

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER
en
Biología y Tecnología Aplicada a la
Reproducción Humana Asistida

**EL VARICOCELE Y LA EFICACIA DE SUS
TRATAMIENTOS**

Autor: Sandra Fernández Sánchez

Tutor: María Gaytán Muñoz

Alcobendas, Septiembre 2025

Índice

Resumen y palabras clave.....	3
1. Introducción.....	5
2. Material y método.....	6
3. Revisión bibliográfica.....	6
3.1. Definición y fisiopatología del varicocele.....	6
3.2. Manifestaciones clínicas.....	8
3.3. Diagnóstico.....	8
3.4. Parámetros hormonales	9
3.5. Tratamientos del varicocele.....	11
3.5.1. Tratamientos quirúrgicos.....	13
3.5.2. Tratamiento radiológico.....	16
3.6. Tratamiento del varicocele con Reproducción Asistida.....	18
3.7. Resultados del tratamiento.....	20
3.8. Seguimiento clínico postratamiento.....	24
4. Discusión.....	26
5. Conclusiones.....	28
6. Bibliografía.....	30

Resumen

El varicocele es una dilatación patológica de las venas del plexo pampiniforme que genera reflujo venoso y un aumento de la temperatura testicular, produciendo hipoxia, estrés oxidativo y fragmentación del ADN espermático. Estas alteraciones afectan tanto a la función espermatogénica como endocrina, contribuyendo a la infertilidad masculina. Estos efectos no solo afectan a la capacidad reproductiva del varón, sino que también repercuten en la pareja, incrementando la demanda de consultas médicas y tratamientos de fertilidad, con el consiguiente impacto económico, emocional y social. La solución más aceptada radica en el tratamiento quirúrgico o endovascular. Entre ellos, la varicolectomía microquirúrgica subinguinal se considera el estándar de referencia, gracias a su alta eficacia y baja tasa de complicaciones. Alternativamente, la embolización radiológica ofrece un abordaje mínimamente invasivo con recuperación rápida. Estas intervenciones, acompañadas de un seguimiento clínico adecuado, permiten mejorar el pronóstico reproductivo y, en muchos casos, restaurar la fertilidad natural, reduciendo así la necesidad de recurrir a técnicas de reproducción asistida.

Palabras clave

Varicocele, varicolectomía microquirúrgica, vena espermática, infertilidad masculina, tratamiento quirúrgico, espermatogénesis.

Abstract

Varicocele is a pathological dilation of the veins of the pampiniform plexus that causes venous reflux and an increase in testicular temperature, leading to hypoxia, oxidative stress, and sperm DNA fragmentation. These alterations affect both spermatogenic and endocrine function, contributing to male infertility. These effects not only affect the reproductive capacity of the male, but also have repercussions on the couple, increasing the demand for medical consultations and fertility treatments, with the consequent economic, emotional and social impact. The most widely accepted solution is surgical or endovascular treatment. Among these, subinguinal microsurgical varicolectomy is considered the gold standard, thanks to its high efficacy and low complication rate. Alternatively, radiological embolisation offers a minimally invasive approach with rapid recovery. These interventions, accompanied by adequate clinical follow-up, improve the

reproductive prognosis and, in many cases, restore natural fertility, thus reducing the need for assisted reproduction techniques.

Keywords

Varicocele, microsurgical varicocelectomy, spermatic vein, male infertility, surgical treatment, spermatogenesis.

1. INTRODUCCIÓN

El varicocele representa una de las principales causas tratables de infertilidad masculina. Esta patología se presenta en alrededor del 15% de los hombres y está vinculado con la infertilidad en una proporción significativa de los casos. Se estima que contribuye como causa primaria en cerca del 40% de los varones infértiles y como factor secundario en aproximadamente el 80%. Debido a ello, se reconoce como la principal alteración masculina que puede ser corregida para mejorar la fertilidad. No obstante, a pesar de su frecuencia en la población con problemas reproductivos, una gran parte de los hombres con varicocele no llegan a presentar dificultades para concebir. Aproximadamente, en el 90% de los casos, se localiza en el lado izquierdo debido a las condiciones anatómicas de las venas. Estas, forman un ángulo recto al unirse a la vena renal izquierda, lo que conduce a un aumento de la resistencia al flujo sanguíneo. Casi en el 3 % de los casos solo es detectable en el lado derecho y en un 10%, de manera bilateral (Dou *et al.*, 2024).

La problemática surge de la falta de consenso en torno a qué pacientes realmente se benefician de la corrección quirúrgica o radiológica, así como de la variabilidad en los resultados reproductivos. Además, a menudo, un gran número de hombres sin problemas de fertilidad son sometidos a tratamientos excesivos, por lo que aún no está claro qué pacientes son candidatos para beneficiarse de los tratamientos (Crafa *et al.*, 2024).

Los mecanismos exactos por lo que la fertilidad masculina se ve afectada, aún no están claros. El debate está comprendido entre el incremento de presión venosa, el estrés oxidativo y el aumento de la temperatura escrotal, que afectaría a la espermatogénesis y por consecuencia, a la calidad seminal (Wang *et al.*, 2024).

La hipótesis de este trabajo plantea que la elección adecuada del tratamiento -basada en criterios clínicos, seminales y hormonales- mejora significativamente la función testicular y la fertilidad, especialmente cuando se emplean técnicas microquirúrgicas o mínimamente invasivas.

Hoy en día, existe la necesidad de profundizar en la eficacia comparativa de los tratamientos existentes, sus indicaciones y complicaciones, dado que la infertilidad masculina supone un problema creciente en la práctica clínica y social. Por ello, este trabajo busca aportar una visión crítica y actualizada que contribuya a orientar decisiones terapéuticas más precisas y efectivas en pacientes con varicocele. Así se puede establecer

como objetivo de este trabajo analizar en profundidad los distintos tratamientos disponibles para el varicocele, evaluando su eficacia clínica, indicaciones, complicaciones y su impacto sobre los parámetros reproductivos masculinos, con especial atención a los avances en técnicas microquirúrgicas y mínimamente invasivas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo una investigación bibliográfica sin restricciones de idioma y región geográfica comprendida entre los años 1995 y 2025. Dicha búsqueda se realizó en las bases de datos PubMed, Embase, Web of Science y Medline. Una vez realizada la búsqueda basada en palabras clave relacionadas con el tema elegido, se hizo una revisión de la literatura para identificar aquellos artículos de interés.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Definición y fisiopatología del varicocele

El varicocele corresponde a una dilatación patológica de las venas que conforman el cordón espermático que provoca un reflujo o insuficiencia sanguínea causado por un fallo en las válvulas venosas. Debido al estancamiento de sangre, se generan diversos fallos funcionales a nivel testicular, ya que causa un aumento en la temperatura, hipoxia tisular y estrés oxidativo, afectando así a la función espermatogénica y endocrina. (Li et al., 2022). Su presentación es más habitual en varones jóvenes y suele localizarse en el lado izquierdo. Esto se explica por razones anatómicas, ya que la vena espermática izquierda desemboca en la vena renal con un ángulo recto, lo que aumenta la resistencia al flujo sanguíneo y eleva la presión en la región. Aunque algunos pacientes permanecen asintomáticos, otros pueden manifestar dolor escrotal, sensación de pesadez o descubrir la patología en el contexto de un estudio por infertilidad (Huyghe *et al.*, 2023).

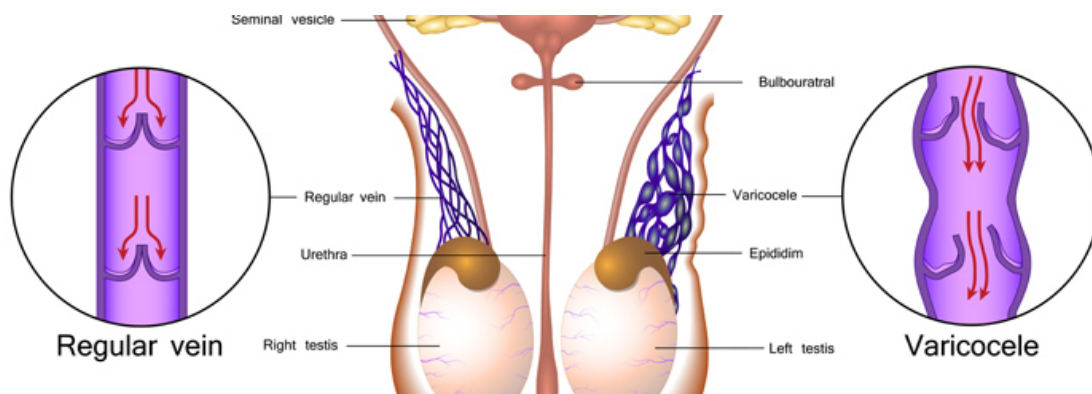


Imagen 1. Representación anatómica de un testículo sin varicocele y un testículo con varicocele. Imagen obtenida de María Jesús Gil Sanz. Jefa del Servicio de Urología del Hospital Universitario Miguel Servet en Zaragoza.

El varicocele se puede clasificar en 3 grados según la clasificación de Dubin y Amelar (1970). Esta clasificación consiste en palpar el varicocele en diversas condiciones:

-Grado 1: es el más leve. Este tipo de varicocele no se puede palpar en estado de reposo. Sólo es detectable con la realización de la maniobra de Valsalva. Este grado suele estar asociado con una menor afectación testicular. Incluso, es posible realizar un seguimiento sin tratamiento ya que este tipo de pacientes suelen ser asintomáticos. Se puede detectar un reflujo venoso a causa de la maniobra de Valsalva utilizando la ecografía Doppler, aunque el diámetro venoso sea inferior a 3 mm en reposo (Kalantan *et al.*, 2023).

-Grado 2: este grado es de nivel moderado. El varicocele se puede palpar sin tener que llevar a cabo la maniobra de Valsalva, sin embargo, no es detectable a simple vista. Se puede palpar en posición erguida las venas dilatadas y suele estar asociado a parámetros seminales anormales. En este caso la dilatación venosa es superior a 3 mm y existe un reflujo venoso mantenido (Kalantan *et al.*, 2023).

-Grado 3: este grado es el nivel más severo. El varicocele se puede detectar a simple vista y es palpable en reposo, sin tener que realizar la maniobra de Valsalva. El escroto adopta una imagen venosa característica, también llamada “bolsa de gusanos”. Este grado consta de un mayor daño testicular con diversas alteraciones tanto en parámetros seminales como a nivel hormonal, llegando incluso a la atrofia testicular. El paciente suele presentar una gran dilatación venosa con un reflujo espontáneo y persistente, y una asimetría en cuanto al tamaño de los testículos (ya sea por atrofia o por aumento de tamaño) (Kalantan *et al.*, 2023).

El varicocele también puede presentarse como varicocele subclínico, este sólo es detectable mediante ecografía Doppler. Este tipo de varicocele consta de una dilatación venosa inferior a 3 mm y un reflujo inducido por la maniobra de Valsalva. Habitualmente no es tratado, salvo en aquellos casos donde haya constancia de alteraciones progresivas en parámetros seminales, infertilidad idiopática que justifique la disfunción testicular u otros factores graves (Huang *et al.*, 2024).

3.2. Manifestaciones clínicas

El varicocele puede darse de forma asintomática, lo que se conoce como varicocele subclínico, el cual se ha mencionado anteriormente, y detectarse de forma accidental durante una evaluación debido a problemas de fertilidad; o, por el contrario, presentar síntomas. Los síntomas más comunes son dolor testicular, aumento de la temperatura testicular y sensación de pesadez escrotal (Kalantan *et al.*, 2023).

En la adolescencia, esta patología suele detectarse por un retraso en el desarrollo del testículo afectado y en adultos, su detección esta más relacionada con dificultad reproductiva (Yamamoto *et al.*, 1995).

Actualmente, diversos estudios han demostrado cómo afecta el varicocele a la fertilidad masculina. En todos ellos, este efecto se relaciona con la elevación de la temperatura escrotal, la hipoxia, el incremento del estrés oxidativo y la fragmentación del ADN espermático, factores que deterioran tanto la calidad seminal como el potencial reproductivo (Wang *et al.*, 2024) (Ramon *et al.*, 2024).

3.3. Diagnóstico

El diagnóstico del varicocele es clínico y se basa en el hallazgo de una masa tumoral blanda y serpiginosa, tanto en la parte anterior como posterior del hemiescrotal. Se realiza al paciente un examen físico en posición acostada, en posición erguida y, por último, realizando la maniobra de Valsalva. Esta maniobra permite descubrir un varicocele clínico no palpado en reposo, agudizando así el examen físico (Huyghe *et al.*, 2023). La ecografía Doppler permite medir el calibre venoso con un diámetro superior a 3 mm (a partir de esta medida se considera patológico), además, permite detectar la existencia de reflujo venoso. El examen ecográfico se extiende al abdomen si el varicocele es grande,

de reciente aparición y si persiste en posición acostada. En algunos casos donde se dificulta la valoración; como es el caso de hombres obesos con un escroto grueso o en caso de duda diagnóstica; se realiza una tomografía o una resonancia magnética, principalmente para descartar compresiones venosas. Asimismo, un análisis completo de semen y un análisis hormonal culminan la evaluación en aquellos pacientes con sospecha funcional testicular (Crafa *et al.*, 2024).

El varicocele está subdiagnosticado en hombres cuya evaluación es debida a infertilidad a causa de la inconsistencia del examen clínico, por lo que se recomendaría un protocolo estandarizado (Huyghe *et al.*, 2023).

3.4. Parámetros hormonales

Actualmente, encontramos pacientes con varicocele con una mayor probabilidad de presentar infertilidad debido a una incorrecta función testicular. Esto se debe a que dicha patología puede afectar al eje hipotálamo-hipófisis-gonadal (HHG) (Huyghe *et al.*, 2023).

El testículo está constituido por las células mesenquimatosas, las células de Sertoli y las células germinales espermatozoides. Dichas células desempeñan funciones dentro de la espermatogénesis; proceso por el cual se forman los espermatozoides maduros gracias a la regulación hormonal que desempeña el eje hipotálamo-hipófisis-gonadal (Tian *et al.*, 2023).

Para llevar a cabo una correcta espermatogénesis, las células de Leydig producen testosterona y su secreción está regulada positivamente por la hormona luteinizante (LH) hipofisiaria. Por otro lado, también participan las células de Sertoli, localizadas dentro del tubo seminífero. Estas células están reguladas por la hormona foliculoestimulante (FSH) y se encargan de producir inhibina B; cuya acción regula negativamente la secreción de FSH mediante retroalimentación negativa. Gracias a esta red hormonal regulada, se puede evaluar la función testicular mediante la medición de la testosterona, como marcador de la actividad de las células de Leydig, y de la inhibina B, como marcador de la actividad de las células de Sertoli. Por tanto, si existen cambios en los niveles de hormona sérica e inhibina, también existen cambios a nivel funcional en los testículos (Tian *et al.*, 2023).

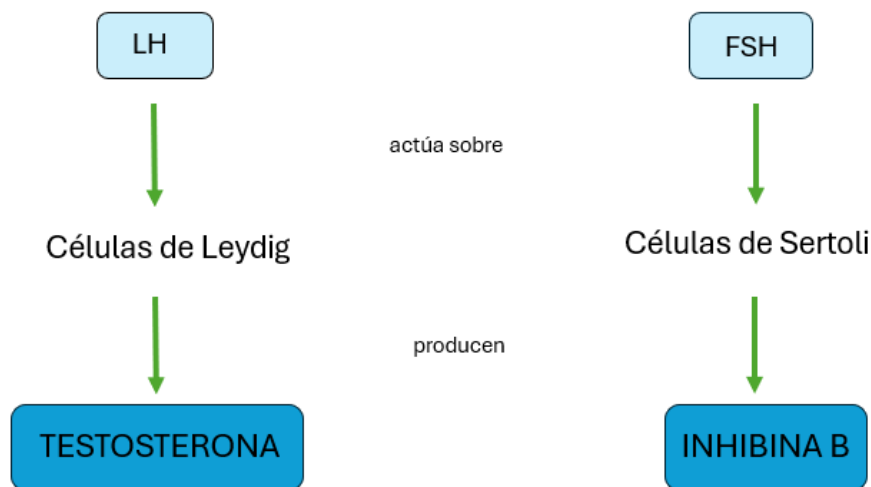


Imagen 2. Esquema donde se representa de forma visual las hormonas LH y FSH, donde se indica sobre qué células actúan y su relación con la producción de testosterona e inhibina b.
Elaboración propia.

En pacientes afectados por varicocele, se ha observado una disminución progresiva de los niveles séricos de testosterona (siendo esa disminución más pronunciada en varicoceles de grado II y III) y una disminución en los niveles séricos de inhibina B. Asimismo, el varicocele también afecta a la expresión y actividad de la enzima *5α-reductasa*. Esta enzima se expresa en las células de Sertoli y en las células de Leydig y se encarga de catalizar la conversión de testosterona en *5α*-dihidrotestosterona (DHT) (Tian *et al.*, 2023). Algunos estudios realizados a pacientes, se ha observado niveles séricos más bajos de DHT que en hombres que no presentan la patología, obteniendo una menor estimulación androgénica, impactando tanto en la producción de espermatozoides como en la calidad del entorno androgénico necesario para la fertilidad masculina (Crafa *et al.*, 2025).

En resumen, el varicocele causa una alteración en la función endocrina testicular provocando una disminución en los niveles séricos de testosterona e inhibina B junto con un aumento en los niveles de FSH y LH como respuesta a la retroalimentación negativa del eje hipotálamo-hipofisiario-gonadal.

3.5. Tratamientos del varicocele

El objetivo principal del tratamiento del varicocele es corregir el flujo venoso patológico existente en los testículos con el drenaje de la vena renal y una consecutiva disminución de la presión venosa renal. La vena espermática se conecta a la vena epigástrica superior o inferior con el objetivo de reconstruir un canal capaz de drenar el flujo sanguíneo testicular. Gracias a esta intervención, se impide el reflujo de la vena espermática y se restaura el retorno venoso del testículo mejorando así, la calidad seminal, la función endocrina y aliviar en aquellos casos que exista una sintomatología dolorosa (Wan *et al.*, 2022).

Es importante detectar y tratar un varicocele clínico ya que, de lo contrario, puede dar lugar a un deterioro progresivo de los parámetros seminales llegando a comprometer la fertilidad futura del paciente. El tipo de tratamiento dependerá del grado de afectación, salud y posibilidad de realizar una intervención quirúrgica; debe adaptarse a cada paciente según los síntomas clínicos que presente, la calidad seminal analizada, la gravedad de varicocele y la presencia o no de otras complicaciones (Dou *et al.*, 2024).

El tratamiento del varicocele no está indicado para todos los pacientes, ya que existen casos en los que la patología no interfiere en la función testicular o en la fertilidad, como es el caso del varicocele subclínico (salvo en hallazgos seminales patológicos sin causa justificable). Por ello, existen ciertos criterios en los que el profesional de la salud se basa para aplicar un tratamiento u otro. Algunos criterios son: la historia clínica, la calidad de los seminogramas y el estado endocrino. Por ello, es fundamental que cada paciente sea atendido y tratado de forma individualizada.

Normalmente, como norma general, para que el tratamiento del varicocele esté justificado, el paciente debe presentar un varicocele clínico palpable evidente en la exploración física y no únicamente detectado por ecografía (como es el caso del varicocele subclínico). Además, debe presentar parámetros seminales alterados como oligozoospermia, astenozoospermia, teratozoospermia o una combinación de estas. También debe existir infertilidad masculina primaria o secundaria; dolor escrotal persistente atribuible al varicocele, que no mejora con antiinflamatorios; hipotrofia o disminución del volumen testicular en varones jóvenes (diferencia superior al 20% asociada a un testículo ipsilateral de menor tamaño) y alteraciones hormonales asociadas, ya que se ha demostrado que algunos pacientes presentan niveles de testosterona muy reducidos asociadas a la disfunción de las células de Leydig (Male Infertility Best Practice

Policy Committee of the American Urological Association, & Practice Committee of the American Society for Reproductive Medicine, 2004).

Tabla 1. Condiciones para el tratamiento del varicocele. Elaboración propia.

Categoría	Condiciones clínicas	Observaciones
Indicaciones absolutas	<ul style="list-style-type: none"> - Varicocele clínico palpable con alteraciones en los parámetros seminales. - Infertilidad masculina (primaria o secundaria) en pareja con deseo reproductivo. - Dolor escrotal crónico persistente atribuible al varicocele. - Adolescente con varicocele y testículo ipsilateral hipotrófico (>20% diferencia de volumen). 	Evidencia sólida de mejoría seminal y, en muchos casos, de la fertilidad tras la corrección.
Indicaciones relativas	<ul style="list-style-type: none"> - Niveles séricos bajos de testosterona asociados a disfunción testicular. - Pacientes con parámetros seminales en el límite de la normalidad, pero con infertilidad de larga evolución. - Pacientes sometidos a técnicas de reproducción asistida donde se busca optimizar parámetros seminales. 	El beneficio puede ser variable; la decisión debe individualizarse.
Contraindicaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Varicocele subclínico diagnosticado solo por ecografía. - Pacientes asintomáticos sin deseo reproductivo. - Varones con parámetros seminales normales y sin hipotrofia testicular. - Pacientes con comorbilidades graves que contraindiquen anestesia o procedimientos invasivos. 	El tratamiento en estos casos no aporta beneficios demostrados y expone al paciente a riesgos innecesarios.

La Asociación Europea de Urología (AEU) afirma que para que un varicocele pueda ser tratado, debe cumplir los siguientes criterios: el adulto presente parámetros de semen alterados con índices de fragmentación del ADN anormales e infertilidad desconocida.

Por el contrario, el Instituto Nacional para la Salud y la Excelencia Clínica sobre el tratamiento de la infertilidad, establece que no se debe ofrecer cirugía como tratamiento a los hombres que presenten varicocele ya que no confirma que se mejoren las tasas de embarazo.

En resumen, un gran número de pacientes con varicocele no experimenta dificultades reproductivas. Por esta razón, todavía no existe una clasificación universalmente aceptada que recopile la gravedad del varicocele. Esto conlleva diversos problemas como, una alta heterogeneidad a la hora de enfrentar esta patología, ya que, aún se debate qué parámetros podrían usarse para predecir que pacientes con varicocele se beneficiarían de su resolución (Fallara *et al.*, 2023).

Para tratar esta patología cuyo objetivo es liberar la sobrecarga de sangre y la dilatación del plexo pampiniforme, se puede optar por diversos procedimientos quirúrgicos y radiológicos. Este objetivo se logra gracias a la desconexión de la vena testicular varicosa o de alguna de sus ramas que permite restablecer un flujo sanguíneo normal a través de otras venas no varicosas que drenan en la vena ilíaca externa e interna (Zengerling, 2022).

A continuación, se va a describir cada una de las opciones terapéuticas disponibles agrupadas en dos grandes categorías: tratamientos quirúrgicos y tratamientos radiológicos intervencionistas (embolización percutánea). La elección del abordaje terapéutico debe ser individualizada, teniendo en cuenta factores como la edad del paciente, el deseo reproductivo, la gravedad del varicocele, las alteraciones en los parámetros seminales y la presencia de síntomas clínicos.

3.5.1. Tratamientos quirúrgicos

La varicocelectomía es el procedimiento quirúrgico basado en la ligadura o extirpación de las venas espermática afectadas para corregir las anomalías en las venas del escroto y así, conseguir la reparación del varicocele. Existen diferentes técnicas quirúrgicas cuya aplicación se remite a la anatomía, instrumental aplicado y la tasa de complicaciones (Ramon *et al.*, 2024).

Las técnicas quirúrgicas más comunes son la varicocelectomía inguinal abierta según Ivanissevich (sin microscopio quirúrgico), la varicocelectomía microquirúrgica subinguinal abierta (con microscopio quirúrgico o lupas) y el clipping retroperitoneal transperitoneal de la vena testicular (denominado varicocelectomía laparoscópica a continuación). Este último procedimiento ha reemplazado en gran medida la varicocelectomía retroperitoneal abierta según Palomo debido a su menor invasividad y menores efectos secundarios (Persad *et al.*, 2021). Cada una de las técnicas conllevan

riesgos de recidiva de varicocele, una posible lesión de la arteria testicular con consiguiente atrofia del testículo y la formación de una hidrocele (Wan *et al.*, 2022).

-Varicocelectomía Abierta (Técnicas de Palomo e Ivanissevich)

- **Técnica de Ivanissevich:** Consiste en una incisión inguinal sobre el canal inguinal, dando lugar a un acceso directo a las venas espermáticas internas. A continuación, se procede con la ligadura de las venas dilatadas respetando la arteria testicular. Aunque resulte una técnica aparentemente sencilla de ejecutar, presenta la dificultad para identificar y preservar los vasos linfáticos, aumentando el riesgo de padecer hidrocele post operatorio (Huyghe *et al.*, 2023).
- **Técnica de Palomo:** Se diferencia con respecto a la técnica anterior en que la incisión se lleva a cabo en la región retroperitoneal, justo por encima del anillo inguinal interno, dejando a las venas testiculares en un plano más proximal (Huyghe *et al.*, 2023).

Ambas técnicas son efectivas, sin embargo, presentan mayor riesgo de complicaciones.

-Varicocelectomía Laparoscópica

Es una alternativa a la cirugía abierta. Está indicada especialmente en casos bilaterales o cuando se desea un acceso más controlado. A diferencia de los procedimientos abiertos clásicos, este método permite una visión ampliada y detallada de las estructuras vasculares, lo que facilita la identificación de las venas espermáticas y su ligadura selectiva, minimizando el riesgo de dañar arterias, vasos linfáticos y otras estructuras adyacentes. Esta técnica presenta la ventaja de poder abordar ambos cordones espermáticos y reducir el dolor postoperatorio si se compara con las cirugías abiertas. Requiere anestesia general, un equipo especializado y una formación más distintiva al profesional que la realiza. Como desventaja presenta un mayor coste y tiempo quirúrgico (Li *et al.*, 2022).

-Varicocelectomía microquirúrgica subinguinal

Actualmente es la técnica elegida para el tratamiento quirúrgico del varicocele de tipo clínico con síntomas de incomodidad perineal. Es una técnica de ligadura selectiva de venas espermáticas realizada bajo aumento óptico (microscopio quirúrgico o lupas de gran magnificación) que preserva ciertas estructuras como la arteria testicular, los vasos

linfáticos y el conducto deferente que impide que aumente el riesgo de hidrocele y atrofia (Huyghe *et al.*, 2023). El procedimiento se realiza habitualmente bajo anestesia local con sedación o, en algunos casos, anestesia general, dependiendo de las características del paciente y de la preferencia del cirujano. El abordaje más común es el subinguinal, mediante una pequeña incisión de dos a tres centímetros situada justo por debajo del anillo inguinal externo. A través de esta apertura se identifica y se exterioriza el cordón espermático, que se coloca sobre un separador blando para facilitar su manipulación.

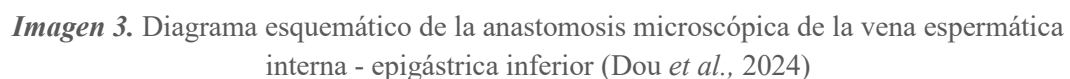
Una vez expuesto, se procede a la apertura de la fascia espermática y, si es necesario, a la disección parcial de las fibras cremastéricas. Bajo aumento óptico, el cirujano identifica de forma meticulosa las venas espermáticas internas. Paralelamente, se localizan y preservan las arterias testiculares y deferenciales, además de los conductos linfáticos.

El paso fundamental de la cirugía es la ligadura selectiva de las venas patológicas. Cada vaso es aislado cuidadosamente, ligado de forma segura con suturas finas no reabsorbibles o con microclips y, posteriormente, seccionado para garantizar su oclusión. Durante este proceso, es frecuente que el cirujano solicite una maniobra de Valsalva al paciente (si está bajo anestesia ligera) o la simule con un aumento de presión intraabdominal, lo que permite evidenciar venas colaterales que podrían pasar inadvertidas y provocar una recidiva en el futuro.

Una vez completada la ligadura, el cordón se recoloca en su posición original, se cierran los planos quirúrgicos con sutura absorbible y se aplica un vendaje compresivo junto con un suspensorio escrotal para favorecer el confort postoperatorio.

La recuperación tras una varicocelectomía microquirúrgica suele ser rápida y con escasas molestias, ya que la incisión es pequeña y no se requiere abrir la aponeurosis del músculo oblicuo externo, lo que reduce significativamente el dolor y acelera la reincorporación a la actividad habitual. El paciente puede retomar progresivamente sus actividades normales en una o dos semanas, evitando esfuerzos físicos intensos durante los primeros días (Wan *et al.*, 2022).

Actualmente, se han realizado numerosos estudios que demuestran que esta técnica presenta tasas inferiores de recidiva (inferior al 1-2%) y complicaciones, además de mejorar las tasas de recién nacidos vivos (RNV) y embarazo, así como la cantidad, movilidad total y progresiva, morfología y tasa de fragmentación del ADN; ofreciendo al paciente una pronta recuperación postoperatoria (Huyghe *et al.*, 2023).



3.5.2. Tratamiento radiológico

El procedimiento se lleva a cabo en una sala de radiología intervencionista, bajo anestesia local y con sedación ligera en la mayoría de los casos. El acceso habitual es a través de la vena femoral o la vena yugular interna, por donde se introduce un catéter fino que se dirige bajo control fluoroscópico hasta alcanzar la vena espermática interna. Una vez

cateterizada, se inyecta contraste para visualizar el trayecto venoso y confirmar la existencia de reflujo. Posteriormente, se procede a la embolización propiamente dicha, que puede realizarse mediante diferentes materiales como espirales metálicas (coils), sustancias esclerosantes líquidas o agentes oclusivos en forma de pegamentos vasculares. Estos dispositivos bloquean el flujo en la vena testicular, consiguiendo el colapso progresivo del plexo pampiniforme (Huyghe *et al.*, 2023).

La principal ventaja de esta técnica es que permite tratar el varicocele sin necesidad de incisiones quirúrgicas, con una recuperación muy rápida y escaso dolor postprocedimiento. Otra ventaja es que, en casos de varicocele bilateral, ambas venas pueden tratarse en la misma sesión sin incrementar de forma significativa el tiempo ni la complejidad del procedimiento (Kalantan *et al.*, 2023).

No obstante, la embolización también presenta limitaciones. En determinados pacientes, la anatomía venosa puede dificultar el acceso al vaso objetivo, obligando a interrumpir el procedimiento o a recurrir a la cirugía convencional. Asimismo, existe el riesgo de recanalización de la vena tratada, lo que puede dar lugar a recidiva clínica. Entre las complicaciones poco frecuentes se incluyen la migración de los materiales embolizantes, reacciones locales al esclerosante, trombosis venosa o molestias en la zona de punción (Huyghe *et al.*, 2023).

En términos de eficacia, los resultados de la embolización son comparables a los obtenidos con la cirugía en cuanto a mejoría del dolor, normalización de parámetros seminales y aumento de las tasas de embarazo en parejas con infertilidad asociada. La elección entre el abordaje quirúrgico y el radiológico depende de la experiencia del centro, las características anatómicas del paciente y las preferencias individuales, ya que ambos tratamientos son considerados válidos y aceptados en las principales guías clínicas (Practice Committee of the American Society for Reproductive Medicine, & Society for Male Reproduction and Urology., 2014, p. 1558).

En conclusión, el tratamiento radiológico mediante embolización del varicocele constituye una opción terapéutica segura, eficaz y poco invasiva. Se recomienda especialmente en pacientes que desean evitar la cirugía, en varicoceles bilaterales o en aquellos casos en los que se busca una recuperación posoperatoria muy rápida. Su papel dentro del manejo integral del varicocele es complementario al de la cirugía

microquirúrgica, ofreciendo al paciente una alternativa moderna y respaldada por la evidencia científica.

Además de las técnicas quirúrgicas y radiológicas convencionales, se han propuesto otros enfoques para el tratamiento del varicocele, aunque su uso está limitado a contextos específicos y su eficacia requiere mayor validación científica.

En algunos pacientes se pueden emplear opciones farmacológicas complementarias. Estos fármacos no corrigen la causa anatómica de la enfermedad, sin embargo, resultan útiles en varones que presentan alteraciones en la calidad seminal o situaciones en las que la cirugía no es posible. Entre los agentes más estudiados se encuentran los antioxidantes y suplementos nutracéuticos, como la vitamina C, vitamina E, L-carnitina, coenzima Q10 y ácido alfa-lipoico. Estos compuestos ayudan a reducir el estrés oxidativo, un mecanismo central en el daño espermático asociado al varicocele, y han demostrado mejorar parámetros como la motilidad y la morfología espermática en determinados pacientes (Salvio *et al.*, 2021).

Asimismo, se ha descrito el empleo de antiinflamatorios no esteroideos (AINEs) en pacientes con dolor escrotal asociado al varicocele, fundamentalmente para el control sintomático en el período previo a la cirugía o cuando esta no está indicada. No obstante, su utilización prolongada no está exenta de efectos adversos y debe limitarse a situaciones de necesidad clínica puntual (Huyghe *et al.*, 2023).

Debido a la falta de estudios realizados correctamente más el sumatorio de la heterogeneidad de los datos, no se puede confirmar la recomendación del uso de estas terapias con éxito asegurado.

3.6. Tratamiento del varicocele con Reproducción Asistida

La relación entre el varicocele y la reproducción asistida constituye un punto de encuentro entre la fisiopatología humana y las estrategias terapéuticas orientadas a la preservación de la fertilidad. El varicocele no solo afecta a la dilatación del plexo pampiniforme, sino que también afecta a la fertilidad masculina. Esta patología puede alterar parámetros seminales como la concentración, movilidad y morfología de los espermatozoides

afectando a la integridad del ADN. Esto explica la cantidad de parejas que acuden a clínicas de fertilidad a causa de esta patología (Parihar *et al.*, 2023).

La reproducción asistida es una herramienta capaz de poner solución a las limitaciones que impone el varicocele. La inseminación intrauterina, la fecundación in vitro o la inyección intracitoplasmática de espermatozoides (ICSI), son técnicas eficaces, incluso si el semen presenta una calidad comprometida. Sin embargo, la reproducción asistida no debe sustituir al tratamiento del varicocele, sino que debe combinarse, ya que, la reparación del varicocele revierte la condición patológica. Gracias a ambos tratamientos, diversos estudios han demostrado mejorar los resultados reproductivos, reduciendo la necesidad de utilizar técnicas de alta complejidad (Fallara *et al.*, 2023).

En la práctica clínica se han descrito múltiples escenarios en los que la presencia de varicocele condiciona la elección de técnicas de reproducción asistida. Un caso frecuente corresponde a hombres con oligozoospermia moderada asociada a varicocele clínico. En estas situaciones, tras la reparación quirúrgica, se observa una mejoría parcial de la concentración y movilidad espermática; sin embargo, cuando la recuperación no alcanza valores óptimos, se recurre a la fecundación in vitro (FIV). La experiencia muestra que, en estos pacientes, la combinación de la reparación del varicocele y la FIV logra aumentar las tasas de fecundación y, de manera indirecta, reduce la necesidad de utilizar espermatozoides testiculares obtenidos mediante biopsia (Crafa *et al.*, 2024).

Otro ejemplo se da en varones con varicocele bilateral y alteraciones severas en la fragmentación del ADN espermático. En estos casos, la cirugía aislada no siempre consigue revertir el daño genómico, por lo que la inyección intracitoplasmática de espermatozoides (ICSI) se convierte en la alternativa de elección. Existen reportes en los que, tras la reparación del varicocele, la proporción de espermatozoides con fragmentación disminuye, lo que se traduce en mayores tasas de implantación cuando se combina con ICSI, especialmente en parejas con fallos previos de FIV convencional (Wang *et al.*, 2024).

Por último, es relevante señalar la experiencia en varones con varicocele subclínico, detectado únicamente por ecografía Doppler. Aunque este hallazgo genera debate sobre la necesidad de intervención, algunos estudios han descrito que, en parejas con varios intentos fallidos de reproducción asistida, la identificación y tratamiento del varicocele subclínico se ha asociado a una recuperación progresiva de la calidad seminal. Esto ha permitido repetir ciclos de FIV con mejores tasas de embriones viables y un aumento en los embarazos evolutivos (Huyghe *et al.*, 2023).

De este modo, la sinergia entre el abordaje clínico del varicocele y la reproducción asistida no solo amplía las posibilidades de concepción, sino que también abre una ventana al tratamiento individual personalizado. Cada pareja recibe así un enfoque integral, en el que la reparación de la patología masculina y el uso estratégico de las tecnologías reproductivas se alinean para alcanzar el objetivo final: lograr un embarazo exitoso y saludable.

3.7. Resultados del tratamiento

La evaluación de los distintos tratamientos para el varicocele revela efectos significativos sobre la función testicular, la calidad seminal y los resultados reproductivos. Sin embargo, existe variabilidad en los resultados según la técnica aplicada y las características intrínsecas de cada paciente.

En esta búsqueda bibliográfica, los estudios realizados muestran mejoría en los parámetros seminales en el 60-80% de los pacientes operados. En el estudio realizado por Kalantan *et al.*, 2023; el 77% de los pacientes intervenidos por fertilidad a través de cirugía microquirúrgica subinguinal, normalizaron su espermiograma, el 8% obtuvo una mejora parcial y el 15% no obtuvo ningún tipo de mejora. A los 3 meses post intervención, se detecta una mejora no significativa en la concentración de espermatozoides de 34,9 millones/ml frente a 21,58 millones/ml del grupo control y un registro de porcentaje de embarazo espontáneo del 38,5% frente a un 21% del grupo control. Además, en este estudio se describe una desaparición completa de dolor en aquellos pacientes que lo presentaban, junto con la no recidiva de varicocele. También se compara los resultados de los parámetros seminales con respecto a otras técnicas quirúrgicas más convencionales sin aumento óptico, obteniendo resultados superiores en cuanto a la morfología de los espermatozoides (6,69% frente al 4,3%) y a la movilidad progresiva (23% frente al 15,6%) tras un año postcirugía.

Wan *et al.*, 2022; afirmaron en su estudio, que la varicocelectomía subinguinal microquirúrgica (VSM) es el método más óptimo para tratar el varicocele puesto que disminuye la tasa de formación de hidrocele y recurrencia después de este procedimiento. Asimismo, el tamaño de las venas dilatadas de los pacientes afectados disminuyó su tamaño significativamente de 2,8 mm a 2,2 mm, causando la desaparición de reflujo en las venas. El dolor perianal y la densidad espermática mejoraron.

Li *et al.*, 2022; compararon la técnica quirúrgica laparoscópica con la ligadura microscópica subinguinal, confirmando esta última con mejores porcentajes en tasas de recurrencia, motilidad y morfología espermática.

En el estudio de Persad *et al.*, 2021; se corroboró que la técnica microquirúrgica subinguinal como tratamiento al varicocele mejora un 10-14% las probabilidades de embarazo frente a un 10% de probabilidad utilizando otro tratamiento quirúrgico. Con respecto a la tasa de recurrencia, esta técnica presenta un riesgo de 0,4-1,1% frente al 1,4% de riesgo de otros tratamientos

Fallara *et al.*, 2023 llevaron a cabo una revisión de varios estudios prospectivos aleatorizados y no aleatorizados en el que 1357 pacientes se sometieron a tratamientos quirúrgicos y radiológicos para tratar el varicocele. Los resultados apuntaron a una mejora frente al tratamiento control en las tasas de embarazo y concentración espermática en hombres que presentaban un semen con parámetros anormales; por lo que concluyeron que el tratamiento de varicocele de cualquier grado puede mejorar la calidad seminal en adultos infértiles. Sin embargo, esta concordancia no se aplica a los resultados procedentes de los tratamientos radiológicos frente al tratamiento control. Asimismo, cabe destacar que no hubo diferencias significativas en pacientes con parámetros normales de semen.

Tabla 2. Parámetros espermáticos antes y después (3 meses) del tratamiento microquirúrgico subinguinal del varicocele en pacientes infértiles (Kalantan et al., 2023)

Parámetros espermáticos	Preoperatorio (media, rango)	Postoperatorio (media, rango)	Valor de p
Concentración de espermatozoides (millones/mL)	21,58 (0–75)	34,97 (0–88)	p = 0,08
Motilidad progresiva (a + b) (%)	15,6 (0–45)	23 (0–50)	p < 0,01
Morfología según Kruger (%)	4,3 (0–21)	6,69 (0–30)	p < 0,05
Vitalidad (%)	51,23 (0–88)	49,61 (0–90)	p = 0,78

Con respecto a los parámetros seminales, tras la intervención, la motilidad progresiva de los espermatozoides muestra incrementos significativos, reflejando un mejor

desplazamiento de los gametos y, por tanto, un mayor potencial fecundante. La morfología espermática, evaluada según criterios estrictos como los de Kruger, también tiende a mejorar, evidenciando un aumento en el porcentaje de formas normales. Por su parte, la concentración espermática presenta una tendencia favorable hacia el incremento, aunque en algunos estudios esta mejora no alcanza significación estadística. La vitalidad, medida como el porcentaje de espermatozoides vivos, generalmente permanece estable, indicando que la intervención no afecta negativamente. Es importante destacar en este punto que el grado de varicocele es esencial para predecir la mejora en los parámetros seminales, ya que a grados más bajos de varicocele (grado 1 y 2), se muestran tasas más altas de mejora (Parihar *et al.*, 2023).

Un aspecto especialmente relevante es la fragmentación del ADN espermático, la cual se reduce tras la corrección del varicocele con cambios apreciables, generalmente entre los tres y seis meses posteriores a la cirugía, contribuyendo a un aumento en las posibilidades de lograr un embarazo, tanto de manera natural o mediante técnicas de reproducción asistida. Si no se observan mejoras en los parámetros de semen, el paciente debe acudir a tratamientos de reproducción asistida (Wang *et al.*, 2024).

La bilateralidad del varicocele, a diferencia de los varicoceles unilaterales, implican ambos hemiescrotos generando una sobrecarga venosa aún mayor, lo que podría reducir de manera más evidente la capacidad de generar espermatozoides. La bilateralidad del varicocele está claramente subestimada en la práctica clínica, lo que explicaría algunos resultados subóptimos post tratamiento. Almekaty realizó una evaluación exhaustiva de la bilateralidad del varicocele y concluyó que el 98% de los casos estudiados presentaban varicocele bilateral. De modo que, este hallazgo es de suma importancia para evitar recurrencia en la enfermedad y los resultados del tratamiento (Almekaty *et al.*, 2023).

Así, todos los pacientes que se sometieron a cirugía bilateral obtuvieron valores significativamente más altos en concentración espermática y tasa espontánea de embarazo (Crafa *et al.*, 2024). Se recomienda realizar cirugía bilateral ante un varicocele clínico y en estos casos, se concluyó que los varicoceles bilaterales se tratan mejor con un enfoque microquirúrgico que a través de embolización (Huyghe *et al.*, 2023).

La rigidez del testículo es un aspecto importante para tener en cuenta. Se ha demostrado que el testículo afectado posee mayor rigidez en comparación con el testículo sano. Una

mayor rigidez observada mediante elastosonografía, se correlaciona con una peor calidad espermática (Crafa *et al.*, 2024).

En cuanto al volumen testicular, los estudios muestran que en adolescentes se produce un fenómeno de ‘recuperación del crecimiento’ o “catch-up growth”, mientras que en adultos los cambios son discretos pero suficientes para mejorar la función testicular. Un año después del tratamiento, se ha observado un incremento en el volumen testicular, en cambio, aun no se conoce con certeza si un tratamiento temprano mejora la función testicular. Asimismo, la respuesta a este problema sería clave para prevenir futuros problemas de fertilidad (Yamamoto *et al.*, 1995).

La cirugía se asocia con un aumento en los niveles de testosterona e inhibina B en sangre, especialmente en hombres con hipogonadismo. Esto indica que, al corregir el flujo venoso no solo se benefician los parámetros del semen, sino que también se mejora la función hormonal de los testículos. Los cambios en FSH y LH son más sutiles y reflejan la recuperación espermatogénica (Tian *et al.*, 2023).

En pacientes con azoospermia no obstructiva, la reparación del varicocele puede permitir la aparición de espermatozoides en el eyaculado o aumentar las tasas de recuperación mediante micro-TESE. La efectividad del tratamiento depende del tipo de tejido testicular, pero representa una alternativa terapéutica valiosa para mejorar la fertilidad, incluso en casos de azoospermia grave. Gracias a esta intervención, es posible recurrir a técnicas como ICSI o FIV sin necesidad de extraer espermatozoides directamente del testículo (Ramon *et al.*, 2024).

Tras la cirugía, el recuento total de espermatozoides móviles (TMSC) tiende a aumentar, aunque en algunos estudios, este incremento no resulta estadísticamente significativo. No obstante, los pacientes con varicoceles más graves o bilaterales suelen mostrar mejoras más evidentes, lo que sugiere que la corrección del flujo venoso puede ayudar a recuperar parcialmente la función espermática afectada. Además, el TMSC antes de la intervención, se considera un buen indicador de éxito de la reparación del varicocele ya que permite identificar a aquellos hombres cuya calidad seminal probablemente no mejorará tras la reparación. Algunos análisis han clasificado a los pacientes según sus valores de TMSC previos a la cirugía:

- profundo: < 2 millones de espermatozoides
- severo: 2-5 millones de espermatozoides

-moderado: 5-10 millones de espermatozoides

-leve: >10 millones de espermatozoides.

La reparación del varicocele se considera como efectiva cuando el recuento total de espermatozoides móviles (TMSC) aumenta al menos un 50% respecto al valor previo a la intervención. Por el contrario, si el TMSC permanece por debajo de los 5 millones de espermatozoides, las probabilidades de lograr un embarazo de manera natural se reducen considerablemente (Crafa *et al.*, 2025).

3.8. Seguimiento clínico postratamiento.

El seguimiento clínico tras el tratamiento del varicocele constituye una parte esencial del abordaje integral de esta patología, ya que permite valorar la respuesta terapéutica, monitorizar la recuperación funcional del testículo y detectar de manera temprana posibles complicaciones o recurrencias. La evaluación no debe limitarse únicamente a la exploración física, sino que debe integrar estudios ecográficos, análisis seminales y, en casos seleccionados, determinaciones hormonales, con el fin de obtener una visión global del estado reproductivo y endocrinológico del paciente (Wang *et al.*, 2024).

En los primeros meses tras la cirugía o la embolización, se recomienda una revisión clínica a los tres meses. En esta consulta, el urólogo evalúa la desaparición de la dilatación venosa palpable, así como la mejoría de síntomas previos como el dolor escrotal o la sensación de pesadez. De manera complementaria, la ecografía Doppler se convierte en una herramienta de gran valor, al permitir la confirmación objetiva de la ausencia de reflujo venoso y la identificación de complicaciones como hidrocele, hematomas o persistencia de venas patológicas (Huyghe *et al.*, 2023).

El control clínico se repite habitualmente a los seis y doce meses de la intervención. En cada visita, además de la exploración física y la ecografía, se recomienda la realización de un seminograma, ya que la evaluación de los parámetros seminales constituye un marcador directo de la recuperación funcional. Es importante considerar que la mejoría de la espermatogénesis no es inmediata, sino que requiere al menos un ciclo completo, por lo que los cambios relevantes suelen objetivarse a partir del tercer mes y consolidarse en controles posteriores. La evolución de la concentración, motilidad y morfología

espermática permitirá valorar la eficacia del procedimiento en términos de fertilidad potencial (Huyghe *et al.*, 2023).

En pacientes que presentaban previamente alteraciones endocrinológicas, como niveles bajos de testosterona o elevaciones de gonadotropinas, se aconseja además la determinación periódica de testosterona total, FSH y LH. Estos parámetros ofrecen información acerca del eje hipotálamo-hipófisis-gónada y permiten verificar si la corrección del varicocele repercute positivamente en la función endocrina testicular (Tian *et al.*, 2023).

El seguimiento clínico debe también prestar atención a la persistencia o reaparición de síntomas, tales como dolor escrotal crónico o recidiva de la dilatación venosa. La recurrencia puede presentarse por persistencia de colaterales venosas no tratadas, recanalización en el caso de la embolización o aparición de nuevas vías de reflujo. En tales situaciones, la ecografía Doppler es nuevamente la prueba de elección para confirmar el diagnóstico y guiar la decisión sobre un eventual retratamiento (Yamamoto *et al.*, 1995).

En resumen, el seguimiento estructurado tras el tratamiento del varicocele es un componente indispensable para asegurar el éxito terapéutico. La combinación de exploración física, ecografía seriada, estudios de semen y, en casos indicados, evaluación hormonal, permite no solo confirmar la resolución del problema vascular, sino también valorar la recuperación de la función reproductiva y descartar de manera precoz cualquier complicación o recurrencia. Este enfoque integral garantiza un control riguroso y orientado a la preservación de la fertilidad y la salud testicular a largo plazo.

Tabla 3. Pautas de seguimiento clínico post-tratamiento del varicocele. Elaboración propia.

Momento del seguimiento	Pruebas y evaluaciones	Objetivo principal
3 meses	<ul style="list-style-type: none"> - Exploración física - Ecografía Doppler - Seminograma (primer control) 	<ul style="list-style-type: none"> - Confirmar resolución del reflujo venoso - Valorar desaparición de síntomas (dolor/pesadez) - Detectar complicaciones tempranas (hidrocele, hematoma) - Observar cambios iniciales en parámetros seminales
6 meses	<ul style="list-style-type: none"> - Exploración física - Ecografía Doppler - Seminograma de control 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar consolidación de la mejoría clínica - Evaluar progresión en calidad seminal (concentración, motilidad, morfología)
12 meses	<ul style="list-style-type: none"> - Exploración física - Ecografía Doppler - Seminograma 	<ul style="list-style-type: none"> - Confirmar resultados reproductivos sostenidos - Descartar recurrencia venosa o persistencia de síntomas
Pacientes con alteraciones hormonales previas	<ul style="list-style-type: none"> - Perfil hormonal: testosterona total, FSH, LH (en cada control o según criterio médico) 	<ul style="list-style-type: none"> - Monitorizar la función endocrina testicular - Valorar impacto del tratamiento en el eje hipotálamo-hipófisis-gónada
En cualquier momento del seguimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación de síntomas persistentes (dolor, pesadez) - Ecografía si hay sospecha de recurrencia 	<ul style="list-style-type: none"> - Detección precoz de recidiva del varicocele - Identificación de nuevas complicaciones

4. DISCUSIÓN

El varicocele es una de las causas de infertilidad masculina que puede corregirse y, aunque se dispone de abundante evidencia científica, sigue generando debate en la práctica clínica. Según lo observado en esta revisión, el tratamiento quirúrgico, especialmente la varicocelectomía microquirúrgica subinguinal, destaca por ofrecer mejores resultados en cuanto a mejora de los parámetros seminales, recuperación de la función endocrina y reducción de complicaciones. Esta técnica supera a la cirugía abierta tradicional y a la laparoscópica, al presentar menores tasas de recurrencia y un riesgo significativamente reducido de hidrocele y atrofia testicular (Kalantan et al., 2023; Li et al., 2022).

Por otro lado, la embolización radiológica se presenta como una opción válida y poco invasiva, particularmente útil en pacientes con varicocele bilateral o en quienes se busca una recuperación más rápida. Sin embargo, esta técnica tiene ciertas limitaciones relacionadas con la anatomía venosa y un mayor riesgo de recurrencia, lo que explica por qué, a pesar de ofrecer resultados clínicos similares, no ha reemplazado a la microcirugía como procedimiento de referencia. (Huyghe *et al.*, 2023; Dou *et al.*, 2024).

Los estudios revisados indican que el tratamiento del varicocele mejora de manera significativa los parámetros del semen, especialmente la motilidad y la morfología, además de reducir la fragmentación del ADN. Estos beneficios son más evidentes en pacientes con varicoceles de moderados a graves, lo que sugiere que el grado de afectación vascular influye directamente en la respuesta al tratamiento (Parihar *et al.*, 2023; Wang *et al.*, 2024). Sin embargo, en varones con parámetros seminales normales, la cirugía no siempre mejora de la fertilidad, lo que subraya la importancia de seleccionar adecuadamente a los candidatos. (Fallara *et al.*, 2023).

Un aspecto importante que considerar es la presencia de varicocele bilateral, que a menudo no se detecta en la práctica clínica. Investigaciones recientes indican que hasta el 98% de los pacientes podrían tener afectación en ambos hemiescrotos, lo que influye tanto en la eficacia del tratamiento como en el riesgo de recurrencia si no se aborda de manera completa. (Almekaty *et al.*, 2023). En este sentido, el abordaje quirúrgico bilateral se ha asociado a mejores tasas de embarazo espontáneo y mayor normalización de parámetros seminales (Crafa *et al.*, 2024).

Desde el punto de vista hormonal, la reparación del varicocele tiene un efecto positivo sobre la función testicular, con incrementos en los niveles de testosterona e inhibina B en sangre, especialmente en pacientes con hipogonadismo. Esto refuerza la idea de que la patología no solo afecta únicamente a la fertilidad, sino que también puede influir a la salud hormonal general del paciente (Tian *et al.*, 2023; Ramon *et al.*, 2024).

Por otro lado, combinar el tratamiento del varicocele con las técnicas de reproducción asistida (TRA) representa una estrategia de gran valor clínico. En hombres con alteraciones seminales graves, la combinación de varicocelectomía junto con procedimientos como la fecundación in vitro o ICSI ha demostrado mejorar las tasas de fecundación, implantación y nacidos vivos (Crafa *et al.*, 2024; Wang *et al.*, 2024). De

este modo, el abordaje multidisciplinar permite ofrecer soluciones personalizadas y optimizar los resultados reproductivos.

En conjunto, los hallazgos de este trabajo destacan la necesidad de contar con protocolos estandarizados que permitan identificar de manera precisa qué pacientes se beneficiarán del tratamiento y qué técnica es la más adecuada. La heterogeneidad de resultados en la literatura y las diferencias entre las guías clínicas subrayan la importancia de aplicar criterios personalizados basados en parámetros seminales, hormonales y clínicos, evitando tanto la falta de tratamiento como las intervenciones innecesarias.

5. CONCLUSIONES

El varicocele es una afección frecuente y relevante en la infertilidad masculina. La evidencia científica indica que su tratamiento puede mejorar de manera notoria la calidad seminal, la función hormonal y las probabilidades de lograr un embarazo, ya sea de forma natural o mediante técnicas de reproducción asistida. Entre las opciones disponibles, la varicocelectomía microquirúrgica subinguinal se considera como procedimiento de referencia, por su alta efectividad y bajas tasas de complicaciones, mientras que la embolización radiológica representa una alternativa útil en casos específicos.

La presencia de varicocele bilateral se presenta como un aspecto clave que a menudo puede ser subestimado, cuya identificación y tratamiento es fundamental para mejorar los resultados. Asimismo, la cirugía ofrece ventajas adicionales al mejorar el perfil hormonal, lo que destaca tanto su importancia reproductiva como endocrina.

La combinación del tratamiento del varicocele con las técnicas de reproducción asistida permite un enfoque integral y adaptado a cada pareja, incrementando las probabilidades de éxito en casos de infertilidad. Sin embargo, la falta de consenso en las indicaciones terapéuticas y la variabilidad de los resultados destacan la necesidad de realizar más estudios prospectivos y controlados que ayuden a establecer criterios uniformes.

En este escenario de constante innovación, la inteligencia artificial surge como una herramienta prometedora para optimizar la toma de decisiones en el manejo del varicocele. Los algoritmos de aprendizaje automático han demostrado ser capaces de

poder integrar de manera simultánea múltiples datos clínicos, seminales y hormonales, lo que permite generar perfiles personalizados que predicen con mayor precisión qué pacientes se beneficiarán del tratamiento quirúrgico o radiológico, y cuáles podrían tener un pronóstico menos favorable (Huang *et al.*, 2024). Esta capacidad de predicción facilita una selección más cuidadosa de candidatos, reduciendo intervenciones innecesarias y permitiendo aprovechar mejor los recursos disponibles en los tratamientos de fertilidad.

Las perspectivas a futuro apuntan a que la incorporación de estos algoritmos dentro de protocolos clínicos estandarizados cambie de manera significativa la forma de tratar el varicocele. Esto abre paso a un modelo de medicina en el que cada paciente recibirá un plan de tratamiento adaptado a sus características biológicas y reproductivas. Este enfoque permitirá no solo anticipar la respuesta al tratamiento, sino también personalizar el seguimiento y optimizar los resultados en términos de fertilidad y función hormonal.

En conclusión, el tratamiento del varicocele debe entenderse como un campo en plena evolución, en el que la cirugía microquirúrgica, las técnicas de reproducción asistida y las innovaciones tecnológicas, como la inteligencia artificial, confluyen para ofrecer soluciones cada vez más efectivas. De cara al futuro, se busca un enfoque integral basado en la evidencia y apoyado en algoritmos predictivos, que permita mejorar la función reproductiva masculina y aumentar las probabilidades de éxito en parejas con dificultades para concebir.

En definitiva, el abordaje del varicocele debe orientarse hacia una medicina de precisión que integre la evaluación clínica, seminal, hormonal y genética de cada paciente. Solo así será posible maximizar el beneficio de los tratamientos.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Almekaty, K. M., Elsharkawy, A. M., Zahran, M. H., Ragab, M. M., Rashed, A. S., Soliman, M. M., Salem, K. A., & Ghaith, A. F. (2023). Bilaterality of varicocele: The overlooked culprit in male infertility. Case series study. *Archivio italiano di urologia, andrologia : organo ufficiale [di] Societa italiana di ecografia urologica e nefrologica*, 95(3), 11580. <https://doi.org/10.4081/aiua.2023.11580>.
- Crafa, A., Cannarella, R., Condorelli, R. A., Mongioì, L. M., Vignera, S., & Calogero, A. E. (2024). Predictive parameters of the efficacy of varicocele repair: a review. *Asian journal of andrology*, 26(5), 441–450. <https://doi.org/10.4103/aja202420>.
- Crafa, A., Russo, M., Cannarella, R., Gül, M., Compagnone, M., Mongioì, L. M., Cannarella, V., Condorelli, R. A., Vignera, S., & Calogero, A. E. (2025). Predictability of varicocele repair success: preliminary results of a machine learning-based approach. *Asian journal of andrology*, 27(1), 52–58. <https://doi.org/10.4103/aja202438>.
- Dou, K., Yang, Q., Song, T., Zeng, X., Yao, J., & Li, Y. (2024). Microscopic internal spermatic-inferior epigastric vein anastomosis for treating left varicocele. *International urology and nephrology*, 56(10), 3269–3276. <https://doi.org/10.1007/s11255-024-04090-w>.
- Fallara, G., Capogrosso, P., Pozzi, E., Belladelli, F., Corsini, C., Boeri, L., Candela, L., Schifano, N., Dehò, F., Castiglione, F., Muneer, A., Montorsi, F., & Salonia, A. (2023). The Effect of Varicocele Treatment on Fertility in Adults: A Systematic Review and Meta-analysis of Published Prospective Trials. *European urology focus*, 9(1), 154–161. <https://doi.org/10.1016/j.euf.2022.08.014>.

- Huang, Z., Pinggera, G. M., & Agarwal, A. (2024). Enhancing Male Fertility Through AI-Based Management of Varicoceles. *Current urology reports*, 26(1), 18. <https://doi.org/10.1007/s11934-024-01241-5>.
- Huyghe, E., Methorst, C., & Faix, A. (2023). Varicocèle et infertilité masculine [Varicocele and male infertility]. *Progres en urologie: journal de l'Association française d'urologie et de la Société française d'urologie*, 33(13), 624–635. <https://doi.org/10.1016/j.purol.2023.09.003>.
- Kalantan, M., Vienney, N., Guillot Tantay, C., Roupert, M., & Akakpo, W. (2023). Résultats des cures de varicocèles microchirurgicales sous-inguinales [Results of subinguinal microsurgical varicocelectomy]. *Progres en urologie: journal de l'Association française d'urologie et de la Société française d'urologie*, 33(10), 481–487. <https://doi.org/10.1016/j.purol.2023.07.004>.
- Li, Z., Hu, S., Zhou, R., & Wang, J. (2022). Comparison of the efficacy and safety of microscopic and laparoscopic surgery for varicocele. *World journal of urology*, 40(1), 299–300. <https://doi.org/10.1007/s00345-020-03516-1>.
- Male Infertility Best Practice Policy Committee of the American Urological Association, & Practice Committee of the American Society for Reproductive Medicine (2004). Report on varicocele and infertility. *Fertility and sterility*, 82 Suppl 1, S142–S145. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2004.05.057>.
- Parihar, S., Singh, G., Wani, A. H., Singh, R., & Wanchoo, M. (2023). Evaluation of Changes in Semen Parameters Following Varicocelectomy in Varicocele Patients. *JK Science: Journal of Medical Education & Research*, 25(4), 218–222. Retrieved from <https://journal.jkscience.org/index.php/JK-Science/article/view/222>.

Persad, E., O'Loughlin, C. A., Kaur, S., Wagner, G., Matyas, N., Hassler-Di Fratta, M. R., & Nussbaumer-Streit, B. (2021). Surgical or radiological treatment for varicoceles in subfertile men. The Cochrane database of systematic reviews, 4(4), CD000479. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000479.pub6>.

Practice Committee of the American Society for Reproductive Medicine, & Society for Male Reproduction and Urology (2014). Report on varicocele and infertility: a committee opinion. Fertility and sterility, 102(6), 1556–1560. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2014.10.007>.

Ramon, R., Warli, S. M., Siregar, G. P., Prapiska, F. F., Kadar, D. D., & Tala, M. R. Z. (2024). Varicocele repair in improving spermatozoa, follicle-stimulating hormone, and luteinizing hormone parameters in infertile males with azoospermia: a systematic review and meta-analysis. Asian journal of andrology, 26(6), 628–634. <https://doi.org/10.4103/aja202426>.

Salvio, G., Cutini, M., Ciarloni, A., Giovannini, L., Perrone, M., & Balercia, G. (2021). Coenzyme Q10 and Male Infertility: A Systematic Review. Antioxidants (Basel, Switzerland), 10(6), 874. <https://doi.org/10.3390/antiox10060874>.

Tian, D., Yang, C., Xie, B., Li, H., Li, J., Yang, D., & Zhu, Z. (2023). Effects of Varicocele Surgical Repair on Serum Hormone and Inhibin B Levels for Patients With Varicocele: A Systematic Review and Meta-Analysis. American journal of men's health, 17(5), 15579883231199400. <https://doi.org/10.1177/15579883231199400>.

Wan, Z., Cao, H. M., Yang, B. C., Gao, Y., Ding, L., Luo, P., Yang, G. W., Ma, L., & Deng, C. H. (2022). An alternative surgical technique for varicoceles: a preliminary experience of the microsurgical spermatic (distal end)-inferior or superficial epigastric vein anastomosis in symptomatic varicoceles associated with perineal pain. Asian journal of andrology, 24(6), 624–627. <https://doi.org/10.4103/aja202232>.

Wang, L., Zheng, L., Jiang, H., & Jiang, T. (2024). Does Sperm DNA Fragmentation Index Continuously Decrease Over Time After Varicocelectomy in Varicocele-Induced Infertility? A Systematic Review and Meta-Analysis. *American journal of men's health*, 18(5). <https://doi.org/10.1177/15579883241285670>.

Yamamoto, M., Hibi, H., Katsuno, S., & Miyake, K. (1995). Effects of varicocelectomy on testis volume and semen parameters in adolescents: a randomized prospective study. *Nagoya journal of medical science*, 58(3-4), 127–132.

Zengerling F. (2022). Chirurgische oder radiologische Behandlung von Varikozelen bei subfertilen Männern [Surgical or radiological treatment of varicoceles in subfertile men]. *Urologie* (Heidelberg, Germany), 61(12), 1382–1386. <https://doi.org/10.1007/s00120-022-01974-6>.