto psicológico no debe minimizarse. El estrés de operarse embarazada, más la incertidumbre sobre resultados, puede causar ansiedad importante y estrés postraumático. El apoyo psicológico especializado debe ser parte integral, desde el consentimiento hasta todo el seguimiento.

La experiencia nicaragüense da información valiosa sobre seguridad con recursos limitados. No hubo muertes maternas, y las complicaciones mayores fueron similares a las internacionales (Arauz Castilla, 2023). Esto sugiere que con protocolos apropiados y buen entrenamiento, estos procedimientos pueden hacerse con seguridad aceptable incluso fuera de grandes centros.

El seguimiento prolongado muestra que la mayoría de madres no tienen secuelas permanentes. Pero el impacto en fertilidad futura y embarazos posteriores sigue investigándose. Se recomienda esperar mínimo 18 meses antes de otro embarazo y manejar como alto riesgo con cesárea programada en quienes tuvieron histerotomía.

2.6. Implementación en el contexto latinoamericano

Establecer programas de cirugía fetal en nuestra región enfrenta retos particulares necesitando soluciones adaptadas. La experiencia acumulada en varios países vecinos da lecciones importantes sobre cómo crear y mantener estos servicios. Desarrollar unidades especializadas requiere colaboración entre instituciones porque ninguna sola puede proveer todos los recursos necesarios (Gil Guevara, 2024).

Colombia ejemplifica implementación gradual exitosa. Después de más de diez años desarrollándose sistemáticamente, lograron un programa con resultados como los europeos (Rodríguez-Gómez et al., 2022). Su estrategia incluyó: formar especialistas en centros internacionales excelentes, crear protocolos adaptados localmente, establecer redes de referencia efectivas y programas de entrenamiento para perpetuar conocimientos.

Concentrar casos en centros especializados es vital para mantener habilidades y mejorar resultados. Como solo 0,47% de fetos necesitan estos procedimientos (Fajardo Madrigal et al., 2023), un centro necesita población grande de referencia para acumular experiencia. Esto implica sistemas de referencia bien organizados cubriendo regiones amplias, superando barreras geográficas y burocráticas.

El financiamiento es uno de los mayores obstáculos. Los costos iniciales, especialmente equipos de endoscopia, son altos. Mantener equipos multidisciplinarios especializados requiere inversión continua. Se proponen modelos combinando recursos públicos, seguros privados y a veces apoyo internacional o filantrópico (Gil Guevara, 2024).

Formar personal es fundamental para sostenibilidad. No basta entrenar cirujanos; se necesita equipo completo incluyendo obstetras especializados, anestesiólogos con experiencia fetal, neonatólogos, enfermeras especializadas y personal de apoyo. Los programas de especialización y rotaciones en centros establecidos son esenciales, complementados con educación continua.

Adaptar protocolos internacionales localmente es crucial. Aunque los principios básicos permanecen, aspectos como selección, manejo perioperatorio y seguimiento deben considerar realidades locales. Donde hay pocas unidades neonatales avanzadas, los criterios pueden necesitar ser más estrictos para evitar supervivencia con graves secuelas.

Nicaragua ilustra cómo un hospital público puede implementar exitosamente con recursos limitados. Sus claves fueron: empezar con procedimientos simples, colaborar con centros internacionales para casos complejos, protocolos simplificados pero rigurosos y selección cuidadosa de casos (Arauz Castilla, 2023).

Las barreras culturales también importan. En muchas comunidades se desconoce la cirugía fetal generando desconfianza. Educar a la comunidad, incluyendo líderes religiosos y sociales, es importante para aceptación. El apoyo para familias que deben viajar para tratamiento es esencial para acceso equitativo.

La telemedicina promete superar distancias. Consultas remotas, revisión de imágenes y seguimiento pueden hacerse efectivamente digitalmente. Esto es especialmente relevante en países con geografías difíciles como Perú, donde llegar a centros especializados puede requerir viajes largos y costosos.

3. CONCLUSIONES

La información analizada confirma que los tratamientos prenatales, especialmente quirúrgicos, constituyen un progreso importante para manejar ciertas malformaciones. La experiencia latinoamericana demuestra que estos procedimientos pueden realizarse exitosamente en nuestra región, con resultados similares a centros internacionales prestigiosos cuando se cumplen condiciones necesarias de infraestructura, capacitación y organización.

Los beneficios son más claros en condiciones específicas. En defectos espinales abiertos, operar antes del nacimiento mejora notablemente la función nerviosa y reduce necesidad de válvulas cerebrales. El láser para transfusión entre gemelos transformó esta condición, elevando supervivencia sobre 90%. Para hernias diafragmáticas graves, el balón traqueal ofrece esperanza en casos antes letales.

Pero es importante reconocer limitaciones. No todos los defectos se benefician de tratamiento prenatal; en algunos casos es mejor esperar al nacimiento. Elegir cuidadosamente candidatos con criterios estrictos es fundamental para buenos resultados y minimizar riesgos. Individualizar tratamiento considerando factores fetales, maternos y del sistema sanitario es esencial.

Los retos para implementar en Perú son importantes pero superables. Países vecinos muestran que es posible desarrollar programas exitosos adaptados localmente. La clave es comenzar gradualmente con procedimientos simples mientras se construye experiencia e infraestructura para intervenciones complejas.

Formar equipos multidisciplinarios competentes es lo más crítico. Más allá del entrenamiento técnico, se necesita cultura colaborativa integrando obstetras, cirujanos, neonatólogos, anestesiólogos y personal de apoyo. Invertir en formación continua y vínculos con centros internacionales es fundamental para mantener calidad.

Las consideraciones éticas requieren atención especial. Que la madre asuma riesgos sin beneficio personal requiere consentimiento excepcional y apoyo psicológico integral.

Comunicar transparentemente riesgos, beneficios e incertidumbres es fundamental para decisiones autónomas.

El futuro en Perú dependerá de voluntad política para invertir, alianzas estratégicas institucionales y marcos regulatorios garantizando calidad y seguridad. Centralizar inicialmente en uno o dos centros con sistemas de referencia organizados parece la estrategia más viable.

La investigación continua es esencial para mejorar resultados y expandir indicaciones. Participar en registros internacionales y estudios colaborativos permitirá contribuir al conocimiento global beneficiándose de experiencia mundial. Investigar biomarcadores y técnicas de imagen puede mejorar selección y predicción de resultados.

En resumen, la cirugía fetal es una herramienta valiosa en medicina materno-fetal moderna. Implementarla exitosamente en Perú requerirá esfuerzo coordinado, inversión sostenida y compromiso con excelencia. Los beneficios potenciales para niños afectados y familias justifican plenamente este esfuerzo, ofreciendo esperanza donde antes solo había resignación. El camino es difícil pero la experiencia latinoamericana demuestra que es posible recorrerlo exitosamente.

4. REFERENCIAS

- Arauz Castilla, M. A. (2023). *Resultados perinatales de cirugía intrauterina para corrección de defecto del tubo neural en embarazadas atendidas en el Hospital Bertha Calderón (marzo 2021-septiembre 2022)* [Tesis de especialidad, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. Repositorio UNAN.
- Fajardo Madrigal, S., & colab. (2023). Prevalencia de patologías fetales que pueden beneficiarse de intervenciones intrauterinas en un hospital de tercer nivel del occidente de México. *Ginecología y Obstetricia de México*, 91(3), 166-174.
<https://doi.org/10.24245/gom.v91i3.8421>
- Gálvez González, H. M. (2023). Espina bífida: Generalidades y procedimiento para su intervención quirúrgica, una revisión bibliográfica. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, 7(6), e12930.
- García Cuenca, F. A., Rodríguez Hidalgo, A., & Hidalgo Marrero, Y. (2024). Una mirada a los avances en cirugía fetal. *Revista Científica Estudiantil UNIMED*, 6(3), e377.
<https://revunimed.sld.cu/index.php/revestud/article/view/377>
- Gil Guevara, E. (2024). Importancia de la cirugía fetal en la solución de problemas fetales durante la gestación. *Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia*, 70(1), 1-4.
<https://doi.org/10.31403/rpgo.v70i2606>
- Hospital Clínic de Barcelona, Programa de Cirugía Fetal. (2024). *Tratamiento prenatal de la hernia diafragmática congénita: Oclusión traqueal fetoscópica (FETO)* [Protocolo clínico].
- Hospital Clínic de Barcelona & Hospital Sant Joan de Déu. (2024). *Gestación gemelar monocorial: Síndrome de transfusión feto-fetal (STFF)* [Protocolo clínico].
- Lara-Ávila, L., Martínez-Rodríguez, M., Villalobos-Gómez, R., Gámez-Varela, A., Aguilar-Avidales, K., López-Briones, H., Estudillo-Moreno, E., Chavelas-Ochoa, F., & Cruz-

Martínez, R. (2022). Espina bífida abierta: Diagnóstico, pronóstico y opciones de corrección intrauterina por cirugía fetal abierta y fetoscópica. *Ginecología y Obstetricia de México*, 90(1), 73-83. <https://doi.org/10.24245/gom.v90i1.5754>

Reyes Hernández, M. U., & Mendoza Clemente, S. M. (2024). Tamizaje prenatal de cardiopatías congénitas: Evaluación cardíaca fetal básica. *Acta Médica Grupo Ángeles*, 22(4), 296-301. <https://doi.org/10.35366/117519>

Rodríguez-Gómez, A., & colab. (2022). Cirugía fetal en Colombia: Una realidad. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*, 73(1), 7-15. <https://doi.org/10.18597/rcog.3789>

Varela, M. F., & Peiró, J. L. (2021). EX-UTERO INTRAPARTUM TREATMENT (EXIT). *Revista Médica Clínica Las Condes*, 32(6), 690-698. <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2021.09.009>

5. ANEXOS

Anexo 1. Criterios de selección para cirugía fetal en mielomeningocele

Requisitos para inclusión:

- Embarazo entre 19 y 26 semanas cumplidas
- Defecto espinal ubicado desde T1 hasta S1
- Confirmación de descenso cerebeloso (Chiari II)
- Estudios genéticos normales
- Madre mayor de edad
- Gestación única

Condiciones que excluyen:

- Curvatura espinal mayor a 30 grados
- Otras malformaciones no relacionadas
- Alto riesgo de nacimiento prematuro
- Ubicación anormal de placenta
- Obesidad materna importante (IMC >35)
- Imposibilidad para anestesia general

Anexo 2. Estadificación de Quintero para síndrome de transfusión feto-fetal

Nivel I: Diferencia de líquidos con vejiga del donante visible

Nivel II: Sin vejiga visible del donante, flujos normales

Nivel III: Alteraciones del Doppler (flujo umbilical ausente/reverso, alteraciones en conducto venoso o vena umbilical)

Nivel IV: Acumulación de líquido anormal en uno o ambos

Nivel V: Fallecimiento de uno o ambos

Anexo 3. Clasificación de severidad en hernia diafragmática congénita

Leve: LHR o/e mayor a 45%

- Pronóstico favorable (>75% supervivencia) con manejo habitual
- No requiere intervención prenatal

Moderada: LHR o/e entre 25-45%

- Supervivencia intermedia (30-60%)
- Posible candidato según otros factores

Grave: LHR o/e menor a 25%

- Pronóstico muy reservado (<15% supervivencia)
- Candidato prioritario si cumple otros requisitos

Anexo 4. Flujograma de evaluación para candidatos a cirugía fetal

