

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS  
CARRERA DE MEDICO Y CIRUJANO  
COMISIÓN DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**



**MONOGRAFIA MÉDICA**

**CIRUGÍA CON ULTRASONIDO FOCALIZADO DE ALTA INTENSIDAD COMO  
MÉTODO NO INVASIVO PARA TRATAMIENTO DE MIOMAS UTERINOS  
PRESENTADA A LAS AUTORIDADES DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN  
MARCOS**

**POR:**

**EVELIN RAQUEL BARRIOS BARRIOS**

**PREVIO A CONFERIRSELE EL TÍTULO DE MÉDICO Y CIRUJANO EN EL GRADO  
DE LICENCIATURA**

**ASESOR:**

**Dr. Leonel José Alfredo Almengor Gutierrez  
Ginecólogo y Obstetra  
Colegiado No.20,245**

**REVISOR:**

**MsC. Ing. Juan José Aguilar Sánchez.  
Experto en Investigación y Educación.  
Colegiado 2,343**

**San Marcos, noviembre de 2025**

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS**

**CARRERA DE MÉDICO Y CIRUJANO**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO**

Director	PhD. Edgar Ronaldo de León Cáceres
Secretario consejo directivo	Licda. Astrid Fabiola Fuentes Mazariegos
Representante docente	Ing. Agr. Roy Walter Villacinda Maldonado
Representante estudiantil	Lic. Oscar Alberto Ramírez Monzón
Representante estudiantil	Br. Luis David Corzo Rodríguez

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS**

**CARRERA DE MÉDICO Y CIRUJANO**

**MIEMBROS DE LA COORDINACIÓN ACADÉMICA**

Coordinador Académico	Ing. Agr. Rodolfo R. Carredano Romero
Coordinador Carrera de Técnico en Producción Agrícola e Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible	Ing. Agr. Jorge Robelio Juárez González
Coordinador Carrera de Pedagogía y Ciencias de la Educación	Lic. Ramiro Augusto Ponce de León
Coordinadora Carrera de Trabajo Social, Técnico y Licenciatura	Licda. Virginia de Jesús Cifuentes R.
Coordinador Carrera de Administración de Empresas, Técnico y Licenciatura	Lic. Byron Lionel Orozco García
Coordinador Carrera de Abogado y Notario y Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales	Lic. Aramis Fredy González López
Coordinadora Carrera de Médico y Cirujano.	Dra. Jenny Vanessa Orozco Minchez
Coordinador Pedagogía Extensión San Marcos.	Lic. Selvyn Aramis Sánchez Velásquez
Coordinador Extensión Malacatán.	Lic. Baynor Geovany Pérez Ramos
Coordinadora Extensión Tejutla	Licda. Karina Nineth Reyes Maldonado
Coordinador Extensión Tacaná	Lic. Julio Augusto González Roblero

Coordinador Instituto de Investigaciones del CUSAM	Ing. Rubén Francisco Ruíz Mazariegos
Coordinadora de Área de Extensión	Licda. Olga Amparo Urrutia Bartolón
Coordinador Carrera de Ingeniería Civil	Ing. Mario Rolando Luis López
Coordinadora Carrera de Contaduría Pública y Auditoría	Licda. Silvia Yanet Reyes Najarro
Coordinador Carrera de Profesorado de Primaria Bilingüe Intercultural.	Lic. Clemente Raúl Matías Gabriel
Coordinador Carreras Sociología, Ciencias Políticas y Relaciones Internacionales.	Lic. Sergio Enrique Cal Ordoñez

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS  
CARRERA DE MÉDICO Y CIRUJANO**

**COORDINACIÓN DE LA CARRERA DE MÉDICO Y CIRUJANO**

Coordinadora de la Carrera	Dra. Jenny Vanessa Orozco Minchez
Coordinación área de Ciencias Básicas	Dr. Hans Gary Jui Baechli
Coordinación área de Ciencias Sociales	Dr. Leonel José Alfredo Almengor Gutiérrez
Coordinación área de Investigación	Dra. María Rebeca Bautista Orozco
Coordinación área de Ciencias Clínicas	Dra. María Elena Solórzano de León

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS  
CARRERA DE MÉDICO Y CIRUJANO**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN**

Presidenta	Dra. María Rebeca Bautista Orozco
Secretario	Ing. Agr. Milton Roderico Navarro Meza
Secretaria	Ing. Rosangela María Juárez Escobar
Secretario	MsC. Luis Fernando Velásquez Tiney
Vocales	Dr. Hans Gary Jui Baechli Dr. José Manuel Consuegra López Dr. José Roberto Sandoval Rosales Dr. Leonel José Alfredo Almengor Gutiérrez Dr. Miguel Ángel Velásquez Orozco Dra. Damaris Hilda Juárez Rodríguez Dra. Lourdes Karina Orozco Godínez Dra. María de los Ángeles Navarro Almengor Dra. María Elena Solórzano de León Dra. Migdalia Azucena Gramajo Pérez Dra. Yenifer Lucrecia Velásquez Orozco MsC. Genner Alexander Orozco González MsC. Juan José Aguilar Sánchez Ing. Agr. Roy Walter Villacinda Maldonado Licda. María Elisa Escobar Maldonado Licda. Lucrecia Yolanda Del Cid Granados

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS  
CARRERA DE MÉDICO Y CIRUJANO**

**TRIBUNAL EXAMINADOR**

Director	PhD. Edgar Ronaldo de León Cáceres
Coordinador académico	Ing. Agr. Rodolfo R. Carredano Romero
Coordinadora de la carrera de Médico y Cirujano	Dra. Jenny Vanessa Orozco Minchez
Asesor	Dr. Leonel José Alfredo Almengor Gutierrez
Revisor	MsC. Ing. Juan José Aguilar Sánchez



**USAC**  
**TRICENTENARIA**  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario de San Marcos

San Marcos, 08 de agosto de 2,025

**MSc. Dra. María Rebeca Bautista**  
**Coordinadora**  
**Integrantes de la Comisión de Trabajos de Graduación**  
**Carrera: Médico y Cirujano**  
**Centro Universitario de San Marcos**  
**San Marcos.**

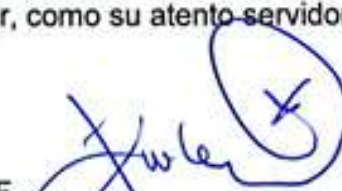
De manera atenta y cordial me dirijo a ustedes, deseándoles éxitos en sus labores diarias.

Por medio de la presente me permito informarles que he tenido bajo mi cargo la revisión del trabajo de graduación titulado **"CIRUGIA CON ULTRASONIDO FOCALIZADO DE ALTA INTENSIDAD COMO MÉTODO NO INVASIVO PARA TRATAMIENTO DE MIOMAS UTERINOS"**, de la estudiante: Evelin Raquel Barrios Barrios con carné No. 201542775.

Esta investigación cumple con los requisitos establecidos en el normativo de graduación de tesis de la carrera de Médico y Cirujano del Centro Universitario de San Marcos, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por lo que emito **DICTAMEN FAVORABLE** y solicito que proceda a la revisión y aprobación correspondientes para el trámite de examen general público.

Al agradecer su fina atención y buena consideración a la misma, sin más sobre el particular, como su atento servidor.

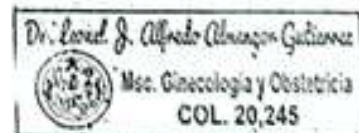
F.

  
**Dr. Leonel José Alfredo Almengor Gutiérrez**

**Asesor de trabajo de graduación**

**Colegiado No. 20,245**

**Ginecólogo y Obstetra**





San Marcos, 08 de septiembre de 2,025

**MSc. Dra. María Rebeca Bautista**  
Coordinadora  
Integrantes de la Comisión de Trabajos de Graduación  
Carrera: Médico y Cirujano  
Centro Universitario de San Marcos  
San Marcos.


De manera atenta y cordial me dirijo a ustedes, deseándoles éxitos en sus labores diarias.

Por medio de la presente me permito informarles que he tenido bajo mi cargo la revisión del trabajo de graduación titulado "CIRUGIA CON ULTRASONIDO FOCALIZADO DE ALTA INTENSIDAD COMO MÉTODO NO INVASIVO PARA TRATAMIENTO DE MIOMAS UTERINOS", de la estudiante: Evelin Raquel Barrios Barrios con carné No. 201542775.

Esta investigación cumple con los requisitos establecidos en el normativo de graduación de tesis de la carrera de Médico y Cirujano del Centro Universitario de San Marcos, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por lo que emito **DICTAMEN FAVORABLE** y solicito que proceda a la revisión y aprobación correspondientes para el trámite de examen general público.

Al agradecer su fina atención y buena consideración a la misma, sin más sobre el particular, como su atento servidor.

F.

  
**Msc. Ing. Juan José Aguilar Sánchez**  
Revisor de trabajo de graduación  
Colegiado 2,343  
Experto en Investigación y Educación

Msc. Ing. Juan José Aguilar S.  
Colegiado No. 2,343  
Docente: CUSAM-CUNOC-USAC.



LA INFRASCrita SECRETARIA DE LA COMISIóN DE TRABAJOS DE GRADUACIóN, DE LA CARRERA DE MÉDICO Y CIRUJANO, DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS, DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, CERTIFICA: LOS PUNTOS: PRIMERO, SEGUNDO, TERCERO, CUARTO, QUINTO, SEXTO Y SÉPTIMO DEL ACTA No. 068-2025, LOS QUE LITERALMENTE DICEN:

### ACTA No. 68-2025

En la ciudad de San Marcos, siendo las quince horas, del día jueves nueve de octubre del año dos mil veinticinco, reunidos en el Salón del Profesorado Bilingüe Intercultural del Módulo uno, del Centro Universitario de San Marcos, de la ciudad de San Marcos, para llevar a cabo la actividad académica de Presentación de Seminario 2 convocada por la Comisión de Trabajos de Graduación -COTRAG- de la Carrera de Médico y Cirujano, del Centro Universitario de San Marcos, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, integrados de la siguiente manera: Dra. Maria Rebeca Orozco, PRESIDENTA e integrante de la terna de evaluación y quién suscribe MsC. Ing. Luis Fernando Velásquez Tiney, SECRETARIO, que de ahora en adelante se le denominará COTRAG; además, integrantes de la terna evaluadora: Dra. Lourdes Orozco, Licda. Lucrecia Yolanda Del Cid Granados y Dra. María de los Ángeles Navarro; de la estudiante EVELIN RAQUEL BARRIOS BARRIOS, quien se identifica con el número de carnet dos mil quince, cuarenta y dos mil, setecientos setenta y cinco (201542775), para motivos de la presente se le denominará SUSTENTANTE; Dr. José Alfredo Almengor Gutierrez, que actúa como ASESOR y el MsC. Ing. Juan José Aguilar Sánchez que actúa como REVISOR del Trabajo de Graduación, respectivamente. Con el objeto de dejar constancia de lo siguiente: PRIMERO: Establecido el quórum y la presencia de las partes involucradas en el proceso de la presentación del Seminario 2 de la SUSTENTANTE EVELIN RAQUEL BARRIOS BARRIOS, previo a autorizar Monografía Médica del trabajo de graduación, denominado: "CIRUGÍA CON ULTRASONIDO FOCALIZADO DE ALTA INTENSIDAD COMO MÉTODO NO INVASIVO PARA TRATAMIENTO DE MIOMAS UTERINOS". SEGUNDO: APERTURA: La presidenta de la COTRAG procedió a dar la bienvenida a los presentes y a explicar los motivos de la reunión y los lineamientos generales del Seminario 2 a la SUSTENTANTE y entrega a los miembros de la terna evaluadora la guía de calificación. TERCERO: La SUSTENTANTE presenta el título del Trabajo de Graduación: "CIRUGÍA CON ULTRASONIDO FOCALIZADO DE ALTA INTENSIDAD COMO MÉTODO NO INVASIVO PARA TRATAMIENTO DE MIOMAS UTERINOS" presenta la hoja de vida de su asesor y revisor y explica las razones de cómo elaboró el título de trabajo de graduación, árbol de problemas, causas directas e indirectas, efectos y sub-efectos del problema, el vídeo de aproximación al problema, objetivos, metodología del trabajo, explica cada uno de los capítulos que contiene la monografía médica, conclusiones y recomendaciones. Además, cronograma, referencias bibliográficas y anexos. Cada uno de los aspectos fue presentado de manera ordenada y coherente. CUARTO: Luego de escuchar a la SUSTENTANTE, LA PRESIDENTE de la COTRAG, sugiere a los integrantes de la terna evaluadora someter a interrogatorio a la SUSTENTANTE, Dra. María de los Ángeles Navarro felicita a la SUSTENTANTE y sugiere mejorar objetivo de identificar. Dra. Lourdes Orozco, felicita por este tipo de investigaciones y pregunta sobre costos; El ASESOR y REVISOR felicita a la SUSTENTANTE, sugiere que se tome en cuenta las observaciones de la terna y reforzar la introducción, objetivos, conclusiones y resumen de la monografía. LA PRESIDENTE, manifiesta que deben de hacerse correcciones sugeridas por la terna y COTRAG, entre otras correcciones realizadas en los ejemplares evaluados. QUINTO: LA PRESIDENTE de la COTRAG, solicita a los miembros de la terna evaluadora la boleta de evaluación para verificar la calificación obtenida en el Seminario 2 de la SUSTENTANTE para trasladar la nota final y así poder deliberar sobre la APROBACIÓN O REPROBACIÓN del

Seminario 2 del Trabajo de Graduación. En ese momento, los miembros de la TERNA DE EVALUACIÓN anotan las correcciones sugeridas en cada uno de los ejemplares de los informes finales y se les entregan a la SUSTENTANTE para que proceda a hacer los cambios. SEXTO: Se informa a la SUSTENTANTE, ASESOR y REVISOR del Trabajo de Graduación que la calificación asignada es de OCHENTA Y NUEVE (89) por lo tanto, se da por APROBADO EL SEMINARIO 2. Sin embargo, se les comunica a las partes que previo a la impresión de la certificación del acta de Seminario 2, deberá hacer los cambios en el Informe Final del Trabajo de Graduación los cuales deben ser discutidos, revisados, presentados y autorizados por el ASESOR y REVISOR del Trabajo de Graduación, y comunicárselo inmediatamente a la COTRAG, para que se pueda entregar a la SUSTENTANTE la certificación correspondiente. El ASESOR y REVISOR hacen las anotaciones correspondientes y agradecen por los aportes realizados al estudio por parte de la TERNA EVALUADORA y felicitan a la SUSTENTANTE por el resultado obtenido. SÉPTIMO: En base al artículo 56 del Normativo para la Elaboración de Trabajo de Graduación de la Carrera de Médico y Cirujano del Centro Universitario de San Marcos, la PRESIDENTE de la COTRAG indica que fue APROBADO EL SEMINARIO 2 de **EVELIN RAQUEL BARRIOS BARRIOS**, Titulado **"CIRUGÍA CON ULTRASONIDO FOCALIZADO DE ALTA INTENSIDAD COMO MÉTODO NO INVASIVO PARA TRATAMIENTO DE MIOMAS UTERINOS"**. Por lo cual, se le AUTORIZA la impresión del informe final del trabajo de graduación e iniciar los trámites para el examen público y proceso de graduación, luego de realizados y presentados los cambios sugeridos. Concluyó la reunión en el mismo lugar y fecha, una hora después de su inicio, previa lectura que se hizo a lo escrito y enterados de su contenido y efectos legales, aceptamos, ratificamos y firmamos. DAMOS FE.

(SF) Evelin Raquel Barrios Barrios, Dra. María Rebeca Orozco, Dr. José Alfredo Almengor Gutierrez, Licda. Lucrecia Yolanda Del Cid Granados, Dra. María de los Ángeles Navarro, Dra. Lourdes Orozco, MsC. Ing. Juan José Aguilar Sánchez y MsC. Ing. Luis Fernando Velásquez Tiney.

**A SOLICITUD DE LA INTERESADA SE EXTIENDE, FIRMA Y SELLA LA PRESENTE CERTIFICACIÓN DE ACTA, EN UNA HOJA DE PAPEL MEMBRETADO DEL CENTRO UNIVERSITARIO, EN LA CIUDAD DE SAN MARCOS A LOS DIECISIETE DÍAS DEL MES DE OCTUBRE DEL AÑO DOS MIL VEINTICINCO.**

**"ID Y ENSEÑAD A TODOS"**

  
**MsC. Ing. Luis Fernando Velásquez Tiney**  
**Secretario Comisión de Trabajos de Graduación**





CC. archivo

**ESTUDIANTE:** EVELIN RAQUEL BARRIOS BARRIOS  
**CARRERA:** MÉDICO Y CIRUJANO,  
CUSAM, Edificio.

Atentamente transcribo a usted el Punto **QUINTO: ASUNTOS ACADÉMICOS, inciso a) subinciso a.10) del Acta No. 021-2025**, de sesión ordinaria celebrada por la Coordinación Académica, el 05 de noviembre de 2025, que dice:

**“QUINTO: ASUNTOS ACADÉMICOS: a) ORDENES DE IMPRESIÓN. CARRERA: MÉDICO Y CIRUJANO. a.10)** La Coordinación Académica conoció Providencia No. CMCUSAM-129-2025, de fecha 21 octubre de 2025, suscrita por la Dra. Jenny Vanessa Orozco Mínchez, Coordinadora Carrera Médico Cirujano, a la que adjunta solicitud de la estudiante: EVELIN RAQUEL BARRIOS BARRIOS, Carné No. 201542775, en el sentido se le **AUTORICE IMPRESIÓN DE LA MONOGRAFIA MÉDICA CIRUGÍA CON ULTRASONIDO FOCALIZADO DE ALTA INTENSIDAD COMO MÉTODO NO INVASIVO PARA TRATAMIENTO DE MIOMAS UTERINOS**, previo a conferírsele el Título de MÉDICO Y CIRUJANO. La Coordinación Académica en base a la opinión favorable del Asesor, Comisión de Revisión y Coordinadora de Carrera Médico Cirujano, **ACORDÓ: AUTORIZAR IMPRESIÓN DE LA MONOGRAFIA MÉDICA CIRUGÍA CON ULTRASONIDO FOCALIZADO DE ALTA INTENSIDAD COMO MÉTODO NO INVASIVO PARA TRATAMIENTO DE MIOMAS UTERINOS**, la estudiante: EVELIN RAQUEL BARRIOS BARRIOS, Carné No. 201542775, previo a conferírsele el Título de MÉDICO Y CIRUJANO.”  
Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Agr. Rodolfo R. Carretero Romero  
Coordinador Académico

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS**

De quien viene la sabiduría y la inteligencia, mi compañía desde el principio hasta el fin, quien me dio las fuerzas cuando sentía que no podía más y me abrió cada una de las puertas enviando ángeles para que no me hiciera falta nada, a él sea la gloria y de él es este triunfo. “Porque de él, por él y para él son todas las cosas. A él sea la gloria por siempre. Amén.” Romanos 11:36

### **A MIS PADRES**

Edit Barrios y German Barrios, quienes se han levantado y desvelado conmigo, tanto en persona como en oración, gracias por hacerme la persona que soy, por mis valores y por nunca dejarme ir con el estómago vacío, por llevarme al hospital y a todos los lugares a donde lo necesitara, a mi mami por dejar sus comodidades para que yo tenga las mías, por ser una madre como ninguna, la mejor, el ejemplo de todos, mamita hoy cumpla el sueño de las dos, gracias por ser siempre quien me celebra cada logro tan fuerte que si el mundo no lo ve, no me importa, y a mi papi por esperarme cada mañana, por brindarme mucho más de lo que pudo tener, por compartir risas y demostrarme lo valiente que se puede ser y que lo material es pasajero, llevo en mi corazón cada acción que han tenido conmigo y cada palabra de orgullo que recibo de ustedes, los amo con mi vida, este triunfo es de los tres.

### **A MIS HERMANOS:**

Cristian, Katy, Yacky y Daniel, mis primeros amigos y los mejores que pude tener, gracias por estar conmigo y no permitir que conozca la soledad, especialmente a mi Katy, porque tiene el mismo don de servicio que nuestra madre, gracias por ser la maravillosa hermana que eres y resolver conmigo lo que sola no podría, siempre estaré agradecida por llamarte mi hermana, y te elegiría en esta y mil vidas más, a los cuatro, los amo y no veo mi vida sin ustedes.

## **A MIS ABUELOS:**

Arnulfo y Guillermina, gracias por traer a este mundo a la mejor mamá, gracias por siempre estar, por enseñarme la importancia de la familia y la unidad, en especial a mi abuelita que siempre me hace sentir amada, por hacer de cada cumpleaños y cada logro una fiesta especial, gracias por sus oraciones y por todo lo que me brindan día con día. Estoy agradecida con Dios porque puedo celebrar con ustedes y tengo la bendición de culminar el camino con su presencia. Desearía que fueran eternos. A mis abuelos paternos gracias por brindarme un padre amoroso, presente y luchador, el mejor.

## **A MIS TIAS**

Loyda y Erica Barrios gracias por ser mi soporte, por enseñarme que es ser buena hija y hermana y por todo el apoyo moral y económico que siempre me han dado sin pedirlo, le pido a Dios les recompense todo el amor que recibo de ustedes, gracias por creer en mí y siempre estar presentes a pesar de la distancia, las amo. A mis tíos Isman Barrios, Carolina Santiago y Jairo Barrios, gracias por estar siempre con nosotros, gracias por hacerme sentir querida y por estar conmigo siempre, por brindarme su apoyo y abrirme las puertas de su casa, gracias por ocupar un lugar especial en mi corazón, los quiero mucho. A mi tía Himelda López y familia por siempre estar en cada proceso y brindarme lo necesario en el momento justo, Dios nos hizo familia y no hemos tenido un mejor regalo que vernos crecer juntos, los quiero mucho.

Un agradecimiento especial a Gonzalo Castillo QEPD, un ángel de bendición cuando más lo necesité.

## **A MIS AMIGOS**

Nancy Ángel, mi significado de amistad, quien me ha visto en muchas facetas, con quien he llorado mis tristezas y alegrías, con quien he podido tener el corazón abierto y me ha brindado las palabras que necesito escuchar, gracias porque ni la distancia ni el tiempo han provocado que su presencia me falte, gracias por creer en el sueño que le conté hace años, por escucharme y por permitir que la escuche, y por compartir nuestras experiencias para crecer.

A Estefany Fuentes, mi amiga, mi compañera y un regalo de la carrera que quiero con el corazón, gracias por elegirme como tu amiga y por permitirme ser quien esté presente en los momentos buenos y malos, gracias por la confianza y complicidad que compartimos y gracias por comprenderme como nadie más lo haría, a David Sazo, gracias por abrirme las puertas que sin tu intervención hubieran estado cerradas, gracias por todas las charlas, por ser el amigo que todos quisieran pero que pocos tenemos la dicha de tener, gracias por ser quien me ha abierto el camino laboral, que todo lo bueno que has hecho por mí se te multiplique, a Jonathan Barrios, mi fiel amigo en todo el proceso universitario de principio a fin, con quien tuve esa platica de niños de querer cumplir un día este sueño que hoy vemos hecho realidad, gracias por ser mi soporte en toda la carrera, por tu compañía en cada turno, por compartir conmigo hasta las adversidades de la vida, porque nadie vio mi proceso tan de cerca como vos, gracias por cada noche de cansancio donde tu compañía y tus palabras me dieron aliento para seguir, gracias por cada bailecito en los pasillos, por cada lagrima que derramamos y por cada enojo que nos perdonamos, ¡lo logramos! Y como siempre, juntos. A Ever Pérez, Maylins Barrios, Andrea Pérez, Jennifer Miranda, William Solís, Esdras Barrios, gracias por ser amigos presentes, todos son la familia que pude escoger, gracias por ser parte fundamental en este proceso, cada uno ocupa un lugar especial en mi corazón, que Dios nos permita seguir viéndonos triunfar. Los quiero mucho.

### **A MI ASESOR Y REVISOR**

Dr. Leonel Almengor y MsC. Juan José Aguilar, quienes con su experiencia y conocimiento fueron parte fundamental del proceso de elaboración de tesis. Mi más profundo agradecimiento.

### **A MI CASA DE ESTUDIOS**

La Tricentenario Universidad de San Carlos y, en especial al Centro Universitario de San Marcos por brindarme la oportunidad de cumplir este sueño.

## INDICE GENERAL

<b>Contenido</b>	<b>Número de pagina</b>
1. TITULO DE LA MONOGRAFIA	1
2. RESUMEN	2
3. INTRODUCCIÓN	4
4. NOMBRE DEL PROBLEMA	6
5. ÁRBOL DE PROBLEMAS	7
6. OBJETIVOS	8
6.1. OBJETIVO GENERAL	8
6.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	8
7. CUERPO DE LA MONOGRAFÍA	9
CAPITULO I: ANATOMIA	9
7.1. Anatomía del aparato reproductor femenino	9
7.1.1. Genitales internos	9
7.1.2. Genitales externos	14
CAPITULO II: MIOMATOSIS UTERINA	16
7.2. Miomas uterinos	16
7.2.1. Etiología	16
7.2.2. Mecanismos patogénicos	17
7.2.3. Clasificación de los miomas uterinos	17
7.2.4. Clasificación de miomas por la FIGO	18
CAPITULO III: FISIOPATOLOGÍA	19
7.3.1. Citogenética	22
7.3.2. Fisiopatología y su efecto en la fertilidad	22

7.3.3. PALM-COEIN	23
CAPITULO IV: EPIDEMIOLOGÍA	29
7.4.1 Incidencia y prevalencia	29
7.4.2. Edad y paridad	31
7.4.3. Etnicidad	31
7.4.4. Factores genéticos	31
7.4.5 Factores anatómicos	32
7.4.6. Factores hormonales	32
7.4.7. Hábitos personales	33
7.4.8. Otros factores	33
CAPÍTULO V: MANIFESTACIONES CLÍNICAS DE LOS MIOMAS UTERINOS	34
7.5.1. Hemorragia uterina anormal	34
7.5.2. Dolor y síntomas de compresión	35
7.5.3. Sintomatología urinaria	36
7.5.4. Sintomatología intestinal	36
7.5.5. Alteración de la vida sexual	37
CAPITULO VI: DIAGNÓSTICO	37
7.6.1. Evaluación clínica	37
7.6.2 Exploración física	39
7.6.3. Estudios de laboratorio	40
7.6.4. Ultrasonido	40
7.6.5. Resonancia magnética	42
7.6.6. Videolaparoscopia	43
7.6.7. Histeroscopia	44
7.6.8. Diagnóstico histopatológico de los miomas uterinos	44

7.6.9. Diagnostico diferencial	45
CAPITULO VII: TRATAMIENTO DE MIOMAS UTERINOS	47
7.7.1. Manejo expectante	47
7.7.2 Tratamiento médico	48
7.7.3. Tratamiento hormonal	53
7.7.4. Tratamiento directo sobre los miomas uterinos	57
7.7.5. Moduladores selectivos de los receptores de progesterona (SPRM)	63
7.7.6. Acetato de ulipristal	65
7.7.7. Tratamiento quirúrgico	67
7.7.8. Tratamiento con ablación	70
7.7.9. Diferencias entre cirugía y técnicas ablativas para el mioma uterino	72
CAPITULO VIII: COMPLICACIONES DE LOS MIOMAS UTERINOS	72
7.8.1. Miomatosis uterina e infertilidad	72
7.8.2. Complicaciones de los miomas durante el embarazo	74
7.8.3 Otras complicaciones	79
CAPITULO IX: CIRUGIA CON ULTRASONIDO FOCALIZADO DE ALTA INTENSIDAD.....	79
7.9.1. Definición de la técnica HIFU	79
7.9.2. Principios técnicos de la ablación por ultrasonidos	81
7.9.3. Selección y evaluación pretratamiento	85
7.9.4. Metodología del tratamiento	88
7.9.5. Pretratamiento	88
7.9.6. Tratamiento	90
7.9.7. Postratamiento	95
7.9.8. Limitación del HIFU en el tratamiento de los miomas uterinos	95

7.9.9. Eficacia de tratamiento con HIFU para miomas uterinos	96
7.9.10. Tasa de éxito	96
7.9.11. Preservación de la fertilidad con HIFU	97
7.9.12. HIFU y reserva ovárica	97
7.9.13. Resultados del embarazo tras el tratamiento HIFU	98
7.9.14. Complicaciones	101
CAPITULO X: ANÁLISIS	102
8. CONCLUSIONES	109
9. RECOMENDACIONES	110
10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	111
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	112
12. ANEXOS	121

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de problemas de la monografía médica.....	7
Figura 2. Genitales internos femeninos.....	13
Figura 3. Genitales externos femeninos .....	16
Figura 4. Clasificación de miomas uterinos.....	19
Figura 5. Tratamiento de mioma con análogos de Gn-Rh previo a HIFU.....	81
Figura 6. Modelo JC de sistema terapéutico tumoral .....	82
Figura 7. Descripción de los componentes del modelo JC.....	83
Figura 8. Mioma de 10 cms pos tratamiento con HIFU.....	84
Figura 9. Interposición de cicatriz abdominal y asas intestinales.....	87
Figura 10. Clasificación de Funaky .....	88
Figura 11. Posición de decúbito prono para la realización de HIFU.....	89
Figura 12. Sistema HIFU guiado por ecografía .....	91
Figura 13. Ablación completa de mioma submucoso.....	92

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Farmacocinética del ácido tranexámico.....	51
Tabla 2. Farmacocinética del sulfato ferroso.....	52
Tabla 3. Farmacocinética de los estrógenos.....	54
Tabla 4. Farmacocinética de los progestágenos.....	55
Tabla 5. Farmacocinética de los agonistas de GnRH.....	59
Tabla 6. Farmacocinética de los antagonistas de GnRH.....	63
Tabla 7. Farmacocinética de los SPRM.....	65
Tabla 8. Farmacocinética del acetato de ulipristal.....	66
Tabla 9. Cronograma de actividades monografía médica.....	111
Tabla 10. Escala SIR para complicaciones postratamiento.....	121
Tabla 11. Sintomatología posterior a la ablación con HIFU.....	121

## **1. TÍTULO DE LA MONOGRAFÍA**

Cirugía con ultrasonido focalizado de alta intensidad como método no invasivo para tratamiento de miomas uterinos.

## 2. RESUMEN

El Ultrasonido Focalizado de Alta Intensidad, HIFU por sus siglas en inglés, es un tratamiento innovador y no invasivo para los miomas uterinos. Utiliza ondas de ultrasonido de alta energía, enfocadas con precisión a través de la piel del abdomen, para generar termocoagulación, es decir calor intenso, logrando penetrar en el tejido del mioma. Este calor destruye selectivamente las células del mioma sin dañar el tejido uterino circundante ni la piel. La eficacia varía, pero muchos estudios muestran una reducción a menudo entre un 30-70% en el tamaño del mioma y una mejoría notable en los síntomas asociados conforme el paso de los meses.

Las principales ventajas del HIFU incluyen el hecho de ser un procedimiento sin invasión, eliminar los riesgos quirúrgicos como infecciones o hemorragias significativas y una recuperación más rápida que la miomectomía o la histerectomía. El autor Tonguc T, et al., realiza un estudio en el cual se describen hallazgos que confirman de forma convincente la eficacia del HIFU en todos los aspectos de la calidad de vida de las mujeres con miomas uterinos, con el cual se logra disminución y desaparición de la miomatosis, estabilidad del estado de ánimo y energía, y contrarresta el deterioro funcional, preservando la fertilidad y logrando gestaciones normales y partos a término.

En la presente monografía, la cual es de tipo compilatoria descriptiva, se revisan 64 estudios, de los cuales se realiza un análisis detallado y exhaustivo de varios autores que describen la técnica, beneficios, riesgos y principales consideraciones para la realización de HIFU, a través de motores de búsqueda los cuales son: Elseiver, MedGraphics, Sociedad Española de ginecología y obstetricia, The New England Journal of Medicine, UptoDate, Pubmed, Websurge, Lilacs, Google Académico, MedScape, Scielo, Así también se menciona que para la obtención de información se llevó a cabo el uso de operadores lógicos, los cuales impulsan la búsqueda dirigida y estandarizada para la obtención de información adecuada.

**Palabras clave:** HIFU, miomas uterinos, tratamiento no invasivo, innovación, fertilidad.

## SUMARY

High Intensity Focused Ultrasound, HIFU, is an innovative, noninvasive treatment for uterine fibroids. It uses high-energy ultrasound waves, precisely focused through the abdominal skin, a process called thermocoagulation, that is intense heat, thereby penetrating the fibroid tissue. This heat selectively destroys fibroid cells without damaging the surrounding uterine tissue or skin. Effectiveness varies, but many studies show a reduction, often between 30% and 70%, in fibroid size and a noticeable improvement in associated symptoms over the months.

The main advantages of HIFU include its noninvasive nature, the elimination of surgical risks such as significant infection or bleeding, and a faster recovery time than myomectomy or hysterectomy. Authors Tonguc T et al. conducted a study describing findings that convincingly confirm the efficacy of HIFU in all aspects of quality of life in women with uterine fibroids. It achieves reduction and disappearance of fibroids, stability of mood and energy, and counteracts functional decline, preserving fertility and achieving normal pregnancies and full-term births.

In this monograph, which is a descriptive compilation type, 64 studies are reviewed, of which a detailed and exhaustive analysis is carried out by several authors who describe the technique, benefits, risks and main considerations for performing HIFU, through search engines which are: Elseiver, MedGraphics, Spanish Society of Gynecology and Obstetrics, The New England Journal of Medicine, UptoDate, Pubmed, Websurge, Lilacs, Google Scholar, MedScape, Scielo, It is also mentioned that to obtain information, the use of logical operators was carried out, which promote the directed and standardized search to obtain adequate information.

**Keywords:** HIFU, uterine fibroids, non-invasive treatment, innovation, fertility.

### 3. INTRODUCCIÓN

Los miomas uterinos son definidos como tumores benignos del músculo liso del útero, específicamente del miometrio. En cuanto a su composición, estos tumores están compuestos por grandes cantidades de matriz extracelular los cuales son colágeno, fibronectina y proteoglicanos. Presentan una incidencia del 20 al 30% en la población femenina a nivel mundial, con mayor frecuencia en mujeres de 30 a 50 años, siendo causa de infertilidad, complicaciones en el embarazo, hospitalizaciones, cirugías y aunque no se ha detectado con frecuencia, también se han documentado casos de malignidad.

Dentro de la fisiopatología, existe evidencia de que la aparición de los miomas uterinos contiene una base genética y su crecimiento está relacionado directamente con la predisposición de esta, así como de la influencia hormonal y varios factores de crecimiento, de los cuales se ha notificado una sobreexpresión en ellos, aumentando así la proliferación del músculo liso, lugar en el cual se ha descrito anteriormente es al que pertenecen estos tumores.

En la actualidad se cuenta con varias opciones para el tratamiento de la miomatosis uterina, que incluyen tanto manejo farmacológico, quirúrgico, intervención radiológica y el tratamiento innovador de nuevo conocimiento y aplicación, los ultrasonidos focalizados de alta intensidad (HIFU, por sus siglas en inglés), que son una nueva modalidad de tratamiento de tumores sólidos que actúan en profundidad sobre las lesiones, dañando solo un punto en concreto mediante ablación térmica y sin alterar el tejido circundante, con el cual no es necesario introducir ningún tipo de dispositivo en el tejido a tratar, catalogándose realmente como un tratamiento no invasivo.

Es así como se evidencia la relevancia del tratamiento de los miomas uterinos mediante HIFU ya que permite la ausencia de hospitalización, la recuperación pronta y la no invasión del útero. Por las razones anteriormente descritas, se hace importante recopilar información acerca del tratamiento innovador que se espera sea pronto de vanguardia y de primera elección para el tratamiento de la patología que tanto aqueja a pacientes femeninas y es motivo de consultas y hospitalizaciones constantes.

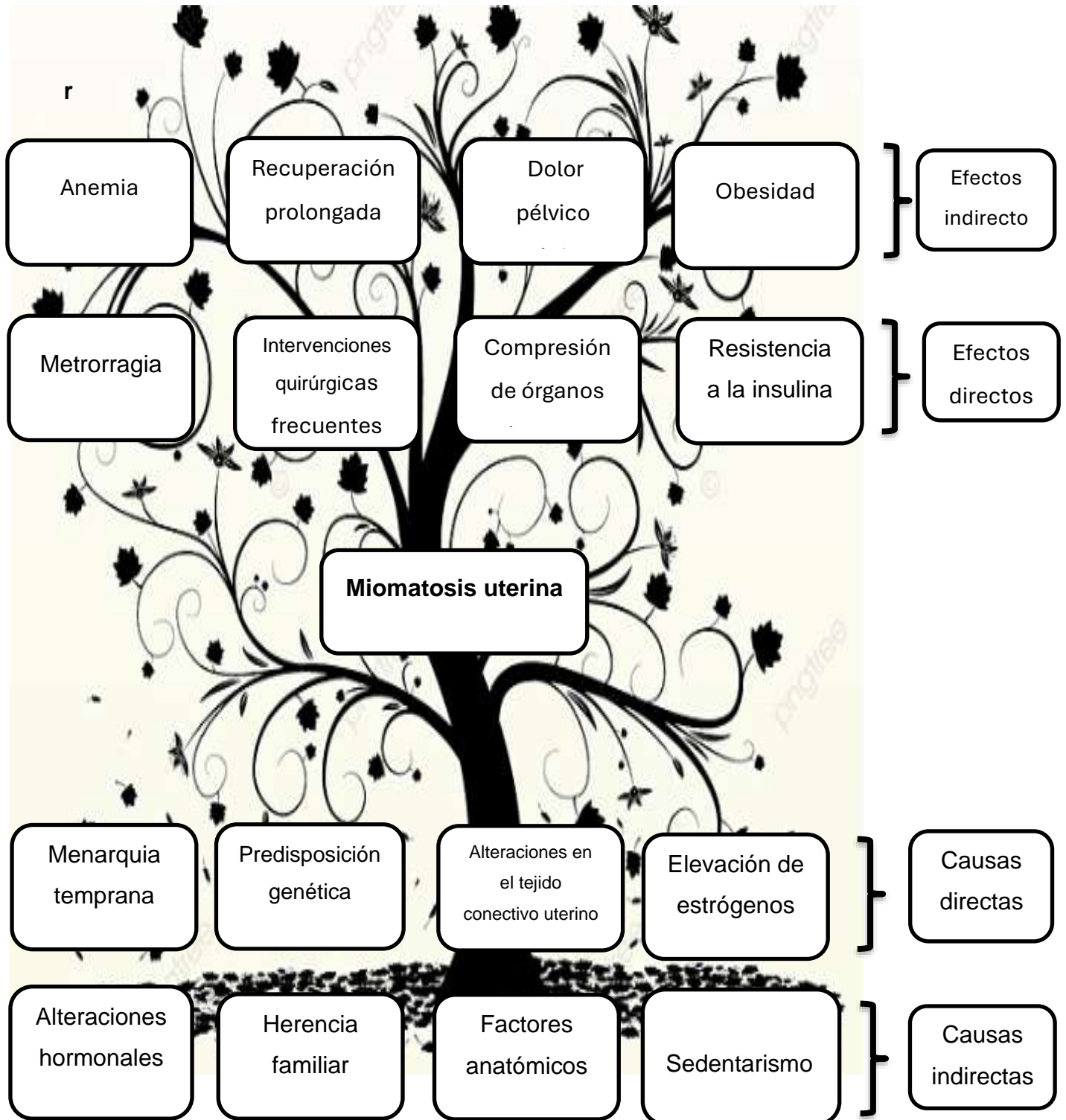
Por tanto, se da a conocer la presente monografía, de tipo compilatoria descriptiva, a través de la revisión de 64 artículos, del año 2020 al año en curso, a través del uso de motores de búsqueda y operadores lógicos, los cuales se basan en la búsqueda y recopilación adecuada de información actualizada y de fuentes científicas y verificadas acerca del aparato reproductor femenino, miomatosis uterina y por supuesto de la técnica HIFU, específicamente en su aplicación para el tratamiento de los miomas uterinos.

#### **4. NOMBRE DEL PROBLEMA**

Miomatosis uterina.

## 5. ÁRBOL DE PROBLEMAS

Figura 1. Árbol de problemas de la monografía médica



Fuente: Elaboración propia, 2025.

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1. OBJETIVO GENERAL**

Describir la técnica del ultrasonido focalizado de alta intensidad como el único método no invasivo para el tratamiento de miomas uterinos.

### **6.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Determinar los beneficios del uso del ultrasonido focalizado de alta intensidad en las pacientes con miomas uterinos.
2. Enlistar los factores limitantes para el uso del ultrasonido focalizado de alta intensidad en el tratamiento de los miomas uterinos.
3. Presentar los riesgos sobre la fertilidad en pacientes tratadas con el método de ultrasonidos focalizados de alta intensidad.

## 7. CUERPO DE LA MONOGRAFÍA

### CAPITULO I: ANATOMIA

#### 7.1. Anatomía del aparato reproductor femenino

Los órganos del aparato reproductor femenino se encuentran divididos en dos grupos, los genitales internos y externos(1). Por medio de ambos grupos se llevan a cabo las actividades sexuales y reproductivas. Los órganos genitales internos se conforman del útero, la vagina, las trompas uterinas y los ovarios. Los órganos genitales externos, también denominados en conjunto como vulva, son el monte del pubis, también llamado monte de Venus, los labios mayores y menores, el clítoris, el vestíbulo de la vagina, el bulbo del vestíbulo y las glándulas vestibulares, los cuales se encuentran sostenidos por el periné femenino.

##### 7.1.1. Genitales internos

Los genitales internos se encuentran dentro de la cavidad pélvica, y son la vagina, el útero, las trompas uterinas y los ovarios, se describen detalladamente a continuación:

- **Vagina**

La vagina es el órgano sexual interno femenino, está ubicada en dirección al exterior, desde el útero hasta la vulva, la vejiga urinaria y la uretra se ubican en su región posterior y anteriormente se ubica el recto(63). Funcionalmente, permite la menstruación, las relaciones sexuales y el parto.

El área superior de la vagina está unida al cuello uterino, denominado también cérvix uterino. Los órganos mencionados forman un tipo de bolsa, denominada fondo de saco vaginal o fórnix de la vagina, el cual se divide en las regiones anterior, lateral y posterior. El área inferior de la vagina se conoce como orificio vaginal, éste se abre justo detrás del orificio uretral, dirigido hacia el vestíbulo de la vagina. El orificio vaginal puede estar cubierto, pero no en su totalidad, con una membrana denominada himen.

- **Irrigación y Sistema Vascular:** La vagina recibe irrigación sanguínea de ramificaciones de la arteria ilíaca interna, incluyendo las arterias uterinas, vaginales y pudendas internas(2). El retorno venoso se realiza mediante las venas vaginales, que desembocan en las venas ilíacas internas.
- **Inervación:** La inervación proviene de dos fuentes principales, la primera corresponde al plexo pélvico, por medio del plexo uterovaginal, que son fibras simpáticas que se transmiten por medio de los nervios toracolumbares (T12-L1) y fibras parasimpáticas conducidas por los nervios espláncnicos pélvicos (S2-S4) y del nervio pudendo, el cual se distribuye mediante el nervio perineal profundo.
- **Drenaje Linfático:** La linfa de la vagina fluye hacia dos grupos ganglionares, el primer grupo está conformado por los ganglios linfáticos ilíacos los cuales se encuentran ubicados en la región pélvica. El segundo grupo lo conforman los ganglios linfáticos inguinales superficiales que están situados en la zona inguinal.

- **Útero**

El útero es un órgano muscular con una cavidad interna, situado en la región pélvica profunda(1). Se localiza en la región anterior al recto y las regiones superior y posterior a la vejiga urinaria, manteniendo una posición normal de anteversión, dirigido hacia la pared abdominal, y anteriormente flexionado, curvado hacia adelante respecto al cuello uterino.

- **Funciones Fisiológicas:** Su capa interna denominada endometrio, experimenta proliferación cíclica mensual para prepararse ante una posible implantación embrionaria. En caso de fecundación, aloja al feto y la placenta durante la gestación y nutre al feto según sus requerimientos. Si no hay embarazo, el endometrio se elimina durante el ciclo menstrual.
- **Estructura Anatómica:** El útero se encuentra dividido en tres regiones principales, el área principal, que es el cuello uterino, el cual se encuentra conectado a las trompas de Falopio mediante los cuernos uterinos, e incluye el fondo uterino y la cavidad endometrial, el istmo, zona estrecha entre el cuerpo y el cuello uterino y el cuello uterino, también llamado cérvix, región inferior con dos segmentos conocidos como segmentos supravaginal y vaginal(63).

El cérvix presenta un canal cervical con dos orificios, el orificio interno y el orificio externo. El orificio externo cuenta con una abertura dirigida hacia la vagina y permite la salida del flujo menstrual y la entrada de espermatozoides.

El orificio interno cuenta con la abertura hacia el útero y juega un papel crucial en el embarazo, protegiendo el útero de infecciones y permitiendo el paso del bebé durante el parto.

- **Cobertura Peritoneal y Ligamentos:** El peritoneo cubre parcialmente el útero, formando dos repliegues al dirigirse hacia órganos adyacentes. Estos repliegues se denominan fondo de saco rectouterino, ubicado entre recto y útero y el fondo de saco vesicouterino localizado entre vejiga y útero. Su estabilidad se asegura mediante los ligamentos denominados ligamento ancho, redondo, cardinal, uterosacro y pubocervical.
- **Vascularización, inervación y drenaje linfático:** La irrigación arterial proviene principalmente de la arteria uterina, que es rama de la arteria ilíaca interna, las ramas superiores irrigan el cuerpo y fondo; las inferiores, el cuello(1). El drenaje venoso se realiza a través del plexo venoso uterino y luego hacia la vena ilíaca interna(2). La inervación proviene del plexo hipogástrico inferior, también conocido como plexo pélvico, es una compleja red de nervios autónomos ubicada a ambos lados de la parte inferior de la pelvis.
- **Drenaje Linfático:** La linfa del útero fluye hacia los ganglios sacros, lumbares, inguinales superficiales, y los ilíacos internos y externos.

- **Ovarios**

Los ovarios, considerados las gónadas femeninas (homólogos a los testículos masculinos), cumplen dos roles esenciales, el primero es la liberación de óvulos, facilitando la fecundación al expulsar gametos durante la ovulación(63). Su segundo rol se basa en la secreción hormonal, produciendo la fertilidad, desarrollo sexual y regulación del ciclo menstrual.

- **Ubicación y Estructura:** Los ovarios se encuentran ubicados en la pelvis menor, situados cerca del útero y bajo las trompas uterinas. Presentan cuatro caras: anterior, posterior, medial, lateral y dos extremos, superior e inferior. El sostén anatómico de los ovarios es gracias a ligamentos pares: ligamento suspensorio que contiene vasos sanguíneos y el ligamento ovárico propio y mesovario.
- **Irrigación y Drenaje Venoso:** Los ovarios reciben sangre de las arterias ováricas, ramas de la aorta abdominal que atraviesan los ligamentos suspensorios. El drenaje venoso se recoge en el plexo pampiniforme, que forma las venas ováricas, a través de la vena derecha que drena en la vena cava inferior. Y la vena izquierda que conecta con la vena renal izquierda.
- **Inervación y Sistema Linfático:** La inervación se encuentra controlada por el plexo ovárico(2), que integra fibras del sistema simpático a través de los nervios espláncnicos menores (T10-T11)., y del sistema parasimpático mediante lo nervios espláncnicos pélvicos(S2-S4)

El drenaje linfático se encuentra determinado a través de la linfa que se dirige principalmente a los ganglios lumbares.

- **Trompas uterinas**

Las trompas de uterinas son estructuras pares, de músculo, que se extienden desde los cuernos uterinos hasta la región superior de los ovarios. Estas cumplen dos roles críticos, el primero es la fecundación, principal escenario de la unión entre óvulo y espermatozoide, y el segundo es el transporte embrionario, debido a que facilitan el desplazamiento del cigoto hacia el útero para su implantación.

- **Estructura y Segmentos:** Al estar cubiertas por peritoneo, las trompas se localizan dentro de la porción del ligamento ancho uterino denominada mesosálpinx, Se dividen en cuatro regiones: el infundíbulo que es la extremidad distal con forma de embudo, abierta a la cavidad abdominal mediante el ostium(1), que posee prolongaciones digitiformes que contactan con la superficie ovárica. La ampolla, que es el segmento más largo y dilatado, donde ocurre la mayoría de las fecundaciones.

El istmo, que es la porción estrecha que conecta la ampolla con el útero. Y la región intramural, segmento intramuscular uterino, el cual se conecta directamente a la cavidad endometrial por medio del orificio uterino interno.

- **Irrigación y drenaje venoso:** La irrigación arterial de las trompas uterinas proviene de la arteria uterina, rama de la íliaca interna y de la arteria ovárica, proveniente de la aorta abdominal(2). El Drenaje venoso se realiza a través de las venas tubáricas, las cuales desembocan en los plexos venosos uterino y pampiniforme.
- **Inervación y Drenaje Linfático:** La inervación proviene del sistema nervioso simpático y parasimpático. Del sistema nervioso simpático a través de las fibras del plexo hipogástrico superior (T10-L2) transmitidas por el nervio hipogástrico. Y del sistema nervioso parasimpático de donde proviene una inervación dual, a través de los nervios espláncnicos pélvicos y vago(2). El drenaje linfático fluye hacia los ganglios paraaórticos, íliacos internos e inguinales.

**Figura 2. Genitales internos**



Fuente: Fundación Neumours para la salud infantil 2023

### **7.1.2. Genitales externos**

Los genitales externos son los que conforman la vulva, son también los órganos del aparato reproductor femenino que se ubican en el periné, en la parte externa de la pelvis(63). El grupo de los genitales externos se encuentra conformado por las siguientes estructuras anatómicas, las cuales se detallan a continuación, describiendo las principales características de cada una de ellas.

- **Monte del pubis**

El monte del pubis es una estructura conformada por tejido adiposo subcutáneo, ubicado en la región anterior de la sínfisis del pubis(1). La piel que recubre el monte del pubis, que también se denomina monte de Venus, se encuentra recubierta por una región de vello púbico, el cual tiene forma de triángulo, cumpliendo varias funciones como lo son la de protección contra infecciones, regulación de la temperatura e hidratación de la piel.

- **Labios mayores**

Los labios mayores son dos estructuras cutáneas en forma de pliegue, los cuales son de forma longitudinal y se encuentran cubiertos de vello púbico. Conforman la región lateral de la vulva, ubicados a partir del monte del pubis hasta la región del periné. Existe una abertura ubicada en medio de los labios mayores que se denomina hendidura pudenda. Dentro de los labios mayores se ubican los labios menores y el vestíbulo de la vagina. Los dos labios mayores se unen tanto en la región anterior como en la región posterior. Los labios mayores son la estructura que en el sexo masculino es el escroto.

- **Labios menores**

Los labios menores ubicados dentro de los labios mayores son dos estructuras también en forma de pliegue cutáneo, se encuentran también en forma longitudinal, no son gruesos y son lampiños, rodean el vestíbulo de la vagina y los orificios uretral y vaginal. Los labios menores ayudan a la formación del prepucio y el frenillo del clítoris.

- **Clítoris**

El clítoris es el órgano responsable de las sensaciones sexuales. Es un órgano eréctil sinónimo al pene masculino(63).

Está ubicado en la parte más alta del vestíbulo de la vagina y rodeado por la parte anterior de los labios menores. Se encuentra conformado por tres estructuras denominadas tallo, cuerpo y glande. El cuerpo consta de dos estructuras denominadas a su vez cuerpos cavernosos y dos puntos de unión llamados pilares.

- **Vestíbulo de la vagina**

El espacio ubicado en medio de los labios menores se denomina vestíbulo de la vagina. Dentro de esta región perineal se encuentra ubicado el orificio vaginal, la abertura de la uretra y los orificios para los conductos excretores de las glándulas vestibulares mayor y menor.

- **Glándulas vestibulares**

Existen dos tipos de glándulas que desembocan hacia el vestíbulo de la vagina, las glándulas vestibulares mayores también denominadas glándulas de Bartolino, que se encuentran en las zonas derecha e izquierda del vestíbulo de la vagina(1). Son homólogas a las glándulas bulbouretrales del hombre y su función es lubricar la vulva durante las relaciones sexuales. Las glándulas vestibulares menores están ubicadas en medio de los orificios uretral y vaginal. Estas glándulas son homólogas a la próstata masculina.

- **Bulbos del vestíbulo**

Los bulbos del vestíbulo son estructuras eréctiles subcutáneas, las cuales son homólogos al bulbo del pene y al cuerpo esponjoso en el sexo masculino. Ambos se extienden a la derecha e izquierda del vestíbulo de la vagina y se unen adelante de los orificios uretrales.

- **Irrigación sanguínea e inervación de los genitales externos**

Los genitales externos reciben el riego sanguíneo de las arterias pudendas internas y externas que son arterias derivadas de las arterias ilíaca interna y femoral, respectivamente. El drenaje venoso es realizado por las venas pudendas internas y externas(2). La inervación de la región anterior de la vulva se realiza a través del nervio ilioinguinal y del nervio genitofemoral.

La inervación de la cara posterior está dada por el nervio pudendo y el nervio cutáneo posterior del muslo. El bulbo del vestíbulo y el clítoris reciben inervación parasimpática del plexo nervioso uterovaginal. La linfa de los genitales externos es drenada por los ganglios linfáticos inguinales superficiales y profundos, o directamente hacia los ganglios linfáticos ilíacos internos.

**Figura 3. Genitales externos**



Fuente: La Fundación Neumours para la salud infantil 2023

## **CAPITULO II: MIOMATOSIS UTERINA**

### **7.2. Miomas uterinos**

Los miomas uterinos son neoplasias benignas originadas por proliferación anómala de fibras musculares lisas del miometrio(3). Morfológicamente, corresponden a conglomerados desorganizados de fascículos musculares con matriz extracelular asociada(4). Los miomas con frecuencia provocan sangrado uterino anormal y presión pélvica, síntomas urinarios o intestinales, infertilidad o complicaciones gestacionales.

#### **7.2.1. Etiología**

Aunque su causa integral es incierta, los miomas presentan origen monoclonal, derivando de una única célula miometrial tras alteraciones genéticas y epigenéticas. La mayoría exhibe mutaciones en la subunidad 12 del complejo mediador MED12, o en el gen HMGA2 del grupo de alta movilidad(5). A continuación, se describen los mecanismos patogénicos involucrados en el apareamiento de la miomatosis uterina en pacientes femeninas.

### **7.2.2. Mecanismos patogénicos**

Investigaciones recientes proponen dos modelos complementarios: Teoría genética: teoría que explica que las alteraciones en células madre miométriales por factores ambientales y hormonales podrían generar células iniciadoras tumorales. Teoría inflamatoria: Esta teoría se basa en que los eventos fisiológicos como por ejemplo la menstruación o la ovulación, o estímulos nocivos podrían inducir una inflamación miometrial crónica. Lo anteriormente descrito activaría los fibroblastos que se transforman en miofibroblastos productores de matriz extracelular.

En condiciones normales, los miofibroblastos son eliminados por apoptosis tras reparar tejidos(5). Sin embargo, en inflamación persistente, evaden esta muerte celular y proliferan descontroladamente, incrementando la matriz extracelular y estableciendo fibrosis. Una vez formados, los miomas autoestimulan su crecimiento.

### **7.2.3. Clasificación de los miomas uterinos**

La clasificación de los miomas uterinos que se describe a continuación se realiza a través de su localización anatómica, por medio de la cual se diferencian cuatro tipos distintos de miomas, los cuales se detallan a continuación.

- **Miomas subserosos**

Los miomas subserosos también denominados subperitoneales son en su mayoría asintomáticos, a excepción de que su tamaño sea considerable. Su diagnóstico es bastante común. Tienen su origen en el miometrio y se extienden hacia la superficie serosa del útero, bajo el peritoneo(9). En algunas ocasiones, su suministro sanguíneo proviene de los vasos omentales, volviéndolos parásitos. Pueden extenderse entre las capas peritoneales del ligamento ancho y convertirse en leiomiomas intraligamentarios.

- **Miomas intramurales**

Los miomas intramurales, conocidos también como miomas intersticiales están localizados en el interior del miometrio uterino y pueden provocar distorsión en la forma de la cavidad y la superficie del útero. Los síntomas que pueden presentar son distensión abdominal, sangrado menstrual abundante e infertilidad.

- **Miomas submucosos**

Los miomas submucosos, tienen su origen en el miometrio y crecen hacia la cavidad endometrial, son los que presentan más síntomas debido a que sobresalen de la cavidad uterina provocando impacto en el endometrio y el suministro de sangre, lo que ocasiona sangrado uterino anormal, dismenorrea, infertilidad y abortos recurrentes. Estos miomas también pueden desarrollar pedículos saliendo por completo hacia la cavidad uterina o incluso pasar a través del canal cervical, susceptibles a torsión o infección.

- **Miomas cervicales**

Los miomas cervicales no suelen diagnosticarse con frecuencia y la mayoría de las veces suelen confundirse con miomas vaginales, debido a que comparten características clínicas similares(64). Pueden causar presión temprana en la vejiga, infecciones, dispareunia e infertilidad.

#### **7.2.4. Clasificación de miomas por la FIGO**

La clasificación de miomatosis uterina que se utiliza en la actualidad fue propuesta por la FIGO (Federación Internacional de Ginecología y Obstetricia)(9) en la cual se describen ocho tipos de miomas y una clase híbrida en la que dos tipos de miomas pueden estar presentes en la misma paciente. La clasificación es la siguiente:

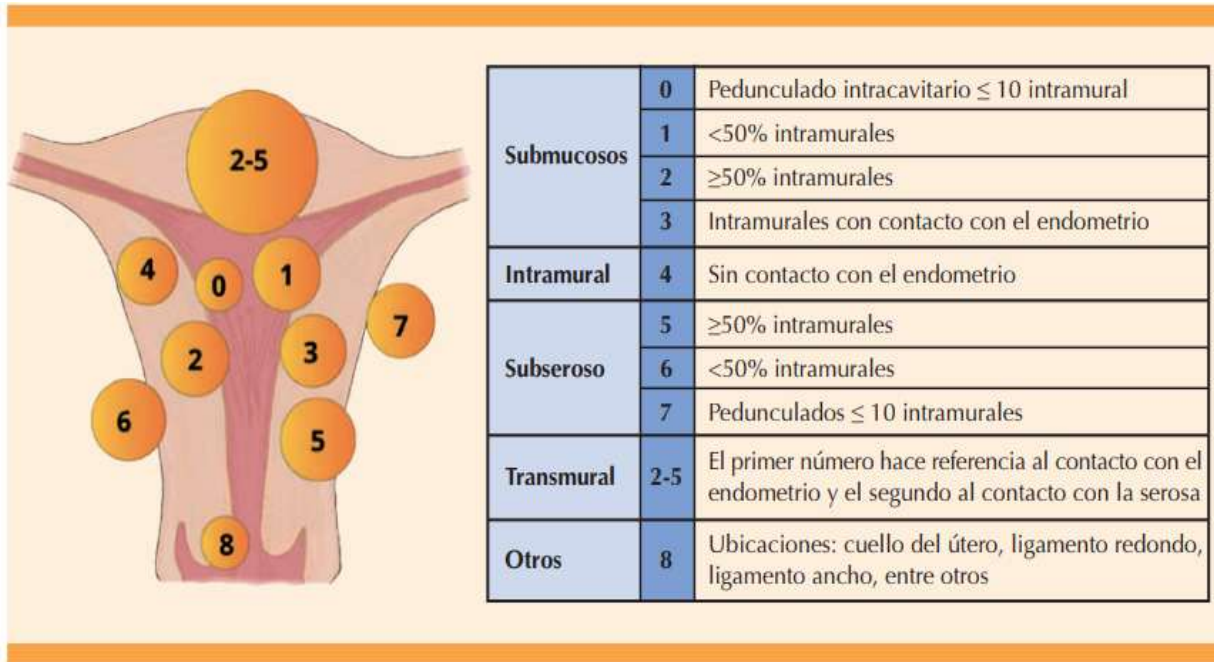
- **Grupo submucoso**

- Tipo 0: intracavitario pediculado
- Tipo 1: <50% intramural
- Tipo 2: ≥ 50% intramural

- **Otro grupo**

- Tipo 3: 100% intramural, contacto con endometrio
- Tipo 4: intramural
- Tipo 5: subseroso ≥ 50% intramural
- Tipo 6: subseroso < 50% intramural
- Tipo 7: subseroso pediculado
- Tipo 8: otros, cervical, ligamento redondo, ligamento ancho.

**Figura 4. Clasificación de miomas uterinos**



Fuente: FIGO 2024

- **Grupo de miomas híbridos**

Son los miomas que afectan al endometrio y también a la serosa.

- Submucoso y subseroso, cada uno con <50% del diámetro en las cavidades endometrial y peritoneal
- Dos números listados, separados por un guion, donde el primer número indica la relación endometrial y el segundo número indica la relación serosa.

### **CAPITULO III: FISIOPATOLOGÍA**

Los miomas uterinos se originan en la musculatura lisa del útero, y están formados por una combinación de células del músculo liso y fibroblastos, rodeados por abundantes cantidades de matriz extracelular (MEC). Se cree que su desarrollo implica la proliferación de células musculares lisas y un complejo sistema de señalización(6). El crecimiento posterior de los tumores depende de la expansión celular clonal y está asociado con diferentes eventos genéticos.

En general, el grupo de causas que se relacionan con el desarrollo de los miomas uterinos aún no están perfectamente establecidas(6). aunque se han planteado varias teorías. Por un lado, los estudios sobre la glucosa-6-fosfato deshidrogenasa sugieren que cada mioma individual tiene su origen en una única célula y es monoclonal(8), lo que implicaría una predisposición genética para el crecimiento del útero.

Además, se ha sugerido que el aumento en la exposición a los estrógenos circulantes podría contribuir al desarrollo de los miomas uterinos. Se ha observado que los miomas contienen receptores de estrógeno en niveles más elevados que el tejido muscular liso circundante, aunque en concentraciones inferiores a las del endometrio. A pesar de estas concentraciones más bajas, se piensa que el estrógeno puede promover el crecimiento del tumor al aumentar la síntesis de matriz extracelular. Por otro lado, se cree que la progesterona estimula la actividad celular de los miomas en mujeres jóvenes(8), posiblemente permitiendo el crecimiento del tumor al regular negativamente la apoptosis.

Se tienen identificados tres grupos celulares en los miomas uterinos: el primero conformado de células del músculo liso del mioma que se encuentran diferenciadas en su totalidad, el segundo grupo está formado por una población celular que contiene características intermedias y el último grupo conformado de células madre del mioma(6) que son esenciales para el crecimiento y su expansión. A través de estos tres grupos se identifican el tipo de células comprometidas en el crecimiento del mioma.

Hay al menos dos sucesos identificados para el crecimiento de los miomas: la transformación de los miocitos normales en miocitos anormales y su crecimiento en tumores clínicamente aparentes:

1. Los miomas uterinos están definidos desde el punto de vista fisiopatológico como una patología clonal provocada por una alteración de los receptores hormonales. En comparación con el miometrio que los rodea, los miomas maduros expresan altos niveles de los receptores de PR, PR-A y PR-B1,2, a pesar de que las células madre de los miomas expresan niveles bajos de receptores de estrógeno y PR, lo que da a entender que las hormonas esteroideas utilizan un mecanismo paracrino para interactuar sobre las células madre de los miomas(6).

Además, la PR y los receptores de PR son esenciales para la proliferación celular y el crecimiento de estos. Los miomas uterinos no sólo brindan respuesta a los esteroides sistémicos, sino también a los esteroides locales biosintetizados por la aromatasas dentro del propio mioma.

2. Existen altos niveles de los componentes de la MEC miomatosa, como colágenos, fibronectina, lamininas y proteoglicanos. Estas proteínas inician la vía de la integrina-Rho/p38 MAPK/ERK, lo que lleva a la regulación de la expresión génica, aumentando la proliferación celular, disminuyendo la apoptosis y dando lugar a una MEC alterada. En ella, se detecta un aumento específico de los colágenos tipo I y III (principales componentes de la MEC).

También, las metaloproteinasas de matriz 2 y 11 (MMP), los factores de crecimiento (TGF- activina-A, PDGF y el factor estimulante de colonias de granulocitos-macrófagos GM-CSF), las citoquinas (TNF-), las hormonas esteroideas (estrógeno y PR) y los microARN (familia miR-29, miR-200c y miR-93/106b) pueden desempeñar un papel en la función de remodelación y acumulación en la MEC, lo que conlleva a la diferenciación de los miofibroblastos durante el proceso de fibrosis(6). En las mujeres con miomas, se han notificado alteraciones en los niveles plasmáticos de interleucina IL-13, IL-17 e IL-10 circulantes.

Las irregularidades en los vasos sanguíneos uterinos y los factores de crecimiento angiogénicos también se encuentran implicados en la fisiopatología de los miomas(6) a través de las siguientes anomalías: se ha detectado un aumento del número de arteriolas, vénulas y ectasia venosa de pequeño calibre debido a cambios moleculares, la expresión del factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF), el factor de crecimiento de fibroblastos básico (bFGF), el factor de crecimiento epidérmico ligado a la heparina, el factor de crecimiento derivado de las plaquetas (PDGF), la proteína relacionada con la hormona paratiroidea (PTHrP) y la prolactina están alterados en las mujeres con miomas. Todos ellos tienen posibles efectos angiogénicos.

El efecto de los miomas en el endometrio es en su totalidad y no solamente se localiza en el endometrio que recubre el propio mioma, responde también a la expresión génica del endometrio a través de interacciones paracrinas. Además, existe una alteración de los moduladores del plasminógeno: se han detectado niveles bajos del inhibidor del activador del plasminógeno-1 (PAI-1), de la trombomodulina y de la antitrombina III, lo que puede repercutir en la hemostasia y la reparación endometrial.

### **7.3.1. Citogenética**

El fenotipo de los miomas es el resultado de diferentes eventos genéticos citados anteriormente(6), las cuales son translocaciones cromosómicas, inversiones paracéntricas, reordenamientos y también mutaciones genéticas que involucran a los genes que tienen bajo control la proliferación del miometrio; las más notorias son las mutaciones de la línea germinal que provocan la deficiencia de la enzima fumarato hidratasa. Se tiene la creencia de que los reordenamientos cromosómicos que implican al HMGA2 en el brazo largo del cromosoma desempeñan un papel en la inducción de las células madre de los fibromas y en la génesis tumoral de los mismos, especialmente en los tumores de mayor tamaño. Este grupo de mutaciones afecta al gen que codifica la subunidad 12 del complejo mediador (MED 12).

Varios estudios sugieren la implicación de los miRNAs en la regulación de la MEC. Estos miARNs inducen la degradación del ARN y/o detienen directamente la traducción de proteínas, lo que conlleva a la acumulación de MEC y a la formación de fibromas uterinos. En particular, el leiomioma uterino expresa niveles más bajos de la familia de miRNAs miR-29, con relación al miometrio sano.

### **7.3.2. Fisiopatología y su efecto en la fertilidad**

Es importante mencionar las bases fisiopatológicas del mioma dirigidas al tema de la fertilidad(6). Se han estudiado y demostrado alteraciones en la histología, tales como la elongación y la distorsión de las glándulas, la hiperplasia, la poliposis y la ectasia en mujeres con miomas, que pueden perjudicar la implantación. Además, el entorno hormonal anormal y los efectos paracrinicos de los miomas sobre el endometrio que también influyen en la fertilidad.

Las células que participan en la decidualización del endometrio, como los macrófagos y las células natural killer uterinas, también se reducen en las mujeres con miomas uterinos, lo que afecta negativamente a la implantación. Así mismo, los mecanismos moleculares que subyacen al efecto de los miomas en la fertilidad no están claros; sabemos que los miomas uterinos reducen la expresión de HOXA-10 y HOXA -11 en el endometrio, que son factores que median en la proliferación de células estromales durante la implantación. Además, las citoquinas que intervienen en la implantación y el desarrollo embrionario temprano se reducen en las mujeres con miomas submucosos.

### **7.3.3. PALM-COEIN**

PALM-COEIN es un sistema de clasificación para el sangrado uterino anormal(10). El sangrado uterino anormal en mujeres no embarazadas y se encuentran en edad fértil se clasifica en sangrado agudo y crónico. El sangrado crónico es el que durante los últimos seis meses ha sido anormal en frecuencia, duración, regularidad o volumen la mayor parte del tiempo. El sangrado agudo es un episodio de sangrado abundante que clínicamente se cuantifica la cantidad suficiente para requerir una intervención que ayude a disminuir o prevenir una mayor pérdida de sangre. Se considera que la frecuencia del sangrado es normal cuando el ciclo menstrual dura entre 24 a 38 días o, visto de una forma más práctica, entre 31 días con una diferencia de 7 días más o menos.

Una duración del sangrado menstrual es normal cuando dura menos de ocho días. Con respecto al parámetro de regularidad se establecieron dos grupos: el primero de mujeres entre los 26 y 41 años; el segundo entre 42 a 45 años. Para el primer grupo la normalidad se estableció cuando la diferencia entre el ciclo más largo y el más corto, reportado en los últimos seis meses, era menor o igual a 7 días. Para el segundo grupo se considera normal en quienes esta diferencia es menor o igual a 9 días. Este estudio demuestra la variabilidad de los ciclos menstruales con la edad

La Federación Internacional de Ginecología y Obstetricia (FIGO) introdujo el acrónimo PALM-COEIN que describe la clasificación para sangrado uterino anormal en mujeres no embarazadas en edad fértil. Las causas son múltiples, pero para una clasificación acorde a la fisiopatología se divide en dos grandes grupos descritos a continuación:

### **PALM que incluye las causas estructurales:**

- (P) pólipos
- (A) adenomiosis
- (L) leiomioma y
- (M) malignidad e hiperplasia

### **COEIN que abarca las causas no estructurales:**

- (C) coagulopatía
- (O) disfunción ovárica
- (E) endometrio
- (I) iatrogenia
- (N) no clasificados en otra parte.

Se hace de importancia su mención debido a que los miomas uterinos forman parte de esta clasificación como causa estructural provocando sangrado uterino anormal, siendo un diagnóstico tanto definitivo como diagnóstico diferencial, provocando sintomatología que obliga a la búsqueda de atención médica.

#### **● Causas estructurales**

Estas condiciones se caracterizan por la presencia de anomalías físicas en el útero que se detectan mediante estudios de imagen o histopatología. Tienen la característica de ser componentes discretos identificables a través de técnicas de imagen o análisis histopatológicos. Estas afecciones provocan cambios físicos en el útero o en el tejido endometrial, manifestándose como sangrado anormal en volumen, frecuencia o regularidad. Se describen individualmente a continuación.

#### **- Pólipos**

Los pólipos endometriales son protrusiones benignas del endometrio compuestas por propiedades vasculares, glándulas y estroma, que varían en cantidad, textura y tamaño que puede ir desde milímetros hasta varios centímetros. Los factores de riesgo descritos para los pólipos endometriales son: la edad, hipertensión, obesidad y tratamientos con tamoxifeno.

Se ha estudiado ampliamente una teoría que explica que las alteraciones en células madre miometriales por factores ambientales y hormonales podrían generar células iniciadoras tumorales aberrantes. La ecografía transvaginal es la modalidad de imagen diagnóstica de elección para la detección de pólipos endometriales.

#### - **Adenomiosis**

La adenomiosis es una alteración benigna, en la que las glándulas endometriales penetran al tejido miometrial de una forma focalizada o generalizada. Su prevalencia se estima del 5 al 70%. Pese a que las mujeres con adenomiosis pueden manifestar un cuadro clínico de sangrado uterino anormal, dismenorrea, dispareunia o infertilidad, 1 de cada 3 pacientes puede permanecer asintomática.

Existen diferentes teorías acerca del apareamiento de la adenomiosis, la más expandida es que la define que se origina por la invaginación de la base del endometrio en el miometrio(10). Una segunda teoría plantea que la invaginación en la base afecta a lo largo del sistema linfático dentro del endometrio. Una tercera teoría sugiere que se produce un proceso nuevo metaplásico que se inicia a partir de tejido endometrial ectópico. La patología compleja y la manifestación variable de la adenomiosis, además de que suele estar acompañada de otras afecciones que también pueden ser causa de sangrado, la convierten en una de las causas más difíciles de diagnosticar y tratar de la clasificación PALM-COEIN.

Entre los factores de riesgo se encuentran la multiparidad, exposición a tratamientos con tamoxifeno, edad avanzada, mayor exposición a estrógenos, factores genéticos y epigenéticos. Está demostrado que la ecografía transvaginal tiene una sensibilidad y especificidad similares para diagnosticar adenomiosis cuando se compara con la resonancia magnética nuclear. En la actualidad, para el diagnóstico de adenomiosis se utilizan los criterios del grupo MUSA, en donde dos o más criterios son por demás sugerentes de adenomiosis. Los criterios son: engrosamiento miometrial asimétrico, quistes miometriales, islas hiperecogénicas, sombreado en forma de abanico, líneas y brotes subendometriales ecogénicos, vascularización translesional, cuando haya una zona de unión irregular y una zona de unión endometrial interrumpida.

## - **Leiomioma**

Los leiomiomas, miomas, o fibromas uterinos son tumores benignos que surgen del músculo liso miometrial(10). Las pacientes con síntomas, además de sangrado uterino anormal, pueden padecer anemia, dolor, sensación de masa, polaquiuria, estreñimiento o infertilidad. Su importancia radica en que en algunas poblaciones puede llegar a ser la causa de casi un 50% de las consultas por sangrado uterino anormal en los servicios de Ginecología. Un factor tranquilizante de este tumor es que solo el 0.25% de las pacientes que se operan por miomas uterinos tiene riesgo de leiomiosarcoma, es decir es un bajo porcentaje de malignidad.

Las hormonas sexuales esteroideas tienen un papel importante en la patogenia del leiomioma. Así mismo, se ha encontrado una asociación etiológica con la desregulación de las vías de señalización celular, expresión de micro-ARN y anomalías citogenéticas. Los factores de riesgo de miomatosis son: edad, raza, hormonas endógenas y exógenas, obesidad, infección uterina y el estilo de vida, como la dieta, el consumo de cafeína y alcohol, actividad física, estrés y tabaquismo; sin embargo, algunos de este último grupo no están definidos claramente. El diagnóstico se establece mediante ecografía, mientras que la resonancia magnética se reserva, principalmente, para las pacientes con cuatro o más masas.

## - **Malignidad e hiperplasia**

Este grupo es poco común; no obstante, la hiperplasia atípica y la malignidad son causas importantes que deberían descartarse en toda mujer en edad reproductiva, sobre todo en las que se encuentran en la posmenopausia. En pacientes con sangrado uterino anormal tiene una prevalencia que varía, dependiendo de la población, desde menos del 1% hasta el 10%(10). Los factores de riesgo reportados son: edad mayor de 45 años, obesidad, menarquia temprana, menopausia tardía, diabetes, nuliparidad, síndrome de ovario poliquístico, terapia con tamoxifeno, antecedente familiar de cáncer y síndrome de Lynch o síndrome de Cowden. Los dos últimos son trastornos hereditarios que predisponen a la aparición de neoplasias.

- **Causas no estructurales**

Las causas no estructurales se refieren a las que provienen de la fisiología, no de la anatomía como las anteriores, dentro de estas se incluyen la coagulopatía, disfunción ovulatoria, trastornos del endometrio, las iatrogenias y por ultimo las que no pueden clasificarse en otro grupo. Cada una de ellas se describe a detalle a continuación.

- **Coagulopatía**

Compuesta por una amplia gama de trastornos de la hemostasia. Es de las causas menos frecuentes de sangrado uterino anormal, con una prevalencia de alrededor del 1% entre las mujeres que consultan; sin embargo, se encuentra hasta en un 13%(10) de las pacientes con sangrado menstrual abundante y debe sospecharse, principalmente, en quienes expresen el cuadro clínico. La principal causa es la enfermedad de Von Willebrand, aunque existen otras, como la hemofilia A y B hereditaria o adquirida, enfermedad hepática crónica, deficiencia de vitamina K, y los trastornos de la fibrinólisis. Las afecciones trombocitopénicas pueden causar sangrado uterino anormal, pero son extremadamente raras. En este grupo no se incluyen las pacientes que se encuentran en tratamiento con algún medicamento que interfiera con la coagulación.

- **Disfunción ovulatoria**

El sangrado uterino anormal relacionado con la disfunción ovulatoria se asocia con sangrado irregular, que varía en volumen. Las mujeres con trastornos de la ovulación pueden manifestar síntomas como amenorrea o presentar ciclos poco frecuentes, así también pueden experimentar ciclos prolongados y sangrado con variaciones en la duración y volumen. La disfunción ovulatoria es la principal causa no estructural de sangrado uterino anormal. Los estudios demuestran que es la causa subyacente de aproximadamente el 37% de las pacientes que consultan por esta causa.

- **Endometrio**

El sangrado uterino anormal relacionado con disfunción endometrial se toma en cuenta después de la exclusión de causas estructurales, disfunción ovulatoria o de la coagulación.

Por lo general, el sangrado es predecible, lo que indica una ovulación cíclica normal, pero intensa o prolongada. La causa aún no se encuentra establecida, el trastorno primario puede estar relacionado con deficiencias en la producción local de vasoconstrictores, como la endotelina-1 y la prostaglandina F2 $\alpha$ , producción excesiva del activador del plasminógeno o aumento de la producción local de prostaglandina E2 y prostaciclina.

- **Iatrogenia**

Diversos medicamentos pueden llegar a producir sangrado uterino anormal, como los estrógenos, progestinas, andrógenos y los agentes que afectan, directamente, su producción o función local(10). Esta categoría incluye, también, fármacos no esteroideos que contribuyen a los trastornos ovulatorios, como los que afectan el metabolismo de la dopamina, incluidas las fenotiazinas y los antidepresivos tricíclicos. Igualmente, en este grupo están los anticoagulantes, que antes se ubicaban en el de la coagulopatía. Esto incluye a los antagonistas modernos que no son de la vitamina K, como el rivaroxabán o apixaban, que parecen tener un mayor efecto en el volumen del sangrado menstrual que los antagonistas tradicionales de la vitamina K.

- **No clasificado en otra parte**

Se incluyen afecciones que rara vez se encuentran o que están mal definidas. Algunos ejemplos son las malformaciones arteriovenosas y el defecto de la cicatriz uterina o istmocele, del cual hay una breve discusión, existe una fuerte asociación entre pacientes con defecto en la cicatriz y sangrado uterinos anormal(10). Las pacientes con estas afecciones presentan un patrón de sangrado caracterizado por una menstruación prolongada, con sangrado entre menstruaciones de apareamiento temprano en el ciclo. Estos datos impulsan la inclusión del defecto de cicatriz uterina como un padecimiento distinto en el sistema de clasificación PALM-COEIN.

## CAPITULO IV: EPIDEMIOLOGÍA

### 7.4.1 Incidencia y prevalencia

La edad es un factor determinante en la incidencia de miomas uterinos. A pesar de que la miomatosis puede diagnosticarse en cualquier etapa de la vida, es más común que se observe entre los 30 y 40 años y su prevalencia incrementa con la edad, presentando su punto máximo alrededor de los 35 a 50 años. En el periodo posterior a la menopausia, es decir de 50 años en adelante, los miomas disminuyen su tamaño o permanecer estables, debido a los bajos niveles hormonales. Es importante mencionar que el crecimiento de miomas después de la menopausia puede ser un indicio de transformación maligna, aunque este es un evento poco común(8). Se observan marcadas disparidades raciales(3) que se describen a continuación:

- Mujeres afrodescendientes: Presentan prevalencia 3-9 veces mayor, con un porcentaje del 60% a los 35 años y del 80% a los 50 años.
- Mujeres caucásicas: Frecuencia del 40% a los 35 años, aumentando a 70% a los 50 años patrón replicado globalmente.

Aproximadamente el 25% de las pacientes en edad reproductiva permanecen asintomáticas a pesar de presentar estos tumores.

- **Determinantes de riesgo**

Los principales factores predisponentes que las pacientes presentan para padecer miomatosis incluyen los siguientes:

- **Factores que aumentan el riesgo**

Existen factores específicos que aumentan el riesgo de padecer miomatosis, las cuales se describen a continuación. Ascendencia africana: Las mujeres afroamericanas tienen una mayor incidencia de miomas uterinos en comparación con las mujeres caucásicas, y a menudo experimentan síntomas más graves y a una edad más temprana. Aunque la causa exacta no se comprende completamente, se cree que factores genéticos, ambientales y de estilo de vida, incluyendo la deficiencia de vitamina D y la obesidad, juegan un papel en esta disparidad.

Menarca temprana: la edad de la primera menstruación es un factor importante que influye en el padecimiento de miomas. Obesidad: fisiológicamente por el desencadenante que implica con su relación con la resistencia a la insulina y su relación hormonal. Hipertensión arterial: por el flujo sanguíneo alterado.

- **Factores que disminuyen el riesgo**

Multiparidad: las pacientes que presentan 3 o más partos tienen un factor de riesgo menor que las nulíparas. Es decir que el hecho de haber cursado con embarazos a término que culminan en partos ya sea eutócicos o distócicos tienen menos riesgo de padecer miomatosis uterina.

Estudiando la prevalencia, estudios actuales documentan que los miomas uterinos cuentan con una prevalencia global que afecta en un 16.7-30% de mujeres en edad fértil(8). Así también es documentado que las mujeres afrodescendientes presentan prevalencia duplicada en comparación con otros grupos étnicos. Acerca de la infertilidad femenina, hay variaciones de acuerdo con la ubicación geológica(5), países occidentales: 1:7 parejas afectadas y países en desarrollo: 1:4 parejas afectadas.

Los miomas constituyen las neoplasias benignas más prevalentes en mujeres fértiles. Su espectro de detección abarca desde hallazgos incidentales hasta casos sintomáticos. Normalmente la epidemiología se lleva a cabo por distribución de la edad(6), siendo la prevalencia global: 5-70% (variabilidad según metodología diagnóstica) y un pico máximo: Detectados en >70% de mujeres entre 40-60 años. Dentro de la relevancia clínica se dice que el 25% de mujeres afectadas desarrollan manifestaciones aparentes y 25% requieren intervención por sintomatología severa.

La subestimación sistemática ocurre porque el 70% de portadoras son asintomáticas, dificultando el cálculo de incidencia real, la cuantificación del impacto sanitario y la identificación precisa de factores de riesgo. Se detallan a continuación los principales determinantes epidemiológicos, los cuales incluyen las causas principales del padecimiento de la patología de la miomatosis uterina en las pacientes de sexo femenino a nivel mundial.

#### **7.4.2. Edad y paridad**

La incidencia de miomas uterinos se incrementa progresivamente a lo largo de la etapa reproductiva. Estas formaciones son excepcionales antes de la pubertad y muy raras en adolescentes, mientras que tras la menopausia generalmente detienen su crecimiento y experimentan reducción de tamaño(6). Aunque pueden aparecer a cualquier edad, su máxima prevalencia ocurre entre los 35 y 50 años(9). La nuliparidad constituye un factor de riesgo confirmado: en mujeres con al menos un parto, el riesgo disminuye entre un 20% y 50%(7), y decrece aún más proporcionalmente al número de hijos gestados.

#### **7.4.3. Etnicidad**

Las mujeres afroamericanas presentan una prevalencia de miomas uterinos aproximadamente tres veces mayor que las caucásicas, con manifestaciones clínicas más severas y un diagnóstico significativamente más temprano(8). Mientras las mujeres blancas suelen desarrollar síntomas entre la cuarta y quinta década de vida, las pacientes negras son diagnosticadas entre 4 y 6 años antes, incluso desde los 20 años. Los estudios epidemiológicos revelan que, a los 35 años, el 60% de las afroamericanas tienen miomas frente al 40% en caucásicas, diferencia que se amplía al 80% con diferencia al 70% a los 50 años.

#### **7.4.4. Factores genéticos**

Estudios citogenéticos revelan que entre el 40% y 50% de los leiomiomas presentan reordenamientos cromosómicos detectables(10). La alteración somática más frecuente afecta a la subunidad 12 del complejo mediador (MED12), donde análisis recientes identificaron mutaciones en el exón 2 en el 70% de 225 miomas uterinos no seleccionados(9). En estos tumores con mutaciones de MED12, el gen RAD51B emerge como el principal implicado, sugiriendo su participación crítica en la patogénesis. La segunda anomalía cromosómica recurrente corresponde a deleciones intersticiales en 7q, región que involucra múltiples genes diana. Estas alteraciones derivan de aberraciones complejas semejantes a cromotripsis(6), eventos con  $\geq 20$  puntos de rotura intracromosómica, incluyendo reorganizaciones en 7q (inversiones, translocaciones, deleciones) y reordenamientos en 12q15 y 6p2.

El gen HMGA2 actúa como driver en tumores con reordenamientos de 12q15, mientras que HMGA1 (6p21) y alteraciones en 14q24 se documentan ocasionalmente. Investigaciones identificaron a CUX1 y ZNHIT1 (7q22) junto a CUL1 (7q31) como genes diana responsables de las aberraciones en 7q(6). Adicionalmente, se reportan alteraciones recurrentes en el locus COL4A5-COL4A6.

#### **7.4.5 Factores anatómicos**

Específicamente dentro de los factores anatómicos se describe la obesidad como causa directa de miomas uterinos, por medio del mecanismo que se describirá a continuación.

- **Obesidad**

La asociación entre miomas uterinos y elevado índice de masa corporal (IMC) en mujeres adultas presenta una complejidad documentada(6). Epidemiológicamente, cada incremento de 10 kg en peso corporal eleva el riesgo en un 21%. Este fenómeno se atribuye al estado hiperestrogénico inducido por la obesidad(5), el cual potencialmente estimula el desarrollo de miomas.

#### **7.4.6. Factores hormonales**

La patogénesis de los miomas uterinos está íntimamente ligada a la exposición a estrógenos y progesterona circulantes. Evidencia clínica demuestra su rareza prepuberal, máxima prevalencia en la etapa reproductiva, e involución característica postmenopáusica(7). Molecularmente, los miomas exhiben mayor densidad de receptores de estrógeno que el miometrio circundante, mostrando un incremento del 20% en la unión a estradiol por miligramo de proteína(8).

La proliferación celular mitótica alcanza su punto crítico durante la fase secretora (coincidiendo con picos de progesterona), observándose mayor actividad mitótica en pacientes bajo tratamiento con acetato de medroxiprogesterona versus controles no tratados. A pesar de que tradicionalmente se atribuyó a los estrógenos el papel de principal impulsor tumoral, evidencia actual de modelos in vivo e in vitro demuestra que la progesterona es indispensable para el crecimiento miomatoso(9).

#### 7.4.7. Hábitos personales

El consumo frecuente de carne roja eleva el riesgo relativo de desarrollar miomas uterinos(6). Otros factores de riesgo incluyen niveles bajos de vitamina D, exceso de vitamina E, alteraciones en la microbiota reproductiva, exposición a disruptores endocrinos, como plastificantes y organofosforados(7), y condiciones ambientales adversas durante la infancia. Adicionalmente, el consumo de tabaco, el consumo excesivo de alcohol, especialmente cerveza y una alta ingesta de cafeína antes de los 35 años(6) pueden contribuir a su aparición.

#### 7.4.8. Otros factores

- **Menarquia precoz:** Niveles elevados de estradiol asociados a menarquía temprana (<10 años) actúan como promotores del desarrollo y proliferación de miomas, además de aumentar la susceptibilidad a enfermedades ginecológicas dependientes de hormonas. Este mecanismo subyace a la aparición más temprana de miomas en mujeres negras, grupo con menarquía significativamente más temprana que en población blanca.
- **Uso temprano de anticonceptivos:** La evidencia indica que los anticonceptivos orales convencionales con dosis reducidas no promueven la formación o expansión de miomas(5). No obstante, un inicio temprano, alrededor de los 13-16 años y su empleo sostenido en el tiempo sí se asocia con mayor probabilidad de desarrollarlos.
- **Otros factores de riesgo:** La hipertensión arterial muestra correlación significativa con la persistencia e intensidad de los síntomas provocados por miomas uterinos.
- **Factores de protección:** Se han descrito algunos factores de protección al desarrollo de miomas uterinos, los cuales se describen a continuación.
- **Uso prolongado de anticonceptivos combinados:** La terapia anticonceptiva oral combinada ejerce protección acumulativa contra miomas uterinos según su duración, siendo particularmente efectiva tras 4-7 años de uso continuo frente a la ausencia de tratamiento.

- **Anticonceptivos inyectables de progestágenos:** Durante el posparto, tanto los anticonceptivos hormonales como los DIU liberadores de levonorgestrel demuestran reducciones modestas en el volumen de los fibromas y el tamaño uterino.
- **Paridad:** La gestación a término reduce la incidencia de miomas uterinos mediante: remodelación tisular gestacional, eliminación selectiva de pequeños miomas por apoptosis, y susceptibilidad posparto del tejido fibrótico a la isquemia.
- **Dieta:** Diversos factores muestran efecto protector contra miomas: ingesta de frutas (principalmente cítricos), verduras (0.5 porciones), lácteos desnatados y vitamina A dietética. Paradójicamente, el consumo de tabaco también se asocia con menor riesgo, aunque su mecanismo permanece desconocido.

## **CAPÍTULO V: MANIFESTACIONES CLÍNICAS DE LOS MIOMAS UTERINOS**

La literatura estima que 50-70% de los miomas uterinos cursan con sintomatología, aunque esta suele ser heterogénea, de baja intensidad y raramente patognomónica(3). Los fenómenos más reportados incluyen dismenorrea/metrorragia y algia abdominal con signos compresivos. Algunos autores interpretan estas manifestaciones como complicaciones derivadas de la ubicación y evolución tumoral, no como efectos inevitables de su presencia. El hallazgo sintomático dominante es la hipermenorrea, presente en 30% de los casos, cuyo mecanismo fisiopatológico permanece sin explicación definitiva.

### **7.5.1. Hemorragia uterina anormal**

Los trastornos del ciclo menstrual, presentes en el 30% de los casos y considerados la manifestación clínica más frecuente, se expresan como sangrado uterino anormal (SUA). La etiología hemorrágica asociada a miomas involucra dos mecanismos, primero, la distorsión anatómica de la cavidad endometrial, que altera la dinámica contráctil miometrial generando menorragia y segundo, mediante angiogénesis patológica con proliferación vascular anómala, incrementando el flujo sanguíneo menstrual.

La hipermenorrea asociada a miomatosis genera complicaciones secundarias como anemia ferropénica y deterioro significativo de la calidad de vida. Adicionalmente, puede observarse un patrón hemorrágico atípico: sangrado escaso pero prolongado, particularmente en miomas submucosos pediculados que protruyen al canal cervical. El patrón de sangrado más común de un útero con miomas es la hipermenorrea (mayor a 7 días) y un patrón que no es de ese tipo puede ser a causa de alteraciones vasculares en el endometrio, con obstrucción vascular y ectasia venosa. Esto provoca una congestión del miometrio provocando la hemorragia.

Adicionalmente, influyen la expansión del área endometrial y alteraciones en factores de crecimiento que promueven neovascularización patológica. Existe discrepancia en la literatura: mientras algunos trabajos niegan correlación entre volumen hemorrágico y características miomatosas (número, tamaño, ubicación), otros demuestran que miomas >5 cm aumentan 2.5 veces el riesgo de consumo de >8 compresas al día durante el pico menstrual, a diferencia de mujeres sin patología uterina. Estos hallazgos sugieren que el volumen tumoral y no su localización es el determinante principal de la gravedad hemorrágica.

Para las pacientes con dolor menstrual grave, se encontró una diferencia que es importante entre la ubicación del mioma subseroso y el resto de las localizaciones. En las pacientes con miomas subserosos, se observó más dolor severo que moderado o leve. Las mujeres con un tamaño del mioma menor de 5 cm reportaron dolor y dismenorrea severa a comparación de las mujeres que presentan miomas 5 cm o más.

### **7.5.2. Dolor y síntomas de compresión**

Los miomas generalmente no causan dolor. En la mayoría de los casos, el dolor pélvico asociado es un síntoma de compresión que varía según el tamaño y la ubicación del tumor. (3)(58). Respecto al dolor directamente provocado por el mioma, éste se debe principalmente a complicaciones específicas, como la torsión de un mioma subseroso pediculado, la degeneración de un mioma intramural o la expulsión de miomas submucosos pediculados. Como se mencionó, los síntomas de compresión dependen del origen y la localización del mioma.

Aquellos situados dentro de los ligamentos pueden comprimir las venas y los vasos linfáticos pélvicos, dificultando el retorno circulatorio de las extremidades. Esta obstrucción favorece la aparición de edema, várices y trombosis en las piernas. La ubicación específica de los miomas influye en la tendencia a manifestar ciertos síntomas clínicos. Por ejemplo, los miomas submucosos suelen asociarse principalmente con sangrado anormal, mientras que los subserosos tienden a causar dolor abdominal. Por su parte, los miomas intramurales pueden presentar metrorragia o dolor, dependiendo fundamentalmente de su tamaño.

### **7.5.3. Sintomatología urinaria**

La presión ejercida por los miomas sobre la vejiga urinaria puede provocar un aumento de la frecuencia miccional, nicturia (micción nocturna frecuente), urgencia urinaria, dificultad para vaciar la vejiga y, en ocasiones, obstrucción de los uréteres, lo que puede derivar en hidronefrosis secundaria. En algunos casos, los miomas comprimen la unión ureterovesical, causando obstrucción y pielonefritis secundaria como consecuencia. Además, el prolapso de un mioma de gran tamaño a través de la vagina puede igualmente producir obstrucción y llevar a insuficiencia renal secundaria.

Los síntomas urinarios son frecuentes y varían según la ubicación del mioma. Los miomas en la cara anterior del útero suelen provocar polaquiuria y tenesmo vesical. Los que se originan en la cara anterior del cuello uterino pueden causar retención urinaria, mientras que la encarceración pélvica de un útero miomatoso puede producir retención urinaria aguda(3). Otra complicación para considerar es la hidronefrosis, que puede ocurrir en miomas cervicales o en miomas de gran tamaño que crecen dentro del ligamento ancho, debido a la compresión ureteral.

### **7.5.4. Sintomatología intestinal**

Si el mioma es grande y se encuentra ubicado en la región posterior, puede presionar la zona rectosigmoidea, y producir estreñimiento debido a la localización del mioma en el fondo de saco.

### **7.5.5. Alteración de la vida sexual**

La respuesta sexual femenina comprende cuatro etapas: excitación, meseta, orgasmo y resolución. Este proceso implica cambios fisiológicos clave, como el aumento del flujo sanguíneo hacia la pelvis (que provoca lubricación vaginal y congestión del clítoris y labios), mediado principalmente por la red vascular de la arteria hipogástrica.

Las mujeres con miomas uterinos pueden experimentar diversas alteraciones en la función sexual(3)(58). Estas incluyen dispareunia, trastornos del orgasmo, dolor pélvico, reducción de la lubricación vaginal, disminución de la libido, incontinencia urinaria y síntomas vesicales obstructivos e irritativos. Esta disfunción puede ser secundaria a miomas cuando una masa retroperitoneal de gran tamaño comprime la vagina. En estos casos, el contacto repetitivo irrita la luz vaginal, generando dolor referido desde el peritoneo parietal. Actualmente, no existe tratamiento específico para la dispareunia causada por miomas, convirtiendo a la cirugía en la principal alternativa terapéutica. Los estudios indican que el tiempo promedio para retomar la actividad sexual normal tras la intervención quirúrgica es de ocho meses.

La relación entre los miomas uterinos y la dispareunia sigue siendo un tema de debate. Si bien los estudios no han establecido una correlación entre el número, la posición o el tamaño de los miomas y la presencia o intensidad de la dispareunia, sí se ha observado un dato relevante: la dispareunia es más frecuente e intensa cuando los miomas están ubicados en el fondo uterino o en la cara anterior del útero. Por otro lado, en términos generales, no se encontraron diferencias significativas en la función sexual global al comparar grupos de mujeres con y sin miomas uterinos.

## **CAPITULO VI: DIAGNÓSTICO**

### **7.6.1. Evaluación clínica**

Entre el 50% y el 80% de los miomas uterinos son asintomáticos, siendo esta variabilidad dependiente de los criterios diagnósticos empleados. Su detección clínica está determinada principalmente por su tamaño y, en menor grado, por su ubicación anatómica.

Únicamente los miomas que manifiestan síntomas requieren intervención médica, ya que la estrategia terapéutica adecuada dependerá de un diagnóstico preciso de su tamaño y localización(4). A continuación, se detalla la sintomatología referida por las pacientes, destacando que la anamnesis debe integrarse sistemáticamente en la evaluación clínica, siendo imprescindible como en cualquier tipo de evaluación clínica para llegar a diagnóstico certero.

- **Sangrado menstrual anómalo**

La alteración del sangrado menstrual constituye la manifestación más frecuente de los miomas uterinos. Como se mencionó previamente, según los criterios FIGO para sangrado menstrual abundante, este síntoma actúa como indicador clave para la detección de miomas. Es fundamental comprender que los miomas en sí mismos no sangran. El aumento del volumen menstrual asociado se debe a incremento de la superficie endometrial descamada, alteraciones en la vascularización endometrial y miometrial perimiomatosa, y producción de factores locales que modifican la hemostasia. Por ello, el estudio inicial del sangrado menstrual anómalo o abundante requiere pruebas de imagen para identificar estas lesiones.

- **Síntomas producidos por el volumen**

No existe una correlación estricta entre el volumen de los miomas, su localización y la intensidad o características de la sintomatología que provocan, es decir el tamaño y el contenido que presenten lo miomas no influyen en la presencia o no de los síntomas como el dolor, la presión o el estreñimiento, depende más bien de las características individuales de la paciente, así como su tolerancia al dolor y su estructura anatómica.

- **Dispareunia**

Estudios recientes revelan una relación compleja entre miomas y dolor pélvico. En población supuestamente asintomática, la detección ecográfica de miomas, especialmente intramurales, se asoció a mayor incidencia de dolor intermenstrual y dispareunia. Un estudio focalizado en dispareunia profunda confirmó mayor frecuencia en portadoras de miomas, pero sin correlación significativa con el tamaño o localización de los fibromas.

Esta disociación entre presencia de mioma y características tumorales subraya la necesidad de realizar un diagnóstico diferencial riguroso con la adenomiosis, patología que frecuentemente coexiste y comparte manifestaciones clínicas.

- **Síntomas urinarios y digestivos**

Existe consenso científico sobre la relación entre los fibromas uterinos y la aparición de síntomas urinarios o disfunciones del suelo pélvico. Sin embargo, ningún estudio ha demostrado correlación entre el tamaño o ubicación de los tumores y la gravedad de la sintomatología. Investigaciones en mujeres con miomas diagnosticados previo a cirugía que utilizaron herramientas validadas como el Pelvic Floor Distress Inventory (PFDI) identificaron mayor frecuencia de urgencia miccional, sensación de peso pélvico inferior y nicturia. Cuando se estratificó por tamaño, los síntomas de vaciamiento vesical o rectal dificultoso fueron más prevalentes en úteros que clínicamente superaban el tamaño de una gestación de 12 semanas.

En contraste, un estudio que evaluó características tumorales mediante resonancia magnética y sintomatología con el PFDI no halló asociación entre volumen y ubicación de los miomas y la clínica reportada. La excepción ocurre en casos extremos de gran tamaño, donde la compresión masiva de estructuras adyacentes puede comprometer la función renal y digestiva.

### **7.6.2 Exploración física**

La detección de miomas uterinos durante la exploración física depende críticamente de su tamaño y localización. Los nódulos de gran dimensión o úteros significativamente agrandados por múltiples miomas pueden ser palpables a través de la pared abdominal. Es relativamente frecuente identificar miomatosis durante un tacto bimanual realizado en revisiones rutinarias o durante la evaluación de otras condiciones ginecológicas.

La sensibilidad exploratoria varía sustancialmente según el tipo de mioma: es máxima para las lesiones subserosas, pero considerablemente reducida en miomas intramurales o submucosos.

Estos últimos solo resultan detectables cuando su tamaño provoca un aumento global del volumen uterino. Independientemente de los hallazgos clínicos, toda sospecha de miomatosis debe confirmarse mediante pruebas de imagen, siendo la ecografía transvaginal el método de elección preferente.

### **7.6.3. Estudios de laboratorio**

Los análisis de laboratorio pueden evidenciar dos escenarios clínicos asociados a miomas uterinos(12), la anemia ferropénica secundaria a la pérdida sanguínea crónica por menometrorragia, que agota las reservas de hierro y una respuesta inflamatoria sistémica que se evidencia como leucocitosis y elevación de proteína C reactiva en casos de degeneración aguda del mioma o procesos infecciosos asociados.

### **7.6.4. Ultrasonido**

La ecografía ginecológica o ultrasonido constituye la técnica diagnóstica de elección para los miomas uterinos, con una sensibilidad del 99% y especificidad del 91%. Comparativamente, la resonancia magnética (RM) ofrece sensibilidad similar (99%) pero menor especificidad (86%)(12). Esta evaluación permite realizar un mapeo detallado de los miomas que, combinado con la sintomatología clínica, orienta la estrategia terapéutica óptima. La ecografía proporciona información fundamental para decidir tanto la técnica quirúrgica como la vía de abordaje en caso de intervención. La exploración puede realizarse por vía transabdominal (TA) o transvaginal (TV), siendo esta última generalmente preferida por su capacidad para evaluar el miometrio con mayor detalle, aunque dentro de un rango limitado de profundidad.

El ultrasonido transabdominal (TA) puede ser necesaria para evaluar úteros o miomas de gran volumen, donde la vía transvaginal tiene limitaciones. Según establece el consenso Morphological Uterus Sonographic Assessment (MUSA), los miomas se identifican ecográficamente como lesiones redondeadas y bien delimitadas, ya sea dentro del miometrio o adheridas a él. Estas lesiones suelen presentar dos patrones característicos: sombras acústicas en el borde periférico y/o sombras internas en disposición de abanico. En cuanto a su ecogenicidad, esta es variable y frecuentemente incluye áreas hiperecogénicas en su interior.

En los estudios ecográficos con Doppler color o Power Doppler, es característico observar un patrón de flujo vascular circunferencial alrededor de la lesión miomatosa. Sin embargo, ciertos miomas no presentan estas características vasculares típicas, por lo que el consenso Morphological Uterus Sonographic Assessment (MUSA) recomienda clasificarlos como "miomas atípicos" desde la perspectiva ecográfica. Histológicamente, estos tumores están compuestos por células musculares lisas y tejido conectivo.

La sombra acústica característica en la ecografía se origina en la interfase entre tres elementos: los haces de músculo liso, el tejido conectivo hialinizado y el miometrio normal circundante. Finalmente, la apariencia ecográfica variable de los miomas depende directamente de la proporción relativa entre el componente de células musculares lisas y el estroma fibroso dentro de la lesión.

- **Variantes de los miomas en el ultrasonido**

Los miomas uterinos pueden experimentar procesos degenerativos, ya sea de forma espontánea o como consecuencia de un infarto inducido por procedimientos como la embolización de arterias uterinas. Adicionalmente, la necrosis coagulativa puede desarrollarse tras terapias ablativas como la ecografía focalizada de alta intensidad o la radiofrecuencia. Los principales tipos de degeneración identificados son: degeneración roja, hialina, quística/mixoide e hidrópica. Cada una de estas variantes morfológicas genera patrones ecográficos distintivos, lo que significa que las características de la imagen variarán significativamente según el tipo específico de degeneración presente.

En el informe ecográfico se debe reportar el número de miomas, (en caso de presentar un gran número de miomas, hay que describir básicamente los miomas principales, que son los de mayor tamaño), tamaño de los miomas (diámetro AP x diámetro L x diámetro T) expresado en mm, localización (cara anterior, cara posterior, cara lateral derecha, cara lateral izquierda, fúndico, tercio superior, tercio medio y tercio inferior del útero), y vascularización de los miomas. En cuanto a la vascularización de los miomas, hay que hacer una valoración subjetiva, tanto del porcentaje de la lesión que está vascularizada como de la intensidad del color:

- Nivel 1: ausencia de color.
- Nivel 2: cantidad mínima de color.
- Nivel 3: cantidad moderada de color.
- Nivel 4: cantidad abundante de color.

Los miomas híbridos comprometen simultáneamente el endometrio y la serosa uterina. Su clasificación emplea dos dígitos unidos por guión, según el consenso FIGO: el primer valor indica el grado de protrusión hacia la cavidad endometrial, mientras el segundo refleja la extensión hacia la superficie serosa. Un caso ilustrativo es el mioma tipo 2-5, caracterizado por presentar menos del 50% de su extensión tumoral(12) proyectándose hacia el endometrio y, paralelamente, menos de la mitad de su masa hacia el espacio subseroso.

#### **7.6.5. Resonancia magnética**

La resonancia magnética (RM) supera a la ecografía e histeroscopia en precisión diagnóstica para evaluar miomas uterinos, particularmente en la delimitación morfológica y la determinación de su relación anatómica con el miometrio y la serosa. Esta ventaja es crítica en úteros voluminosos, donde la evaluación ecográfica completa suele ser técnicamente inviable. Pese a su costo elevado y menor accesibilidad frente a la ecografía, la RM resulta indispensable en situaciones clínicas específicas que requieren máxima precisión:

- La ecografía no es concluyente.
- Cuando se necesita más información del tipo, tamaño y ubicación de los miomas.
- Antes de una embolización de las arterias uterinas o de realizar ultrasonidos focalizados guiados por USG o RM para la ablación de los miomas.
- Para asesorar de la vascularización de los miomas.

La resonancia magnética revela patrones característicos en miomas uterinos típicos: lesiones redondeadas, homogéneas y bien delimitadas que exhiben hipointensidad en secuencias T2 comparadas con el miometrio circundante. Excepcionalmente, los miomas de alta celularidad pueden manifestar hiperintensidad en T2.

En cuanto a los miomas degenerados, sus características varían significativamente según el tipo de transformación: la degeneración hialina generalmente preserva la hipointensidad T2 típica, la degeneración quística muestra hiperintensidad marcada en T2 sin realce postcontraste en las zonas afectadas, la degeneración mixoide se identifica por áreas de intensa hiperintensidad T2 con realce mínimo al administrar contraste, la necrosis coagulativa presenta señales heterogéneas en T1 e hipointensidad en T2, la degeneración roja (necrosis hemorrágica) se distingue por hiperintensidad difusa o periférica en T1 – atribuible a depósitos de metahemoglobina o contenido proteico – junto a señales hipointensas o variables en T2.

La resonancia magnética (RM) adquiere un rol crítico en la planificación previa a la embolización de arterias uterinas, al permitir pronosticar la efectividad del procedimiento mediante el análisis de características tumorales como el volumen, morfología, presencia de degeneraciones que reducen el beneficio esperado y patrones de vascularización accesoria, particularmente el flujo colateral a través de arterias ováricas, identificable mediante angiografía por RM.

#### **7.6.6. Videolaparoscopia**

La histerectomía videolaparoscópica implica necesariamente un componente laparoscópico durante su ejecución. Esta técnica demanda mayor especialización quirúrgica comparada con los abordajes vaginal o abdominal convencionales. Su adopción ha crecido progresivamente en la práctica clínica debido a ventajas documentadas: reducción de la pérdida de sanguínea, posibilidad de tratar una afección anexial y enfermedades pélvicas asociadas, mínima invasión, mínimo dolor posoperatorio, disminución de estadía hospitalaria y rápida reincorporación del paciente a actividades habituales.

La laparoscopia permite visualizar la cavidad abdominal y pélvica, ayudando a identificar y evaluar la presencia de miomas, así como otros problemas ginecológicos. La videolaparoscopia tiene las siguientes ventajas:

- Permite ver los miomas subserosos (aquellos que sobresalen de la superficie uterina) y diferenciarlos de otros posibles hallazgos como quistes ováricos.

- Ayuda a determinar si los miomas son intramurales (dentro de la pared uterina) o subserosos, lo que puede influir en la elección del tratamiento.
- Puede ayudar a identificar otras patologías pélvicas asociadas a la miomatosis, como la endometriosis.
- Puede ser útil para evaluar la extensión y el número de miomas antes de la cirugía de miomectomía (extirpación de miomas).

#### **7.6.7. Histeroscopia**

La histeroscopia se erige como el método de referencia para evaluar la cavidad endometrial, particularmente en miomas submucosos (clasificación FIGO 0-2), debido a su capacidad para realizar una exploración endoscópica directa y obtener biopsias selectivas de lesiones intracavitarias(14). Aunque suele efectuarse en ámbito ambulatorio, ciertas pacientes experimentan molestias significativas por estenosis cervical, situación que generalmente se controla mediante dilatación cervical previa o anestesia local. Además de su valor diagnóstico, esta técnica permite la resección terapéutica inmediata de miomas pequeños tipo 0 o 1 durante el mismo procedimiento.

#### **7.6.8. Diagnóstico histopatológico de los miomas uterinos**

El diagnóstico histopatológico de miomas uterinos requiere el estudio microscópico de tejido obtenido mediante biopsia o resección quirúrgica(46). El análisis revela la presencia de neoplasias benignas constituidas por células de músculo liso entrelazadas con estroma fibroso. Esta evaluación confirma la naturaleza de la lesión y permite distinguir los miomas de otras patologías uterinas mediante identificación de patrones tisulares específicos.

Este diagnóstico sigue un protocolo estandarizado en tres fases. Inicialmente, se obtiene el material tisular mediante histeroscopia, biopsia dirigida o recolección durante intervenciones quirúrgicas. Posteriormente, el espécimen biológico es procesado mediante técnicas de fijación, inclusión en parafina y corte en secciones micrométricas para su análisis microscópico. En la etapa final, el patólogo examina las láminas teñidas para identificar los rasgos histológicos definitorios: haces de células musculares lisas entremezcladas con estroma fibroso colágeno.

Este análisis permite confirmar la naturaleza benigna del tumor y descartar otras patologías uterinas malignas o premalignas mediante la evaluación de la arquitectura tisular y marcadores celulares específicos.

#### **7.6.9. Diagnóstico diferencial**

Es importante hacer mención del diagnóstico diferencial entre miomatosis uterina y otras patologías que afectan el útero, debido a que con ello se logra realizar un tratamiento adecuado y definitivo. A continuación, se realiza la descripción de los diagnósticos diferenciales más comunes de la miomatosis uterina y la forma adecuada de realizar los mismos.

- **Diagnóstico diferencial con la adenomiosis**

Se define como adenomiosis al crecimiento ectópico de componentes endometriales (tanto glándulas como estroma) en el espesor del miometrio, dando lugar a zonas de afectación con bordes imprecisos. Cuando estas lesiones se localizan en uno o varios puntos específicos de la pared uterina, se habla de adenomiosis focal o adenomiomas(4). En contraste, si el tejido endometrial se distribuye de manera extensa infiltrando la mayor parte del músculo uterino, el diagnóstico es adenomiosis difusa.

En el estudio histopatológico, la adenomiosis es difusa cuando hay distribución dispersa de componentes endometriales en el miometrio, y focal si existen focos bien delimitados. La adenomiosis focal no equivale a adenomioma, pues este corresponde específicamente a una lesión focal asociada a hipertrofia compensatoria del músculo circundante. El cuadro clínico muestra superposición con la fibromatosis uterina (sangrado excesivo, dolor pélvico persistente, dispareunia, dismenorrea e infertilidad), pero el manejo terapéutico es distinto, requiriendo diferenciación.

- **Diagnóstico diferencial con sarcomas uterinos y otros tumores miometriales**

Los leiomiomas uterinos suelen manifestarse como masas únicas, de gran tamaño y confinadas al miometrio. La distinción entre estos sarcomas y los miomas benignos representa un desafío diagnóstico, agravado por la escasa información disponible sobre sus rasgos ecográficos.

Esta problemática adquiere especial relevancia en el contexto actual de debate sobre la morcelación laparoscópica de fibromas: la fragmentación tumoral podría dispersar tejido maligno en la cavidad peritoneal, facilitando implantes metastásicos. Por ello, la evaluación preoperatoria del riesgo de malignidad es crucial.

La evidencia ecográfica sobre sarcomas uterinos es limitada, sustentada principalmente en series retrospectivas reducidas. Estos tumores pueden manifestar varios hallazgos ultrasonográficos: lesiones de contornos borrosos con ecogenicidad no homogénea, bordes irregulares, áreas quísticas intralesionales (por necrosis), y vascularización moderada/intensa (aunque algunos muestran escaso flujo debido a necrosis masiva). Otros indicios ocasionales incluyen artefactos de sombra acústica o calcificaciones. Un signo característico es la ausencia de miometrio sano periférico. Estadísticamente, 0.1-0.3%(4) de las cirugías por presuntos miomas corresponden a sarcomas.

En contraste, hasta un 10% de los miomas muestran rasgos ecográficos atípicos que simulan sarcoma sin ser malignos(3)(4). En resonancia magnética (RM), los sarcomas se identifican como masas heterogéneas de bordes infiltrativos e irregulares. Suelen exhibir hiperintensidad o señal intermedia en secuencias T2, frecuentemente asociadas a hipervascularización central o áreas degenerativas (necrosis o cambios quísticos).

Sin embargo, esta diferenciación por RM presenta limitaciones: tanto los miomas hipercelulares como los degenerados pueden exhibir características superpuestas. Los sarcomas típicamente muestran captación temprana y heterogénea de contraste en secuencias potenciadas en T1. La secuencia de difusión complementa el estudio, donde estos tumores suelen manifestar hiperintensidad marcada en las imágenes de difusión y valores reducidos en los mapas ADC, incrementando la sensibilidad diagnóstica.

La presentación clínica es clave para diferenciar sarcomas de miomas uterinos: mientras solo el 10% de pacientes con sarcoma cursan asintomáticas, la mayoría manifiestan signos como sangrado anormal o dolor(4). Esto contrasta marcadamente con los miomas, donde un alto porcentaje de mujeres no presenta sintomatología.

## **CAPITULO VII: TRATAMIENTO DE MIOMAS UTERINOS**

El manejo terapéutico de los miomas exige entender su origen fisiopatológico. Investigaciones experimentales confirman que la progesterona facilita activamente el desarrollo tumoral, mientras los estrógenos funcionan como activadores primarios. Se establece así que el estrógeno es un requisito básico, mas no el único factor promotor de la proliferación. El tratamiento de los miomas uterinos se basa en el cumplimiento de cuatro objetivos(15):

- Alivio de la sintomatología
- Reducción mantenida del tamaño del mioma
- Preservación de la fertilidad (si es el deseo de la paciente)
- Menor daño posible

Los síntomas, la edad, el deseo gestacional y la elección de la paciente son los factores clave para personalizar el tratamiento.

### **7.7.1. Manejo expectante**

Es importante destacar que entre el 50% y el 75% de los miomas uterinos se consideran clínicamente irrelevantes y, por lo tanto, no se necesita intervención médica ni quirúrgica(46). Por esta razón, para evitar el sobretratamiento, es de suma importancia considerar el manejo expectante en los casos asintomáticos o con síntomas leves, después de un enfoque de toma de decisiones compartido con la paciente. El manejo expectante implica la evaluación periódica de la paciente cada 6 a 12 meses(16). Dicha evaluación puede limitarse a la historia clínica y al examen físico, o, puede requerir estudios de imagen o de laboratorio, por lo general con ultrasonido pélvico y hematología para evaluación de anemia. Las indicaciones de un manejo expectante son las siguientes:

- Pacientes asintomáticas.
- Deseo de gestación.
- Miomas que permanecen estables en el tamaño durante el seguimiento imagenológico en un año.
- Peri o posmenopáusicas.
- Úteros no palpables en el abdomen.

- **Tipos de miomas y manejo expectante**

**Miomas subserosos:** Al desarrollarse hacia la superficie externa uterina (serosa), frecuentemente cursan sin síntomas y pueden no necesitar intervención.

**Miomas intramurales:** Ubicados dentro del espesor del miometrio, constituyen el tipo más común y generalmente se manejan conservadoramente, especialmente en casos pequeños y asintomáticos.

- **Tasa de efectividad del manejo expectante**

En mujeres premenopáusicas con miomas asintomáticos, la conducta expectante resulta eficaz. Aunque solo un 3-7% experimenta regresión espontánea(46), esta estrategia evita intervenciones innecesarias y sus riesgos asociados.

### **7.7.2 Tratamiento médico**

Como primera línea de tratamiento, no específicamente dirigida al tratamiento del mioma, sino de sus síntomas, se dispone de los AINES y el ácido tranexámico para reducir el sangrado menstrual abundante y el dolor, pero no tienen ningún efecto sobre la reducción del mioma(15). Se agrega también tratamiento para la anemia(17) que es causa del sangrado abundante producto de la miomatosis uterina.

- **Antiinflamatorios no esteroideos (AINES)**

Los AINES inhiben la ciclooxigenasa, reduciendo la síntesis de prostaglandinas. Estas moléculas promueven una angiogénesis endometrial patológica con desarrollo de vasos anómalos(15). Al suprimir este proceso, ayudan a controlar la dismenorrea y contribuyen a la mejoría de la anemia asociada, actuando como terapia sintomática.

**Farmacocinética:** los AINEs administrados por vía oral muestran elevada biodisponibilidad debido a su rápida absorción intestinal superior mediante transporte pasivo. Al ser ácidos débiles, permanecen no disociados en el estómago, lo que favorece su liposolubilidad y difusión hacia las células gástricas. Dentro de estas (pH neutro), se ionizan acumulándose selectivamente, generando altas concentraciones locales que explican su toxicidad gástrica(47). Los antiácidos enlentecen su absorción sin alterar la biodisponibilidad total, ya que la fracción duodenal compensa la reducción gástrica.

En el plasma sanguíneo, los antiinflamatorios no esteroideos (AINEs) forman complejos mayoritarios con albúmina. No obstante, estos enlaces presentan alta labilidad, favoreciendo interacciones farmacológicas. Las uniones a proteínas plasmáticas actúan como reservorio, siendo exclusivamente la fracción no unida la farmacológicamente activa: responsable de los efectos terapéuticos o adversos, así como de la disponibilidad para procesos metabólicos y excreción. Los AINEs exhiben distribución homogénea en los tejidos, con afinidad particular por sitios inflamatorios, atribuible a sus propiedades ácidas. Esta característica influye en su gradiente de concentración entre plasma y tejidos, dado que únicamente las formas moleculares no ionizadas poseen liposolubilidad suficiente para atravesar membranas biológicas.

Una reducción del pH sérico incrementa la fracción no ionizada de los AINEs, favoreciendo su desplazamiento desde el plasma hacia los tejidos. Estos fármacos experimentan metabolismo hepático y recirculación enterohepática, mecanismos que contribuyen al mantenimiento de sus concentraciones terapéuticas en sangre(46). Además de su presencia plasmática, alcanzan concentraciones significativas en líquido sinovial. Presentan amplia distribución tisular y la mayoría atraviesa la barrera placentaria (siendo Sulindac la excepción). Su eliminación ocurre predominantemente por vía renal en forma de metabolitos, aunque los patrones de biotransformación varían según las diferencias estructurales específicas de cada compuesto.

**Farmacodinamia:** los AINEs ejercen tres acciones terapéuticas primarias: analgesia, antipirexia y antiinflamación. Este último efecto reviste particular interés en el manejo de la periodontitis, constituyendo el objetivo farmacológico principal. Su mecanismo antiinflamatorio radica en la inhibición de la ciclooxigenasa (COX), bloqueando así la generación de prostaglandinas. Esta supresión de la síntesis y liberación local de mediadores inflamatorios a concentraciones terapéuticas representa el fundamento farmacodinámico de los AINEs. Cabe destacar que existe una correlación clínicamente relevante entre la potencia inhibitoria sobre la enzima y la eficacia clínica observada.

Este mecanismo no solo explica la acción antiinflamatoria de los AINEs, sino también sus efectos analgésico y antipirético, dado que las prostaglandinas actúan como mediadores pleiotrópicos en procesos inflamatorios, nociceptivos y termorregulatorios. La evidencia actual demuestra que las prostaglandinas potencian significativamente la liberación de sustancia P y glutamato en las vías espinales de transmisión dolorosa, además de facilitar la perpetuación de señales nociceptivas en fibras C periféricas. Clínicamente, se ha establecido su participación en la inhibición de la liberación de noradrenalina, mecanismo clave en la modulación de la fiebre.

Mediante la inhibición de la síntesis de prostaglandinas, los AINEs suprimen la amplificación de las señales nociceptivas. Paralelamente, estos fármacos ejercen múltiples acciones antiinflamatorias: reducen la disponibilidad energética metabólica requerida para sostener la respuesta inflamatoria en tejidos afectados; inhiben la producción de inmunoglobulinas; comprometen funciones clave de los neutrófilos polimorfonucleares, incluyendo su adhesión celular, agregación, capacidad fagocítica y generación de especies reactivas de oxígeno; alteran el metabolismo de nucleótidos cíclicos (AMPc/GMPc); desestabilizan membranas lisosomales; y modifican la conformación de receptores de membrana, interfiriendo en la unión ligando-receptor.

#### - **Ácido tranexámico**

El ácido tranexámico recibió aprobación regulatoria de la FDA(47) como agente antifibrinolítico que actúa inhibiendo la disolución de coágulos en el sistema vascular endometrial y miometrial, reduciendo así el volumen de sangrado menstrual. Su administración se inicia al comienzo de la hemorragia, con dosificación de tres tomas diarias durante los días de mayor flujo. Este fármaco constituye la alternativa de elección en pacientes que rechazan terapia hormonal, mujeres con deseos gestacionales inmediatos, y aquellas que requieren tratamiento intermitente solo durante episodios de menorragia.

**Farmacodinamia:** el mecanismo antifibrinolítico del ácido tranexámico se basa en su unión competitiva al plasminógeno durante su conversión a plasmina, formando complejos moleculares que reducen la capacidad proteolítica de esta enzima sobre la fibrina. Esta inhibición constituye la base de su efecto hemostático(49). Concentraciones elevadas del fármaco disminuyen la actividad del sistema del complemento.

**Farmacocinética:** se describe a continuación

**Tabla 1: Farmacocinética del ácido tranexámico**

<b>Absorción</b>	<b>Distribución</b>	<b>Eliminación</b>
<p>Las concentraciones plasmáticas máximas de ácido tranexámico se obtienen rápidamente después de una infusión intravenosa corta, tras estas concentraciones plasmáticas se observa una disminución rápida en seis horas(48). La semivida de eliminación es de 3 horas, aproximadamente.</p>	<p>El ácido tranexámico que se administra por vía parenteral se distribuye según un modelo de dos compartimentos La unión a proteínas plasmáticas del ácido tranexámico es aproximadamente del 3% a los niveles plasmáticos terapéuticos y parece que se explica totalmente por su unión con el plasminógeno. El ácido tranexámico no se une a la albúmina sérica, atraviesa la placenta, y también se difunde rápidamente en la membrana sinovial y en el líquido articular.</p>	<p>La principal vía de eliminación es a través de la excreta urinaria como fármaco inalterado, a través de filtración glomerular. El aclaramiento renal es igual al aclaramiento plasmático (110 a 116 mL/min). La excreción de ácido tranexámico es aproximadamente del 90% en las primeras 24 horas tras la administración intravenosa de 10 mg/kg de peso corporal. La vida media de eliminación es de aproximadamente 3 horas. Las concentraciones plasmáticas aumentan en los pacientes con insuficiencia renal.</p>

Fuente: Elaboración propia, 2025.

- **Ferroterapia.**

Es de vital importancia iniciar tratamiento caso de anemia, pero debe tomarse en cuenta que es necesario realizar una pauta de manera crónica para mantener los niveles de hemoglobina estables(17). La vía habitual es la oral, y también se puede administrar por vía intravenosa si fuese necesario.

**Farmacodinamia:** El sulfato ferroso sustituye al hierro(50), componente esencial en la formación de la hemoglobina.

**Farmacocinética:** se describe a continuación.

**Tabla 2: Farmacocinética del sulfato ferroso**

<b>Absorción</b>	<b>Distribución</b>	<b>Metabolismo</b>	<b>Excreción</b>
Se absorbe en todo el tracto gastrointestinal, pero los principales sitios de absorción son el duodeno y el yeyuno proximal. Las personas sanas absorben hasta un 10% del hierro; los pacientes con anemia ferropénica pueden absorber hasta un 60%(48). El recubrimiento entérico y algunas fórmulas de liberación prolongada tienen una absorción reducida porque están diseñadas para liberar el hierro más allá de los puntos de mayor absorción; los alimentos influyen en su absorción, reduciéndola en un porcentaje de un 33% y un 50%.	Se transporta a través de las células de la mucosa gastrointestinal directamente a la sangre, donde se une inmediatamente a, la transferrina, una proteína transportadora y se transporta a la médula ósea para su incorporación a la hemoglobina.	se libera por la destrucción de hemoglobina, sin embargo, el cuerpo lo reabsorbe y lo reutiliza.	Los hombres y las mujeres posmenopáusicas pierden alrededor de 1 mg/día, y las mujeres premenopáusicas alrededor de 1,5 mg/día. La pérdida generalmente ocurre a través de las uñas, el cabello, las heces y la orina; también se pierden pequeñas cantidades en la bilis y el sudor.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

### 7.7.3. Tratamiento hormonal

La segunda línea de tratamiento, igualmente inespecífica, incluye algunos tratamientos hormonales.

- **Anticonceptivos hormonales (ACH)**

En pacientes sin planes reproductivos, los anticonceptivos hormonales representan una alternativa terapéutica fundamental para la menorragia(15). Aunque carecen de indicación para reducir el volumen miomatoso dada la naturaleza estrógeno/progestágeno-dependiente de estos tumores, tanto los anticonceptivos orales combinados (ACOs) como las píldoras de solo progestágenos (POP) se emplean clínicamente para el control sintomático de la hipermenorrea.

Los anticonceptivos hormonales ofrecen beneficios multisistémicos: reducción de anemias ferropénicas, efecto protector frente a neoplasias endometriales y ováricas, accesibilidad económica y diversidad de formulaciones (oral, vaginal, transdérmica) adaptable a preferencias individuales. Particularmente, los progestágenos como desogestrel o dienogest se utilizan para inducir atrofia endometrial prehisteroscópica, optimizando el procedimiento en mujeres fértil. Este acondicionamiento endometrial facilita la visualización, disminuye el tiempo quirúrgico y minimiza el sangrado intraoperatorio.

**Farmacodinamia de los Estrógenos:** se describe cada una a continuación.

**Acciones reproductivas:** Promueven el desarrollo y mantenimiento de los órganos reproductivos femeninos(51), regulan el ciclo menstrual y preparan el endometrio para la implantación del embrión.

**Otros efectos:** Tienen efectos metabólicos sobre el hueso (retención de calcio), el metabolismo de los lípidos y la coagulación sanguínea.

**Receptores:** Actúan sobre receptores específicos de estrógenos en diferentes tejidos, causando cambios en la expresión génica.

**Farmacodinamia de los Progestágenos:** se describe cada efecto a continuación.

**Acciones reproductivas:** Preparan el endometrio para la implantación del embrión, mantienen el embarazo y suprimen la ovulación cuando se usan en diferentes anticonceptivos.

**Otros efectos:** Pueden tener efectos sobre el sistema nervioso central, como sedación, ansiedad, y en el sistema cardiovascular a través de efectos anti-aldosterona y el metabolismo.

**Receptores:** Actúan sobre receptores de progesterona en diferentes tejidos, causando cambios en la expresión génica

**Farmacocinética de los estrógenos:** se describen los mecanismos a continuación.

**Tabla 3: Farmacocinética de los estrógenos**

<b>Absorción</b>	<b>Distribución</b>	<b>Metabolismo</b>	<b>Excreción</b>
Se absorben bien por la vía oral, transdérmica (parches), vaginal e intramuscular(51). La absorción por la piel es lenta y constante, mientras que la oral puede verse afectada por el metabolismo de primer paso en el hígado.	Su distribución se realiza ampliamente por todo el cuerpo, uniéndose a proteínas plasmáticas, como la globulina que fija a las hormonas sexuales (SHBG).	Se realiza principalmente en el hígado, donde se convierten en metabolitos inactivos que se excretan por la orina y la bilis.	Se eliminan principalmente por la excreta urinaria y, en menor medida, por las heces.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

**Farmacocinética de los Progestágenos:** la farmacocinética de los progestágenos es diferente a la de los estrógenos, por cual se describen por separado en la tabla siguiente.

**Tabla 4: Farmacocinética de los progestágenos**

<b>Absorción</b>	<b>Distribución</b>	<b>Metabolismo</b>	<b>Excreción</b>
Similar a los estrógenos, pueden administrarse por vía oral, intramuscular, vaginal y transdérmica. La absorción puede variar según la forma farmacéutica.	Se distribuyen por todo el cuerpo y se unen a proteínas plasmáticas, incluyendo la SHBG o globulina fijadora de hormonas sexuales, que es una proteína producida principalmente por el hígado y se une a testosterona y estradiol en la sangre, regulando su disponibilidad para los tejidos	Se metabolizan en el hígado, donde se convierten en metabolitos inactivos, algunos pueden tener actividad biológica.	Se excretan principalmente por la orina y las heces.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

- **Dispositivo intrauterino con levonorgestrel**

Los sistemas intrauterinos liberadores de levonorgestrel (DIU-LNG) presentan variantes según su carga hormonal y dimensiones físicas. Únicamente el modelo de 52 mg posee indicación regulatoria para el manejo de la menorragia(15). Este dispositivo libera diariamente 20 µg de la 19-norprogestina desde su reservorio de 52 mg, induciendo una acción local que reduce significativamente el volumen y duración del sangrado menstrual mediante dos mecanismos sinérgicos: supresión de la proliferación endometrial por atrofia glandular, y inducción de apoptosis celular programada en el estrato funcional del endometrio.

El estudio evaluó en varios pacientes parámetros como la intensidad del sangrado, el volumen uterino, la velocimetría Doppler de las arterias uterinas y los niveles de hemoglobina y hematocrito, tanto antes como seis meses después de la inserción del DIU de levonorgestrel. Tras el tratamiento, todas las pacientes que inicialmente presentaban anemia experimentaron una normalización en sus niveles de hemoglobina y hematocrito.

Sin embargo, no se registraron cambios significativos ni en el volumen uterino ni en la velocidad del flujo sanguíneo, medida mediante el índice de pulsatilidad (IP) de las arterias uterinas. La evidencia disponible indica que ni el volumen uterino ni el tamaño de los miomas experimentan reducciones clínicamente relevantes luego de 12 meses de terapia. Cuando los miomas alteran la morfología endometrial, el DIU de levonorgestrel presenta una contraindicación relativa por el riesgo incrementado de expulsión. En dichos escenarios clínicos, el manejo óptimo corresponde a la cirugía histeroscópica. Paralelamente, estudios validan que la premedicación con progestágenos antes de la resección histeroscópica mejora los desenlaces en miomas submucosos.

**Farmacodinamia:** Tras la colocación del dispositivo intrauterino (DIU), la liberación inicial de levonorgestrel en el útero alcanza 20 mcg diarios. Las concentraciones plasmáticas estables (150-200 pg/ml) se establecen semanas después de la inserción, reflejando una absorción sistémica limitada. En el endometrio, el DIU logra concentraciones tisulares promedio cercanas a 808 ng/g, superando en órdenes de magnitud a las alcanzadas con administración oral (~3.5 ng/g). El levonorgestrel se metaboliza casi por completo a metabolitos inactivos, con una vida media de eliminación de unas 17 horas. Tanto el compuesto original como sus derivados se eliminan principalmente por vía renal. Actualmente, no existen estudios farmacocinéticos del DIU en poblaciones especiales: pediátricos, pacientes con disfunción renal o hepática, ni diversos grupos étnicos.

**Farmacocinética:** El levonorgestrel, como progestágeno, ejerce su acción anticonceptiva mediante múltiples mecanismos. A nivel celular, penetra libremente en las células diana y se une a los receptores de progesterona(52). En el endometrio, reduce la presencia de receptores para estrógenos y progestágenos, disminuyendo así su sensibilidad al estradiol circulante e induciendo un potente efecto que limita su proliferación. Además, densifica las secreciones cervicales, dificultando el avance de los espermatozoides por el cuello uterino. También altera las condiciones del útero y las trompas, inhibiendo la movilidad y funcionalidad espermática para prevenir la fecundación. En ciertos casos, puede suprimir la ovulación al reducir la secreción de gonadotropinas hipofisarias e interferir con el desarrollo folicular.

Las células diana del levonorgestrel abarcan el sistema reproductor femenino, las mamas, el hipotálamo y la hipófisis. Tras unirse a sus receptores en estas zonas, este progestágeno reduce la frecuencia de secreción de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) desde el hipotálamo. Esta acción bloquea el pico preovulatorio de la hormona luteinizante (LH), impidiendo así tanto la maduración folicular como la ovulación. Si bien los anticonceptivos exclusivamente progestínicos inhiben la ovulación en el 70-80% de los ciclos menstruales, su eficacia clínica global alcanza el 96-98%(50). Esta diferencia sugiere la participación relevante de otros mecanismos anticonceptivos adicionales.

#### **7.7.4. Tratamiento directo sobre los miomas uterinos**

Actualmente, la investigación clínica explora terapias farmacológicas innovadoras para el manejo de miomas uterinos, priorizando la preservación de la fertilidad y evitando procedimientos quirúrgicos(15). Este análisis se enfoca en dos clases terapéuticas emergentes: análogos de GnRH y moduladores selectivos del receptor de progesterona (SPRMs), destacando que ambos grupos ejercen su acción principal directamente sobre el tejido miomatoso.

- **Análogos de la GnRH**

Cuando las pacientes no responden adecuadamente a las terapias iniciales, ciertos especialistas optan por comenzar con antagonistas de GnRH orales combinados con bajas dosis de estrógeno y progestágeno(15). Esta elección se basa en su administración oral y mejor perfil de tolerabilidad comparado con los agonistas. Si este régimen con antagonistas resulta insuficiente para manejar los síntomas, puede valorarse entonces el uso de agonistas de GnRH. No obstante, también se considera válido iniciar el tratamiento directamente con agonistas de GnRH.

## - **Agonistas de la GnRH**

Los agonistas de GnRH ejercen su efecto a través de la retroalimentación negativa sobre el eje hipotalámico-hipofisario-gonadal. Su funcionamiento implica la activación sostenida de los receptores de GnRH, lo que lleva a una desensibilización progresiva y, finalmente, a la supresión de la liberación de gonadotropinas(15).

Inicialmente, si se administran durante la fase proliferativa, provocan un estímulo transitorio en la secreción de FSH y LH, fenómeno denominado "efecto flare-up". No obstante, el tratamiento continuado induce una regulación a la baja y desensibilización de dichos receptores, generando un estado hipogonadotrópico con reducción de los niveles de hormonas sexuales.

Además, estos fármacos parecen generar alteraciones en el ADN de las células del mioma, lo que conduce a una reducción de su volumen. Al tratarse de moléculas peptídicas, los agonistas de GnRH carecen de formulaciones orales y solo se administran por vía inyectable de forma característica. Tras su aplicación, el efecto terapéutico completo puede demorar hasta 6 semanas, a pesar de su perfil farmacocinético de acción prolongada (1-3 meses). Es crucial informar a las pacientes en tratamiento con agonistas que los resultados sobre los miomas requieren paciencia. Su uso principal es como terapia prequirúrgica (típicamente de 3 a 6 meses) o como tratamiento puente en mujeres en perimenopausia tardía cercanas a la menopausia.

Los objetivos clave del tratamiento preoperatorio incluyen: inducir amenorrea para corregir la anemia asociada, y reducir el volumen tumoral para viabilizar abordajes quirúrgicos menos invasivos. Esto puede permitir histerectomías vaginales en lugar de abdominales o cirugías laparoscópicas en vez de procedimientos abiertos. Evidencia sólida confirma que los agonistas de GnRH disminuyen significativamente el tamaño uterino y de los miomas, incrementan los valores de hemoglobina y mejoran los resultados perioperatorios en histerectomías y miomectomías.

No obstante, un inconveniente relevante es que, aunque estos fármacos reducen efectivamente la mayoría de los miomas, su discontinuación suele provocar recrecimiento tumoral y reaparición de síntomas.

Además, deben balancearse sus efectos adversos: cuando se administran sin terapia hormonal complementaria, las formulaciones parenterales generan importantes manifestaciones hipoestrogénicas como sofocos, alteraciones del estado de ánimo, insomnio, sequedad vaginal y, críticamente, mayor riesgo de osteoporosis.

Estos efectos limitan la duración del tratamiento a un máximo de 6 meses. Si bien existen terapias de administración complementaria de estrógenos y/o progesterona para mitigar los efectos secundarios del hiposterogenismo inducido por estos medicamentos que pueden mitigar estos efectos adversos y extender su uso, estas rara vez se emplean excepto en casos con contraindicaciones quirúrgicas.

Según diversas revisiones(15), fármacos como raloxifeno, tibolona, estriol e ipriflavona son eficaces como terapias coadyuvantes para mitigar la pérdida de masa ósea. Paralelamente, el acetato de medroxiprogesterona (MPA) o la tibolona pueden controlar los síntomas vasomotores. Es fundamental respetar que la duración máxima de cualquier tratamiento con agonistas de GnRH no debe exceder los 6 meses, independientemente del principio activo complementario utilizado.

**Farmacodinamia:** se describen los mecanismos a continuación.

**Mecanismo de acción:** Los agonistas de la GnRH se unen a los receptores de GnRH en la glándula pituitaria, inicialmente estimulando la liberación de FSH y LH. Después de un período de uso continuo, los receptores de GnRH se desensibilizan, lo que lleva a una disminución en la producción de FSH y LH. La reducción en la producción de FSH y LH resulta en una disminución de la función ovárica o testicular, con la consecuente disminución de los niveles de estrógeno o testosterona, respectivamente.

**Farmacocinética:** la farmacocinética de los agonistas de la GnRH se describe en la tabla a continuación, describiendo absorción, distribución, metabolismo y excreción.

**Tabla 5: Farmacocinética de los agonistas de GnRH**

<b>Absorción</b>	<b>Distribución</b>	<b>Metabolismo</b>	<b>Excreción</b>
No se absorben bien por vía oral debido a la degradación en el tracto digestivo. Se administran por vía subcutánea, intramuscular o inhalación.	Los agonistas de GnRH se distribuyen por todo el cuerpo, sus sitios de acción se encuentran ubicados en la glándula pituitaria y otros tejidos.	Son metabolizados por enzimas en el hígado y otros tejidos.	Los metabolitos y el fármaco inalterado se excretan principalmente por los riñones, a través de la orina.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

#### - **Antagonistas de la GnRH**

Los antagonistas de la GnRH inhiben la secreción de FSH y LH a través del bloqueo de los receptores de la GnRH a nivel hipofisario(15). Los antagonistas de la GnRH proporcionan el beneficio de un efecto instantáneo, evitando el flare-up detectado con los agonistas.

A las tres semanas de iniciado el tratamiento, la disminución de los niveles de estradiol genera una mejoría en las presentaciones hemorrágicas y una disminución del volumen de los miomas. Esta rápida acción clínica se traduce en un alivio sintomático precoz referido por las pacientes. Además, al ser un efecto dosis-dependiente, permite modular la intensidad y aparición de reacciones adversas. Esta capacidad de ajuste produce una mejor tolerabilidad comparada con los agonistas, ya que evita la supresión completa del estradiol. En cuanto al mecanismo de acción, se ha que los ARNm que codifican para los receptores de la GnRH y el EGF están presentes en células de leiomioma cultivadas.

Después de realizar un cultivo con cetorelix, antagonista de la GnRH, se disminuyó significativamente el número de células del mioma; confirmando que reduce la proliferación del antígeno nuclear celular (PCNA) y la expresión del EGF, e incrementa la apoptosis. Es importante conocer que se ha correlacionado un riesgo notable de eventos adversos relacionados con la histamina y reacciones de hipersensibilidad con el uso de antagonistas de la GnRH.

Existen dos antagonistas de la GnRH comercializados en EE.UU con el nombre de elagolix y relugolix. Elagolix es un antagonista de la GnRH aprobado por la FDA en mayo de 2020, su presentación es una combinación de estradiol y acetato de noretisterona. Es indicado principalmente en el tratamiento del sangrado menstrual abundante, producido por miomas durante 2 años como máximo. Es un medicamento que se comercializa en cápsulas para tomas PO, contando con 300 mg de elagolix, 1 mg de estradiol y 0,5 mg de acetato de noretisterona, también puede encontrarse en cápsulas que solo contienen 300 mg de elagolix.

En cuanto a la posología, la paciente debe tomarse una cápsula combinada por la mañana y la capsula que solo contiene elagolix por la noche. Es un compuesto no peptídico que presenta corta duración. En caso de necesitar suspender el tratamiento, su administración oral y su corta vida media, que es de aproximadamente 6 horas, garantizan una rápida eliminación. Esto es un punto a favor de las pacientes que presentan deseo gestacional. Los resultados prometedores llevados a cabo en pacientes con endometriosis llevaron a probar elagolix en pacientes premenopáusicas con miomas y sangrado menstrual abundante, donde se observó que reducía significativamente las hemorragias menstruales abundantes con un perfil de seguridad y tolerabilidad aceptable.

En dos ensayos en fase III compararon la toma de elagolix con terapia hormonal complementaria con respecto al placebo durante 6 meses. Se obtuvo el resultado de que el 88% de las participantes que formaban parte del grupo de intervención lograron perder menos de 80 ml de sangre durante el último mes de tratamiento y tuvieron una reducción del 50% en la cantidad de hemorragia desde el inicio del ensayo(15). También se encontró una disminución sostenida de la hemorragia menstrual cuando se continuó el tratamiento durante 6 meses más, siendo de 12 meses el total de tiempo del tratamiento.

La asociación de elagolix con dosis bajas de terapia hormonal complementaria permite lograr un tratamiento eficaz, sin un efecto de disminución de estrógenos grave y los efectos adversos derivados de este tratamiento.

Durante el tratamiento con elagolix combinado con el tratamiento hormonal, los efectos secundarios fueron modestos, incluyendo sofocos en un 7%, sudores nocturnos en un 3%, dolor de cabeza de 5,5% y náuseas en un 4%. Es importante que mencionar que la densidad mineral ósea también se vio afectada; al final de los 12 meses de tratamiento, la densidad mineral ósea en la columna lumbar se redujo en un 1,5%, sin embargo, las pacientes recuperaron algo de densidad ósea cuando se midió un año después de finalizar el tratamiento(15). Se observaron tendencias similares en la densidad ósea total de la cadera y del cuello del fémur.

Además, el uso de elagolix solo, sin terapia hormonal complementaria, mejora el sangrado menstrual abundante y puede ser una opción en aquellas pacientes que presenten una contraindicación para el uso de terapia add-back, es decir terapia combinada. Sin embargo, esta forma de uso solo se encuentra aprobada en Japón. Por otra parte, existe otro antagonista de la GnRH, el relugolix. Relugolix fue aprobado por la FDA en mayo de 2021 en combinación con estradiol y acetato de noretisterona con las mismas indicaciones que el elagolix. Se comercializa en cápsulas que contienen 40 mg de relugolix, 1 mg de estradiol y 0,5 mg de acetato de noretisterona. Una ventaja potencial de relugolix es que se administra una vez al día y que puede reducir más el dolor y los síntomas de volumen en comparación con la administración de dos veces al día de elagolix.

En dos ensayos en fase III comparaban 3 grupos durante 24 semanas. Un primer grupo tomaba relugolix con terapia add-back, siendo 40 mg de relugolix, 1 mg de estradiol y 0.5 mg de acetato de noretindrona. Un segundo grupo tomaba la terapia combinada con relugolix retardada, es decir, 40 mg de monoterapia con relugolix, seguida de la terapia combinada con relugolix, cada una durante 12 semanas. Y, por último, se comparaba con placebo(15). Mayor cantidad de pacientes del grupo de tratamiento con relugolix lograron una pérdida de sangre menstrual de menos de 80 ml durante el último mes de tratamiento y al menos una reducción del 50% de la pérdida de sangre menstrual desde el inicio hasta el último mes en comparación con el placebo.

La terapia combinada redujo otros criterios de valoración secundarios, como la anemia, los síntomas relacionados con el volumen y el volumen uterino a la vez que preservó la densidad mineral ósea. El tratamiento combinado también redujo el dolor asociado a los miomas. Con lo anteriormente descrito se demuestra la eficacia en el tratamiento con estos medicamentos.

**Farmacodinamia:** se describe el mecanismo de acción a continuación.

**Mecanismo de acción:** Bloquean competitivamente los receptores de GnRH en la pituitaria, impidiendo la unión de la GnRH endógena y, por lo tanto, la liberación de FSH y LH. La vida media de los diferentes antagonistas de GnRH varía, pero generalmente es de algunas horas, lo que requiere inyecciones diarias o cada pocos días.

Los antagonistas de GnRH se administran principalmente por vía subcutánea o intramuscular(53).

**Tabla 6: Farmacocinética de los antagonistas de los GnRh**

<b>Absorción</b>	<b>Distribución</b>	<b>Metabolismo</b>	<b>Excreción</b>
La absorción es rápida, con concentraciones plasmáticas máximas alcanzándose en minutos u horas después de la administración.	Se distribuyen ampliamente en el cuerpo, pero su efecto principal se centra en la glándula pituitaria.	Son metabolizados por el hígado, y sus metabolitos se excretan por orina y heces.	Se excretan por medio de la orina y heces.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

### **7.7.5. Moduladores selectivos de los receptores de progesterona (SPRM)**

Los miomas uterinos presentan una sobreexpresión de los receptores de estrógeno (RE) y progesterona (RP) comparados con el tejido miometrial sano. Estudios demuestran que la progesterona promueve el crecimiento de estos tumores: en mujeres posmenopáusicas, los progestágenos en la terapia hormonal estimulan su desarrollo de modo dependiente de la dosis.

Incluso contrarrestan el efecto reductor que los agonistas de GnRH ejercen sobre el tamaño de los miomas(15). Esta evidencia sobre el papel central de la progesterona impulsó la investigación de antagonistas de progesterona y moduladores selectivos de los receptores de progesterona (SPRM), compuestos que actúan como agonistas, antagonistas o poseen actividad mixta sobre dichos receptores.

Los SPRM ejercen efectos directos sobre la hipófisis, el miometrio y el endometrio. En torno al 80% de las pacientes desarrollan amenorrea de origen central debido a la inhibición de la ovulación, manteniéndose concentraciones de estradiol propias de la fase proliferativa media(18).

A través de la modificación de la señalización del receptor de progesterona, estos fármacos reducen la proliferación de células del leiomioma y promueven su apoptosis, sin afectar al miometrio normal.

La inhibición de la actividad progestínica endometrial por los SPRM podría elevar el riesgo de hiperplasia endometrial a largo plazo. Sin embargo, las alteraciones histológicas observadas son benignas, manifestándose como dilatación glandular o morfología quística, sin evidencia de hiperplasia mitótica. La naturaleza reversible de estos cambios sugiere que difieren significativamente de la hiperplasia endometrial convencional. Este grupo farmacológico incluye: mifepristona, telapristona, onapristona, asoprisnil, ulipristal y vilaprisán, destacando el acetato de ulipristal por su relevancia clínica.

**Farmacodinamia:** se basa en los mecanismos a continuación.

**Interacción con el receptor:** Los SPRM se unen al receptor de progesterona(54), un factor de transcripción nuclear, y modulan la expresión génica.

**Efectos específicos:**

**En el útero:** Pueden reducir el crecimiento de fibromas uterinos, disminuir el sangrado menstrual y aliviar los síntomas de la endometriosis.

**En las mamas:** Pueden tener efectos protectores contra el cáncer de mama, aunque esto aún está en investigación.

**En el sistema reproductivo:** Pueden utilizarse para la anticoncepción de emergencia.

**Farmacocinética:** La farmacocinética de los SPRM varía entre diferentes compuestos, pero generalmente implica los mecanismos descritos en la siguiente tabla.

**Tabla 7: farmacocinética de los SPRM**

<b>Absorción</b>	<b>Distribución</b>	<b>Metabolismo</b>	<b>Excreción</b>
Se administran principalmente por vía oral, aunque algunos pueden tener otras vías de administración como la intravenosa o tópica.	Se distribuyen en diversos tejidos, incluyendo el útero, las glándulas mamarias y otros órganos reproductivos.	Son metabolizados por el hígado, principalmente a través del sistema enzimático del citocromo P450.	Se eliminan principalmente por vía biliar y fecal, aunque una pequeña cantidad puede excretarse por la orina.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

#### **7.7.6. Acetato de ulipristal**

Existe consenso emergente sobre la implicación central de las vías progestínicas en la fisiopatología de los miomas uterinos, impulsando el uso terapéutico de moduladores selectivos del receptor de progesterona (MSRP) como el acetato de ulipristal. El estudio PEARL III(18) evidenció su potencial para manejo prolongado de miomas, evitando cirugía en ciertos casos. Este abordaje reducía significativamente la sintomatología y mejoraba la calidad de vida, con eficacia comparable a los agonistas de GnRH, pero ofreciendo administración oral y ausencia de efectos adversos por déficit estrogénico.

Inicialmente autorizado en Europa en el año 2012 para ciclos preoperatorios de 3 meses o tratamientos intermitentes con intervalos menstruales, el acetato de ulipristal enfrentó restricciones temporales en febrero de 2018. La Agencia Europea de Medicamentos (EMA) adoptó estas medidas tras detectarse 5 episodios de hepatotoxicidad potencialmente vinculados a la dosis diaria de 5 mg, requiriendo 4 pacientes trasplante hepático. Finalmente, el 11 de enero de 2021, una Decisión de la Comisión Europea actualizó la documentación de Esmya (ficha técnica y prospecto) (15) (18), revocando la suspensión comercial.

Actualmente, su uso se restringe a terapia sintomática intermitente para manifestaciones moderadas-graves en pacientes premenopáusicas, únicamente cuando fallan otras alternativas terapéuticas. Es imprescindible monitorizar la función hepática pre-tratamiento, durante y tras su discontinuación, además de informar a las pacientes sobre el riesgo (aunque infrecuente) de hepatotoxicidad grave que podría requerir trasplante. En cuanto a vilaprisán (VPR), nuevo SPRM oral, destaca por su estructura química distinta y vías metabólicas de eliminación diferenciadas.

Inicialmente se esperaba que su estructura molecular ofreciera mayor seguridad hepática. Sin embargo, tras analizar exhaustivamente datos de seguridad de ensayos previos, Bayer interrumpió en diciembre de 2018 todos los estudios clínicos con VPR. Esta decisión respondió a hallazgos preocupantes en estudios toxicológicos prolongados con roedores, pese a no haberse verificado en humanos.

**Farmacodinamia:** El acetato de ulipristal actúa como un modulador selectivo de los receptores de progesterona(55). Se une a estos receptores en diferentes tejidos, incluyendo el ovario y el útero, y puede actuar como agonista o antagonista de la progesterona dependiendo del tejido y las condiciones locales.

**Farmacocinética:** La vida media del acetato de ulipristal en plasma es de aproximadamente 32 horas.

**Tabla: 8: farmacocinética del acetato de ulipristal**

Absorción	Distribución	Metabolismo	Excreción
El acetato de ulipristal se absorbe rápida y casi completamente en el intestino después de la administración oral.	Se une fuertemente a las proteínas plasmáticas, como la albúmina, y se distribuye en la leche materna.	Se metaboliza principalmente en el hígado, probablemente por la enzima CYP3A4, y en menor medida por CYP1A2 y CYP2D6.	La principal vía de excreción es fecal.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

### **7.7.7. Tratamiento quirúrgico**

- **Miomectomía**

En mujeres con síntomas que buscan preservar su fertilidad o mantener su útero, la miomectomía es el tratamiento recomendado(19). Este procedimiento puede realizarse por diferentes vías: histeroscopia (miomas submucosos), abdominal (incluyendo laparoscopia, cirugía robótica o laparotomía) o vaginal. Es importante destacar que todas estas técnicas quirúrgicas han demostrado mejorar considerablemente la calidad de vida posoperatoria de las pacientes.

En la miomectomía abdominal, el abordaje laparoscópico es actualmente la técnica recomendada frente a la cirugía abierta, gracias a sus ventajas demostradas. Aunque requiere más tiempo quirúrgico, se asocia con menor pérdida sanguínea intraoperatoria, una reducción menos significativa de los niveles de hemoglobina, menor dolor postoperatorio y una recuperación más rápida.

- **Miomectomía laparoscópica**

Por su mayor exigencia técnica, la miomectomía laparoscópica requiere cirujanos con capacitación especializada para garantizar un cierre eficiente del tejido muscular uterino. Esta complejidad puede restringir su aplicabilidad en casos que desafíen la cirugía mínimamente invasiva. Cabe destacar que los parámetros de exclusión no están estandarizados en la literatura, ya que dependen críticamente del volumen, cantidad, ubicación de los miomas y de la pericia del equipo quirúrgico. La laparoscopia estaría contraindicada en miomas intramurales mayores de 10-12 cm o cuando existen cuatro o más lesiones. Paralelamente, el protocolo clínico de la Sociedad Española de Ginecología (SEGO) sugiere como umbral razonable miomas únicos  $\geq 12$  cm o la presencia de tres o más nódulos de 6 cm.

Tras la alerta inicial de la FDA en el año 2014 contra la morcelación eléctrica debido al riesgo de diseminar sarcomas no diagnosticados, la normativa fue actualizada en 2020. Actualmente, su empleo está permitido bajo condición obligatoria de contener el tejido en bolsa de extracción.

La preservación uterina conlleva desafíos clave, tales como las tasas de recidiva que oscilan entre 15% y 33%, sin diferencias significativas entre abordajes abiertos y laparoscópicos, progresión temporal: la reaparición miomatosa aumenta con el tiempo, reportándose hasta 25% a los 40 meses en algunas series y la necesidad de reintervención: Alrededor del 10% de pacientes requerirá histerectomía dentro de 5-10 años. Un metaanálisis refleja una tasa agrupada del 12.2% de reoperaciones a 5 años para todas las técnicas abdominales (incluyendo robótica)(19) . Las complicaciones comunes de la miomectomía incluyen ruptura o apertura del útero, formación de tejido cicatricial postoperatorio, y un riesgo de requerir transfusión sanguínea que oscila entre 0% y 5%. Este último riesgo no difiere significativamente entre los abordajes quirúrgicos abierto y laparoscópico.

En cuanto a resultados reproductivos posteriores, las probabilidades de lograr un embarazo varían según el tipo de mioma extirpado. Los miomas submucosos muestran mejores tasas de gestación comparados con los subserosos e intramurales. Un análisis sistemático evidenció que la edad más temprana al realizar la miomectomía correlaciona con mayores probabilidades de concepción posterior (Evidencia nivel A), tener miomas o historia de miomectomía eleva el riesgo de parto pretérmino (Evidencia nivel B). Las pacientes sometidas a fecundación in vitro (FIV) presentan mayores tasas de embarazo si se realiza miomectomía versus dejar los miomas sin intervenir (Evidencia nivel B).

- **Histerectomía**

La histerectomía sigue siendo la intervención quirúrgica más empleada a nivel global como solución definitiva para los miomas uterinos. Según registros estadounidenses, esta técnica representaba el 76.5% de los tratamientos en pacientes con miomas, con más de 600,000 procedimientos anuales solo en Estados Unidos. Los accesos quirúrgicos disponibles incluyen ruta vaginal y abdominal (laparoscópica, robótica o abierta), priorizándose los métodos mínimamente invasivos cuando son factibles. Cabe destacar que algunas series reportan tasas superiores al 90% para histerectomías laparoscópicas indicadas por miomas(15). Las ventajas de la vía laparoscópica coinciden con las ya descritas para la miomectomía.

La elección del abordaje quirúrgico se basa en factores como el volumen uterino y de los miomas, la accesibilidad vaginal, la pericia del cirujano, los recursos tecnológicos e instrumentales disponibles, el soporte hospitalario y las preferencias de las pacientes(19). Respecto a los resultados, la histerectomía ofrece una solución definitiva a los síntomas, evidenciando una mejoría significativamente superior en la calidad de vida de las pacientes transcurridos dos años postoperatorios.

La frecuencia de complicaciones tras una histerectomía se sitúa aproximadamente en el 10%. Un análisis de 47 ensayos aleatorizados por Aarts et al. identificó que la vía laparoscópica presentaba una incidencia elevada de lesiones en las vías urinarias. En cuanto al riesgo de requerir transfusión sanguínea, este varía desde el 0% hasta el 20%(19), sin que la elección del abordaje quirúrgico muestre diferencias relevantes en los desenlaces.

- **Histerectomía frente a miomectomía**

Aunque la cirugía conservadora está indicada principalmente para pacientes con deseos reproductivos pendientes, se observa un aumento progresivo de mujeres perimenopáusicas que solicitan preservar su útero y son sometidas a miomectomía(14). Más allá de la edad y el deseo de fertilidad, factores cruciales que las pacientes deben conocer al elegir entre histerectomía y miomectomía incluyen: el riesgo quirúrgico, la posibilidad de cirugías futuras y la calidad de vida postoperatoria. Un análisis del registro centrado en estas dos intervenciones frecuentes evidenció que ambas mejoran significativamente la calidad de vida tanto a corto plazo (6-12 semanas) como a largo plazo (1 año).

En pacientes intervenidas mediante histerectomía laparoscópica se registró una mejora más acentuada en la calidad de vida, resultando significativamente mayor en el contexto de las técnicas mínimamente invasivas. No obstante, la calidad de vida tras histerectomía y miomectomía por laparotomía mostró resultados similares tanto a corto como a largo plazo, lo cual podría atribuirse a una equiparable probabilidad de resección completa de los miomas en comparación con la vía laparoscópica.

En cuanto a las complicaciones graves (daños en órganos, reoperaciones y rehospitalizaciones), no se evidenciaron disparidades estadísticamente relevantes entre la histerectomía abdominal y la miomectomía, así como tampoco en el riesgo de transfusión sanguínea para úteros de tamaño  $\leq 18$  semanas(23). Sobre la necesidad de reintervenciones, la edad y la cercanía a la menopausia son factores clave para el riesgo de cirugías posteriores a la miomectomía. Según Kim et al., en mujeres de  $\geq 45$  años sometidas a miomectomía, la recurrencia acumulada a 36 meses fue del 17.1%(15), con una tasa de histerectomía del 3.3%.

#### **7.7.8. Tratamiento con ablación**

- **Embolización de arterias uterinas (EAU)**

A pesar de su promesa inicial como alternativa potencial a muchas cirugías, la adopción actual de la embolización de arterias uterinas (EAU) es heterogénea y desigual en los sistemas de salud(20). Es crucial reconocer que la EAU es un tratamiento que afecta al útero completo. Este procedimiento consiste en la oclusión selectiva de las arterias uterinas, lo que induce una necrosis isquémica en los miomas, generando también cierto grado de isquemia en el tejido miometrial circundante.

Las técnicas contemporáneas de embolización supraselectiva, dirigidas a los vasos específicos que irrigan los miomas, han mitigado, pero no eliminado por completo los efectos de la isquemia sobre el miometrio y otras zonas funcionales. Tradicionalmente, el compromiso ovárico se ha vinculado a este procedimiento, con el potencial riesgo de alterar la fertilidad en mujeres que buscan gestación(38). Entre otras complicaciones figura el dolor posprocedimiento, resultante de la isquemia miomatosa y miometrial, que en casos graves puede requerir cirugía de rescate.

No obstante, la EAU presenta globalmente una incidencia sustancialmente menor de complicaciones severas frente a la cirugía convencional. Su impacto en la calidad de vida relacionada con los miomas (UF QoL) y la gravedad sintomática es comparable al de las intervenciones quirúrgicas, destacándose además una hospitalización más breve.

Sin embargo, conlleva un mayor riesgo de reintervención a largo plazo por recurrencia de síntomas, necesitando entre un 15% y un 32% de las pacientes tratamientos adicionales(20)(57). Su indicación principal actual se reserva para mujeres sin planes reproductivos pero con deseo de conservar el útero, particularmente cuando existen miomas múltiples que limitan otras alternativas terapéuticas.

- **Radiofrecuencia (RF)**

La ablación por radiofrecuencia induce necrosis tisular mediante hipertermia, aplicada a través de una aguja insertada en el tumor. El acceso puede realizarse por laparoscopia, vía transvaginal o transcervical; estas dos últimas requieren guía ecográfica(15). Un generador controla la energía liberada (hasta 200 W máximo), ajustando automáticamente la potencia según la impedancia tisular monitorizada.

Un sistema de irrigación con agua fría refrigera continuamente la aguja, previniendo la carbonización de tejidos. Al igual en otras terapias ablativas térmicas, la meta es lograr necrosis en la mayor proporción posible del volumen del mioma. La extensión del área tratada se evalúa posteriormente mediante ecografía contrastada o resonancia magnética con gadolinio. Un mayor volumen ablacionado se correlaciona directamente con reducción del tamaño del mioma y mejoría sintomática, e inversamente con necesidad de reintervenciones. Cuando se trata  $\geq 80\%$  del volumen(20)(37), los resultados equiparan a los de la miomectomía laparoscópica.

Según sus características técnicas, la ablación por radiofrecuencia es aplicable con seguridad a miomas FIGO tipos 1-4, mientras que los tipos 7 suelen estar contraindicados. Los tipos 5 y 6, por su ubicación adyacente a la serosa, implican mayor riesgo y requieren operadores expertos. Publicaciones reportan eficacia en lesiones de hasta 5-6 cm de diámetro máximo. La incidencia de complicaciones graves es reducida, aunque se documentan eventos severos como lesiones intestinales por termoablación o fístulas vesicovaginales, principalmente asociados a errores técnicos. A diferencia de otras terapias, no compromete función ovárica ni miometrial sana debido a su focalización energética precisa. Sus tasas de reintervención(20) (3-10.4% a 3 años) son inferiores a las de embolización uterina(39) (EAU: 15-32%), miomectomía (7-20%) o HIFU (hasta 49%).

### **7.7.9. Diferencias entre cirugía y técnicas ablativas para el mioma uterino**

Si comparamos los resultados quirúrgicos con los que nos ofrecen las técnicas mínimamente invasivas, debemos hacerlo en términos de control sintomático, tasas de recurrencia, impacto en la fertilidad y tener en consideración la disponibilidad en todos los contextos sanitarios(19). De acuerdo con ello las diferencias son a porcentajes anteriormente ya descritos. Todo depende mayormente de la respuesta de la paciente y de las necesidades de cada una para la realización de estas.

## **CAPITULO VIII: COMPLICACIONES DE LOS MIOMAS UTERINOS**

### **7.8.1. Miomatosis uterina e infertilidad**

Los miomas uterinos podrían afectar la fertilidad a través de diversos mecanismos, como alteraciones en el transporte de gametos o la implantación embrionaria, inflamación crónica del endometrio, deformación de la cavidad uterina, reducción del flujo sanguíneo endometrial, aumento de las contracciones uterinas o desequilibrios hormonales(5). Se cuenta con diferentes hipótesis acerca de la relación de los miomas y la infertilidad(4). Primero, los fibromas pueden causar sangrado menstrual abundante y/o prolongado; esto combinado con dispareunia, que podría interferir en la excitación sexual y como consecuencia influir negativamente en la frecuencia de las relaciones sexuales, resultando en una menor probabilidad de embarazo.

Segundo, compresión física de la parte intersticial de las trompas de Falopio o deformación de la cavidad uterina. Tercero, Peristaltismo alterado de la zona de unión en el miometrio. Cuarto, cambios en el microbioma vagino-uterina. Quinto, niveles alterados de inflamación y autofagia, cambios moleculares y angiogénesis aberrante y alteración del suministro de sangre en el endometrio. Aunque muchas pacientes con miomas logran embarazos sin complicaciones, es relevante destacar que estos tumores se vinculan con mayores riesgos antes y durante la gestación. Entre estos se incluyen menor éxito de implantación, dolor, nacimientos pretérmino, desprendimiento placentario y hemorragias posparto.

Las personas infértiles con miomas uterinos no tratados quirúrgicamente presentan probabilidades reducidas de lograr un nacido vivo en comparación con pacientes sin estos tumores(5).

Esta correlación se sustenta en dos hallazgos clínicos: primero, en ciclos de reproducción asistida (FIV), disminuyen las tasas de parto cuando existen miomas no resecados, efecto que desaparece tras la miomectomía. Segundo, la intervención quirúrgica demuestra incrementar significativamente la probabilidad de gestación.

Los miomas uterinos se detectan con mayor frecuencia en mujeres con antecedentes de infertilidad. Si bien son múltiples los estudios que asocian los miomas con problemas de fertilidad, su papel causal directo es limitado: solo podrían explicar aproximadamente el 2-3% de los casos de infertilidad femenina cuando se han descartado todas las demás causas de disfunción reproductiva(3). A pesar de esta correlación documentada, los mecanismos fisiopatológicos precisos mediante los cuales los miomas afectan la función reproductiva aún no están completamente dilucidados.

- **Tipos de miomas uterinos e infertilidad**

La localización anatómica del mioma es un factor importante en la infertilidad. Destacando los submucosos, intramurales y subserosos en orden decreciente de importancia. A continuación, se describen los miomas asociados con mayor frecuencia a infertilidad.

- **Miomas submucosos**

Alteraciones mínimas durante la implantación embrionaria pueden relacionarse con infertilidad o abortos precoces. Los miomas submucosos interfieren en la transformación endometrial, es decir en la decidualización, reduciendo la producción de citoquinas clave como el factor inhibidor de leucemia (LIF) y proteínas de adhesión celular. Asimismo, modifican la expresión génica esencial para la implantación, incluyendo la glicodelina y el receptor BMPR2. En este proceso son fundamentales los factores de transcripción HOXA10 y HOXA11, expresados en tejidos reproductivos femeninos. Se observa una baja expresión de HOXA10 en el endometrio de pacientes con miomas submucosos.

## - **Miomas intramurales**

La influencia de los miomas intramurales sobre la fertilidad es objeto de debate. Investigaciones reportan reducción en los niveles de HOXA-10 durante la ventana implantacional y menores concentraciones de E-cadherina en pacientes con estos tumores. Contrariamente, un estudio español indica que cuando no deforman la cavidad uterina, estos miomas alteran ciertos genes sin afectar a aquellos vinculados con la implantación. Otra evidencia sugiere que los miomas subserosos e intramurales  $\leq 4$  cm no comprometen la fertilidad, mientras que los intramurales mayores a este tamaño se asocian con probabilidad.

Estudios adicionales revelan que los miomas subserosos no comprometen los resultados reproductivos al compararse con pacientes infértiles libres de estos tumores(5). Por el contrario, los miomas intramurales sí reducen la capacidad fértil frente a controles sin patología uterina. Un aspecto crítico es la correlación entre las dimensiones del leiomioma y su impacto en el endometrio. Se ha abordado esta cuestión mediante investigación específica, sin identificar asociación alguna entre las características del tumor, tamaño o número y la funcionalidad endometrial.

### **7.8.2. Complicaciones de los miomas durante el embarazo**

La prevalencia de miomas durante la gestación varía entre 10.7% y 16.7%, con distribución étnica diferenciada: mayor en afroamericanas, seguida por caucásicas, hispanas y asiáticas(9). Estos tumores constituyen indicadores pronósticos de sangrado primerizo gestacional y predictores clave de menorragia. Este comportamiento clínico se explica por cambios fisiológicos gravídicos: edema tisular, angiogénesis incrementada e hipertrofia muscular uterina que estimulan el crecimiento miomatoso. Los efectos potenciales de los miomas sobre el curso gestacional y el parto incluyen:

- Incremento del riesgo de aborto espontáneo al distorsionar la cavidad uterina y afectar el flujo sanguíneo hacia el óvulo implantado.
- Favorecimiento de la ocurrencia de embarazo ectópico si obstruyen el paso del óvulo.

- Aumentan la probabilidad de placenta previa al interferir con la implantación del óvulo
- Conllevan una mayor posibilidad de presentaciones anómalas durante el parto.
- Incremento del riesgo de parto prematuro debido a la distensión del útero causada por los miomas.
- Durante el parto, contribuyen a un trabajo de parto prolongado al interferir con las contracciones normales del útero y elevan el riesgo de hemorragia posparto.

Seguidamente hacemos una descripción detallada de cada uno de los efectos más relevantes de los miomas durante el embarazo.

- **Riesgo de aborto**

En la literatura actual, se ha detectado que las tasas de aborto espontáneo aumentan en mujeres embarazadas con miomas; además del tamaño del fibroma, se ha afirmado que la cantidad y la ubicación de estos tienen un vínculo con la tasa de abortos espontáneos(11)(59). La ubicación del fibroma también puede ser importante. El aborto espontáneo temprano es más común en mujeres con fibromas ubicados en el cuerpo uterino que en el segmento uterino inferior. De manera similar, el riesgo de aborto espontáneo aumenta con los fibromas submucosos. El mecanismo por el cual los fibromas causan aborto espontáneo no está claro. El aumento de la irritabilidad y la contractilidad uterinas con el efecto compresivo de los fibromas puede comprometer el suministro de sangre a la decidua y la placenta en desarrollo. Esta situación se presenta con hematomas subcoriónicos, sangrado o aborto espontáneo durante el embarazo temprano.

- **Dolor y necrobiosis aséptica en el embarazo**

El dolor durante el embarazo causado por la necrobiosis aséptica de un mioma uterino se produce cuando este tumor benigno sufre una degeneración o muerte del tejido. Este proceso libera compuestos que provocan una reacción inflamatoria, generando dolor. Entre los signos característicos se encuentran el dolor abdominal localizado, fiebre baja, náuseas y, en algunos casos, la aparición de contracciones. El enfoque terapéutico suele ser conservador, priorizando el manejo del dolor con analgésicos y reposo.

A pesar de tomar las medidas anteriormente mencionadas, en situaciones graves donde el cuadro no se resuelve, como en casos de torsión del mioma o una degeneración hemorrágica (roja) que no responde al tratamiento, se puede evaluar la necesidad de una intervención quirúrgica o, si la gestación está lo suficientemente avanzada, se considera la inducción del parto, por vía alta o baja.

- **Trastornos de la placentación**

Diversas investigaciones documentan anomalías placentarias vinculadas a incremento sustancial de placenta previa y hematoma retroplacentario (HRP). El metaanálisis de Klatsky confirmó mayor incidencia de ambas complicaciones en pacientes miomatosas. Cuando existe asociación positiva con HRP, esta condición predomina en casos con miomas submucosos o de localización retroplacentaria.

- **Retraso del crecimiento intrauterino (RCIU)**

La literatura médica a través de un estudio de revisión reporta un discreto incremento en riesgo de bajo peso neonatal (<2.500 g) asociado a miomas uterinos, aunque la mayoría de los estudios no evidencian diferencias significativas en el peso al nacer respecto a gestantes sin patología uterina. Un único análisis retrospectivo sí observó mayor incidencia de recién nacidos bajo percentil, pero sus resultados carecen de validez científica al no ajustarse por factores de confusión clave: edad materna, tabaquismo, semanas de amenorrea u otros predictores de RCIU (restricción del crecimiento intrauterino).

- **Amenaza de parto y ruptura prematura de membranas**

Los fibromas pueden reducir el espacio intrauterino y limitar la elasticidad miometrial, desencadenando contracciones uterinas prematuras. Un estudio realizado por Rice et al. Identifica riesgo obstétrico incrementado con diámetros tumorales >3 cm (20-28% para >5 cm), mientras tumores <3 cm no elevan la incidencia de parto pretérmino(11)(59). Esto se alinea con el metaanálisis de Klatsky que reporta 10-58% más riesgo de prematuridad en pacientes miomatosas.

Sin embargo, no existe asociación comprobada de miomatosis uterina con ruptura prematura de membranas. En el estudio retrospectivo de Girault et al. En donde estuvieron bajo control 301 casos de pacientes con miomatosis uterina y 19,565 casos control, se observó aumento significativo de partos de menos de 37 semanas en el grupo con patología uterina, afectando tanto la prematuridad espontánea como la inducida médicamente.

Como subgrupo analítico, las pacientes con miomatosis no intervenida quirúrgicamente mostraron mayor riesgo de prematuridad médicamente indicada. Pacientes con miomectomía previa presentaron incremento en prematuridad espontánea, pero no en la inducida. Estos hallazgos sugieren alteración estructural permanente del miometrio posquirúrgico, posiblemente por pérdida irreversible de elasticidad fibrilar. No obstante, la elevada frecuencia de prematuridad inducida cuestiona la validez de estas conclusiones. Complementariamente, el estudio de Ciavattini et al. identificó riesgo pretérmino únicamente en úteros con varios miomas tras análisis multivariable ajustado.

- **Miomas uterinos y tasa de cesáreas**

La presencia de miomas durante el parto muestra asociación estadísticamente significativa con mayor frecuencia de cesáreas, principalmente por distocias de presentación, en posiciones fetales pélvicas o transversas. Sin embargo, esta correlación requiere constatación. Dos series retrospectivas de 183 y 401 pacientes estudiadas documentan alta tasa de parto vaginal exitoso incluso con miomas voluminosos. Estudios prospectivos no evidencian prolongación significativa del trabajo de parto atribuible a miomas. El análisis de Girault et al(11) sí reportó incremento en cesáreas en el grupo miomatoso, pero su muestra incluía sesgos metodológicos: pacientes con historial de miomectomía (útero cicatricial) y cesáreas previas, factores independientes que distorsionan los resultados.

- **Hemorragia posparto**

Diversas investigaciones confirman correlación significativa entre miomas uterinos y hemorragia posparto. La complicación obstétrica más prevalente en estas pacientes es la hemorragia primaria por atonía uterina durante el alumbramiento. Contrariamente, la retención placentaria no muestra asociación epidemiológica con la presencia de miomas.

- **Miomectomía durante el embarazo o la cesárea**

La miomectomía gestacional solo está indicada en casos de dolor pélvico intenso secundario a complicaciones agudas como torsión o necrosis en miomas subserosos pedunculados(11). Durante la cesárea, su abordaje debe limitarse a tumores que comprometan la herida quirúrgica o el segmento uterino inferior. Un estudio caso-control retrospectivo con 1.242 gestantes miomatosas sometidas a miomectomía durante una cesárea demostró que este procedimiento no incrementa la morbilidad versus cesáreas sin miomas, muestra perfiles de seguridad comparables en pérdida sanguíneas, sangrado intraoperatorio, fiebre posquirúrgica y estancia hospitalaria, presenta equivalencia estadística frente a cesáreas con miomas no resecados e histerectomías concomitantes y requiere significativamente más tiempo quirúrgico.

Un análisis de 13 intervenciones por miomectomía gestacional en casos de miomas subserosos complicados no registró morbilidad incrementada ni mayor incidencia de parto pretérmino. Investigaciones adicionales con diseño caso-control, aunque de pequeño tamaño muestral, corroboraron la seguridad de la resección tumoral durante cesárea. Sin embargo, existe consenso en que la miomectomía durante el embarazo solo debe realizarse ante indicación imperativa, siendo estos tumores que obstruyen el canal de parto o comprometen la cicatriz uterina, debido al riesgo elevado de hemorragia y fragilidad tisular. En síntesis, no existen contraindicaciones absolutas para la miomectomía intracesárea cuando existe justificación clínica importante, como por ejemplo miomas obstructivos.

Actualmente, ninguna estrategia quirúrgica o protocolo ha evidenciado utilidad clínica para minimizar el sangrado peroperatorio en miomectomías intracavas. Un estudio prospectivo no aleatorizado con 29 gestantes sometidas a esta intervención combinada confirmó que el procedimiento no altera el potencial reproductivo posterior ni los desenlaces gestacionales futuros, evidenciando seguridad tanto en la gestación como en la resolución de los mismos.

### **7.8.3 Otras complicaciones**

La evidencia sobre complicaciones infecciosas es limitada: únicamente un estudio reportó potencial vinculación entre miomas y mayor riesgo de endometritis, aunque sus resultados carecen de ajuste por hemorragia posparto (HPP). Adicionalmente, las pacientes miomatosas presentan perfil clínico caracterizado por mayor susceptibilidad a eventos tromboembólicos, episodios hemorrágicos tardíos y dolor pélvico posparto persistente.

## **CAPITULO IX: CIRUGÍA CON ULTRASONIDO FOCALIZADO DE ALTA INTENSIDAD**

### **7.9.1. Definición de la técnica HIFU**

La técnica HIFU, acrónimo de High Intensity Focused Ultrasound, consiste en la ablación del mioma con hipertermia, produciendo necrosis coagulativa del tejido, obteniendo un resultado final similar al de la radiofrecuencia. La diferencia reside principalmente en la vía de administración de la energía necesaria para conseguir la ablación del tejido(21). En HIFU, la conjunción de diferentes haces de ultrasonidos de alta intensidad en un punto focal determinado consigue elevar la temperatura en este punto hasta los 80-90°C, consiguiendo la necrosis coagulativa en un área de entre 4 y 10 mm.

Los diferentes haces viajan a través de los diferentes tejidos, sin producir lesión en ellos, hasta el punto focal. Es, pues, la única técnica totalmente no invasiva, ya que no requiere ni introducción de agujas en el tumor ni de cateterización arterial, ni, evidentemente, de incisiones quirúrgicas. El procedimiento se realiza bajo control de imagen. Según si este control es mediante resonancia magnética o mediante ecografía.

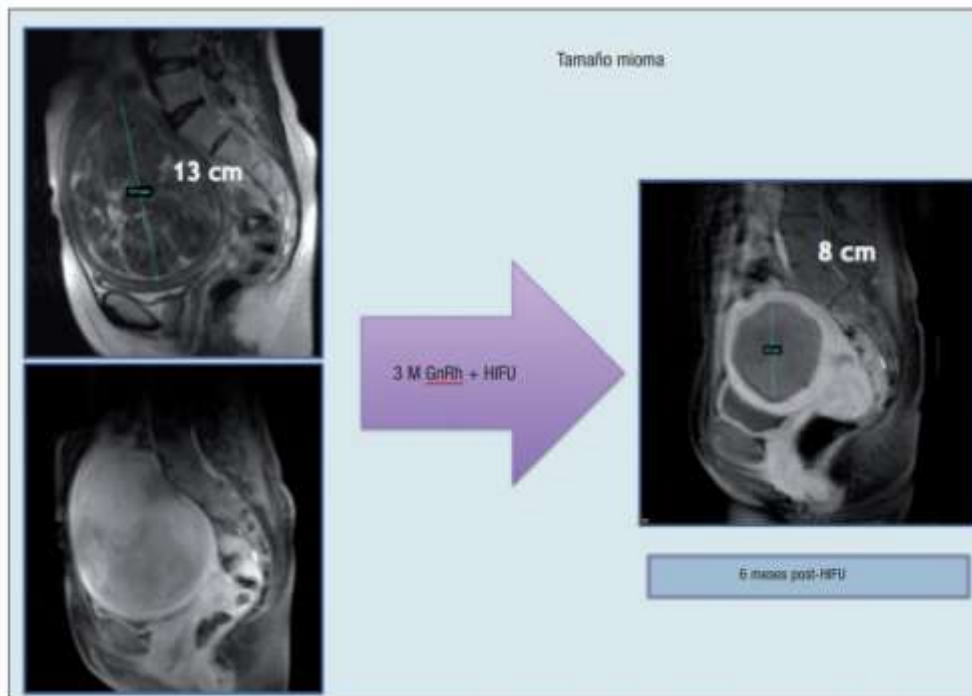
Se definen dos tipos de sistemas HIFU con diferentes técnicas de aplicación y diferentes resultados postratamiento: USg HIFU (guiado por ecografía) y MRg HIFU (guiado por resonancia magnética) (22). Los resultados dependerán, igual que en las otras técnicas de ablación térmica, del porcentaje de mioma necrosado valorado habitualmente mediante resonancia magnética con contraste. Así, existen diferencias en los resultados en Clínica e Investigación en Ginecología y Obstetricia en función del tamaño del mioma, el número de miomas o de su tipo histológico.

En el caso del volumen, los resultados en miomas de más de 300 cm<sup>3</sup> son variables. Por otro lado, en los miomas hiper celulares, que en las secuencias T2WI de la resonancia magnética aparecen como hiperintensos, se consiguen menores volúmenes de ablación que en los miomas con mayor contenido en colágeno y menos celulares (hipointensos en T2WI). La vascularización del mioma también influye en los resultados, siendo peores en los miomas muy vascularizados (intensidad de señal en T1 con contraste superior al miometrio).

Existen actualmente diferentes técnicas descritas para mejorar los resultados en estos miomas difíciles de tratar como la administración previa al tratamiento de análogos de la GnRH o mirena(25) especialmente en miomas de gran tamaño, y con ello lograr la ablación completa de mioma. También puede realizarse la potenciación del efecto ablativo de los ultrasonidos mediante la administración de contraste ecográfico durante el tratamiento HIFU, demostrando que ambos potencian los resultados del tratamiento con HIFU. De todas formas, actualmente los buenos resultados de la técnica dependerán de una correcta selección de los casos, tomando en cuenta los criterios de inclusión y exclusión y la respuesta del cuestionario específico para el tratamiento(29).

El cuestionario SCdV-MU se basa en 37 ítems, de los cuales 8 evalúan la gravedad de los síntomas, y los 29 restantes examinan la calidad de vida relacionada con la salud en 6 subescalas. A través de este cuestionario puede decidirse que paciente es apta y quien se encuentra descartada para llevar a cabo el tratamiento de la miomatosis uterina que padece y poder realizar el procedimiento con HIFU, determinando así el éxito del procedimiento o realizando un descarte adecuado.

**Figura 5. Tratamiento de mioma con análogos de Gn-Rh previo a HIFU.**



Fuente: Pesarrodonna A, 2023.

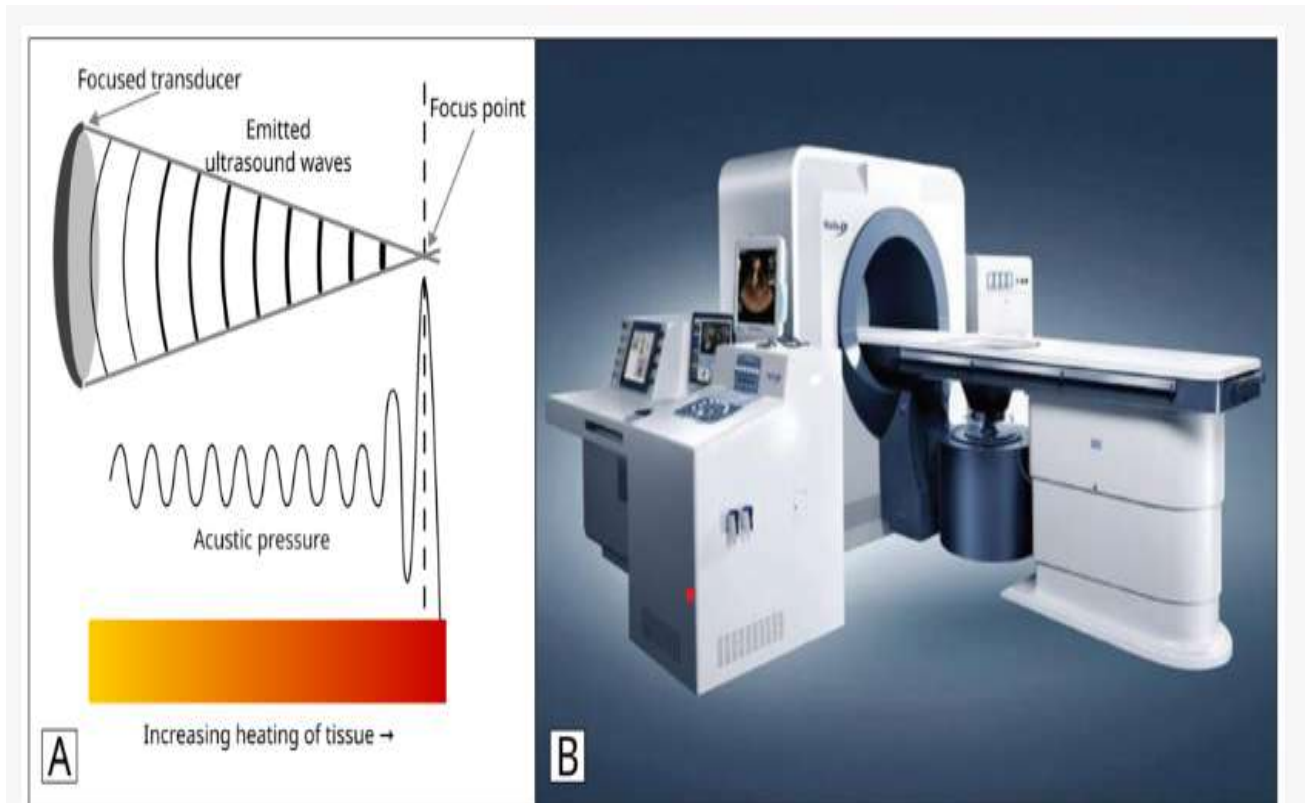
Si consideramos las series publicadas, donde hay incluidos todo tipo de miomas, la tasa de reintervención a largo plazo (36 meses) es la más alta de entre las diferentes opciones de tratamiento de los miomas (hasta del 49%). Esta tasa se reduce hasta el 8% en series con casos seleccionados, siendo mejor en USg HIFU que en MRg HIFU (5,2% vs. 13,4%). Hay que considerar de todas formas que es la técnica que menos complicaciones graves presenta (del 0,005 al 0,38%), siendo la más frecuente la quemadura cutánea o del tejido graso subcutáneo.

### **7.9.2. Principios técnicos de la ablación por ultrasonidos**

Se describe la técnica a través del modelo HAIFU JC, que tiene un transductor de ultrasonidos diagnóstico integrado en el transductor de ultrasonidos terapéuticos; este conjunto puede moverse en los 3 planos y está integrado en el interior de un reservorio que contiene agua desgasificada y refrigerada, donde se coloca a la paciente en decúbito supino(26).

Consta de una unidad integrada de tratamiento de agua y generación de energía. Todo el sistema se maneja desde una consola de control central con 3 monitores: el primer monitor controla el nivel, la temperatura y la circulación del agua desgasificada, así como otras características técnicas del aparato; el segundo monitor controla el proceso terapéutico.

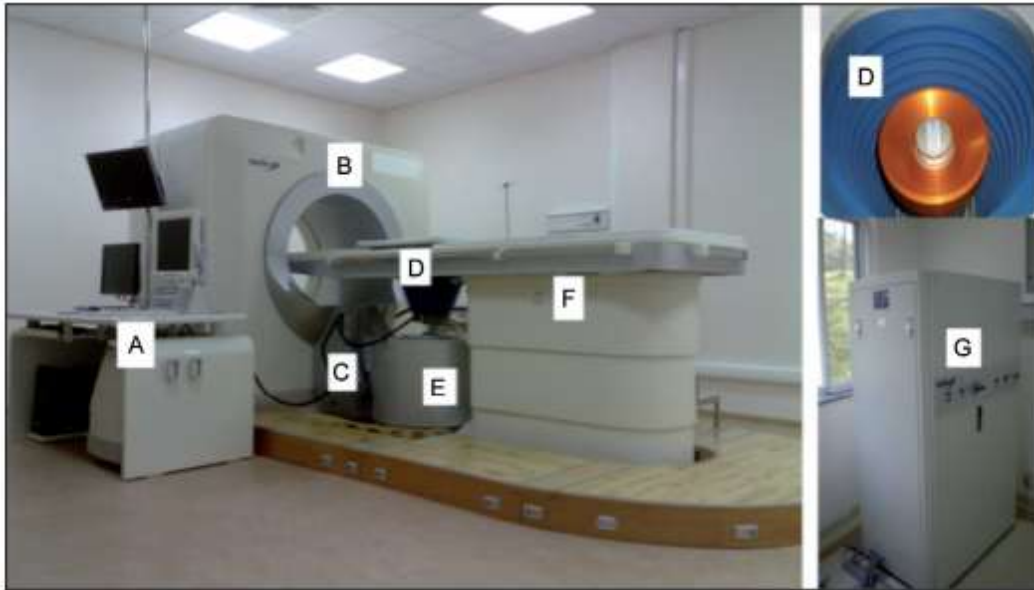
**Figura 6. Modelo JC de sistema terapéutico tumoral con HIFU**



Fuente: Lian Zang, 2020

Toda la información sobre el tratamiento se puede visualizar en la pantalla, el corte que se está tratando, el punto focal, el modo de tratamiento (lineal o puntual), la intensidad acústica, el tiempo de exposición y la posición del transductor terapéutico, y el tercer monitor controla el ultrasonido diagnóstico y nos permite controlar de manera continua los cambios asociados al tratamiento, valorar la vascularización mediante Doppler o realizar estudio con contraste ecográfico.

**Figura 7. Descripción de los componentes del modelo JC**



A) Consola de control central. B) Motor de movimiento Y. C) Motor de movimiento X. D) Cabezal de tratamiento integrado. E) Motor de movimiento Z. F) Cama de tratamiento. G) Unidad de tratamiento de agua y generación de energía.

Fuente: Pesarrodonna A, 2023.

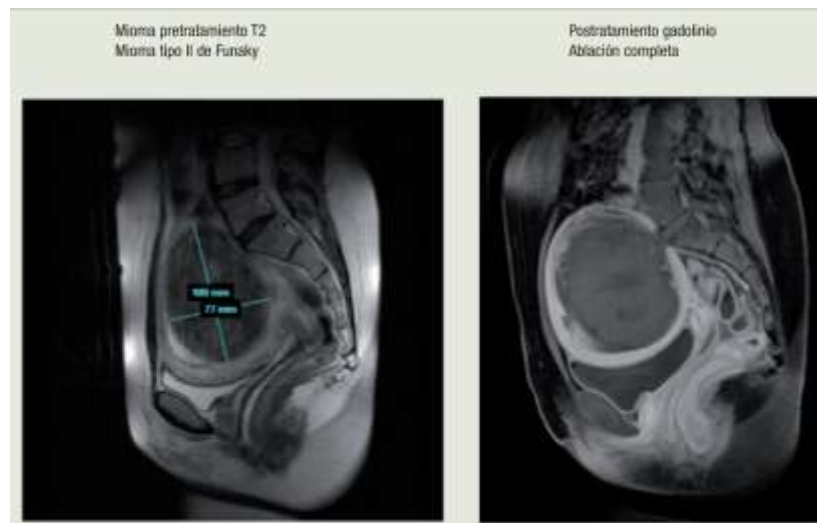
Se emplean transductores especiales diseñados para aplicaciones de ultrasonidos de alta potencia. Estos transductores son cuencos piezocerámicos autoenfocados hechos de PZT (titanato de zirconato de plomo) de baja pérdida o piezocompuesto. Rara vez se utilizan placas piezocerámicas planas con lentes de enfoque o reflectores(20). Una alternativa más costosa y técnicamente más compleja es el uso de transductores de matriz en fase compuestos por varios elementos individuales. Cada elemento o grupo de elementos se alimenta mediante señales eléctricas de radiofrecuencia (señales de RF) independientes con desfases y amplitudes definidos, lo que permite la formación del haz eléctrico y la dirección del foco ultrasónico.

Un pulso de ultrasonido enfocado de alta intensidad con un período de varios segundos, generado por un transductor de ultrasonido piezoeléctrico, es la base de la terapia HIFU. El campo de ultrasonido se insona a través de un medio de acoplamiento el cual es un globo de agua, a través de la piel y el tejido superpuesto en el área objetivo.

La energía acústica de alta intensidad se absorbe y se convierte en calor en el punto focal. El calor eleva la temperatura rápidamente entre 60 °C y 95 °C, y debido a la alta concentración local de energía acústica en el punto focal, el tejido en un pequeño volumen se calienta rápidamente y se inducirá una lesión circunscrita aguda causada por coagulación térmica.

La piel y otras capas de tejido penetradas por ultrasonido no se ven afectadas o muestran solo un aumento de temperatura insignificante. Temperaturas más altas conducen a la ebullición del tejido y la formación de burbujas y pueden causar un crecimiento de la lesión más indefinido y menos predecible. Para HIFU, se utilizan frecuencias en el rango de 600 kHz a 7 MHz dependiendo del tipo de aplicación y la profundidad de penetración. Los valores típicos de intensidad y presión son de algunos miles de vatios por centímetro cuadrado.

**Figura 8. Mioma de 10 cms post tratamiento con HIFU**



Fuente: Pesarrodonna A, 2023.

Otros fenómenos mecánicos incluyen la cavitación acústica y las fuerzas de radiación que también contribuyen al efecto letal en el punto focal. La cavitación acústica puede definirse como la interacción de un campo sonoro con cuerpos de gas microscópicos(21). Para que ocurra la cavitación en los tejidos, se requiere la presencia de núcleos gaseosos que probablemente existen en los tejidos de los mamíferos. Se identifican dos tipos de cavitación acústica: cavitación estable y cavitación inercial.

La cavitación estable ocurre cuando una burbuja oscila de manera constante en un campo ultrasónico, interceptando e irradiando energía a los tejidos circundantes, lo que resulta en una microcorriente de fluido alrededor de la burbuja. Esta tensión cortante altamente localizada causa daño celular. Por encima de un cierto umbral de amplitud de presión, la oscilación de la burbuja se vuelve no lineal y las burbujas se expanden y colapsan vigorosamente, lo que resulta en una alta presión acústica localizada de varios miles de atmósferas que causa daño a los tejidos expuestos, conocido como cavitación inercial.

La propagación no lineal de las ondas ultrasónicas a través de los tejidos provoca que las partículas dentro de la región focal se encuentren bajo fuerzas mecánicas, lo que resulta en un movimiento tisular apreciable que causa efectos biológicos en el tejido a tratar. Esto se denomina fuerza de radiación(26). El torque de radiación es otro fenómeno mecánico asociado con la propagación del ultrasonido a través de los tejidos. El torque de radiación causa un movimiento rotatorio a nivel celular, lo que resulta en la rotación de los orgánulos intracelulares, causando efectos biológicos celulares letales. Por lo tanto, para destruir estructuras más grandes, las lesiones individuales deben combinarse sin espacios hasta cubrir todo el volumen objetivo. Entre dos sonicaciones individuales, es necesario un tiempo de enfriamiento definido para proteger el tejido sano adyacente de la acumulación de calor y el sobrecalentamiento.

La ablación con HIFU es un procedimiento que requiere mucho tiempo. Dado que una sola sonicación genera una lesión tisular bastante pequeña, se necesitan muchas de estas aplicaciones individuales con un tiempo de inactividad adecuado entre ellas para evitar el sobrecalentamiento hasta que se ablacione un tumor grande. Para superar este obstáculo, se han desarrollado varias técnicas. Una posibilidad es ampliar el tamaño del foco ultrasónico preservando la apertura del transductor y la característica enfocada del campo sonoro.

### **7.9.3. Selección y evaluación pretratamiento**

El éxito del tratamiento depende también de factores personales y fisiológicos, los cuales hemos dividido en criterios de exclusión y criterios para inclusión(24), tanto de la paciente individualmente como del mioma uterino, las cuales se describen a continuación.

- **Criterios de inclusión del paciente**

- Mayores de 18 años
- Estatus premenopáusico
- Tolerancia a la posición prona
- Tamaño uterino equivalente a menos de 24 semanas de gestación.
- Clasificación ASA 1 o 2

- **Criterios de exclusión del paciente**

- Claustrofobia
- Adenomiosis difusa
- Embarazo o infección pélvica aguda
- Antecedente de cicatrices subcutáneas por liposucción
- Cáncer uterino
- Una pared abdominal demasiado gruesa (lo ideal es  $\leq 1$  cm).

- **Criterios de inclusión del mioma**

- Bien definidos en T2
- Número de miomas  $\leq 6$
- Tamaño de 11 mm a 10 cm de diámetro máximo
- Volumen menor de 125 cm<sup>3</sup> para un tratamiento
- Volumen menor de 250 cm<sup>3</sup> en dos tratamientos
- Miomas no pediculados o de pedículos amplios.
- Miomas localizados en la pared posterior del útero.
- Miomas con un aporte sanguíneo muy alto.

**Figura 9. Interposición de cicatriz abdominal y asas intestinales**



Fuente: Pesarrodon A, 2023.

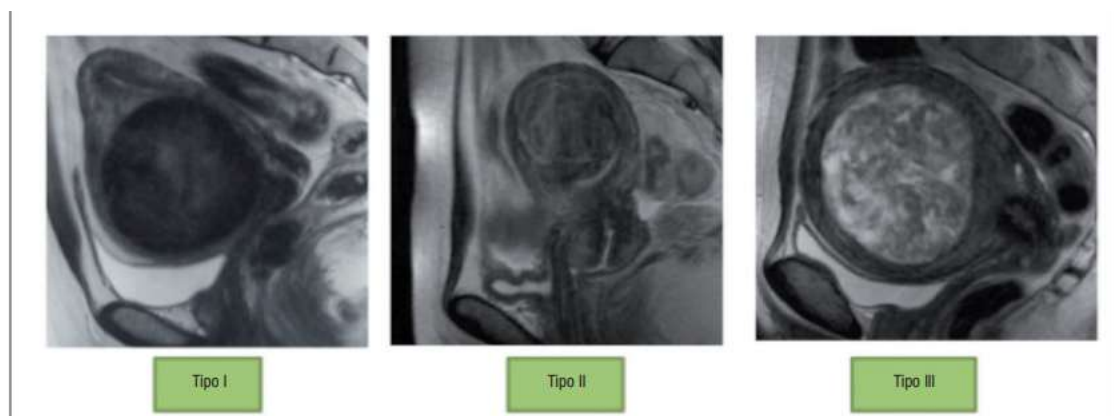
Es importante que antes de someterse al tratamiento mediante HIFU las pacientes se someten a una evaluación con RM pretratamiento para detección de lesiones. Este protocolo estandarizado se realiza en un resonador de 1.5 Teslas General Electric. El paciente se coloca en decúbito prono, lo opuesto a la adquisición de una RM de abdomen convencional(26)(28). Se obtienen secuencias espíneco (SE) estándar ponderadas en T2, secuencias SE ponderadas a T1 post-Gd y secuencias eco de gradiente (SPGR) ponderadas a T1 con pulso para supresión grasa multifase.

La aplicación intravenosa de Gd (gadopentato de dimeglumina) tiene dosis de 0.1 mmol/kg de peso corporal, se utiliza una antena para cuerpo o una antena multicanal para pelvis. Este protocolo permite determinar el tamaño, el volumen, la localización y la presencia o ausencia de realce. Después del tratamiento, el protocolo se aplica nuevamente para permitir una comparación directa de los resultados pre y postratamiento.

Se utiliza también la escala de Funaki, quien estableció una correlación directa entre la eficacia de la ablación y las características de la señal en las imágenes de

resonancia magnética T2(30). Según sus hallazgos, los miomas que presentan una hiperintensidad marcada en T2 resultarían poco aptos para la terapia de ultrasonido focalizado de alta intensidad (FUS), ya que exhiben una respuesta térmica limitada y, en consecuencia, índices de necrosis muy reducidos. No obstante, investigaciones más actualizadas precisan que únicamente aquellos miomas que son ligeramente homogéneos e hiperintensos en T2 muestran una escasa efectividad ante el tratamiento con ultrasonidos.

**Figura 10. Clasificación de Funaky**



Fuente: Pesarrodonna A, 2023.

#### **7.9.4. Metodología del tratamiento**

La metodología puede dividirse en tres fases, pretratamiento, tratamiento y postratamiento, la cuales serán ampliamente descritas a continuación.

#### **7.9.5. Pretratamiento**

Una vez que la paciente es candidata al tratamiento con HIFU, se solicita una semana previa al tratamiento una dieta baja en residuos para evitar gas intestinal. La noche previa al tratamiento, las pacientes se afeitan el abdomen inferior y deben cumplir ayuno. Al ingreso se coloca un catéter vesical, un enema, una vía intravenosa y premedicación.

Se realiza una simulación previa al tratamiento para evaluar su viabilidad. La paciente se coloca en la máquina HIFU en la misma posición que utilizaría durante el proceso de tratamiento, que es decúbito prono(21). Se deben evaluar varios problemas.

El más importante es evaluar si la lesión se ve o no con el transductor integrado. Si la lesión no se puede visualizar claramente, la paciente no es apta para el tratamiento con HIFU, ya que los factores que dificultaron la visualización del tumor probablemente dificultarán el paso del ultrasonido terapéutico durante el tratamiento.

**Figura 11. Posición de decúbito prono para la realización de HIFU.**



Fuente: Mendoza J, 2022.

La vía acústica también se evalúa durante el proceso de simulación. También debe evaluarse la distancia focal del transductor terapéutico. El operador debe asegurarse de que el ultrasonido terapéutico pueda alcanzar la capa más profunda del mioma uterino con un margen de seguridad, lo cual es fundamental durante el tratamiento. Se deben utilizar bolsas de agua para desplazar las asas intestinales fuera de la vía acústica. En el caso de los miomas uterinos, se requiere una resonancia magnética con contraste(24). La revisión de los hallazgos de esta modalidad de imagen permite la localización adecuada de pequeñas lesiones sutiles durante la ecografía y ayuda a planificar la vía terapéutica HIFU. Es necesario identificar las estructuras sensibles adyacentes al mioma para que el haz de ultrasonido no las atraviese.

El HIFU puede considerarse un procedimiento quirúrgico de bajo riesgo, ya que no implica la apertura del cuerpo. Los pacientes deben ser evaluados según las directrices del Colegio Americano de Cardiología y la Asociación Americana del Corazón.

La preparación de la piel es crucial para el éxito del tratamiento HIFU. La presencia de vello, suciedad o cremas tópicas en la superficie cutánea que recubre el tumor objetivo puede desviar los haces ultrasónicos, lo que puede provocar quemaduras cutáneas accidentales(22). La piel que cubre el supuesto trayecto de los haces de ultrasonido terapéutico debe rasurarse y limpiarse. El tratamiento de los miomas uterinos se realiza bajo sedación consciente intravenosa. Esto permite una retroalimentación continua de la paciente. Si la paciente siente dolor durante el tratamiento, se debe volver a revisar la vía acústica y los parámetros terapéuticos.

#### **7.9.6. Tratamiento**

El tratamiento se realiza con sedación consciente, con la paciente en decúbito prono y su duración varía en función de las características del mioma, fundamentalmente tamaño y grado de vascularización(20). Durante el tratamiento pueden modificarse los parámetros del dispositivo para conseguir lesiones más pequeñas y mejor control del volumen tratado, o administrar más potencia en aquellas zonas donde no hace falta tanta precisión.

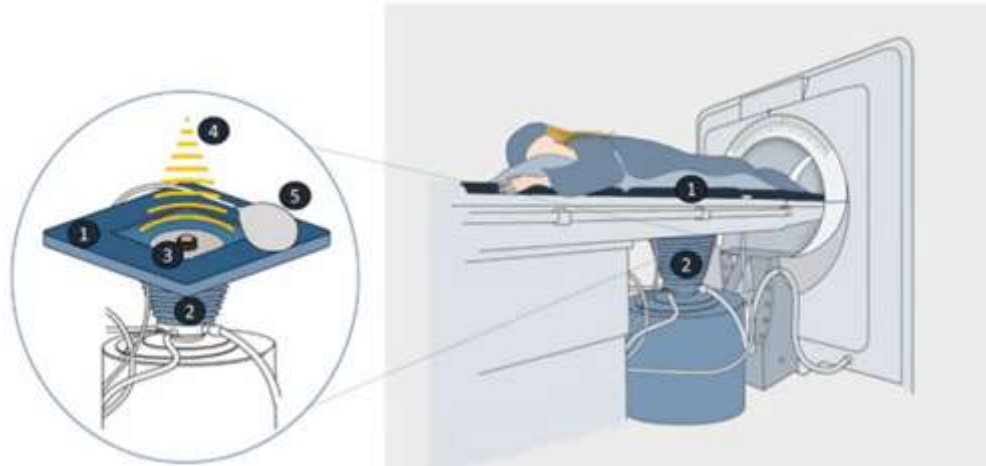
Para llevar a cabo el procedimiento se utiliza el sistema HIFU guiado por ecografía, el cual se encuentra compuesto por una mesa de tratamiento, la cual se muestra a continuación, cuenta con una abertura (1) con un depósito de agua (2). Las pacientes con miomas uterinos se colocan en decúbito prono, con la pared abdominal inferior a la altura de la abertura, de modo que la piel entra en contacto con agua fría. El transductor terapéutico parabólico (3) y la sonda convexa de ecografía diagnóstica se ubican en el centro del depósito de agua. Se transmite un haz de ultrasonido terapéutico (4) a la lesión.

Para ello, se utiliza un transductor cerámico de 15 cm de diámetro y 15 cm de distancia focal, a una frecuencia de 0,8 MHz. Entre el transductor y la piel de la pared abdominal anterior inferior, se coloca un balón lleno de agua desgasificada (5) para mantener el intestino alejado de la vía acústica. El haz de ultrasonido generado durante el procedimiento HIFU tiene un foco ovalado de 1-3 mm de ancho y 8-15 mm de largo.

En este enfoque, se crea una lesión de necrosis por coagulación en la zona objetivo. El siguiente punto focal se selecciona cuando se observan cambios en la escala de grises en la zona objetivo, lo que indica una ablación efectiva. De este modo, múltiples

lesiones adyacentes en las capas limítrofes producen parches de necrosis lineales y discoidales, lo que permite la ablación de toda el área tumoral como una unidad de volumen.

**Figura 12. sistema HIFU guiado por ecografía**



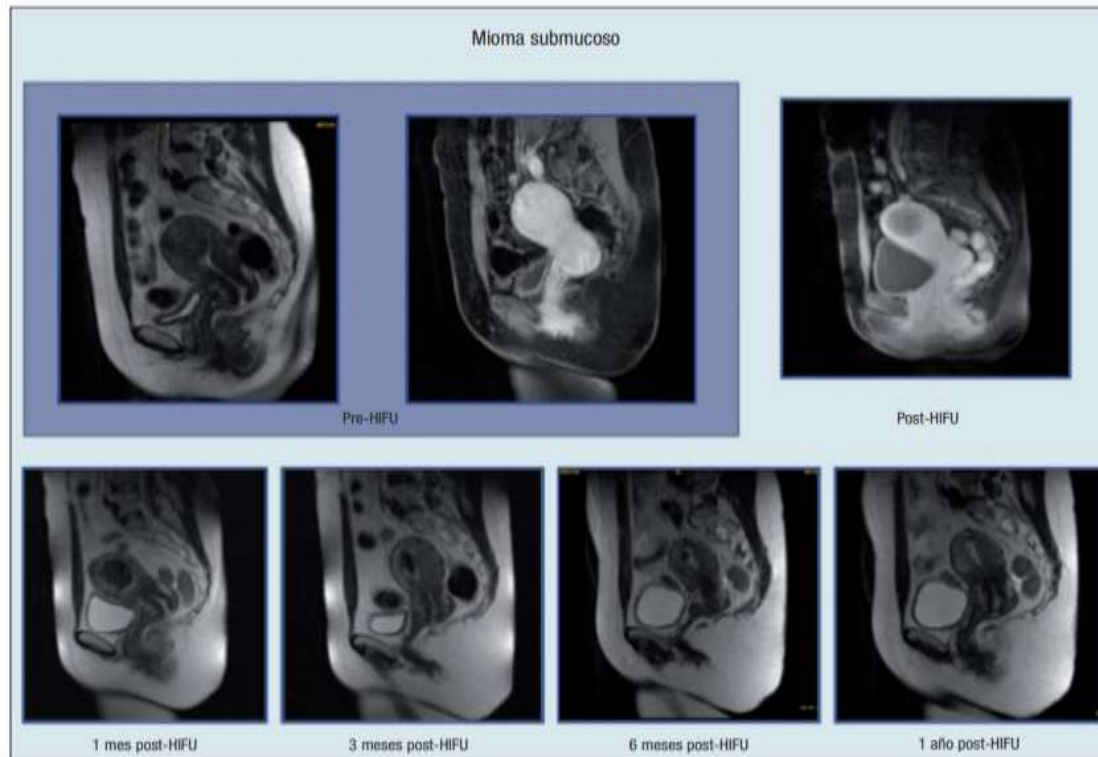
Fuente: Tolga T, 2022.

Un pulso de ultrasonido enfocado de alta intensidad con un período de varios segundos, generado por un transductor de ultrasonido piezoeléctrico, es la base de la terapia HIFU. El campo de ultrasonido se insona a través de un medio de acoplamiento normalmente un globo de agua, a través de la piel y el tejido superpuesto en el área objetivo. La energía acústica de alta intensidad se absorbe y se convierte en calor en el punto focal(21)(26). El calor eleva la temperatura rápidamente entre 60 °C y 95 °C, y debido a la alta concentración local de energía acústica en el punto focal, el tejido en un pequeño volumen se calienta rápidamente y se inducirá una lesión circunscrita aguda causada por coagulación térmica.

La piel y otras capas de tejido penetradas por ultrasonido no se ven afectadas o muestran solo un aumento de temperatura insignificante. Temperaturas más altas conducen a la ebullición del tejido y la formación de burbujas y pueden causar un crecimiento de la lesión más indefinido y menos predecible.

Para HIFU, se utilizan frecuencias en el rango de 600 kHz a 7 MHz dependiendo del tipo de aplicación y la profundidad de penetración. Los valores típicos de intensidad y presión son de algunos miles de vatios por centímetro cuadrado.

**Figura 13. Ablación completa de mioma submucoso**



Fuente: Pesarrodonna A. 2023.

Otros fenómenos mecánicos incluyen la cavitación acústica y las fuerzas de radiación que también contribuyen al efecto letal en el punto focal. La cavitación acústica puede definirse como la interacción de un campo sonoro con cuerpos de gas microscópicos. Para que ocurra la cavitación en los tejidos, se requiere la presencia de núcleos gaseosos que probablemente existen en los tejidos de los mamíferos. Se identifican dos tipos de cavitación acústica: cavitación estable y cavitación inercial.

La cavitación estable ocurre cuando una burbuja oscila de manera constante en un campo ultrasónico, interceptando e irradiando energía a los tejidos circundantes, lo que resulta en una microcorriente de fluido alrededor de la burbuja(20). Esta tensión cortante altamente localizada causa daño celular.

Por encima de un cierto umbral de amplitud de presión, la oscilación de la burbuja se vuelve no lineal y las burbujas se expanden y colapsan vigorosamente, lo que resulta en una alta presión acústica localizada de varios miles de atmósferas que causa daño a los tejidos expuestos, conocido como cavitación inercial.

La propagación no lineal de las ondas ultrasónicas a través de los tejidos provoca que las partículas dentro de la región focal se encuentren bajo fuerzas mecánicas, lo que resulta en un movimiento tisular apreciable que causa bioefectos. Esto se denomina fuerza de radiación. El torque de radiación es otro fenómeno mecánico asociado con la propagación del ultrasonido a través de los tejidos. El torque de radiación causa un movimiento rotatorio a nivel celular, lo que resulta en la rotación de los orgánulos intracelulares, causando bioefectos celulares letales(20)(21). Por lo tanto, para destruir estructuras más grandes, las lesiones individuales deben combinarse sin espacios hasta cubrir todo el volumen objetivo. Entre dos sonicaciones individuales, es necesario un tiempo de enfriamiento definido para proteger el tejido sano adyacente de la acumulación de calor y el sobrecalentamiento.

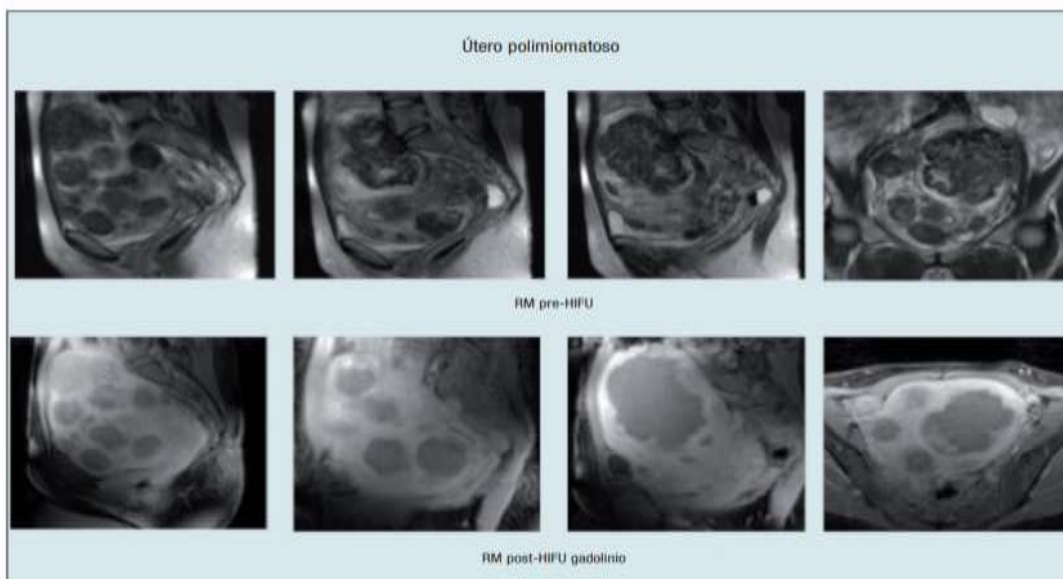
Se emplean transductores especiales diseñados para aplicaciones de ultrasonidos de alta potencia. Estos transductores son cuencos piezocerámicos autoenfocados hechos de PZT (titanato de zirconato de plomo) de baja pérdida o piezocompuesto. Rara vez se utilizan placas piezocerámicas planas con lentes de enfoque o reflectores. Una alternativa más costosa y técnicamente más compleja es el uso de transductores de matriz en fase compuestos por varios elementos individuales. Cada elemento o grupo de elementos se alimenta mediante señales eléctricas de radiofrecuencia (señales de RF) independientes con desfases y amplitudes definidos, lo que permite la formación del haz eléctrico y la dirección del foco ultrasónico.

La ablación con HIFU es un procedimiento que requiere mucho tiempo. Dado que una sola sonicación genera una lesión tisular bastante pequeña, se necesitan muchas de estas aplicaciones individuales con un tiempo de inactividad adecuado entre ellas para evitar el sobrecalentamiento hasta que se ablacione un tumor grande. Para superar este obstáculo, se han desarrollado varias técnicas(20). Una posibilidad es ampliar el tamaño del foco ultrasónico preservando la apertura del transductor.

Otros métodos emplean microburbujas llenas de gas durante la insonación para aumentar la absorción ultrasónica del tejido objetivo, o la generación definida de burbujas de cavitación en la región focal mediante la aplicación de pulsos cortos de alta intensidad antes o al comienzo de cada pulso de ablación individual. Las técnicas alternativas pueden incluir el uso de un movimiento de enfoque continuo, lineal, circular o espiral durante la insonación para escanear y destruir volúmenes de tejido más grandes. Obstáculos como el sobrecalentamiento del tejido suprayacente, quemaduras de la piel y lesiones indefinidas desarrolladas en dicha técnica se pueden resolver mediante el uso de un sistema de termometría de retroalimentación en línea para controlar el proceso de escaneo, lo cual es deseable.

A pesar de que el número de miomas que se puede tratar está relacionado con el tamaño de la tumoración y la limitación del tiempo necesario para el tratamiento, se ha demostrado que es posible tratar mediante HIFU hasta 10 miomas, aunque se cuenta con mayor número de investigaciones relacionadas con el tratamiento de 4 miomas o incluso menos, demostrando su superioridad como tratamiento de la miomatosis uterina en comparación con las técnicas quirúrgicas de miomectomía, histerectomía(31)(32) e incluso las menos invasivas como la radiofrecuencia y ablación.

**Figura 12. Ablación completa de más de 10 miomas**



Fuente: Pesarrodonna A, 2023.

### **7.9.7. Postratamiento**

Para asegurar la recuperación de la anestesia general, las pacientes son trasladadas a la sala de cuidados posteriores, mantenidas en posición semirecostada y monitoreadas para detectar signos vitales. Los medicamentos antiinflamatorios no esteroideos deben evitarse en pacientes con disfunción plaquetaria, insuficiencia renal o várices esofágicas. El monitoreo de la piel es muy importante(33). Si la piel está edematosa o muestra enrojecimiento local o ampollas, se pueden aplicar fermentaciones frías hasta que la temperatura alcance la normalidad.

Con respecto a los fibromas uterinos, las pacientes generalmente experimentan calambres pélvicos durante el procedimiento, pero pueden ser dadas de alta el mismo día con analgésicos orales. Se han reportado fiebre, infección del tracto urinario, hematuria y dolor de espalda(60). Algunas pacientes pueden experimentar aumento del flujo vaginal o flujo sanguinolento que puede continuar durante una semana. Se pueden usar duchas vaginales desinfectantes locales para prevenir una infección secundaria. Si se experimenta dolor, se pueden usar analgésicos de acción corta. Las relaciones sexuales están estrictamente prohibidas hasta después de la primera menstruación posterior al tratamiento.

Para evaluar la eficacia del tratamiento, el seguimiento de las pacientes es crucial(34). El seguimiento de las pacientes tras la HIFU para el tratamiento de miomas uterinos suele incluir la evaluación de la mejoría clínica, así como la monitorización de los cambios en las pruebas de imagen y los parámetros de laboratorio.

### **7.9.8. Limitación del HIFU en el tratamiento de los miomas uterinos**

Las posibles ventajas del HIFU en la ablación de miomas uterinos se analizaron en secciones anteriores. Sin embargo, existen posibles limitaciones. El ultrasonido no puede propagarse a través de vísceras llenas de aire, como el intestino. La ablación de miomas próximos al intestino conlleva el riesgo de perforación visceral(35). Por lo tanto, esto podría suponer una restricción anatómica para el tratamiento de los miomas uterinos mediante HIFU.

El tiempo de tratamiento también puede parecer más largo de lo deseado. En el tratamiento de miomas grandes, donde no se dispone de una opción mínimamente invasiva, un tratamiento más prolongado puede justificarse por una menor morbilidad y mortalidad que con la cirugía convencional. En muchos centros de ultrasonido, el HIFU se realiza bajo anestesia regional para garantizar la comodidad e inmovilidad del paciente. El movimiento durante la exposición al HIFU podría comprometer la eficacia del tratamiento, por lo que una apnea inducida durante cualquier exposición de alta intensidad puede superar lo que de otro modo sería una limitación del HIFU.

#### **7.9.9. Eficacia de tratamiento con HIFU para miomas uterinos**

El HIFU ha demostrado ser eficaz en la reducción de los síntomas relacionados con los miomas, como el sangrado abundante, el dolor pélvico y la presión. Se observa una disminución significativa del volumen de los miomas después del tratamiento con HIFU, con reducciones que pueden alcanzar hasta el 75% a los 12 meses(36). El HIFU puede mejorar la calidad de vida de las pacientes al reducir los síntomas y permitirles retomar sus actividades diarias.

El HIFU es generalmente seguro, con efectos secundarios leves y transitorios, como dolor leve o edema en la zona tratada(40). El HIFU es un procedimiento no invasivo, lo que significa que no requiere incisiones y generalmente no requiere hospitalización. Es un tratamiento seguro especialmente para mujeres que desean preservar su fertilidad(41)(42) evidenciando embarazos postratamiento en un 43-47%, presentado como una alternativa prometedora a la cirugía para el tratamiento de miomas uterinos.

#### **7.9.10. Tasa de éxito**

Estudios muestran que el HIFU puede reducir significativamente el volumen del mioma, con reducciones promedio que varían entre el 40% y el 75% a los 6 y 12 meses respectivamente(43). Un porcentaje de volumen no perfundido (VPN) superior al 80% se considera un indicador de éxito técnico. La tasa de reintervención puede variar, pero en general es baja, especialmente con seguimientos más prolongados. En algunos estudios, las tasas de reintervención a los 12 meses fueron del 1%, y aumentaron a medida que se extendía el seguimiento(55). Las tasas de reintervención son generalmente más bajas.

### **7.9.11. Preservación de la fertilidad con HIFU**

El HIFU es un tratamiento novedoso y no invasivo para la miomatosis, que puede aliviar la dismenorrea y la menorragia mediante la inducción de factores inflamatorios y la disminución de la expresión de factores de crecimiento endotelial vascular en lesiones adenomióticas. El HIFU se ha utilizado para tratar la adenomiosis tanto focal como difusa. El HIFU puede extirpar con precisión los miomas uterinos sin destruir el miometrio ni el endometrio normales, y no afecta la función endocrina ovárica, lo que ofrece una gran posibilidad a las pacientes de preservar el útero y la función reproductiva.

Sin embargo, actualmente, la miomectomía histeroscópica, laparoscópica y abdominal son los métodos de tratamiento más utilizados para los miomas uterinos en mujeres con deseo de fertilidad, aunque se requiere un período anticonceptivo postoperatorio prolongado. El HIFU es una alternativa prometedora a la miomectomía en pacientes con miomas uterinos y deseo de fertilidad. Sin embargo, se carece de datos de muestras amplias sobre los resultados y la seguridad del embarazo tras la ablación con HIFU(43).

Se necesitan más ensayos controlados que comparen los resultados reproductivos tras el HIFU para proporcionar evidencia suficiente sobre las recomendaciones de tratamiento para pacientes con miomas uterinos con deseo de fertilidad, a pesar de ello, con los estudios con los que se cuenta se ha observado que el HIFU si es eficaz para la preservación de la fertilidad, demostrando gestas sin mayores complicaciones y a término en pacientes sometidas a estudios.

### **7.9.12. HIFU y reserva ovárica**

Varios estudios han demostrado que el tratamiento con HIFU no tiene un efecto significativo en la reserva ovárica. Otonkoski reportó 74 pacientes con fibromas que se sometieron a HIFU(43), con una mediana de hormona antimülleriana (AMH) de 1,20 ug/L (rango: 0,1-7,75 ug/L) antes del tratamiento y de 1,23 ug/L (rango: 0,1-8,51 ug/L) después del tratamiento. La diferencia no fue estadísticamente significativa, y la ubicación de los fibromas y la energía del tratamiento no se relacionaron con cambios en la función ovárica.

Otro estudio prospectivo, que incluyó a 79 pacientes con fibromas uterinos sintomáticos y adenomiosis, mostró que la mediana de los niveles de AMH fue de  $2,11 \pm 2,66$  ug/L y  $1,84 \pm 2,57$  ug/L antes y 6 meses después de la ablación con HIFU, respectivamente. No se observaron diferencias significativas en los niveles de AMH entre ambos puntos temporales. En términos de protección de la función endocrina ovárica, el tratamiento HIFU es superior a la embolización de la arteria uterina y similar a la miomectomía.

Laughlin informó que la mediana del cambio absoluto en los niveles de AMH fue significativamente mayor en el grupo de embolización de la arteria uterina que en el grupo HIFU ( $-0,6$  frente a  $-0,2$ ,  $p = 0,03$ ) después de 24 meses de seguimiento(44). Cui comparó los cambios en los niveles de hormonas ováricas y el índice de resistencia (IR) y el índice de pulsatilidad (IP) del flujo sanguíneo arterial uterino después del tratamiento HIFU y la miomectomía. Los resultados no mostraron cambios significativos en los niveles de IP, IR, estradiol, hormona folículo estimulante y hormona luteinizante antes y después de 6 meses de tratamiento entre los dos grupos y dentro del mismo grupo ( $p > 0,05$ ).

#### **7.9.13. Resultados del embarazo tras el tratamiento HIFU**

Las investigaciones existentes muestran que las pacientes con fibromas uterinos tienen una tasa de embarazo y de nacidos vivos favorable, así como una menor tasa de abortos naturales tras el tratamiento HIFU. La tasa de embarazo es alta después del tratamiento HIFU para miomas uterinos. Un estudio prospectivo incluyó a 174 pacientes que recibieron tratamiento HIFU y tenían planes de embarazo. Durante un período de seguimiento de 76 meses, 81 pacientes tuvieron 88 embarazos, con una tasa de embarazo del 47%. La tasa de embarazo en otros tres estudios fue del 69,3% (131/189, tiempo de seguimiento de 3 años), 19,2% (78/406, tiempo de seguimiento desconocido) y 16,0% (4/25, tiempo de seguimiento de 1 año) (60). Después de combinar los datos de estos cuatro estudios, la tasa de embarazo de 838 mujeres fue del 36%.

La tasa de embarazo después del tratamiento HIFU para miomas uterinos no es menor que después de la miomectomía, y mayor que después de la embolización de la arteria uterina. Wu resumió retrospectivamente a 320 pacientes que recibieron tratamiento HIFU, y los resultados sugirieron que después de una mediana de 5 años de seguimiento, la tasa de embarazo no difirió significativamente entre los grupos HIFU y el grupo de miomectomía laparoscópica (68,4% vs. 66,7%,  $p = 0,730$ )(61). En el metaanálisis de Yan, las tasas de embarazo postoperatorio no fueron significativamente diferentes (RR = 1,01, IC del 95%: 0,90-1,13) en el grupo HIFU y el grupo quirúrgico; la tasa de embarazo postoperatorio en el grupo HIFU fue significativamente mayor que en el grupo de embolización de la arteria uterina(43) (RR = 17,44, IC del 95%: 2,40-126,50).

La tasa de nacidos vivos es alta después del tratamiento HIFU para fibromas uterinos, y la tasa de aborto espontáneo es baja. En el estudio prospectivo de Liu, la tasa de aborto espontáneo entre todos los embarazos fue del 10% (9/88), y el 84% (74/88) de los embarazos resultaron en nacidos vivos. Zou informó retrospectivamente que el aborto espontáneo ocurrió en 3 pacientes de 80 embarazos, con una tasa de aborto espontáneo del 3,8%, y se lograron nacimientos vivos en 71 pacientes (88,8%)(62). La tasa de nacidos vivos de todos los embarazos informados fue del 91%, y la tasa de aborto espontáneo fue del 4-15% en un informe resumido. En el estudio retrospectivo de Wu, la tasa de aborto espontáneo no difirió significativamente entre los grupos HIFU y el grupo de miomectomía laparoscópica (5,0% frente a 5,9%).

Es más, el HIFU puede tener ventajas significativas en acortar el intervalo entre embarazos en comparación con la miomectomía. El intervalo de tiempo medio desde el tratamiento con HIFU hasta el embarazo varía de 4 a 16 meses. Zou informó que el intervalo de tiempo promedio desde el tratamiento con HIFU hasta el embarazo fue de 5,6 meses (rango de 1 a 18 meses). Específicamente, el intervalo de tiempo en seis pacientes (7,5 %) fue igual o menor a 3 meses, en 13 pacientes (16,3 %) entre 3 y 6 meses, y en 61 pacientes (76,2 %) más de 6 meses(43). En el estudio retrospectivo de Wu, el intervalo desde el tratamiento de fibromas hasta el siguiente embarazo fue significativamente más corto en el grupo de HIFU que en el grupo de miomectomía laparoscópica ( $13,6 \pm 9,5$  meses frente a  $18,9 \pm 7,3$  meses).

El resultado del embarazo de los miomas uterinos submucosos después del tratamiento HIFU es optimista, no inferior a la miomectomía histeroscópica. Li resumió retrospectivamente el resultado del embarazo de pacientes con un fibroma submucoso solitario. En el estudio, 7 pacientes (7/11, 63,6%) en el grupo HIFU y 24 pacientes (24/48, 50%) en el grupo de miomectomía histeroscópica se embarazaron. No hubo diferencia significativa en la tasa de embarazo. En el grupo HIFU, 6 (85,7%) pacientes tuvieron nacidos vivos y 1 (14,3%) paciente se sometió a un aborto espontáneo; mientras que en el grupo de miomectomía histeroscópica, 22 (91,7%) pacientes tuvieron nacidos vivos y 2 (8,3%)(43) pacientes se sometieron a un aborto espontáneo.

Datos limitados respaldan que la tasa de embarazo y de nacidos vivos en pacientes con adenomiosis tras el tratamiento con HIFU es alta. Wei informó que 50 (38,7%) de 129 pacientes con adenomiosis quedaron embarazadas tras el tratamiento con HIFU durante una mediana de 26 meses de seguimiento. Entre ellas, se registraron 26 casos con nacidos vivos y 18 casos con abortos espontáneos al final del seguimiento. Zhou informó retrospectivamente que 54 de 68 pacientes con adenomiosis quedaron embarazadas tras la ablación con HIFU, y 21 pacientes tuvieron nacidos vivos, con una mediana de intervalo entre el HIFU y el embarazo de 10 meses (rango: 1-31 meses). En el estudio de Zhou, 20 de los 54 embarazos tuvieron aborto espontáneo, y no hubo diferencia significativa entre la tasa de aborto espontáneo preoperatorio y posoperatorio (23/54, 42,6% vs. 20/54, 37,0%)(62) en pacientes con adenomiosis que recibieron ablación HIFU.

Los diferentes tipos de adenomiosis afectan el resultado del embarazo después del tratamiento HIFU. La tasa de embarazo después del tratamiento HIFU para pacientes con adenomiosis interna, adenomiosis externa, adenomiosis intramural y adenomiosis de espesor completo fue del 59,6%, 22,9%, 17,6% y 32,0%, respectivamente(43). Las pacientes con lesiones adenomióticas ubicadas en la pared posterior del útero tuvieron una tasa de embarazo más alta que aquellas con lesiones ubicadas en el fondo del útero.

El HIFU puede proporcionar posibilidades de aumento de la tasa de embarazo en pacientes con adenomiosis complicada con infertilidad, en comparación con la adenomiomectomía.

Huang analizó retrospectivamente el resultado del embarazo de 93 casos de adenomiosis con infertilidad(43). Los resultados mostraron que la tasa de embarazo en el grupo HIFU (26/50, 52%) fue mayor que el grupo de adenomiectomía laparoscópica (13/43, 30,2%;  $p = 0,034$ ). Sin embargo, las tasas de nacidos vivos no fueron significativamente diferentes entre los dos grupos (18/50, 36,0% vs. 12/47, 23,9%;  $p = 0,405$ ).

Entre ellos el aborto espontáneo ocurrió en 3 pacientes en el grupo HIFU y 1 paciente en el grupo de escisión laparoscópica. Cabe destacar que en el estudio de Huang 2 pacientes con antecedentes de aborto espontáneo tuvieron embarazo y nacimientos vivos después del tratamiento HIFU. Aún es necesario seguir explorando si el HIFU mejora la tasa de embarazo y de nacidos vivos en pacientes con adenomiosis complicada con infertilidad y aborto espontáneo.

#### **7.9.14. Complicaciones**

- **Efectos secundarios relacionados con el dolor**

El dolor abdominal bajo se estimó en 38 estudios con un total de 10.204 pacientes. Encontramos que 3943 pacientes (38%) se quejaron de dolor abdominal bajo después del procedimiento. El dolor sacro se investigó en 25 estudios contenían 9754 pacientes, y los resultados mostraron que 1753 pacientes (18%) sufrieron de dolor de espalda o sacro(45). El dolor en piernas o glúteos se investigó en 20 estudios que incluían a 24.220 pacientes; los resultados mostraron que 927 pacientes (3,8%)(44) tenían dolor en piernas o glúteos.

- **Efectos secundarios urológicos**

Se informaron efectos secundarios de hematuria en 9 estudios que incluyeron a 23 741 pacientes; solo 74 pacientes (0,3 %) presentaron hematuria después del procedimiento. La retención urinaria se investigó en 11 estudios. Entre los 22.520 pacientes, 24 (0,1%)(44) sufrieron retención urinaria después del procedimiento.

- **Efectos secundarios ginecológicos**

Sangrado vaginal se estimó en 20 estudios que incluyeron a 23.449 pacientes. En general, 414 pacientes (1,7%)(45) tuvieron sangrado vaginal después del HIFU. El flujo vaginal anormal se estimó en 27 estudios que incluyeron a 5970 pacientes; 882 pacientes.

- **Efectos secundarios neurológicos**

La parestesia en las piernas se estimó en 18 estudios. De los 7598 pacientes, 267 (3,5%) sufrieron parestesia en las piernas después del procedimiento. La debilidad en las extremidades inferiores se estimó en cuatro estudios con 2381 pacientes. Solo 28 pacientes (0,96%) presentaron debilidad en las extremidades inferiores después del procedimiento.

- **Efectos secundarios generales**

Se informaron quemaduras en la piel, ampollas o nódulos en 28 estudios, 0,6% pacientes experimentaron este resultado. Los resultados mostraron una heterogeneidad moderada. Náuseas y vómitos en 14 estudios con un total de 24.667 pacientes y 229 (0,9%) pacientes sufrieron náuseas y vómitos después del procedimiento. Se informó fiebre en 18 estudios. De 25.592 pacientes, 66 (0,2%)(45) sufrieron fiebre después del procedimiento. La infección en 9 estudios un total de 19.977 pacientes, y los resultados mostraron que sólo 9 pacientes sufrieron fiebre después del HIFU. Se estimó la muerte en 58 estudios y no se registraron casos de muerte después del tratamiento HIFU.

## **CAPITULO X: ANÁLISIS**

El Ultrasonido Focalizado de Alta Intensidad (HIFU) actualmente es la única técnica verdaderamente no invasiva aprobada clínicamente para el tratamiento de miomas uterinos. A diferencia de alternativas como la miomectomía que es netamente invasiva o la embolización de arterias uterinas, que es mínimamente invasiva, el HIFU no requiere incisiones, penetración de agujas ni introducción de materiales extraños en el organismo.

El Dr. Pessarrodona A, describe que la técnica induce necrosis coagulativa por desnaturalización proteica y daño vascular selectivo, mientras preserva los tejidos circundantes gracias al control térmico en tiempo real. Se ha documentado a través de los autores Arabi DYM, selección Vega LTR, Chirolde ILA que el HIFU ha evolucionado significativamente con el paso de los años, la técnica contemporánea se caracteriza por un protocolo estandarizado que combina tecnología de imagen avanzada, inteligencia artificial y criterios de selección refinados. El procedimiento inicia con una preparación meticulosa, donde la paciente es evaluada mediante resonancia magnética de la región pélvica, la cual es multifásica y con contraste, para mapear características críticas del mioma como el tamaño, ubicación, vascularización a través de las secuencias T1y T2 dinámicas y relación con estructuras adyacentes como la vejiga, intestino, nervios ciáticos.

Los autores Xue H, et al., resaltan que las secuencias T1 y T2 son las formas de ponderar la señal para obtener imágenes que resaltan distintas propiedades de los tejidos, cada una de ellas con acciones diferentes. Las secuencias T1 son útiles para visualizar la anatomía sin anomalías, mientras que las T2 son más sensibles para detectar alteraciones y patologías(56). La resonancia magnética permite clasificar los miomas según su señal en T2, identificando aquellos con baja señal que son los ideales para HIFU, con una respuesta mayor al 70% frente a los de alta señal que son hipercelulares, que pueden requerir pretratamiento con análogos de GnRH.

Según mi opinión, es de gran importancia definir las secuencias a las cuales deben de aplicarse las secuencias de imágenes, hablando de las secuencias T1 identifican tejido graso, líquidos y T2 a parte de identificar líquido y tejido graso también es específico para poder identificar patologías, por ello, ambas se complementan y se fusionan para brindar las imágenes adecuadas para la ubicación, la medición del tamaño y sobre todo para realizar la técnica del HIFU sin dañar tejidos circundantes.

Previo a realizar el procedimiento se implementa un protocolo de preparación intestinal, el cual consiste en una dieta líquida 48 horas previas y enemas de limpieza, con lo que se busca reducir la interferencia acústica por gas intestinal. Durante el procedimiento, la paciente se coloca en decúbito prono sobre una mesa integrada con el transductor HIFU y el sistema de imagen, ya sea RM o ultrasonido 3D en tiempo real. Bajo sedación consciente o analgesia moderada, se aplica un gel acoplador libre de burbujas entre la piel y el transductor para optimizar la transmisión de energía.

La planificación se realiza mediante software especializado que segmenta automáticamente el mioma, define puntos focales, denominados sonicaciones y calcula la dosis terapéutica personalizada, la cual varía de 250-400 J/cm<sup>3</sup> según densidad tisular, evitando zonas críticas como el endometrio, serosa uterina o troncos nerviosos. La ablación se realiza mediante pulsos de ultrasonido de alta intensidad, con frecuencias de 1.0-1.2 MHz, que elevan la temperatura del tejido diana a 65-85°C en segundos, generando necrosis coagulativa irreversible. Sistemas de monitoreo térmico en tiempo real, mapean la distribución de calor y ajustan automáticamente la energía para prevenir daños colaterales.

Como se hizo mención anteriormente, las técnicas complementarias como microburbujas intravenosas mejoran la eficacia en miomas profundos o poco vascularizados al amplificar la absorción de energía. Tras completar las sonicaciones programadas que duran en promedio: 90-120 minutos, se realiza una RM de control con contraste inmediato para cuantificar el volumen tratado. El indicador de éxito se enmarca por un área no perfundida mayor al 80%, que indica que se ha alcanzado la necrosis del tejido.

Personalmente concuerdo con los autores Antoni Pesarrodona y Xue H, anteriormente mencionados, ya que por ambos la técnica se encuentra ampliamente descrita, definiendo adecuadamente las frecuencias, la temperatura necesaria para realizar la necrosis coagulativa y el procedimiento completo desde la preparación previa al tratamiento, hasta la resonancia magnética control para verificar la eficacia y la necesidad o no de realizar nuevamente el procedimiento.

El autor Zhang O et al., describe los beneficios clínicos del HIFU, que se demuestran a través de su seguridad y eficacia y la preservación uterina y el mantenimiento de la integridad anatómica del útero, que es un aspecto crucial para mujeres que desean fertilidad futura. Además, ofrece una recuperación acelerada, donde el 90% de las pacientes reanuda actividades normales en 24-48 horas, en contraste con las 4-6 semanas requeridas tras cirugías abiertas. Su perfil de seguridad superior se evidencia en la ausencia de riesgos quirúrgicos como infecciones, adherencias pélvicas o hemorragias significativas, así como en la minimización de riesgos anestésicos; los efectos adversos reportados son leves y transitorios, como dolor abdominal tipo cólico en el 20% de los casos y quemaduras cutáneas superficiales en menos del 1%.

La eficacia sintomática queda respaldada por los autores Yun Zhou, Ping Chen, quienes realizaron estudios multicéntricos que demuestran mejoría en sangrado abundante en el 85% de casos, dolor pélvico en un 78% y compresión vesical/rectal representado por un 89% a los 6 meses. Se suma una reducción volumétrica promedio del 50-70% del volumen miomatoso en 12 meses a través del estudio del autor Xiang Ji con una baja tasa de recurrencia del 8% a 5 años frente al 15-30% de la miomectomía. Fang Li, Jing Chen, Li Yin concluyen a través de su estudio puede ser una modalidad alternativa para preservar la fertilidad en pacientes con miomatosis también en pacientes mayores de 40 años. El HIFU puede contribuir a mejorar las tasas de embarazo al elevar la impedancia del flujo sanguíneo uterino. Finalmente, su costo-efectividad reduce gastos hospitalarios en un 40%.

Personalmente, los beneficios descritos de la técnica HIFU son comprobables a través de los estudios anteriormente mencionados, además, los estudios respaldan la mejoría en todos los aspectos de las pacientes sometidas al tratamiento. Los estudios revisados respaldan no solo las ventajas sintomáticas, sino también ventajas económicas, reduciendo costos intrahospitalarios y de recuperación, beneficiando a la paciente no solo a nivel de la salud sino a nivel laboral.

Los autores K. J. Anneveldt , Soy Verpalen, Soy Nijholt, JR Dijkstra describen que el HIFU presenta limitaciones técnicas y clínicas. En cuanto a las características del mioma, los aumentados de tamaño (>10 cm de diámetro o volumen >500 cm<sup>3</sup>) suelen requerir sesiones múltiples; los ubicados en posición posterior o submucosa son técnicamente desafiantes por interferencia con el sacro o el colon; y aquellos con alta señal en T2 en resonancia magnética (hipercelulares) responden menos eficazmente, con reducciones volumétricas inferiores al 35%. Los factores anatómicos de las pacientes también influyen: un espesor del panículo adiposo >4 cm atenúa la energía ultrasónica; las cicatrices abdominales (fibrosis cutánea o adherencias internas) dispersan los haces de ultrasonido; y una distancia piel-mioma >12 cm dificulta la entrega suficiente de energía.

Entre las limitaciones clínicas destacan contraindicaciones como embarazo, dispositivos intrauterinos, infecciones pélvicas activas o sospecha de cáncer endometrial; la disponibilidad limitada a centros de tercer nivel debido al alto costo de los equipos (>\$1 millón); y una curva de aprendizaje exigente, que requiere 30-50 procedimientos para el dominio técnico.

Considero que como toda técnica y procedimiento a favor de la salud cuenta con limitantes, las cuales se basan no solo en los tipos de miomas, tamaño y ubicación, sino también en factores anatómicos, como el índice de masa corporal y procedimientos anteriores invasivos, a pesar de que algunos son modificables, como el grosor del panículo adiposo, otros son netamente intrínsecos, lo que reduce la cantidad de pacientes que puedan ser tratadas y excluye a un grupo específico de féminas, sin la oportunidad de poder llevar a cabo el tratamiento con HIFU, lo cual desde mi punto de vista es positivo, ya que no hay pérdida de tiempo ni pérdida económica por parte de estas pacientes. Se deben tomar en cuenta los efectos adversos posteriores al tratamiento, ya que, a pesar de ser una técnica no invasiva, la sedación y el procedimiento por sí mismo provoca sintomatología en las pacientes sometidas a HIFU.

Es importante mencionar que la evidencia actual a través de estudios realizados por los autores Guorui Zhang, Lei Li, Mengyuan Sun, Xin Yu, sugiere que el HIFU no compromete la fertilidad cuando se aplica con protocolos estandarizados, aunque persisten consideraciones clave. La evidencia favorable incluye tasas de embarazo reportadas en estudios con 42 embarazos exitosos en 320 pacientes (13.1%), comparables a poblaciones sin miomas; resultados obstétricos con un 85% de partos a término sin malformaciones fetales atribuibles e incidencia de placenta previa (1.2%) similar a la población general; e integridad uterina preservada, sin casos de rotura uterina en series publicadas.

La fertilidad es una de las principales causas por las cuales las pacientes no se someten a tratamientos invasivos a pesar de la incómoda y dolorosa sintomatología a la cual puedan estar sometidas, sin embargo con el HIFU es posible mantener la fertilidad y obtener embarazos sanos y sin complicaciones, lo que hace del procedimiento un tratamiento adecuado para todas las pacientes que deseen preservar la fertilidad, conseguir un embarazo y como agregado resolución de la sintomatología y patología cursante.

No obstante, existen riesgos potenciales teóricos, como adhesiones endometriales si el mioma tratado contacta el endometrio (aún no reportadas en literatura), fallos de implantación estimados en un 3-5% para miomas intramurales grandes (>8 cm) por alteración vascular transitoria, y casos aislados de oclusión tubárica asociados a tratamiento de miomas ístmicos. Las recomendaciones clave para mitigar riesgos incluyen un período de espera de 6 meses post procedimiento con HIFU antes de buscar embarazo para permitir la remodelación tisular; monitoreo especializado con ecografías seriadas para evaluar vascularización endometrial en miomas submucosos; y selección rigurosa que excluya pacientes con miomas que distorsionan la cavidad endometrial en más del 50%.

Para opinión de la autora la cirugía con ultrasonido de alta intensidad para el tratamiento de miomas uterinos es un procedimiento innovador y efectivo que tiene más beneficios que desventajas, claro, que tomando en cuenta nuestro contexto y siendo un país en vías de desarrollo, aun no tenemos los medios para llevar a cabo el procedimiento, pero se esperaría que pronto podamos contar con todo el equipo necesario para realizar el tratamiento en el país con ello mejorar la calidad de vida de las pacientes afectadas, en síntesis la autora recomienda ampliamente el uso de HIFU en el tratamiento de miomatosis uterina, el cual se define como equipo y técnica de alta gama y de innovación en países como el nuestro.

## 8. CONCLUSIONES

1. La técnica HIFU no requiere incisiones, penetración de agujas o catéteres, ni exposición a radiación ionizante. Utiliza haces de ultrasonidos de alta energía, dirigidos con precisión mediante guía con ultrasonido directamente hacia el tejido del mioma, los cuales se concentran en un punto focal específico dentro del mioma, sin dañar la piel o los tejidos circundantes. La energía ultrasónica se absorbe por el tejido diana y genera un rápido aumento de temperatura la cual oscila entre 60 a 95°C, lo que provoca necrosis mediante coagulación térmica inmediata produciendo necrosis.
2. Los principales beneficios del HIFU son su característica no invasiva, asegura la eliminación de riesgos quirúrgicos como la infección, hemorragia, daño a órganos adyacentes, se realiza mediante sedación consciente o analgesia regional, preserva el útero, la recuperación rápida, el descarte de hospitalización y la mejoría sintomática alrededor de los 6-12 meses en un 40-75% de pacientes sometidas al tratamiento.
3. Las limitaciones para llevar a cabo el tratamiento con HIFU son que los miomas a tratar deben ser submucosos e intramurales, el número de miomas a tratar debe ser entre 3 a 5, no pueden tratarse miomas cuyo tamaño oscile entre 10-12 cm o más, y se encuentren mal vascularizados, pacientes con IMC de 30 a 35 o más, pacientes con cicatrices en la piel, el costo de la infraestructura especializada, y la falta de muestra para análisis histopatológico definitivo.
4. Los estudios clínicos y series de casos publicados recientemente demuestran que las tasas de embarazo se reportan con una tasa de éxito del 43 al 47%, siendo evidencia de la preservación de la fertilidad con el tratamiento HIFU.

## 5. RECOMENDACIONES

A médicos especializados en investigación y ginecología y obstetricia:

1. Realizar más estudios documentados y ampliar el conocimiento de los interesados, debido a que el hecho de no contar con suficiente bibliografía acerca de la técnica, beneficios y efectos adversos dificulta no solo al profesional de salud sino también a las pacientes con la patología de miomas uterinos.
2. Fomentar el interés acerca de las innovaciones para el tratamiento de miomas uterinos, ya que al ser una patología demandante y peligrosa para quien la padece, exige el trabajo arduo de los profesionales de la salud para restituir la sintomatología y los efectos adversos.

A los médicos y cirujanos en formación académica:

3. Solicitar a los miembros de la asociación médica del país que pueda gestionarse un equipo de realización del procedimiento y formar a profesionales para que pronto sea el HIFU una realidad en el país y mejore la calidad de vida de las afectadas.

#### 4. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

AÑO	2024					2025									
	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	AB	MA	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT
Elección del título de monografía y revisión por asesor	X														
Elaboración del punto de Tesis-Monografía	X														
Revisión del Punto de Tesis-Monografía por asesor	X														
Presentación de punto de tesis-monografía a la COTRAG y Solicitud de aprobación		X													
Aprobación del punto de tesis-monografía			X												
Recopilación de información para presentar plan monografía				X	X	X									
Revisión por asesor (seminario I)							X	X	X						
Solicitud y Aprobación de seminario I										X					
Elaboración del cuerpo final de la monografía											X				
Entrega del informe final de monografía												X			
Revisión y corrección del informe final de monografía												X			
Solicitud y Aprobación de seminario II												X	X	X	
ETREGA DE INFORME FINAL															X
EXAMEN PÚBLICO															X

**Tabla 9. Cronograma de actividades monografía médica.**

Fuente: elaboración propia 2025.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Velez J, Navarro B. Aparato Reproductor femenino. [Internet]. 2023; Disponible en: <https://www.kenhub.com/es/library/anatomia-es/organos-del-aparato-reproductor-femenino>
2. Brittany S. Hoare, Beverly A. Mikes y Yusuf. Anatomía, abdomen y pelvis: genitales internos femeninos National Library of Medicine. [Internet]. 2023 [citado el 24 de septiembre de 2025];18(8):1603–14. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554601>).
3. Mutch DG, Scott WB. Miomas uterinos [Internet]. Manual MSD versión para profesionales. 2025 [citado el 24 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://www.msmanuals.com/es/professional/ginecolog%C3%ADa-y-obstetricia/miomas-uterinos/miomas-uterinos>
4. Calaf J, Rams N, Delgado-Morell A, Mundó A. Diagnóstico de miomas uterinos. *Med Clin (Barc)* [Internet]. 2023;161 Suplemento 1:T8–14. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.medcli.2023.06.036>
5. Don EE, Mijatovic V, Huirne JAF. Infertilidad en pacientes con miomas uterinos: un debate sobre los mecanismos hipotéticos. *Hum Reprod* [Internet]. 2023;38(11):2045–54. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/humrep/dead194>
6. Gracia M, Rius M, Carmona F. Relevancia clínica de los miomas uterinos: epidemiología, factores de riesgo, factores protectores y fisiopatología. *Med Clin (Barc)* [Internet]. 2023;161:T1–4. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0025775323004396>
7. Grilli MN, Zencich D, Mejías C, Macció J, Forestieri OÁ, Uranga A. Miomatosis uterina. Universidad Nacional de La Plata (UNLP); 2022 Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/147699>
8. Rueda Hernández, B. A., Vega Murgueitio, J. D., Cando Cruz, L. A., Quisirumbay Nogales, H. A., Cangas Isacaz, A. G., Moposita Alvarado, M. M., Trejo Pincay, M. B., & Arias Rodríguez, F. D. 2024. Miomas uterinos: epidemiología actual, diagnóstico y tratamiento – revisión de la literatura. Florence: *Interdisciplinary Journal of Health and Sustainability*, 2(2), e24006. <https://doi.org/10.56183/sx582d21>

9. View of Miomas uterinos: epidemiología actual, diagnóstico y tratamiento – revisión de la literatura [Internet]. 2024. Sapienzaeditorial.com. [citado el 24 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://florence.sapienzaeditorial.com/index.php/home/article/view/25/26>
10. Ginecología y Obstetricia de México. Vol. 92. Nieto Editores; 2024. Sangrado uterino anormal: clasificación PALM-COEIN. Una actualización Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/ginobs/mex/gom-2024/gom2410f.pdf>
11. Debras E, Bouchghoul H, Vigoureux S, Neveu ME, Legendre G, Bendifallah S, et al. Mioma y embarazo. EMC - Ginecol-Obstet [Internet]. 2020;56(2):1–9. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/s1283-081x\(20\)43723-3](http://dx.doi.org/10.1016/s1283-081x(20)43723-3)
12. Palheta MS, Medeiros F das C, Severiano ARG. Informe de miomas uterinos en ecografías: una plantilla de informe ilustrada para la planificación quirúrgica. Radiol Bras [Internet]. 2023;56(2):86–94. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-3984.2022.0048>
13. ¿Qué es la Endoscopia Ginecológica? Clínica Eugin [Internet]. Clínica Eugin. 2020 [citado el 13 de junio de 2025]. Disponible en: <https://www.eugin.es/preguntas/endoscopia-ginecologica/>
14. La correspondencia: AP. “Comandante. Dr. Faustino Pérez Hernández”. Matanzas, histeroscopia videolaparoscópica. Cuba [Internet]. Medigraphic.com. [citado el 13 de junio de 2025]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/cubcir/rcc-2020/rcc203b.pdf>
15. Lopez C.H. Alaguero A. Cristóbal I. Abordaje de los miomas uterinos: aproximación al tratamiento médico. Suplemento 1:T15–21. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.medcli.2023.06.035>
16. Toncel Churio, C. M., & Gallego Vélez, L. I. (2022). Miomatosis uterina: enfoque terapéutico. *Curso De Actualización En Ginecología Y Obstetricia*, 25–34. Recuperado a partir de [https://revistas.udea.edu.co/index.php/ginecologia\\_y\\_obstetricia/article/view/3471](https://revistas.udea.edu.co/index.php/ginecologia_y_obstetricia/article/view/3471)

17. Goitia M, Andrés M, Aquesolo L, Azkuenaga A, Cearsolo A, de los Bueis J, et al. Tratamiento médico de los miomas uterinos. Del presente al futuro. Clin Invest Ginecol Obstet [Internet]. 2023;50(2):100845. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0210573X23000151>
18. Donnez J, Arriagada P, Donnez O, Dolmans MM. Opciones de tratamiento emergentes para los fibromas uterinos. Opinión de expertos sobre medicamentos emergentes [Internet]. 2020;23(1):17–23. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/14728214.2018.1446943>
19. Miomectomía [Internet]. MayoClinic.org. internet 2022. [citado el 13 de junio de 2025]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es/tests-procedures/myomectomy/about/pac-20384710>
20. Cañete Palomo ML. Técnicas no quirúrgicas para el tratamiento de los miomas uterinos: embolización de la arteria uterina (UAE), ultrasonidos focalizados de alta intensidad (HIFU) y ablación por radiofrecuencia (RFA). Med Clin (Barc) [Internet]. 2023;161 Suppl 1:S27–31. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.medcli.2023.07.007>
21. Mahmoud MZ, Alkhorayef M, Alzimami KS, Aljuhani MS, Sulieman A. High-intensity focused ultrasound (HIFU) in uterine fibroid treatment: Review study. Pol J Radiol [Internet]. 2020;79:384–90. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4218899/>
22. Anneveldt KJ, Verpalen IM, Nijholt IM, Dijkstra JR, van den Hoed RD, Van't Veer-Ten Kate M, Pesarrodonna A et al. Lessons learned during implementation of MR-guided High-Intensity Focused Ultrasound treatment of uterine fibroids. Insights Imaging [Internet]. 2021;12(1):188. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s13244-021-01128-w>
23. Zhao Y, Luo S, Liu Y, He Y, Liu X, Guohua H, et al. Tratamiento de adenomiosis con ultrasonidos focalizados de alta intensidad: comparación de eficacia basada en características de resonancia magnética. Int J Hyperthermia [Internet]. 2023;40(1):2197574. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/02656736.2023.2197574>

24. Athanasiou A, Fruscalzo A, Dedes I, Mueller MD, Londero AP, Marti C, et al. Avances en el tratamiento de la adenomiosis: Ultrasonido focalizado de alta intensidad, terapia percutánea con microondas y ablación por radiofrecuencia. *J Clin Med* [Internet]. 2024;13(19). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/jcm13195828>
25. Zhou Y, Ji X, Niu J, Sun T, Qian Z, Li Y, et al. Ultrasonido focalizado de alta intensidad guiado por ultrasonido para la desvascularización de fibromas uterinos: Un estudio de viabilidad. *Ultrasound Med Biol* [Internet]. 2021;47(9):2622–35. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2021.05.012>
26. Liu L, Wang T, Lei B. Ablación térmica guiada por imágenes en el tratamiento de la adenomiosis sintomática: una revisión sistemática y un metanálisis. *Int J Hyperthermia* [Internet]. 2021;38(1):948–62. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/02656736.2021.1939443>
27. Huang YF, Deng J, Wei XL, Sun X, Xue M, Zhu XG, et al. Comparación de los resultados reproductivos de pacientes con adenomiosis e infertilidad tratados con ultrasonido focalizado de alta intensidad y escisión laparoscópica. *Int J Hyperthermia* [Internet]. 2020;37(1):301–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/02656736.2020.1742390>
28. Gong C, Wang Y, Lv F, Zhang L, Wang Z. Evaluación del tratamiento con ultrasonidos focalizados de alta intensidad para diferentes tipos de adenomiosis según la clasificación de imágenes por resonancia magnética. *Int J Hyperthermia* [Internet]. 2022;39(1):530–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/02656736.2022.2052366>
29. Calaf J, Palacios S, Cristóbal I, Cañete ML, Monleón J, Fernández J, et al. Validación de la versión española del cuestionario Uterine Fibroid Symptom and Quality of Life (UFS-QoL) en mujeres con miomatosis uterina. *Med Clin (Barc)* [Internet]. 2020;154(6):207–13. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.medcli.2019.05.027>

30. Siedek F, Yeo SY, Heijman E, Grinstein O, Bratke G, Heneweer C, et al. Ultrasonido focalizado de alta intensidad guiado por resonancia magnética (MR-HIFU): antecedentes técnicos y descripción general de las aplicaciones clínicas actuales (parte 1). *Rofo* [Internet]. 2020;191(6):522–30. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1055/a-0817-5645>
31. Satorres E, Orive A, Ruiz C, Monleón J. Tratamiento quirúrgico de los miomas uterinos. *Med Clin (Barc)* [Internet]. 2023;161 Suplemento 1:S22–6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.medcli.2023.07.008>
32. Gracia M, Isern Quillet J. Controversias en el tratamiento de los miomas. *Clin Invest Ginecol Obstet* [Internet]. 2023;50(3):100854. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0210573X23000242>
33. Tecnología USg HIFU para tratamiento no quirúrgico de miomas uterinos [Internet]. 2023 *édicos Especialistas*. [citado el 24 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://www.doctorespecialistas.com/articulos/tecnologia-hifu-para-tratamiento-no-quirurgico-miomas-uterinos>
34. Arabi YM, Vega TR. Terapia de fibromas uterinos con ultrasonido focalizado de alta intensidad [Internet]. *Sld.cu*. [citado el 24 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://revcimeq.sld.cu/index.php/imq/article/viewFile/819/855>
35. Bradley LD, Pasic RP, Miller LE. Rendimiento clínico de la ablación por radiofrecuencia para el tratamiento de los miomas uterinos: revisión sistemática y metaanálisis de estudios prospectivos. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* [Internet]. 2020;29(12):1507–17. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1089/lap.2019.0550>
36. Mension E, Calaf J, Chapron C, Dolmans MM, Donnez J, Marcellin L, et al. Una actualización sobre el manejo de los miomas uterinos: ¿medicina personalizada o pautas? *J Trastorno endométrico uterino* [Internet]. 2024;7(100080):100080. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jeud.2024.100080>
37. Revisión pictórica por RM de la clasificación de la FIGO para los leiomiomas [Internet]. *Cbseram.com*. 2021 [citado el 24 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://cbseram.com/2021/06/15/revision-pictorica-por-rm-de-la-clasificacion-de-la-figo-para-los-leiomiomas/>

38. Peña Solís LD, Mena Villarroel LB. Leiomioma uterino: opciones terapéuticas actuales. *Ciencia Latina* [Internet]. 2023 [citado el 24 de septiembre de 2024];7(1):2896–908. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/4633>
39. Kurban LAS, Metwally H, Abdullah M, Kerban A, Oulhaj A, Alkoteesh JA. Embolización de la arteria uterina de leiomiomas uterinos: características predictivas de la respuesta volumétrica en la resonancia magnética. *AJR Am J Roentgenol* [Internet]. 2021;216(4):967–74. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2214/ajr.20.22906>
40. Mahmoud MZ, Alkhorayef M, Alzimami KS, Aljuhani MS, Sulieman A. Ultrasonido focalizado de alta intensidad (HIFU) en el tratamiento de los fibromas uterinos: estudio de revisión. *Pol J Radiol* [Internet]. 2020;79:384–90. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.12659/PJR.891110>
41. Li F, Chen J, Yin L, Zeng D, Wang L, Tao H, et al. HIFU como modalidad alternativa para pacientes con fibromas uterinos que requieren tratamiento para preservar la fertilidad. *Int J Hyperthermia* [Internet]. 2023;40(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/02656736.2022.2155077>
42. Zhang Q, Liang X, Chen Z. An updated review of thermal ablation technology for uterine fibroids and adenomyosis: Focusing on protecting fertility. *Int J Womens Health* [Internet]. 2024 [citado el 14 de junio de 2025];16:1551–63. Disponible en: <https://www.dovepress.com/an-updated-review-of-thermal-ablation-technology-for-uterine-fibroids--peer-reviewed-fulltext-article-IJWH>
43. Suomi V, Komar G, Sainio T, Joronen K, Perheentupa A, Blanco Sequeiros R. Comprehensive feature selection for classifying the treatment outcome of high-intensity ultrasound therapy in uterine fibroids. *Sci Rep* [Internet]. 2020 [citado el 14 de junio de 2025];9(1):10907. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-019-47484-y>
44. Zhang G, Li L, Sun M, Yu X. Progress in high intensity focused ultrasound ablation for fertility preservation therapy of uterine fibroids and adenomyosis. *Reprod Sci* [Internet]. 2025;32(1):15–25. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11729086/>

45. Ali MM, Raphael Mpehle C, Olusola E, Ratshabedi PK, Ragab Shehata A, Ashraf Youssef M, et al. A systematic review of the side effects of high-intensity focused ultrasound ablation of uterine fibroids. Proc (Bayl Univ Med Cent) [Internet]. 2024;37(6):947–56. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11492634/>
46. WebPathology. Leiomyoma of Uterus [Internet]. 2020 [citado el 24 de septiembre de 2024]; Disponible en: <https://www.webpathology.com/images/gynecologic/uterus/uterine-smooth-muscle-tumors/38946>
47. Mension E, Calaf J, Chapron C, Dolmans MM, Donnez J, Marcellin L, et al. An update on the management of uterine fibroids: personalized medicine or guidelines? J Endometriosis Uterine Disord. [Internet]. 2024 [citado el 24 de septiembre de 2024] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2949838424000227>
48. Revista de la Sociedad Española Multidisciplinar del Dolor [Internet]. 2022. Mpainjournal.com. [citado el 27 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.mpainjournal.com/actualizacion-en-farmacologia-de-los-antinflamatorios-no-esteroides-actualizacion1192>
49. Tranexámico A. 1. NOMBRE DEL PRINCIPIO ACTIVO [Internet]. Gob.ve. [citado el 27 de julio de 2025]. Disponible en: [https://inhrr.gob.ve/fichasfarma/archivos/20221129170948\\_1159.pdf](https://inhrr.gob.ve/fichasfarma/archivos/20221129170948_1159.pdf)
50. sulfato ferroso [Internet]. Glowm.com. [citado el 27 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.glowm.com/resources/glowm/cd/pages/drugs/f011.html>
51. Sociedad Obstetricia Ginecología de Venezuela, Bajares de Lilue M, Sociedad Venezolana de Endocrinología y Metabolismo, Sociedad Venezolana de Menopausia y Osteoporosis, Pizzi La Veglia R. Consenso Anticoncepción Hormonal. Actualización 2023. CAPÍTULO 2. Aspectos farmacológicos de la anticoncepción hormonal. Rev Obstet Ginecol Venez [Internet]. 2024;84(Sup 1):5–26. Disponible en: <https://www.sogvzla.org/wp-content/uploads/2024/01/CAPITULO-2-vol-84-2024.pdf>

52. Martínez F, Haimovich S, Avecilla-Palau A, Bugella I, Giménez E, Yáñez E. DIU de levonorgestrel como método anticonceptivo: aceptación, continuidad y asesoramiento en España. *Prog Obstet Ginecol (Internet)* [Internet]. 2008 [citado el 28 de julio de 2025];51(11):664–72. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-progresos-obstetricia-ginecologia-151-articulo-diu-levonorgestrel-como-metodo-anticonceptivo-S0304501308763040>
53. Capezzuoli T, Rossi M, La Torre F, Vannuccini S, Petraglia F. Medicamentos hormonales para el tratamiento de la endometriosis. *Curr Opin Pharmacol* [Internet]. 2022;67(102311):102311. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.coph.2022.102311>
54. Wagenfeld A, Saunders PTK, Whitaker L, Critchley HOD. Moduladores selectivos del receptor de progesterona (SPRM): acción del receptor de progesterona, mecanismo de acción en el endometrio y opciones de tratamiento en terapias ginecológicas. *Expert Opin Ther Targets* [Internet]. 2020;20(9):1045–54. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/14728222.2016.1180368>
55. Rosato E, Farris M, Bastianelli C. Mecanismo de acción del acetato de ulipristal para la anticoncepción de emergencia: Una revisión sistemática. *Front Pharmacol* [Internet]. 2020;6:315. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fphar.2015.00315>
56. Anneveldt KJ, Verpalen IM, Nijholt IM, Dijkstra JR, van den Hoed RD, Van't Veer-Ten Kate M, et al. Lessons learned during implementation of MR-guided High-Intensity Focused Ultrasound treatment of uterine fibroids. *Insights Imaging* [Internet]. 2021;12(1):188. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s13244-021-01128-w>
57. Li B, Wang F, Chen L, Tong H. Características epidemiológicas globales de los fibromas uterinos. *Arch Med Sci* [Internet]. 2023 [citado el 24 de septiembre de 2025];19(6):1802–10. Disponible en: <https://www.archivesofmedicalscience.com/Global-epidemiological-characteristics-of-uterine-fibroids,171786,0,2.html>
58. Barjon K, Kahn J, Singh M. Uterine leiomyomata. En: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. [Internet]. 2023 [citado el 24 de septiembre de

- 2024];18(8):1603–14. Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK546680/#article-21734.s6>
59. Gemici A, Tapisiz OL. The meaning and management of uterine fibroids in pregnancy: a narrative review of the literature. *Gynecol Pelvic Med* [Internet]. 2023 [citado el 12 de septiembre de 2024];6(0):15–15. Disponible en:  
<https://gpm.amegroups.org/article/view/9358/html>
60. Zhou Y, Chen P, Ji X, Sun T, Li Y, Yuan J, et al. Eficacia a largo plazo de la desvascularización de fibromas con ultrasonido focalizado de alta intensidad guiado por ultrasonido. *Acad Radiol* [Internet]. 2024;31(5):1931–9. Disponible en:  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.acra.2023.10.045>
61. Arabi DYM, Vega LTR, Chiralde ILA. Ultrasonido enfocado de alta intensidad: terapia de fibromas uterinos en Centro de Investigaciones Médico Quirúrgicas [Internet]. 2021 Sld.cu. [citado el 15 de agosto de 2025]. Disponible en:  
<https://eventosimagenologia.sld.cu/index.php/Imagenologia23/2023/paper/viewFile/66/54>
62. Xue H, Wu S, Xiao K, Ding G, Chen S. Características ecográficas de los miomas uterinos que predicen la tasa de ablación y la eficacia del ultrasonido focalizado de alta intensidad. *Front Oncol* [Internet]. 2024;14:1451626. Disponible en:  
<http://dx.doi.org/10.3389/fonc.2024.1451626>
63. Nyangoh Timoh K, Mairé M, Robin F, Dion L, Brousse S, Levêque J, et al. Anatomía clínica del aparato genital femenino. *EMC - Ginecol-Obstet* [Internet]. 2023;59(3):1–18. Disponible en:  
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1283081X23479751>
64. Elaboración ARF. GUÍA DE PRÁCTICA CLÍNICA PARA EL MANEJO DE LOS MIOMAS UTERINOS [Internet]. Sagoandalucia.com. [citado el 2 de septiembre de 2025]. Disponible en:  
<https://sagoandalucia.com/docs/guias/Ginecologia/miomasUterinos.pdf>

## 6. ANEXOS

**Tabla 10. Escala SIR para complicaciones postratamiento**

Calificación	
A	Sin terapia. No hay consecuencias.
B	Terapia nominal, sin consecuencias; incluye ingreso nocturno solo para observación.
Do	Requiere terapia, hospitalización menor (48 h)
D	Requiere terapia mayor, aumento no planificado del nivel de atención, hospitalización prolongada (48 h)
Mi	Secuelas adversas permanentes
F	Muerte

Fuente: Yi Zhao et al, 2023.

**Tabla 11. Sintomatología posterior a la ablación con HIFU.**

Escala SIR	Efectos adversos	Caso (n) y proporción (%)	Duración (h o d)
Grado A	Dolor abdominal bajo	26 (11,45)	1-24 horas
	Dolor sacrococcigeo	7 ( 3,08)	1-24 horas
	Disfunción sensoriomotora de las extremidades inferiores	2 (0,88)	1-7 días
	Flujo vaginal	4 (1,76)	2-5 días
	Lesiones por escaldadura de primer grado	5 (2.2)	3-7 días
	Naúseas y vómitos	5 (2.2)	2-12 horas
	Hematuria	2 (0,88)	2-24 horas
Grado B	Neurotoxicidad	2 (0,88)	2-9 días
	Inflamación pélvica	1 (0,44)	3-11 días
Grado C	Sin síntomas	0	-

Fuente: Yi Zhao et al, 2023.