

Directrices sobre láseres y tecnologías

T.R. Hermann, E. Liatsikos, U. Nagele, O. Traxer, A.S. Merseburger (presidente)

© European Association of Urology 2011

ACTUALIZACIÓN EN MARZO DE 2011

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1639
1.1 Metodología	1639
1.1.1 Identificación de los datos	1640
1.1.2 Valoración de la calidad de las pruebas	1640
1.2 Bibliografía	1641
2. TRATAMIENTOS BASADOS EN LÁSER DE LA OBSTRUCCIÓN DE LA SALIDA VESICAL (OSV) Y LA HIPERPLASIA BENIGNA DE LA PRÓSTATA (HBP)	1641
2.1 Introducción	1641
2.2 Principios físicos de la acción del láser	1641
2.2.1 Reflexión	1641
2.2.2 Dispersión	1642
2.2.3 Absorción	1642
2.2.4 Longitud de extinción	1642
2.3 Uso histórico de los láseres	1643
2.3.1 Láser de Nd:YAG	1643
2.3.2 Técnicas basadas en el láser de Nd:YAG	1643
2.4 Bibliografía	1644
3. SISTEMAS LÁSER CONTEMPORÁNEOS	1644
3.1 Introducción	1644
3.2 Láseres de KTP (titanilfosfato de potasio, KTP:Nd:YAG [SHG]) y LBO (triborato de litio, LBO:Nd:YAG [SHG])	1645
3.2.1 Propiedades físicas	1645
3.2.1.1 Capacidad de ablación	1646
3.2.1.2 Tasa de sangrado	1646
3.2.1.3 Zona de coagulación	1646
3.2.2 Técnica quirúrgica de los láseres de KTP y LBO	1646
3.2.3 Resultados urodinámicos y reducción de los síntomas	1647
3.2.4 Riesgos y complicaciones, duración de los resultados	1648
3.2.4.1 Complicaciones intraoperatorias	1648
3.2.4.2 Complicaciones postoperatorias precoces	1649
3.2.4.3 Complicaciones tardías y duración de los resultados	1649
3.2.5 Conclusiones y recomendaciones para el uso de los láseres de KTP y LBO	1650
3.2.6 Bibliografía	1651
3.3 Láseres de diodo	1653
3.3.1 Generalidades	1653
3.3.2 Propiedades físicas	1654
3.3.2.1 Capacidad de ablación	1654
3.3.2.2 Tasa de sangrado	1654
3.3.2.3 Zona de coagulación	1654
3.3.3 Técnicas con láseres de diodo	1655
3.3.4 Resultados clínicos	1655
3.3.4.1 Parámetros urodinámicos, reducción de la puntuación de síntomas, reducción del PSA	1655
3.3.5 Riesgos y complicaciones, duración de los resultados	1656
3.3.5.1 Complicaciones intraoperatorias	1656
3.3.5.2 Complicaciones postoperatorias precoces	1657

	3.3.5.3	Complicaciones tardías	1657
	3.3.5.4	Consideraciones prácticas	1657
	3.3.5.5	Recomendaciones para el tratamiento de la próstata con láseres de diodo	1657
3.4		Láser de holmio (Ho:YAG)	1657
	3.4.1	Generalidades	1657
	3.4.2	Propiedades físicas	1658
	3.4.3	Técnicas con láser de holmio	1658
	3.4.4	Vaporización (ablación) de la próstata con láser de holmio (APLHo)	1658
	3.4.5	Resección de la próstata con láser de holmio	1659
	3.4.6	Enucleación de la próstata con láser de holmio	1659
	3.4.7	Riesgos y complicaciones, duración de los resultados	1662
	3.4.8	Complicaciones intraoperatorias	1662
	3.4.8.1	APLHo	1662
	3.4.8.2	RPLHo	1662
	3.4.8.3	EPLHo	1662
	3.4.9	Complicaciones postoperatorias precoces	1663
	3.4.9.1	APLHo	1663
	3.4.9.2	RPLHo	1663
	3.4.9.3	EPLHo	1663
	3.4.10	Complicaciones tardías	1663
	3.4.10.1	APLHo	1663
	3.4.10.2	RPLHo	1664
	3.4.10.3	EPLHo	1664
	3.4.11	Consideraciones prácticas	1664
	3.4.12	Recomendaciones para el tratamiento con láseres de holmio (Ho:YAG)	1665
	3.4.13	Bibliografía	1665
3.5		Láser de tulio:itrio-aluminio-granate (Tm:YAG)	1669
	3.5.1	Propiedades físicas	1669
	3.5.1.1	Capacidad de ablación	1669
	3.5.1.2	Tasa de sangrado	1669
	3.5.1.3	Zona de coagulación	1670
	3.5.2	Técnicas con láseres de tulio	1670
	3.5.2.1	Vaporización de la próstata con láser de tulio	1670
	3.5.2.2	Resección de la próstata con láser de tulio (VARPTu)	1671
	3.5.2.3	Vapoenucleación de la próstata con láser de tulio (VEPTu)	1671
	3.5.2.4	Enucleación de la pró stata con láser de tulio (EPLTu)	1671
	3.5.3	Riesgos y complicaciones, duración de los resultados	1672
	3.5.3.1	Complicaciones intraoperatorias	1673
	3.5.3.2	Complicaciones postoperatorias precoces	1673
	3.5.3.3	Complicaciones tardías y tasa de retratamiento	1673
	3.5.4	Conclusiones y recomendaciones para el uso de láseres de tulio:YAG	1674
	3.5.5	Bibliografía	1674
4.		APLICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE LÁSER PARA EL TRATAMIENTO DE LA PATOLOGÍA NEOPLÁSICA DE LA VEJIGA	1675
	4.1	Introducción	1675
	4.2	Aplicación clínica y resultados	1675
	4.3	Conclusiones y recomendaciones para el tratamiento con láser del cáncer vesical	1678
	4.4	Bibliografía	1678
5.		APLICACIONES DE LOS LÁSERES EN LAPAROSCOPIA Y ENDOSCOPIA	1679
	5.1	Nefrectomía parcial asistida por láser	1679
	5.1.2	Aplicación clínica y resultados	1679

5.1.3	Conclusiones sobre la nefrectomía parcial asistida con láser	1681
5.2	Prostatectomía radical laparoscópica con preservación (PRLNP) asistida con láser	1681
5.2.1	Conclusiones sobre la prostatectomía radical laparoscópica con preservación asistida con láser	1682
6.	ABLACIÓN INTERSTICIAL POR LÁSER DE TUMORES RENALES	1683
6.1	Conclusiones y recomendación para el tratamiento por láser de masas renales pequeñas	1683
6.2	Bibliografía	1683
7.	ENDOURETEROTOMÍA RETRÓGRADA CON LÁSER	1684
7.1	Introducción	1684
7.2	Aplicación clínica y resultados	1684
7.3	Conclusiones y recomendaciones para la endoureterotomía retrógrada con láser	1686
7.4	Bibliografía	1687
8.1	Introducción	1688
8.2	Aplicación clínica y resultados	1688
8.3	Conclusiones y recomendaciones para el tratamiento con láser de la obstrucción de la UPU	1690
8.4	Bibliografía	1691
9.	URETROTOMÍA TRANSURETRAL CON LÁSER	1692
9.1	Introducción	1692
9.2	Aplicación clínica y resultados	1692
9.3	Conclusiones y recomendaciones para la uretrotomía transuretral con láser	1694
9.4	Bibliografía	1694
10.	APLICACIONES CLÍNICAS DE LOS LÁSERES EN CÁLCULOS Y TUMORES DE LAS VÍAS URINARIAS SUPERIORES	1696
10.1	Introducción	1696
10.2	Cálculos en las vías urinarias superiores	1696
10.2.1	Conclusiones	1697
10.3	Tumores uroteliales de las vías urinarias superiores	1697
10.4	Conclusión y recomendaciones para el tratamiento con láser de los tumores uroteliales de las VUS	1698
10.5	Bibliografía	1698
11.	ABREVIATURAS UTILIZADAS EN EL TEXTO	1700

1. INTRODUCCIÓN

La Oficina de Directrices de la European Association of Urology (EAU) ha creado un Grupo de Trabajo sobre Directrices para analizar las pruebas científicas publicadas en la bibliografía mundial sobre los láseres en la práctica urológica. El grupo de trabajo está formado por expertos que presentan en estas directrices los hallazgos de su análisis, además de recomendaciones para la aplicación de las técnicas de láser en la urología. En las directrices se incluye también información sobre las características de los láseres que, en opinión del grupo, será de suma utilidad para los médicos.

El objetivo de este documento es aportar información sobre los aspectos técnicos y complementar la información contenida en otros documentos guía organoespecíficos de la EAU, más que competir con ellos.

En estas directrices sobre el uso de los láseres y las nuevas tecnologías en urología se da información a los facultativos sobre las bases físicas y los aspectos fisiológicos y técnicos, y se presentan además los primeros resultados clínicos de estas tecnologías nuevas en desarrollo. Se hace hincapié en la interacción entre las herramientas técnicas y los tejidos humanos, los aspectos y las habilidades quirúrgicas y las ventajas y los inconvenientes de las nuevas herramientas, incluida la comodidad para el operador.

En este documento, el grupo se centró en los láseres, y tiene la intención de ampliar su enfoque en años venideros.

La aplicación de los láseres en el tratamiento de los trastornos urológicos es un campo en rápido desarrollo, y la tecnología del láser se utiliza actualmente en gran variedad de procedimientos urológicos. En algunos campos terapéuticos, los láseres se han convertido en el método de tratamiento principal y en la práctica asistencial habitual.

Como ocurre con muchos otros procedimientos quirúrgicos o intervencionistas, son escasas las publicaciones de alta calidad. Pero en el campo concreto de los láseres, en el que se producen avances tecnológicos con tanta rapidez, muchas tecnologías nunca estarán en uso el tiempo suficiente para su estudio a largo plazo. Ello supone lógicamente un reto para cualquiera que intente abrir un debate basado en pruebas sobre este tema, y el grupo es muy consciente de que será necesario reevaluar y actualizar estas directrices en un plazo de tiempo breve. Hay que subrayar que las directrices clínicas presentan las mejores pruebas de que disponen los expertos, pero las recomendaciones siguientes no conducirán necesariamente a un resultado óptimo. Las directrices nunca pueden sustituir a la pericia clínica cuando se adopten decisiones para el tratamiento de pacientes concretos, sino más bien ayudar a centrar las decisiones, teniendo también en cuenta los valores y las preferencias personales y las circunstancias individuales de los pacientes.

La seguridad es muy importante cuando se utilizan láseres. Todo el personal quirúrgico debe utilizar protección ocular adecuada para evitar lesiones corneales o retinianas. Esto es especialmente importante con los láseres de neodimio:itrio-aluminio-granate (Nd:YAG), que penetran profundamente y pueden quemar la retina con más rapidez de lo que puede protegerla el reflejo de parpadeo. Aunque los láseres de holmio:YAG (Ho:YAG) no penetran tanto, pueden causar defectos corneales si se apuntan a un ojo no protegido. Con todos los láseres deben utilizarse paños adecuados para cubrir las zonas externas, colocando toallas húmedas sobre las lesiones cutáneas. Lo ideal es mantener las superficies reflectantes (p. ej., instrumentos metálicos) lejos del campo tratado; si no fuera posible, debe cubrirse el campo con paños húmedos. Además, es muy peligroso utilizar un láser si se utiliza oxígeno en la proximidad del campo operatorio, ya que ello podría originar un incendio por el láser y quemaduras importantes (1).

1.1 Metodología

El objetivo principal de esta presentación estructurada de las pruebas actuales disponibles en este campo es ayudar a los médicos a tomar decisiones informadas sobre el uso de láseres en su práctica.

Un objetivo secundario era aplicar la metodología de la EAU en materia de directrices a este campo, en el que las pruebas disponibles son limitadas.

1.1.1 Identificación de los datos

Se diseñaron búsquedas bibliográficas estructuradas con la ayuda de un especialista experto, para cada sección de este documento. Se realizaron búsquedas en la base de datos de revisiones sistemáticas de la Biblioteca Cochrane, en la Biblioteca Cochrane de ensayos clínicos controlados, y en Medline y en Embase en la plataforma Dialog-Datastar. Se utilizó la terminología controlada de las bases de datos correspondientes y se analizaron tanto MesH como Emtree para identificar los términos pertinentes.

Las estrategias de búsqueda abarcaron los últimos 25 años de Medline and de Embase (1974), y la fecha de corte de los resultados de la búsqueda fue el 15 de noviembre de 2010; no se tuvieron en cuenta los artículos publicados después de esta fecha. Se identificaron un total de 436 artículos. Tras la valoración del grupo de expertos, 243 de ellos se consideraron pertinentes para la inclusión en este documento.

Se identificó una revisión Cochrane (prostatectomía con láser por obstrucción prostática benigna (OPB) (2).

Se realizó una búsqueda independiente de la bibliografía sobre la relación coste-eficacia, que sólo halló siete publicaciones.

1.1.2 Valoración de la calidad de las pruebas

El grupo de expertos extrajo los datos pertinentes de las distintas publicaciones, cuyos hallazgos clave se presentan en tablas en todo el documento. Se asignó a los artículos un grado de comprobación científica y un grado de recomendación de acuerdo con los apartados de las tablas 1 y 2.

Tabla 1: Grado de comprobación científica (GCC)

Grado	Tipo de datos científicos
1a	Datos científicos procedentes de metaanálisis de ensayos aleatorizados
1b	Datos científicos procedentes de al menos un ensayo aleatorizado
2a	Datos científicos procedentes de un estudio controlado bien diseñado sin aleatorización
2b	Datos científicos procedentes de al menos un estudio semiexperimental bien diseñado de otro tipo
3	Datos científicos procedentes de estudios no experimentales bien diseñados, como estudios comparativos, estudios de correlación y casos clínicos
4	Datos científicos procedentes de informes u opiniones de comités de expertos o de la experiencia clínica de autoridades en la materia

Modificado de Sackett y cols. (3)

Tabla 2: Grado de recomendación (GR)

Grado	Naturaleza de las recomendaciones
A	Basada en estudios clínicos de buena calidad y coherencia en los que se abordan las recomendaciones concretas y que incluyen al menos un ensayo aleatorizado
B	Basada en estudios clínicos bien realizados, pero sin ensayos clínicos aleatorizados
C	Emitida a pesar de la ausencia de estudios clínicos de buena calidad directamente aplicables

Modificado de Sackett y cols. (3)

1.2 Bibliografía

1. Handa KK, Bhalla AP, Arora A. Fire during the use of Nd-Yag laser. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2001 Sep 28;60(3):239-42.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11551615>
2. Hoffman RM, MacDonald R, Wilt TJ. Laser prostatectomy for benign prostatic obstruction. *Cochrane Database Syst Rev*. 2009;(1):CD001987.
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14651987.cd001987>
3. Oxford Centre for Evidence-based Medicine Levels of Evidence (March 2009). Produced by Bob Phillips, Chris Ball, Dave Sackett, Doug Badenoch, Sharon Straus, Brian Haynes, Martin Dawes since November 1998.
<http://www.cebm.net/index.aspx?o=1025> [accessed March 2011]

2. TRATAMIENTOS BASADOS EN LÁSER DE LA OBSTRUCCIÓN DE LA SALIDA VESICAL (OSV) Y LA HIPERPLASIA BENIGNA DE LA PRÓSTATA (HBP)

2.1 Introducción

La obstrucción (OBP) y la hiperplasia (HBP) benignas de la próstata pueden tratarse con una serie de tratamientos con láser empleando distintos sistemas y aplicaciones. Los distintos sistemas producen efectos cualitativos y cuantitativos diferentes en el tejido, como coagulación, vaporización o resección y enucleación a través de una incisión (tabla 3). El tratamiento con láser se considera una alternativa a la resección transuretral de la próstata (RTUP). Por lo tanto, debe conseguir la misma mejoría de los síntomas y la calidad de vida que la RTUP. También deberá mejorar todos los parámetros urodinámicos, como el flujo urinario máximo (Qmáx), el volumen de orina residual posmiccional (ORPM) y la presión máxima del detrusor (Pdetmáx) con menos morbilidad y una hospitalización más corta que con la RTUP.

Este apartado se centra en los tratamientos actuales con láser de la HBP o la OBP.

2.2 Principios físicos de la acción del láser

La palabra LASER es un acrónimo de la expresión inglesa "*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*" (amplificación de la luz por emisión estimulada de radiación). La radiación láser es simplemente la luz dirigida de una anchura de banda estrecha. Es sinónima con un solo color y se aplica a todas las regiones del espectro electromagnético invisible y visible (1).

2.2.1 Reflexión

Cuando el rayo láser choca con tejido, una parte de él se refleja en la capa adyacente, por lo que puede calentar y dañar el tejido circundante. La reflexión depende principalmente de las propiedades

ópticas del tejido y del irrigante que lo rodea. Como la longitud de onda no influye mucho en la reflexión, esta puede ignorarse cuando se evalúa una longitud de onda de láser con fines quirúrgicos.

2.2.2 Dispersión

La composición heterogénea de los tejidos causa la dispersión de un rayo láser que penetre en ellos. La dispersión desvía parte del rayo láser de la dirección pretendida y, con ello, de su objetivo previsto. El grado de dispersión depende del tamaño de las partículas y de la longitud de onda del láser. Se produce una dispersión mucho mayor con las longitudes de onda más cortas que con las más largas, es decir, la radiación láser azul se dispersa más que la verde, la verde más que la roja y la roja más que la infrarroja.

2.2.3 Absorción

La absorción es el proceso más importante de interacción de la luz, aunque no es el único. La intensidad del rayo láser desciende exponencialmente a medida que aumenta la densidad del medio que lo absorbe. La radiación láser absorbida se convierte en calor, que causa elevación de la temperatura local. Dependiendo de la cantidad de calor producida, el tejido se coagulará o incluso se vaporizará. Es más probable la generación de calor en las proximidades de la superficie del tejido que a mayor profundidad, debido al descenso exponencial de la intensidad del rayo a medida que penetra en el tejido y a la acción inmediata del proceso de absorción.

No obstante, la absorción sólo puede producirse en presencia de un cromóforo. Los cromóforos son grupos químicos capaces de absorber luz en una frecuencia determinada y colorear así una molécula. La melanina, la sangre y el agua son ejemplos de cromóforos corporales. En la figura 1 se muestran la dependencia de la longitud de onda y la longitud de absorción de un haz de láser. La longitud de absorción define la trayectoria óptica, a lo largo de la cual se absorbe el 63 % de la energía del láser incidente.

2.2.4 Longitud de extinción

Se entiende por longitud de extinción la profundidad del tejido hasta la que se absorbe y convierte en calor el 90 % del haz de láser incidente. Una longitud de extinción es igual a 2,3 longitudes de absorción. La hemoglobina y el agua se utilizan ampliamente como cromóforos para los láseres quirúrgicos (figura 1).

Durante un breve lapso tras la absorción de un haz de láser circular, el calor generado permanece confinado en un volumen de forma cilíndrica que tiene la altura de la longitud de extinción del haz y el diámetro aproximado de la fibra del láser. La densidad de la energía absorbida determina el efecto del láser en el tejido.

Es importante que el efecto logrado a lo largo de la longitud de extinción se corresponda con el efecto quirúrgico buscado. Dada la misma potencia en vatios, una longitud de onda del láser con una longitud de extinción larga puede crear una necrosis profunda, mientras que una longitud de onda con una longitud de extinción mucho más corta producirá una elevación de la temperatura por encima del punto de ebullición y la vaporización inmediata del tejido.

Tabla 3: Láseres: cristales, abreviaturas, longitud de onda, técnicas y acrónimos

Cristal activo	Abreviatura	Longitud de onda (nm)	Técnica	Acrónimo
Holmio	Ho:YAG	2140	Ablación con láser de holmio	APLHo
			Resección de la próstata con láser de holmio	RPLHo
			Enucleación de la próstata con láser de holmio	EPLHo
Neodimio	Nd:YAG	1064	Ablación visual de la próstata con láser	AVPL
			Ablación por contacto de la próstata con láser	ACPL
			Coagulación intersticial con láser (de la próstata)	CIL
Titanilfosfato de potasio	KTP:Nd:YAG (SHG)	532	Vaporización fotoselectiva de la próstata	VFP
Borato de litio	LBO:Nd:YAG (SHG)	532	Vaporización fotoselectiva	VFP
Tulio	Tm:YAG	2013	Vaporización de la próstata con láser de tulio	VAPTu
			Vaporresección de la próstata con láser de tulio	VARPTu
			Vapoenucleación de la próstata con láser de tulio	VEPTu
			Enucleación de la próstata con láser de tulio	EPLTu
Láseres de diodo		830	Coagulación intersticial con láser de la próstata	CIL
		940	Vaporización	
		980	Vaporización	
		1318	Vaporización	
		1470	Vaporización	

2.3 Uso histórico de los láseres

2.3.1 Láser de Nd:YAG

El láser de Nd:YAG tiene una longitud de onda de 1,064 nm. Tiene una longitud de extinción larga y penetra alrededor de 4-18 mm en el tejido, por lo que es adecuado para la hemostasia y la coagulación de los tejidos. En su momento parecía ser ideal para el tratamiento de la hiperplasia benigna de próstata (HBP) (2). Desde 1985 se han descrito numerosos tratamientos transuretrales mediante láser de Nd:YAG tanto para la HBP como para la OBP (3).

2.3.2 Técnicas basadas en el láser de Nd:YAG

Se han estudiado ampliamente varios procedimientos con Nd:YAG, incluidas: la ablación visual de la próstata con láser (VLAP) (4); la ablación por contacto de la próstata con láser (CLAP) (5); la coagulación intersticial con láser (ILC) (6), y las técnicas híbridas con láser de Nd:YAG (7).

Sin embargo, las nuevas técnicas basadas en láser han desbancado a todos estos procedimientos (8). Como estos no están actualmente en uso, no se comentarán en más detalles en estas directrices. No obstante, se tratan en las directrices de la EAU sobre el tratamiento conservador de los síntomas de vías urinarias bajas (SVUB) no neurógenos en los varones.

2.4 Bibliografía

1. Teichmann HO, Herrmann TR, Bach T. Technical aspects of lasers. *World J Urol* 2007 Jun;25(3): 221-5. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17534625>
2. Kuntz RM (2007) Laser treatment of benign prostatic hyperplasia. *World J Urol* 2007 Jun;25(3):241-7. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17530259>
3. Shanberg AM, Lee IS, Tansey LA, et al. Extensive neodymium-YAG photoirradiation of the prostate in men with obstructive prostatism. *Urology*. 1994 Apr;43(4):467-71. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7512297>
4. Cowles RS III, Kabalin JN, Childs S, et al. A prospective randomized comparison of transurethral resection to visual laser ablation of the prostate for the treatment of benign prostatic hyperplasia. *Urology* 1995 Aug;46(2):155-60. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7542818>
5. McAllister WJ, Absalom MJ, Mir K, et al. Does endoscopic laser ablation of the prostate stand the test of time? Five-year results from a multicentre randomized controlled trial of endoscopic laser ablation against transurethral resection of the prostate. *BJU Int* 2000 Mar;85(4):437-9. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10691822>
6. Norby B, Nielsen HV, Frimodt-Moller PC. Transurethral interstitial laser coagulation of the prostate and transurethral microwave thermotherapy vs transurethral resection or incision of the prostate: results of a randomized, controlled study in patients with symptomatic benign prostatic hyperplasia. *BJU Int* 2002 Dec;90(9):853-62. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12460345>
7. Tuhkanen K, Heino A, la-Opas M. Two-year follow-up results of a prospective randomized trial comparing hybrid laser prostatectomy with TURP in the treatment of big benign prostates. *Scand J Urol Nephrol* 2001 Jun;35(3):200-4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11487072>
8. Muschter R. Laser therapy for benign prostate hyperplasia. *Aktuelle Urol* 2008 Sep;39(5):359-68. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18798125>
9. M. Oelke, A. Bachmann, A. Descazeaud, et al; members of the European Association of Urology (EAU) Guidelines Office. Guidelines on Conservative treatment of non-neurogenic male LUTS. In: EAU Guidelines, edition presented at the 25th EAU Annual Congress, Barcelona 2010. ISBN 978-90-79754- 70-0. <http://www.uroweb.org/guidelines/online-guidelines/>

3. SISTEMAS LÁSER CONTEMPORÁNEOS

3.1 Introducción

Después de la primera generación de tratamientos basados en láser para la OSV y la HBP, se utilizan actualmente cuatro (grupos de) sistemas de láser:

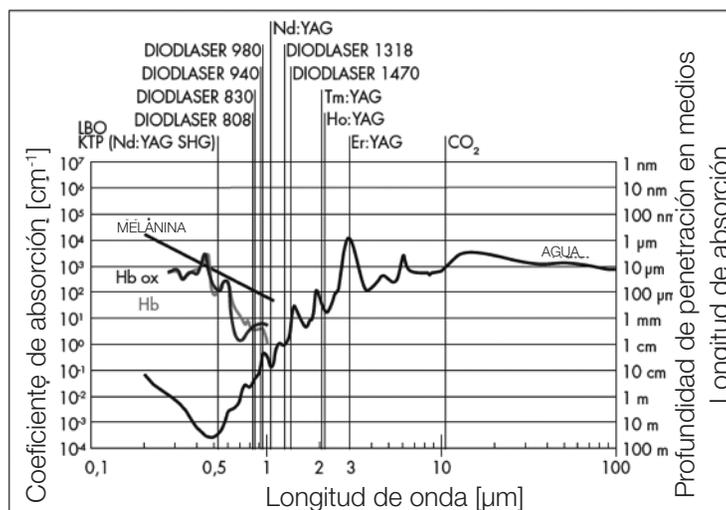
- Láseres de KTP (titanilfosfato de potasio, KTP:Nd:YAG [SHG]) y LBO (triborato de litio, LBO:Nd:YAG [SHG])
- Láseres de diodo (varios)
- Láseres de holmio (Ho):YAG (itrio-aluminio-granate)
- Láseres de tulio (Tm):YAG (itrio-aluminio-granate).

En todos los tratamientos con láser actuales (e históricos) precitados de la OSV y la HBP se utiliza una solución fisiológica de sodio al 0,9 % para irrigación. Se elimina así el riesgo del síndrome hipotónico hipovolémico de la resección transuretral de la próstata (RTUP), notificado en el 1,4 % de los pacientes de las series extensas de RTUP publicadas (1). Una segunda ventaja (útil en todos los tratamientos endoscópicos mínimamente invasivos de la próstata) es la evitación de los trastornos cutáneos secundarios en la cicatrización de la herida, que se produjeron en el 5,5 % de los pacientes de una serie importante de prostatectomía abierta (PA) (2).

3.2 Láseres de KTP (titanilfosfato de potasio, KTP:Nd:YAG [SHG]) y LBO (triborato de litio, LBO:Nd:YAG [SHG])

Los láseres de KTP y LBO derivan del láser de Nd:YAG. La adición de un cristal de KTP o LBO al resonador del láser convierte la longitud de onda del Nd:YAG de 1064 nm en una longitud de onda verde de 532 nm. Esta es una longitud de onda verde, que es intensamente absorbida por la oxihemoglobina. El láser resultante tiene una longitud de extinción corta y sólo penetra unos pocos micrometros en el tejido vascular. En tejido rojo con buena circulación, la densidad de potencia absorbida es alta y eleva inmediatamente la temperatura del tejido por encima del punto de ebullición (figura 1). El resultado es la vaporización del tejido, que deja una costura coagulada en la que el aumento de la temperatura del tejido ha originado hemostasia (3). En esta costura, la hemoglobina está blanqueada pero no vaporizada. La energía láser aplicada debe atravesar la costura coagulada, en la que el haz de láser experimenta principalmente dispersión. La falta de absorción en el tejido coagulado dificulta su eliminación, mientras que la dispersión de la longitud de onda verde reduce la intensidad del rayo láser, alterando su efecto vaporizador en la capa de tejido siguiente (4).

Figura 1: Longitud de onda de distintos tipos de láser, profundidad de penetración en medios y coeficiente de absorción



Er:YAG = Láser de erbio:itrio-aluminio-granate; Ho:YAG = Holmio: itrio-aluminio-granate; KTP = titanilfosfato de potasio; LBO = triborato de litio; Nd:YAG = dopado con neodimio: itrio-aluminio-granate; Tm:YAG = tulio: itrio-aluminio-granate.

3.2.1 Propiedades físicas

Todos los láseres nuevos se estudian exhaustivamente en ensayos preclínicos comparándolos con los vaporizadores más frecuentes, es decir, un láser de KTP de 80 W o un láser de LBO de 120 W. Las capacidades caloríficas específicas de los tejidos renales (3,89 kJ/kg/°K) y prostáticos (3,80 kJ/kg/°K) son casi equivalentes, por lo que el riñón porcino aislado perfundido con sangre es un modelo muy útil para el estudio de los procedimientos con láser (5).

Los modelos animales han sido muy útiles para evaluar características de los láseres como la tasa de ablación de tejidos, la eficacia de la ablación en relación con el ajuste de la potencia (eficiencia de potencia de salida), las propiedades hemostáticas y el grado de necrosis morfológica del tejido. En la tabla 4 se ofrece una comparación de diferentes láseres y sus características individuales derivada de una serie de estudios comparativos *ex vivo* en un modelo de riñón porcino perfundido. Los datos aparecen como media estadística o intervalo, de acuerdo con la publicación original.

3.2.1.1 Capacidad de ablación

La tasa de ablación del tejido lograda con los láseres de KTP y LBO aumenta con la potencia de salida. En la comparación del láser de Tm:YAG (70 W) y el de KTP, la tasa de ablación de tejido era de 3,99 g/10 min (KTP de 80 W) y 6,56 g/10 min (Tm:YAG de 70 W) ($p < 0,05$). En comparación con la RTUP, los dos dispositivos láser producían tasas de eliminación de tejido significativamente menores (8,28 g/10 min) (6). Sin embargo, el láser de LBO, con su tasa de ablación de tejido de 7,01 g/10 min a 120 W, ofrecía una capacidad de ablación significativamente mayor que el láser de KTP a 80 W ($p < 0,005$) (7).

3.2.1.2 Tasa de sangrado

El láser de KTP muestra un potencial hemostático excelente, con una tasa de sangrado del láser de KTP de 80 W de 0,21 g/min, en comparación con la de 0,16 g/min del láser de Tm:YAG de 70 W de onda continua (OC). En contraste, la RTUP se asocia con una tasa de sangrado mucho mayor, de 20,14 g/min ($p < 0,05$) (6). La tasa de sangrado del láser de LBO de 120 W también era mayor, 0,65 g/min, que la de 0,21 g/min observada con el láser de KTP de 80 W ($p < 0,05$) (7).

3.2.1.3 Zona de coagulación

En el modelo de ablación de tejido de riñón porcino perfundido, el láser de KTP ($p = 0,05$) mostró una zona de coagulación 2,5 veces más profunda (666,9 μm) que el láser de Tm:YAG de OC (264,7 μm) y que la RTUP (287,1 μm). La ablación del tejido originaba una zona de coagulación densa en la superficie tisular (6). Las profundidades de las zonas de coagulación con el láser de LBO de 120 W y el láser de KTP de 80 W eran de 835 μm and 667 μm ($p < 0,05$), respectivamente (7).

Tabla 4: Estudio ex vivo de la capacidad ablativa, las propiedades hemostáticas y la zona de coagulación debida a la penetración del tejido en el modelo de riñón porcino perfundido

Estudio	Bach y cols. 2010 (8)		Heinrich y cols. 2010 (7)		Wendt-Nordahl y cols. 2008 (6)		
	Tm:YAG		KTP	LBO	Tm:YAG	KTP	HF (RTUP)
Tipo de láser	Tm:YAG		KTP	LBO	Tm:YAG	KTP	HF (RTUP)
Longitud de onda (nm)	2013	2013	532	532	2013	532	
Ajuste de potencia (W)	70	120	80	120	70	80	160
Tasa de ablación de tejido (g/10 min)	9,80	16,41	3,99	7,01	6,56 \pm 0,69	3,99 \pm 0,48	8,28 \pm 0,38
Tasa de sangrado (g/min)	0,11	0,15	0,21	0,65	0,16 \pm 0,07	0,21 \pm 0,07	20,14 \pm 2,03
Zona de coagulación (mm)	0,36	0,40	0,667	0,835	0,2647	0,669	0,287

*Aumento significativo $p < 0,05$.

KTP = titanilfosfato de potasio; LBO = triborato de litio; SHB:Nd:YAG GreenlightR; SHB:Nd:YAG Greenlight HPSR; Tm (tulio):YAG Laser Revolix DuoR.

3.2.2 Técnica quirúrgica de los láseres de KTP y LBO

Tanto el láser de KTP como el de LBO operan a una longitud de onda a la que la absorción en agua es mínima. En ausencia de una molécula de hemoglobina, la longitud de extinción aumenta drásticamente y el rayo penetra profundamente en el irrigante, el tejido o ambos. Esta técnica se denomina vaporización fotoselectiva de la próstata (VFP) (9). Además, en la VFP se utilizan fibras de disparo lateral para garantizar que el cirujano tenga mejor control visual directo del punto en el que el rayo láser incide en el tejido.

La energía láser se dirige hacia el tejido prostático empleando una sonda de disparo lateral de 600 μm a 70°. Bajo visión directa, se realiza vaporización con una técnica de barrido de fibras, empezando en el cuello vesical y continuando con los lóbulos laterales y el vértice. La glándula prostática se vaporiza desde su interior hasta sus capas externas. Lo mismo se hace en la RTUP, pero a diferencia de lo que ocurre en esta, aquí no queda tejido para evaluación histopatológica (10).

Desde 2006 se dispone de un láser de LBO con una potencia de 120 W y haz colimado (7,11).

Como con todos los láseres, el cirujano deberá usar gafas de seguridad. Estas gafas deberán incluir un filtro coloreado en el ajuste del láser de KTP o LBO.

3.2.3 Resultados urodinámicos y reducción de los síntomas

En 1998, Malek y cols. (12) demostraron que el láser de KTP de 60 W era viable y seguro. Desde entonces, en la mayoría de los ensayos de tratamiento con láser anteriores a 2010 se ha utilizado el láser de KTP de 80 W. Sólo se han publicado datos limitados sobre el más potente láser de LBO de 120 W. Casi 10 años después de la introducción de los láseres de 532 nm en la clínica, se publicaron dos ensayos controlados aleatorizados (ECA) que comparaban el láser de KTP de 80 W con la RTUP tras un seguimiento de hasta 12 meses (13,14). Uno de los ensayos comparó el KTP de 80 W con la PA (15), y el otro el láser de LBO de 120 W con la RTUP (16) (tabla 5).

En un ECA se hallaron resultados equivalentes a los de la RTUP (12) al año de seguimiento, mientras que otro estudio no aleatorizado en dos centros comunicó resultados equívocos (17). Por el contrario, un segundo ECA mostró claramente que la RTUP lograba una mejoría urodinámica mayor ($Q_{\text{máx}}$) que el láser de KTP (14). Otro estudio que comparó el tratamiento con KTP y con PA mostró equivalencia en mejoría del $Q_{\text{máx}}$, ORPM y reducción de la puntuación de síntomas a los 18 meses de seguimiento (15). El antígeno específico de la próstata (PSA), como marcador sustitutivo de la eliminación de tejido, descendió el 68,2 % con la PA y el 61,2 % con la VFP (15). No obstante, en otros estudios se han comunicado tasas mucho menores de reducción del PSA al utilizar VFP del 45 % (18), el 41,7 % (19) y el 37 % (20).

Con el titanilfosfato de potasio hubo una tasa de retratamiento más alta en las próstatas de tamaño > 80 ml dentro de un período de seguimiento de 12 meses (21). El estudio en el que se comparó el tratamiento con LBO y RTUP mostró equivalencia en mejoría del $Q_{\text{máx}}$, ORPM y reducción de la puntuación de síntomas a los 36 meses de seguimiento (16). Con la VFP se comprobó reducción de la presión del detrusor con flujo máximo ($P_{\text{detqmáx}}$) (22) al año de seguimiento. Además, ensayos prospectivos no aleatorizados han demostrado la seguridad y la eficiencia del láser de LBO en pacientes que estaban recibiendo anticoagulantes orales (23), con retención (24) o con próstatas > 80 ml (21).

En estudios que compararon la RTUP con el láser de KTP, el tiempo quirúrgico fue notablemente más corto, de 30 a 50 min menor, en las próstatas mayores de 80 ml (17). Esta diferencia se reduce a 9 min con el láser LBO (120 vatios) (16).

Tabla 5: Láseres de KTP y LBO: mejoría de los parámetros urodinámicos, la puntuación de síntomas y la reducción del PSA

Referencia	Fuente de láser (potencia)	Seguimiento (meses)	Pacientes (n)	Tamaño prostático medio (ml)	Reducción del PSA (%)	Cambio en los síntomas (%)	Cambio del Q _{máx} (ml/s)	Cambio de la ORPM (%)	GCC
Bouchier-Haydes y cols. 2006 (13)	VFP con KTP	12	38	42,4	NP	49,83	+12,1 (167)	81,63	1b
	RTUP		38	33,2	NP	50,23	+9,2 (149)	68,90	
Horsanli y cols. 2008 (14)	VFP con KTP	6	39	86,1	31,8	30,68	+5,8 (157)	87,05	1b
	RTUP		37	88	44,6	68,31	+13,8 (225)	73,98	
Tasci y cols. 2008 (17)	VFP con KTP	24	40	108,4	56,8	82,66	+13,5 (307,7)	83,69	2a
	RTUP		41	104,2	78,7	83,33	+12,8 (306,4)	84,91	
Skolarikos y cols. 2008 (15)	KTP PVP	18	65	93	61,2	50	+7,4 (186)	84,53	1b
	PA		60	96	68,2	59,52	+7,0 (187,5)	86,51	
Al-Ansari y cols. 2010 (16)	LBO	36	60	61,8	38,4	60,29	+9,6 (239)	78,9	1b
	RTUP		60	60,3	62,5	65,9	+13,6 (312,5)	80,2	

GCC = grado de comprobación científica; KTP = láser de titanilfosfato potásico; LBO = triborato de litio; PA = prostatectomía abierta; VFP = vaporización fotoselectiva de la próstata; RTUP = resección transuretral de la próstata.

3.2.4 Riesgos y complicaciones, duración de los resultados

3.2.4.1 Complicaciones intraoperatorias

Varios estudios han demostrado la seguridad intraoperatoria de la vaporización fotoselectiva de la próstata (VFP) con láseres de KTP y LBO, incluidos estudios prospectivos (25-27) y ECA en comparación con RTUP (13,14,28,29) o PA (15). También se demostró seguridad en análisis de subgrupos de pacientes con próstatas grandes (30,31), en tratamiento con anticoagulantes (31,24) o con retención (31,24).

En un ECA en el que se comparó el KTP de 80 W con la RTUP se demostró una pérdida de sangre significativamente menor con KTP (0,45 g/dl) que con la RTUP (1,46 g/dl, $p < 0,005$), lo que originaba una tasa de transfusión de sangre en la RTUP (13). Otro ECA comparativo del KTP de 80 W con la RTUP respaldó estos hallazgos, comunicando una tasa de transfusión de sangre del 8,1 % en la RTUP (14). En un ECA en el que se compararon LBO y PA, la tasa de transfusión fue del 0 % tras KTP, pero del 13,3 % para la PA (15). Un total del 7,69 % de los pacientes del grupo con KTP precisaron conversión intraoperatoria a RTUP para el control de la hemorragia, muy probablemente debida a perforación de la cápsula (15). En un estudio comparativo del tratamiento con láser de LBO y la RTUP se notificó una tasa de transfusión de sangre del 20 %, una tasa de perforación de la cápsula del 16,7 %

y un síndrome de RTUP del 5 % en el grupo tratado con RTUP, mientras que no se comunicó ninguna de estas complicaciones con la VFP con LBO (16).

Estos hallazgos están respaldados por varios estudios (que no incluyen ECA). En un estudio multicéntrico de 500 pacientes en el que se compararon la VFP con la RTUP se notificó sangrado intraoperatorio en el 3,6 %, perforación de la cápsula en el 0,2 % y conversión a RTUP debida a sangrado, al tamaño de la próstata o a defecto de las fibras en el 5,2 % de los pacientes. No se necesitaron transfusiones de sangre. La tasa más alta de sangrado intraoperatorio se produjo en un subgrupo de pacientes con próstatas > 80 ml (5,7 % del subgrupo) (25). En un estudio no aleatorizado de LBO se comunicó sangrado intraoperatorio en el 2,6 % de los pacientes y perforación de la cápsula en el 1 %, y una tasa de transfusión del sangre del 0,4 % (27). En otro ensayo no aleatorizado de LBO se compararon diversos subgrupos de pacientes, incluidos los que sufrían o no retención, los que tomaban o no anticoagulantes y los que tenían un tamaño de la próstata inferior o superior a 80 ml. Se produjo sangrado intraoperatorio que exigió conversión a RTUP en el 1,5-3,8 % (> 80 ml). El 0,8-1,5 % de los pacientes que tomaban anticoagulantes sufrieron perforación de la cápsula (31). Estudios de otros autores en los mismos subgrupos de pacientes corroboraron estos hallazgos (23,24,30,32).

3.2.4.2 *Complicaciones postoperatorias precoces*

En un ECA que comparó KTP y RTUP en pacientes con próstatas > 70 ml se halló una tasa de retención urinaria significativamente superior tras KTP (15,3 frente a 2,7 %, $p < 0,05$). Se necesitaron reintervenciones en el 17,6 % de los pacientes después de KTP y el 0 % de los sometidos a RTUP (14). Otro ECA comunicó un 0 % y un 16,7 % de retención con KTP y RTUP respectivamente, mientras que se produjo retención urinaria pasajera con sondado en el 5 % de los dos grupos. Hubo infección urinaria (IU) en el 3,3 % y el 5 % de los pacientes tratados con KTP y RTUP, respectivamente, mientras que el 1,6 % y el 5 %, respectivamente, necesitaron reingreso (13).

En un ECA en el que se compararon KTP y PA en adenomas prostáticos > 80 ml no se apreció una diferencia estadísticamente significativa en la incidencia de complicaciones postoperatorias. Se observó disuria prolongada en el 7,6 % y el 11,6 % de los pacientes tratados con KTP y PA respectivamente, mientras que se comunicaron IU en el 21,5 % y el 27 % de los casos, respectivamente (15). En un ECA comparativo de LBO y RTUP, se produjo retención de coágulos en el 10 % de los pacientes tratados con RTUP y en ninguno de los del grupo sometido a LBO. En el mismo estudio se notificó disuria en los 30 días siguientes a la cirugía en el 31,7 % y el 93,3 % de los pacientes tratados con RTUP y LBO, respectivamente. En contraste, en un estudio no ECA sobre pacientes tratados con LBO se comunicó disuria en el 7,4-14,5 % de todos los subgrupos (31).

Los datos de un extenso estudio sobre 500 pacientes confirman los hallazgos anteriores (25). Después de VFP mediante láser de KTP, se notificó hematuria en el 9,8 % de los pacientes, transfusión de sangre en el 0,4 %, revisión en el 0,6 %, insuficiencia renal aguda en el 0,6 %, sepsis urinaria en el 0,4 %, disuria en el 14,8 %, incontinencia de urgencia pasajera en el 2,4 % e IU en el 6,8 % (25).

La hematuria era significativamente más frecuente en los pacientes que tomaban tratamiento anticoagulante (17,2 frente a 5,4 %, $p = 0,001$) (23) o con próstatas > 80 ml (17,2 frente a 9,8 %, $p < 0,05$) (25). Los pacientes con próstatas < 40 ml tenían una tasa significativamente mayor de disuria que la población global del estudio (24,3 frente a 14,8 %, $p < 0,01$) (25).

3.2.4.3 *Complicaciones tardías y duración de los resultados*

El seguimiento más prolongado de un ECA para evaluar la longevidad y la morbilidad a largo plazo con KTP y LBO es el del estudio de Al-Ansari que comparó la VFP con LBO y la RTUP, de 36 meses de duración (16). En un estudio no aleatorizado de Hai se informó de un seguimiento más largo, de 60 meses. Se precisó retratamiento con VFP por adenoma recurrente en el 7,7 % de 246 pacientes, y tres (1,2 %) se sometieron a incisión del cuello vesical, lo que supone una tasa de retratamiento global del 8,9 % (33).

En un ECA con un seguimiento de 6 meses, se practicó uretrotomía interna en respuesta a una estenosis uretral en el 8,1 % del grupo sometido a RTUP y el 5,1 % del grupo tratado con VFP por KTP. Se precisó reintervención en el 17,9 % de los pacientes tratados con VFP por KTP debido a que

tejido coagulado obstruía en grado importante la salida vesical. Las tasas de eyaculación retrógrada fueron similares en los dos grupos (56,7 % con RTUP y 49,9 % con VFP con KTP (14). En otro ECA con un seguimiento de 12 meses se comunicaron estenosis submeatales/uretrales o del cuello vesical en el 13,3 % de los pacientes con RTUP y el 8,3 % de los tratados con VFP con KTP (13). En un ECA comparativo de VFP con KTP y PA, con un seguimiento de 18 meses, las tasas de reintervención por estenosis uretral fueron del 3,1 % y el 1,6 %, las de contractura del cuello vesical del 0 % y el 3,3 % o hubo necesidad de resección apical en el 1,5 %, con totales del 4,6 % para la VFP con KTP y del 5 % con la PA, respectivamente (15). Al comparar la VFP con LBO con la RTUP se halló una tasa de retratamiento significativamente menor con la VFP con LBO, del 1,8 % frente al 11 % con la RTUP. Se incidieron contracturas del cuello vesical en el 3,6 % y el 7,4 % de los casos, respectivamente.

Corroborar estos hallazgos un ECA de la VFP con KTP en una extensa serie de casos en la que se halló una tasa de retratamiento global del 14,8 % debida a tejido de adenoma recurrente o persistente (6,8 %), estenosis del cuello vesical (3,6 %) o estenosis uretrales (4,4 %) (32). La limitación de este estudio era el número de pacientes disponibles en el seguimiento a los 5 años (27/500) (25). La anticoagulación y la retención urinaria en el momento de la cirugía no tienen una influencia importante en la tasa de complicaciones a largo plazo (23,24).

Es posible que la VFP con KTP tenga una eficacia reducida en los pacientes con próstatas más grandes. Según un estudio multicéntrico prospectivo, la eficacia de la VFP era menor en los pacientes con próstatas de mayor tamaño y valores de PSA > 6,1 ng/ml (34), pero otros estudios no han confirmado este hallazgo (25,30). Las estenosis del cuello vesical parecen ocurrir con más frecuencia en los pacientes con glándulas prostáticas < 40 ml (7,8 frente a 3,6 %, $p < 0,05$) (25).

Hay pruebas procedentes de ECA de que la incontinencia urinaria de esfuerzo persistente es rara. Su frecuencia oscila entre el 1,4 % con la VFP con KTP (34) y el 0,7 % con la VFP con LBO (27).

Existen datos limitados sobre la función sexual después de la VFP. Tras un seguimiento de 24 meses, se halló que se mantenía la función sexual global en los varones sometidos a VFP con KTP. En los que tenían una puntuación del IIEF-5 (Índice Internacional de la Función Eréctil 5) > 19, la mediana preoperatoria descendió significativamente desde 22 a 16,7 ($p < 0,05$) (36). En un ECA comparativo de VFP con LBO y RTUP, ninguno de los 82 pacientes seguidos durante 36 meses presentó disfunción eréctil, y las tasas de eyaculación retrógrada fueron comparables (49,9 % con VFP y 56,7 % con RTUP, $p = 0,21$) (14). Otro estudio, en el que se compararon la VFP con KTP y la PA, no halló cambios de la función eréctil tras la intervención (15). En una serie de casos sometidos a VFP con LBO, la función eréctil permaneció estable o mejoró en pacientes con disfunción eréctil leve o moderada (37-39).

3.2.5 Conclusiones y recomendaciones para el uso de los láseres de KTP y LBO

Conclusiones	GCC
La VFP con KTP y LBO es segura y eficaz en el tratamiento de la OSC y la HBP en pacientes con glándulas prostáticas pequeñas o medianas.	1b
Basándose en un seguimiento de 3 años (GCC: 1b) a 5 años (GCC: 4), las tasas de retratamiento parecen comparables a las de la RTUP.	1b (3 años) 4 (5 años)
La VFP con KTP y LBO es segura y eficaz en los pacientes con próstatas grandes, los que reciben medicación anticoagulante o los que presentan retención (GCC: 4, series de casos).	4

Recomendaciones	GR
La VFP con KTP y LBO es una modalidad de tratamiento recomendada en los pacientes con OSV y HBP.	A
Se recomienda el uso de KTP como alternativa a la RTUP en los pacientes con retención urinaria resistente.	B
Puede ofrecerse KTP o LBO a los pacientes que reciben medicación anticoagulante.	B
El láser de KTP es un método seguro para reducir el volumen de las glándulas prostáticas de gran tamaño.	A

OSV = obstrucción de la salida vesical; HBP = hiperplasia benigna de la próstata; KTP = láser de titanilfosfato potásico; LBO = triborato de litio; VFP = vaporización fotoselectiva de la próstata; RTUP = resección transuretral de la próstata.

3.2.6 Bibliografía

1. Reich O, Gratzke C, Bachmann A, et al. Urology Section of the Bavarian Working Group for Quality Assurance. Morbidity, mortality and early outcome of transurethral resection of the prostate: a prospective multicenter evaluation of 10,654 patients. *J Urol* 2008 Jul;180(1):246-9.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18499179>
2. Adam C, Hofstetter A, Deubner J, et al. Retropubic transvesical prostatectomy for significant prostatic enlargement must remain a standard part of urology training. *Scan J Urol Nephrol* 2004;38(6):472-6.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15841780>
3. Kuntzman RS, Malek RS, Barrett DM. High-power potassium titanyl phosphate laser vaporization prostatectomy. *Mayo Clin Proc* 1998 Aug;73(8):798-801.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9703311>
4. Teichmann HO, Herrmann TR, Bach T. Technical aspects of lasers. *World J Urol* 2007 Jun;25(3): 221-5.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17534625>
5. Cooper TE, Trezek GJ. A probe technique for determining the thermal conductivity of tissue. *J Heat Transfer* 1972;94:133.
6. Wendt-Nordahl G, Huckele S, Honeck P et al. Systemic evaluation of recently introduced 2-µm continuous-wave thulium laser for vaporesection of the prostate. *J Endourol* 2008 May;22(5):1041-5.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18377234>
7. Heinrich E, Wendt-Nordahl G, Honeck P, et al. 120 W lithium triborate laser for photoselective vaporization of the prostate: comparison with 80 W potassium-titanyl-phosphate laser in an ex-vivo model. *J Endourol* 2010 Jan;24(1):75-9.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19958155>
8. Bach T, Huck N, Wezel F, et al. 70 vs 120 W thulium:yttrium-aluminium-garnet 2 microm continuouswave laser for the treatment of benign prostatic hyperplasia: a systematic ex-vivo evaluation. *BJU Int* 2010 Aug;106(3):368-72.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19912204>
9. McAllister WJ, Gilling PJ. Vaporization of the prostate. *Curr Opin Urol* 2004 Jan;14(1):31-4.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15091047>
10. Heinrich E, Schiefelbein F, Schoen G. Technique and short-term outcome of green light laser (KTP, 80W) vaporisation of the prostate. *Eur Urol* 2007;52(6):1632-7.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17689002>
11. Reich O. Greenlight: from potassium-titanyl-phosphate to lithium triborate or from good to better? *Curr Opin Urol* 2011 Jan;21(1):27-30.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21045703>
12. Malek RS, Barrett DM, Kuntzman RS. High-power potassium-titanyl-phosphate (KTP/532) laser vaporization prostatectomy: 24 hours later. *Urology*. 1998 Feb;51(2):254-6.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9495707>
13. Bouchier-Hayes DM, Anderson P, Van Appledorn S, et al. KTP laser versus transurethral resection: early results of a randomized trial. *J Endourol* 2006 Aug;20(8):580-5.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16903819>

14. Horasanli K, Silay MS, Altay B, et al. Photoselective potassium titanyl phosphate (KTP) laser vaporization versus transurethral resection of the prostate for prostates larger than 70mL: a shorttermprospective randomized trial. *Urology* 2008 Feb;71(2): 247–51.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18308094>
15. Skolarikos A, Papachristou C, Athanasiadis G, et al. Eighteen-month results of a randomized prospective study comparing transurethral photoselective vaporization with transvesical open enucleation for prostatic adenomas greater than 80 cc. *J Endourol* 2008 Oct; 22(10):2333–40.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18837655>
16. Al-Ansari A, Younes N, Sampige VP, et al. GreenLight HPS 120-W laser vaporization versus transurethral resection of the prostate for treatment of benign prostatic hyperplasia: a randomized clinical trial with midterm follow-up. *Eur Urol* 2010 Sep;58(3):349–55.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20605316>
17. Tasci AI, Tugcu V, Sahin S, et al. Photoselective Vaporization of the Prostate versus Transurethral Resection of the Prostate for the Large Prostate: A Prospective Nonrandomized Bicenter Trial with 2-Year Follow-Up. *J Endourol* 2008 Feb;22(2):347–53.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18257671>
18. van Iersel MP, Thomas CM, Witjes WP, et al. Clinical implications of the rise and fall of prostate specific antigen after laser prostatectomy. *Br J Urol* 1996 Nov;78(5):742–6.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8976771>
19. Hai MA, Malek RS. Photoselective vaporization of the prostate: Initial experience with a new 80 W KTP laser for the treatment of benign prostatic hyperplasia. *J Endourol* 2003 Mar;17(2):93–6.
20. Te AE, Malloy TR, Stein BS. Photoselective vaporization of the prostate for the treatment of benign prostatic hyperplasia: 12-month results from the first United States multicenter prospective trial. *J Urol* 2004 Oct;172(4 Pt 1):1404–8.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15371855>
21. Pfitzenmaier J, Gilfrich C, Pritsch M, et al. Vaporization of prostates of > or =80 mL using a potassiumtitanyl-phosphate laser: midterm-results and comparison with prostates of <80 mL. *BJU Int* 2008 Aug;102(3):322–7.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18422772>
22. Hamann MF, Naumann CM, Seif C, et al. Functional outcome following photoselective vaporisation of the prostate (PVP): urodynamic findings within 12 months follow-up. *Eur Urol* 2008 Oct;54(4):902–7.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18502565>
23. Ruszat R, Wyler S, Forster T, et al. Safety and effectiveness of photoselective vaporization of the prostate (PVP) in patients on ongoing oral anticoagulation. *Eur Urol* 2007 Apr;51(4):1031–8.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16945475>
24. Ruszat R, Wyler S, Seifert HH, et al. Photoselective vaporization of the prostate: subgroup analysis of men with refractory urinary retention. *Eur Urol* 2006 Nov; 50(5):1040–9.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16481099>
25. Ruszat R, Seitz M, Wyler SF, et al. GreenLight laser vaporization of the prostate: single-center experience and long-term results after 500 procedures. *Eur Urol* 2008 Oct;54(4):893–901.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18486311>
26. Spaliviero M, Araki M, Culkin DJ, et al. Incidence, management, and prevention of perioperative complications of GreenLight HPS laser photoselective vaporization prostatectomy: experience in the first 70 patients. *J Endourol* 2009 Mar;23(3):495–502.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19265468>
27. Choi B, Tabatabaei S, Bachmann A, et al. GreenLight HPS 120-W laser for benign prostatic hyperplasia: comparative complications and technical recommendations. *Eur Urol* 2008 Suppl 7(4):384–392
28. Ruszat R, Wyler S, Seitz M, et al. Comparison of Potassium-titanyl-phosphate laser vaporization of the prostate and transurethral resection of the prostate: update of a prospective non-randomized twocentre study. *BJU Int* 2008 Nov;102(10):1432–8.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18671785>
29. Tugcu V, Tasci AI, Sahin S, et al. Comparison of photoselective vaporization of the prostate and transurethral resection of the prostate: a prospective nonrandomized bicenter trial with 2-year followup. *J Endourol* 2008 Jul;22(7):1519–25.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18613777>

30. Rajbabu K, Chandrasekara SK, Barber NJ, et al. Photoselective vaporization of the prostate with the potassium-titanyl-phosphate laser in men with prostates of >100 mL. *BJU Int* 2007 Sep;100(3):593–8.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17511771>
31. Woo H, Reich O, Bachmann A, et al. Outcome of the GreenLight HPS 120-W laser therapy in specific patient populations: those in retention, on anticoagulants, and with large prostates (>80 ml). *Eur Urol Suppl* 7(4):378–383.
32. Rieken M, Ebinger Mundorff N, Bonkat G, et al. Complications of laser prostatectomy: a review of recent data. *World J Urol.* 2010 Feb;28(1):53-62.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20052586>
33. Hai MA. Photoselective vaporization of prostate: five-year outcomes of entire clinic patient population. *Urology* 2009 Apr;73(4):807–10.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19200589>
34. Te AE, Malloy TR, Stein BS, et al. Impact of prostate-specific antigen level and prostate volume as predictors of efficacy in photoselective vaporization prostatectomy: analysis and results of an ongoing prospective multicentre study at 3 years. *BJU Int.* 2006 Jun;97(6):1229–33.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16686717>
35. Te AE, Malloy TR, Stein BS, et al. Photoselective vaporization of the prostate for the treatment of benign prostatic hyperplasia: 12-month results from the first United States multicenter prospective trial. *J Urol* 2004 Oct;172(4 Pt 1):1404–8.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15371855>
36. Bruyère F, Puichaud A, Pereira H, et al. Influence of photoselective vaporization of the prostate on sexual function: results of a prospective analysis of 149 patients with long-term follow-up. *Eur Urol.* 2010 Aug;58(2):207-11.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20466480>
37. Spaliviero M, Strom KH, Gu X, et al. Does Greenlight HPS™ Laser Photoselective Vaporization Prostatectomy Affect Sexual Function? *J Endourol* 2010 Dec;24(12):2051-2057.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20964486>
38. Kavoussi PK, Hermans MR. Maintenance of erectile function after photoselective vaporization of the prostate for obstructive benign prostatic hyperplasia. *J Sex Med* 2008 Nov;5(11):2669– 71.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18785895>
39. Paick JS, Um JM, Kim SW, et al. Influence of highpower potassium-titanyl-phosphate photoselective vaporization of the prostate on erectile function: a short-term follow-up study. *J Sex Med* 2007 Nov;4(6):1701–07.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17672845>

3.3 Láseres de diodo

3.3.1 Generalidades

La expresión “láser de diodo” se refiere al método de generación del rayo láser.

La luz láser puede generarse mediante un resonador o un diodo. Las ventajas principales de los láseres de diodo sobre los de Nd:YAG son un tamaño de caja menor y un rendimiento luminoso (es decir, la proporción del suministro de red que se convierte en potencia láser) mucho mayor. Estas diferencias son resultado de los principios técnicos de la generación de radiación y energía láser. Dependiendo del tipo de generador de láser, la eficiencia de los láseres de diodo es más de un orden de magnitud mejor. Además, la pérdida de potencia térmica de los láseres de diodo es mucho menor, por lo que pueden operarse conectándolos a una toma de potencia de pared normal.

La absorción en agua y el efecto en los tejidos de los láseres de diodo con longitudes de onda de 808-980 nm son similares a los del láser de Nd:YAG (1,2). Otros láseres de diodo tienen longitudes de onda de 1318 y 1470 nm (3). El láser de diodo de 830 nm (Índigo) se ha utilizado ampliamente en la coagulación intersticial con láser (CIL) (4).

Hay disponibles diversos tipos de láseres de diodo que operan a longitudes de onda de 940, 980 ó 1470 nm para uso en la prostatectomía con láser de diodo. Actualmente sólo existen unos pocos estudios que hayan investigado las aplicaciones clínicas de los láseres de diodo, y el seguimiento máximo es de un año.

3.3.2 Propiedades físicas

3.3.2.1 Capacidad de ablación

En el modelo de riñón porcino perfundido, el láser de diodo de 1318 nm logró la tasa de ablación más alta (12,43 g/10 min, 100 W), superior a las del láser de diodo de 1470 nm (5,27 g/10 min, 80 W), el láser de diodo de 980 nm (8,99 g/10 min, 200 W) o el láser de LBO de 120 W (7,01 g/10 min, 120 W). Se obtuvo el mismo resultado cuando se calculó el rendimiento luminoso (g/W/10 min). La comparación de los láseres de diodo de 980 y 1470 nm con el láser de LBO no mostró diferencias estadísticas (3). El láser de diodo de 940 nm también mostró una gran capacidad ablativa cuando se ensayo en la próstata canina (15,17 g/10 min) (5). En otro estudio, el láser de diodo de 980 nm mostró tasas de ablación de tejido mayores en el modo de onda continua (OC), con rendimientos luminosos crecientes de hasta 7 g/10 min a 120 W, mientras que la capacidad ablativa del láser de KTP era significativamente menor. En comparación con la RTUP, los dos dispositivos láser lograban una eliminación de tejido significativamente menor (6) (tabla 6).

3.3.2.2 Tasa de sangrado

En un riñón porcino *ex vivo* perfundido, las propiedades hemostáticas, calculadas mediante la tasa de sangrado, de los láseres de diodo de 980 nm (0,35 g/min), 1318 nm (0,27 g/min) y 1470 nm (0,24 g/min) eran significativamente mejores que las del láser de LBO (0,65 g/min) (3). Con el láser de diodo de 840 nm, la tasa de sangrado con una potencia de 60 W era de 0,21 g/min (5).

3.3.2.3 Zona de coagulación

Las zonas necróticas observadas con los láseres de diodo de 980 nm (4,62 mm), 1318 nm (4,18 mm) y 1470 nm (1,30 mm) eran significativamente más profundas que la generada por el láser de LBO (0,84 mm) (3). Se demostró que el láser de diodo de 980 nm lograba zonas de coagulación medias de 8,43 mm, 9,15 mm y 9,58 mm en un modelo de riñón porcino perfundido con potencias de salidas de 60, 90 y 120 W, respectivamente. En comparación con el láser de KTP de 80 W, los láseres de diodo eran capaces de lograr en el modelo de riñón porcino una coagulación de 7,7 a 8,7 veces más profunda ($p < 0,0001$). El cambio al modo de emisión pulsada no modificó estos resultados ($p < 0,001$) (6). Los resultados concuerdan con los del láser de Nd:YAG (2).

En un estudio *in vivo* ulterior, el láser de diodo de 1470 nm logró una zona de coagulación de 2,30 mm a 100 W (7). El láser de diodo era capaz de lograr una coagulación hasta 2,7 veces más profunda que el de KTP ($p < 0,005$). El láser de diodo de 940 nm se estudió en un modelo de riñón porcino perfundido. La profundidad de coagulación medida iba desde 0,86 (10 W) hasta 9,54 mm (60 W). En el mismo estudio, la profundidad de coagulación en un modelo de próstata canino era de sólo 4 mm (200 W, modo de onda continua) (7).

Tabla 6: Propiedades físicas del láser de diodo en un riñón porcino perfundido ex vivo

Estudio	Wezel y cols. 2010 (3)				Seitz y cols. 2009 (5)			Seitz y cols. 2009 (7)	
	Diodo			LBO	Diodo	Diodo	KTP	Diodo	
Tipo de láser	Diodo			LBO	Diodo	Diodo	KTP	Diodo	
Longitud de onda (nm)	1318	1470	980	532	1470	1470	532	940	940
Ajuste de potencia (W)	100	80	200	120	50	100	80	200	60
Configuración de fibras	fibra desnuda	disparo lateral	disparo lateral	disparo lateral	disparo lateral	disparo lateral	disparo lateral	disparo lateral	disparo lateral
Modelo animal	RPP	RPP	RPP	RPP	RPP	próstata de beagle	RPP	próstata canina	RPP
Tasa de ablación de tejido (g/10 min)	12,34*	5,27§	8,99§	7,0	NP	4,0&	NP	15,168	NP
Rendimiento de salida (g/W/10 min)	0,124	0,066§	0,045§	0,058	NP	[0,038; 0,042] ⁱ	NP	0,07584	NP
Tasa de sangrado (g/min)	0,35\$	0,24*	0,27*	0,65	0,17	NP	0,19	NP	0,21
Necrosis tisular (mm)	4,62*	1,3§	4,18*	0,84	3,39t	2,30t	1,27	4,25	NP

§ No estadísticamente significativo en comparación con el láser de LBO.

*p < 0,001 en comparación con el láser de LBO; \$p = 0,0066 en comparación con el láser de LBO; & media [3,8-4,2]; ⁱ media [0,038-0,042];

t, estadísticamente significativo en comparación con el láser de KTP, p < 0,001.

NP = no procede.

3.3.3 Técnicas con láseres de diodo

Los láseres de diodo trabajan a una longitud de onda a la que la absorción en agua es baja. Como en los láseres de KTP y LBO, los procedimientos ejecutados con láseres de diodo utilizan técnicas de disparo lateral para garantizar un mejor control visual directo de los cirujanos del punto de impacto del rayo láser en el tejido (1). Las técnicas notificadas son de vaporización (8-12). Dado que los niveles de penetración del láser son más profundos y la zona de coagulación más amplia (3,7,13), algunos autores han sugerido que debe reducirse la potencia cuando se trate el vértice con la región esfinteriana subyacente (10,11).

3.3.4 Resultados clínicos

3.3.4.1 Parámetros urodinámicos, reducción de la puntuación de síntomas, reducción del PSA

Los datos clínicos están limitados a un seguimiento a corto plazo (un año como máximo) y proceden de estudios de casos-controles o de cohortes (ensayos de cohorte aleatorizados) (9-12,14). En dos ensayos se comparó el tratamiento con láser de diodo y con sistemas láser de LBO como grupo de tratamiento de referencia (9,14). Los datos de más peso se refieren al láser de diodo de 980 nm (9-11,14).

Al final del período de seguimiento se observó una mejoría notable de los parámetros urodinámicos (flujo urinario máximo [$Q_{m\acute{a}x}$], ORPM) (tabla 7). Hubo una reducción de las concentraciones del PSA, como marcador sustitutivo de la reducción del tejido prostático, del orden del 30 % (11) y el 58 % (10). Sin embargo, un ECA y un estudio no ECA no mostraron diferencias significativas en la mejoría de los parámetros urodinámicos ni en la reducción de la puntuación de síntomas (tabla 7).

Tabla 7: Resultados de mejoría de los parámetros urodinámicos y reducción de la puntuación de síntomas y del PSA con los láseres de diodo

Referencia	Fuente de láser (potencia, W)	Seguimiento	Pacientes (n)	Tamaño prostático medio (ml)	Reducción del PSA (%)	Cambio en los síntomas (%)	Cambio del $Q_{m\acute{a}x}$ (ml/s) (%)	Cambio de la ORPM (%)	GCC
Seitz y cols. 2007 (12)	1470 (50 W)	12	10	47,8	-42	-69,32	13,5 (251,68)	-88,93	3b
Chen y cols. 2010 (10)	980 (200/150W)	6	55	66,3	-58,82	-75,62	13,7 (349,01)	-87,74	3b
Erol y cols. 2009 (11)	980 (132/80 W)	6	47	51,4	-30,31	-54,99	9,4 (205,97)	-58,11	3b
Ruszat y cols. 2009 (9)	980 (NP) VFP LBO	6	55 65	64,7 67,4	-58,13 -45	-75,93 -57,89	5,1 (147,66) 11,3 (191)	-85,55 -80,64	3b
Chiang y cols. 2010 (14)	980 (200 W) VFP LBO	12	55 84	66,3 60,3	-42,19 -58,82	-84,26 -83,08	14 (425,58) 11,2 (303,64)	-86,37 -85,40	1b

PSA = antígeno específico de la próstata; ORPM = orina residual posmiccional.

3.3.5 Riesgos y complicaciones, duración de los resultados

3.3.5.1 Complicaciones intraoperatorias

Todos los estudios publicados disponibles de los láseres de diodo de 980 nm (9-11,14) y de 1470 nm (12) son series de casos o de casos-contróles, salvo un ECA. Tales estudios han indicado un alto nivel de seguridad intraoperatoria. En el ECA, que comparaba la seguridad y la eficacia del láser de diodo de 980 nm y el láser de LBO de 120 W, la tasa de sangrado intraoperatorio fue notablemente inferior en el grupo con el láser de diodo (0 % frente a 13 %) (9). Tomaban medicación anticoagulante el 23,6 % de los pacientes tratados con láser de diodo y el 25,0 % de los sometidos a VFP con LBO. Confirmó estos hallazgos un ensayo controlado no aleatorizado en el que se encontraron casi los mismos resultados (0 % frente a 11,9 %) (14). En este estudio (14), recibían medicación anticoagulante el 52 % y el 43 % de los pacientes de los grupos tratados con láser de diodo y VFP con LBO, respectivamente. Respaldan este estudio los estudios preclínicos de las nuevas fuentes de energía láser, que muestran un potencial hemostático y características de coagulación casi idénticos a los del láser de Nd:YAG (6). Además, no se halló en el ECA ninguna perforación de la cápsula con el láser de diodo de 980 nm. Se notificó la necesidad de conversión a RTUP en el 4 % (diodo de 980 nm) y el 8 % (VFP con LBO) de los pacientes (9).

3.3.5.2 Complicaciones postoperatorias precoces

Aunque los datos disponibles son limitados, puede extraerse varias conclusiones. La incidencia notificada de complicaciones postoperatorias precoces es baja. No hubo transfusiones de sangre postoperatorias.

En una comparación del láser de diodo de 980 nm con la VFP con LBO, un ECA mostró las complicaciones siguientes: hematuria postoperatoria en el 20 % frente al 19 % de los pacientes, incontinencia pasajera en el 14,5 % y el 2,4 % ($p < 0,05$), urgencia pasajera en el 34,5 % y el 16,7 % ($p < 0,05$), edema escrotal en el 3,6 % y el 0 %, dolor anal en el 3,6 % y el 0 %, y epididimitis en el 1,2 % y el 9,1 %, respectivamente. En un estudio comparativo ulterior se notificó disuria en el 24 % (láser de diodo de 980 nm) y el 18 % (VFP con LBO), incontinencia urinaria en el 7 % y el 0 % y transfusión sanguíneas en el 0 % y el 2 % (14). La tasa de resonado osciló entre el 4,3 % (11) y el 20 % (12).

3.3.5.3 Complicaciones tardías

La vaporización de la próstata con láser de diodo parece ir acompañada de una elevada tasa de complicaciones tardías. En una serie de casos, el 32,1 % de los pacientes necesitaron reintervención en un plazo de 12 meses tras el tratamiento con láser de diodo de 980 nm debido a tejido necrótico obstructivo o estenosis del cuello vesical (15). Respaldada este hallazgo un ECA en el que se compararon el láser de diodo de 980 nm y el de LBO, en el que el 9,6 % y el 3,6 %, respectivamente, de los pacientes tratados con el láser de diodo y el de LBO necesitaron reintervención con RTUP debido a obstrucción del cuello vesical; aparecieron estenosis uretrales en el 5,5 % y el 0 %, y se formaron cálculos uretrales en el 1,8 % y el 0 %, respectivamente. Otro estudio comparativo del láser de diodo y la VFP con LBO halló con el primero tasas más altas de estenosis del cuello vesical (14,5 % frente a 1,6 %, $p < 0,01$), retratamiento (18,2 % frente a 1,6 %, $p < 0,01$) y persistencia de la incontinencia urinaria de esfuerzo (9,1 % frente a 0 %; $p < 0,05$) (9). No obstante, otros informes sólo encontraron incontinencia de urgencia y de esfuerzo combinadas pasajeras en el 4,3 % de los pacientes durante 2 semanas (11). Esta discrepancia ha suscitado una controversia difundida mediante la comunicación científica dentro de la comunidad urológica (16). En otra serie de casos se notificó tejido esfacelado en el 14,5 % en intervención cistoscópica y reintervención con RTUP del 7,3 % de los pacientes. La incontinencia urinaria de esfuerzo persistió en el 1,8 % de los pacientes durante un período de seguimiento de 6 meses (10). Además, el 20 % de los pacientes necesitaron RTUP repetida en el año siguiente al tratamiento con un láser de diodo de 1470 nm (12).

3.3.5.4 Consideraciones prácticas

En vista de los datos disponibles sobre el uso de láseres de diodo, no deben considerarse estos una opción de tratamiento estándar para la hiperplasia benigna de la próstata. La bibliografía muestra una tasa de retratamiento de hasta el 35 %. La incontinencia pasajera y permanente parece ser más frecuente que con los tratamientos alternativos. Este tratamiento puede ofrecer un gran control intraoperatorio del sangrado en los pacientes en tratamiento con anticoagulantes.

3.3.5.5 Recomendaciones para el tratamiento de la próstata con láseres de diodo

Recomendación	GCC	GR
El tratamiento con láseres de diodo es una alternativa en los pacientes con OSV y HBP y que sufren trastornos hemorrágicos o toman medicación anticoagulante.	1b	C

3.4 Láser de holmio (Ho:YAG)

3.4.1 Generalidades

La matriz cristalina del láser de holmio es itrio-aluminio-granate (YAG). A fin de evitar el calentamiento excesivo en el interior del cristal, se mezclan cromo, tulio y holmio con el YAG fundido para formar el cristal. Se transmite virtualmente energía de excitación al holmio mediante una cascada desde el cromo y sobre el tulio. No obstante, la acumulación de calor en el interior de los cristales láser limita

al láser de holmio bajo excitación con lámpara de flash a temperatura ambiente al funcionamiento pulsado con tasas de repetición moderadas. La radiación del láser de holmio tiene una longitud de extinción corta en el tejido debido a la intensa absorción de la molécula de agua a alrededor de 2140 nm (figura 1). A esta longitud de onda, la profundidad de penetración es de 400 μm , aproximadamente. La densidad de la potencia absorbida en el irrigante, el tejido o ambos es alta, y genera un aumento inmediato de la temperatura por encima del punto de ebullición.

En un contexto endourológico típico, la vaporización se inicia en el irrigante en las proximidades de la punta de la fibra, donde se genera una burbuja de vapor con cada pulso del láser. El diámetro de la burbuja depende de la energía del pulso de láser y es de unos pocos milímetros. La duración de esta burbuja de vapor es similar a la del pulso de láser, que es de alrededor de 500 μs (17). Esta duración es demasiado corta para que la perciba el ser humano, y por lo tanto invisible.

En la enucleación de la próstata con láser de holmio (EPLHo), las burbujas de vapor separan las capas de tejido desgarrando el tejido (18). En la cirugía de tejidos blandos, la vaporización del tejido está determinada por el modo en que la burbuja de vapor desgarrar el tejido y la radiación láser se absorbe en el tejido. Ello explica el aspecto fibroso blanco de los focos quirúrgicos durante la cirugía con láser de holmio sobre tejido blando bajo irrigación. El efecto en el tejido es rápido, y la hemostasia del láser de holmio es excelente.

Los ajustes comunes de la energía pulsada en los láseres de holmio rondan los 2 J. dependiendo de la tecnología de controlador de la lámpara de flash instalada, la duración del pulso de láser puede ser de entre 150 μs y 1 ms. Se necesitan unos 100 μs para que el calor se difunda fuera de un cilindro corto establecido por el diámetro de la fibra y la longitud de extinción (tiempo de relajación térmica). El calor generado durante el proceso de absorción se acumula durante la duración del pulso de láser en el punto de impacto, hasta que la conducción de calor estabiliza el perfil de temperatura.

En la litotricia con láser, parte de la radiación láser se absorbe al interior del cálculo, generando la acumulación inmediata de presión de vapor, que causa fragmentación. Una duración del pulso de láser del orden del tiempo de relajación térmica o menor limita la energía absorbida dentro del cilindro antes mencionado. Cuando más breve sea la duración del pulso de láser a una energía de pulso dada, más alta será la potencia máxima del pulso y más eficaz será la fragmentación del cálculo (19).

3.4.2 Propiedades físicas

Las propiedades físicas generales se han comentado en el apartado 3.4.1. Los láseres de Ho:YAG no se han investigado tanto como los de KTP, LBO, Tm:YAG y varios de diodo. Por ello, actualmente se dispone de datos limitados al respecto.

3.4.3 Técnicas con láser de holmio

Todas las técnicas con láser de holmio se basan en la vaporización. La energía se aplica a la próstata a través de una fibra láser de disparo lateral con un diámetro aproximado de 500-600 μm . Las técnicas con láser de holmio evolucionaron desde la ablación de la próstata con láser de holmio (APLHo) (20) hasta las técnicas de resección con láser de holmio (RPLHo) (21) y, por último, con la introducción del fragmentador de tejido, a la técnica de enucleación con láser de holmio (EPLHo) (22). Una modificación posterior combinó la EPLHo con la resección por electrocauterio del lóbulo enucleado mientras todavía estaba conectado al cuello vesical (23). En lo que respecta a las características físicas, el efecto vaporizador de la energía emitida por el láser de holmio es pequeño (15 %) comparado con el de otros láseres.

3.4.4 Vaporización (ablación) de la próstata con láser de holmio (APLHo)

Hoy en día, la APLHo se realiza mediante una fibra de disparo lateral en estrecho contacto con la superficie en forma de barrido, como en la VFP. La energía absorbida por la molécula de agua hace a esta técnica segura, aunque se practique con fibra desnuda. De este modo, se logra la ablación del tejido prostático y se crea una cavidad similar a la causada por la RTUP. La intensa absorción de la

energía del láser de holmio por el agua (figura 1) genera una densidad de energía lo bastante alta para vaporizar el tejido prostático, lo que origina ablación del tejido sin coagulación profunda.

Existen pocos datos sobre el tratamiento de la próstata con APLHo. En un solo ECA se comparó la APLHo a 60 y 80 W con la RTUP en 36 pacientes (24). La mejoría del $Q_{\text{máx}}$ era equívoca a los 3, 6 y 12 meses de la operación, mientras que el volumen prostático se reducía en un 39 % (APLHo) y un 47 % (RTUP), respectivamente. Sin embargo, no hay ningún ECA comparativo de la nueva APLHo de alta potencia (100 W) con la RTUP o la PA. En un ECA en el que se comparó la APLHo a 100 W con KTP se notificaron los resultados de un seguimiento a corto o medio plazo (tabla 8). Estaban tomando medicación anticoagulante el 12,2 % de los pacientes tratados con APLHo y el 15,3 % de los tratados con RTUP. Sólo se encontró una diferencia en el tiempo quirúrgico, que fue 1,5 veces mayor que con la RTUP (25,26).

3.4.5 Resección de la próstata con láser de holmio

A diferencia de la vaporización de la APLHo, la técnica de la RPLHo sólo utiliza vaporización para recortar fragmentos pequeños de la próstata. El resultado es que caen al interior de la vejiga numerosos pedacitos de próstata que tienen que recogerse con una jeringa al final de la operación, como en la RTUP.

Como el esfuerzo tecnológico se ha centrado en la EPLHo, ha descendido la aplicación clínica de la RPLHo y la APLHo. Por ello, la mayoría de los datos clínicos disponibles en la bibliografía sobre los láseres de holmio se refieren a la EPLHo.

La técnica de la RPLHo está limitada a las próstatas pequeñas. La resección de próstatas de mayor tamaño llevaría casi el doble de tiempo que con la EPLHo, lo que hace a la RPLHo menos adecuada para tratar la HBP y la OSV. Se compararon en un ECA la RTUP y la RPLHo en 120 pacientes con OSV. Los pacientes tenían próstatas de un volumen < 100 ml. El estudio publicó los resultados en tres momentos del período de seguimiento (27-29). El tiempo de resección casi se duplicaba con la RPLHo en comparación con la RTUP (42,1 frente a 25,8 minutos, $p < 0,005$). El tiempo de sondado medio era significativamente menor (20,0 frente a 37,2 horas, $p < 0,005$). La mejoría sintomática y urodinámica era equivalente en los dos grupos. No obstante, a los 12 y 18 meses de la operación los resultados de la RPLHo eran superiores a los de la RTUP (25,2 frente a 20,4 ml/s, respectivamente, a los 12 meses, y 25,1 frente a 19,2 ml/s a los 18 meses). La superioridad de la RPLHo se desvanecía a los 24 meses, hasta el final del estudio a los 48 meses de la operación. El $Q_{\text{máx}}$ de los pacientes tratados mediante RPLHo y RTUP era de 22,2 y 18,5 ml/s, respectivamente. Estos datos no son concluyentes, ya que no es posible determinar si la RPLHo es mejor o peor que el tratamiento habitual. Sin embargo, los resultados de calidad de vida, estancia hospitalaria y tiempo de sondado eran mejores con la RPLHo. Puede tratarse de forma segura a los pacientes con lóbulos medios grandes y a los que sufren retención urinaria (30,31).

3.4.6 Enucleación de la próstata con láser de holmio

La enucleación de la próstata con láser de holmio (EPLHo) se basa en el mismo principio físico que la RPLHo. Sin embargo, durante la EPLHo se expone la cápsula quirúrgica de la próstata mediante incisión y vaporización del tejido prostático periuretral. Después de identificar el plano en la cápsula quirúrgica, se separa el adenoma prostático de la cápsula de forma similar a como se hace en la PA. La separación se consigue mediante la burbuja de vapor pulsátil causada delante de la fibra por el modo de emisión de energía láser pulsada de los láseres de Ho:YAG. La introducción de la EPLHo permitió una mejoría considerable de la técnica. Se enuclean los lóbulos completos, se llevan a la vejiga y se trituran (22), o se fragmentan mediante resección con electrocauterio en el cuello de la vejiga (técnica de la seta) (23).

Se ha comparado la EPLHo con la RTUP y la PA en varios ECA, cuyos hallazgos principales aparecen en la tabla 8.

En un metaanálisis se observó una tendencia a la mejora de la puntuación de síntomas con la EPLHo durante todo el período de seguimiento de hasta 30 meses, con cambios medios mayores en

las determinaciones postoperatorias. Sin embargo, las diferencias en los distintos estudios no eran estadísticamente significativas (diferencia media ponderada -0,82, IC del 95 %: -1,76-0,12; $p=0,09$). En el mismo metaanálisis se halló el mismo resultado para el $Q_{\text{máx}}$ a los 12 meses de seguimiento. En comparación con la RTUP, se notificaron tasas de $Q_{\text{máx}}$ significativamente mayores para la EPLHo (diferencia media ponderada 1,48 ml/s, IC del 95 %: 0,58-2,40; $p=0,002$) (32).

En otro metaanálisis, la EPLHo era superior (estimaciones agrupadas) a la RTUP en el tiempo de sondado (17,7-31,0 h y 43,4-57,8 h, respectivamente; $p < 0,001$) y la estancia hospitalaria (27,6-59,0 frente a 48,3-85,5 días; $p=0,001$). Por el contrario, la RTUP era superior (estimaciones agrupadas de la diferencia) a la EPLHo en la duración de la operación (33,1-73,8 y 62,1-94,6 h, respectivamente; $p=0,001$) (33).

Además de los ECA evaluados, otros estudios no ECA demostraron que la EPLHo tiene una morbilidad baja y es también eficaz en los pacientes con retención urinaria (34,35). En un ECA se compararon los cambios de los parámetros urodinámicos con EPLHo y RTUP mediante investigación urodinámica informatizada (36). Los estudios de presión-flujo antes y 6 meses después de la intervención indicaban que la $P_{\text{detq máx}}$ descendía significativamente más tras la EPLHo (76,2 frente a 20,8 cm H₂O) que tras la RTUP (70 frente a 40,7 cm H₂O; $p < 0,001$). Además, la determinación del grado de OSV de Schaefer antes y 6 meses después de la intervención mostró un descenso significativamente mayor tras la EPLHo (de 3,5 a 0,2) que tras la RTUP (de 3,7 a 1,2; $p < 0,001$).

En los últimos años se han publicado numerosos estudios sobre el resultado a medio y largo plazo de la EPLHo sola comparada con la RTUP o la PA. Gilling y cols. (37) notificaron datos a largo plazo con un seguimiento medio de 6,1 años que mostraban que los resultados son duraderos y la mayoría de los pacientes siguen estando satisfechos. En las próstatas > 100 ml, la EPLHo se mostró tan eficaz como la PA en cuanto a la mejoría de la micción, con tasas de reintervención igualmente bajas a los 5 años de seguimiento (38).

Tabla 8: Resultados de mejoría de los parámetros urodinámicos y reducción de la puntuación de síntomas y del PSA con APLHo, RPLHo y EPLHo

Ref.	Técnica/ fuente de láser	Segui- miento	Pa- cien- tes (n)	Tamaño medio de la prós- ta (ml)	Re- duc- ción del PSA (%)	Cambio en los sínto- mas (%)	Cambio del Qmáx (ml/s) (%)	Cam- bio de la ORPM (%)	GCC
Mottet y cols. 1999 (24)	APLHo RTUP	12	23 13	39 34	NP NP	-70 -80	11,1 (226) 9,6 (229)	NP NP	1b
Elmansy y cols. 2010 (25)	APLHo KTP	36	46 42	33,1 37,3	-0,48 -0,28	-71 -64	11 (264) 12,10 (289)	-0,81 -0,80	1b
Westenber y cols. 2004 (29)	RPLHo RTUP	48	120	44,3 44,6	NP NP	-76 -75	13,6 (253) 9,4 (203)	NP NP	1b
Kuntz y cols. 2004 (39)	EPLHo PA	18	120	114,6 113	NP NP	-90 -90	23,60 (721) 24,40 (778)	-97 -98	1b
Kuntz y cols. 2004 (40)	EPLHo RTUP	12	100 100	53,5 49,9	NP NP	-92 -82	23 (569) 21,80 (469)	-98 -88	1b
Briganti y cols. 2006 (41)	EPLHo RTUP	24	60 60	73,30 58,20	NP NP	-83 -83	NP NP	NP NP	1b
Gupta y cols. 2006 (42)	EPLHo RTUP	12	18 16	57,9 59,8	NP NP	-78 -76	19,20 (527) 19,95 (487)	-83 -77	1b
Naspro y cols. 2006 (43)	EPLHo RTUP	24	41 39	113,27 124,21	NP NP	-61 -63	11,36 (245) 11,79 (242)	NP NP	1b
Wilson y cols. 2006 (44)	EPLHo RTUP	24	60	77,8 77,0	NP NP	-77 -78	12,6 (250) 11,0 (233)	NP NP	1b
Montorsi y cols. 2008 (45)	EPLHo RTUP	12	52 48	70,3 56,2	NP NP	-81 -82	16,9 (306) 17,20 (326)	NP NP	1b
Gilling y cols. 2008 (37)	EPLHo	72	71	58,5	NP	-67	10,9 (235)	NP	3a
Kuntz y cols. 2008 (38)	EPLHo PA	60	60 60	114,6 113	NP NP	-86 -86	20,5 (639) 20,8 (678)	-96 -98	1b

APLHo = ablación de la próstata con láser de holmio; RPLHo = resección de la próstata con láser de holmio; EPLHo = enucleación de la próstata con láser de holmio; PA = prostatectomía abierta; PSA = antígeno específico de la próstata; ORPM = orina residual posmiccional; RTUP = resección transuretral de la próstata.

3.4.7 Riesgos y complicaciones, duración de los resultados

En la bibliografía relativa al tratamiento de la próstata con Ho:YAG predominan las publicaciones sobre la EPLHo, y son pocas las relativas a la APLHo y muy pocas las centradas en la RPLHo. La introducción del láser de KTP hizo descender el interés por el de Ho:YAG como láser exclusivamente vaporizador. No obstante, la aparición reciente de dispositivos láser de Ho:YAG de 100 W ha generado un interés renovado en la APLHo a causa de la popularidad de la vaporización mediante una técnica de disparo lateral (25,26).

3.4.8 Complicaciones intraoperatorias

3.4.8.1 APLHo

En un ECA que comparó la APLHo con la VFP con KTP no se comunicó sangrado intraoperatorio en el grupo con APLHo, mientras que tres pacientes sometidos a VFP con KTP necesitaron conversión intraoperatoria a electrocauterización con RTUP (26). En otro ECA comparativo de APLHo y RTUP no se notificaron complicaciones intraoperatorias.

3.4.8.2 RPLHo

Los ECA disponibles de la RPLHo (27-29) tienden a centrarse en la mejoría de la puntuación de síntomas y los parámetros urodinámicos. No se especifican las complicaciones intraoperatorias de la RPLHo. En comparación, en el grupo tratado con RTUP en este estudio se observó una tasa de transfusión sanguínea del 6,7 %. Además, las series de casos disponibles no se centran en las complicaciones intraoperatorias (30,31,46).

3.4.8.3 EPLHo

La seguridad y la baja morbilidad intraoperatoria de la EPLHo se han demostrado en siete ECA (39-45) publicados desde 1998 (22).

En varias revisiones (47) y dos metaanálisis (32,33) se han investigado la seguridad y la morbilidad perioperatoria de la EPLHo. En un metaanálisis se halló una tasa de transfusión sanguínea más baja tras la enucleación con láser de holmio (riesgo relativo 0,27, IC del 95 %: 0,07-0,95; $p=0,04$) que tras la RTUP (32), hallazgo respaldado por un segundo metaanálisis (33). Además, un segundo metaanálisis mostró que la EPLHo redujo el tiempo de sondado y la duración de la estancia hospitalaria, aunque en la RTUP el tiempo quirúrgico total fue más corto (33).

En una revisión de los estudios publicados desde 2003 a 2006 se identificó a 1847 pacientes tratados con EPLHo. La tasa de transfusión sanguínea fue del 1 %, y la mortalidad perioperatoria del 0,05 %. En una revisión posterior se halló una tasa de perforación capsular de entre el 0,3 % (48) y el 10 % (49). Las perforaciones se clasificaron principalmente como laceraciones capsulares pequeñas y no afectaron a la evolución de los pacientes. Se notificó laceración superficial de la mucosa con el triturador en el 0,5 % (49) al 18,2 % (45) de los casos. La tasa de lesión superficial del orificio ureteral que no precisaba inserción de endoprótesis ureteral o nefrostomía variaba entre el 1,0 % (50) y el 2,1 % (51). La incidencia de triturado incompleto oscilaba entre el 1,9 % (52) y el 3,7 % (53). Se comunicaron episodios cardíacos adversos en hasta el 1,2 % de los pacientes (51).

La experiencia del cirujano era el factor más importante que influía en las complicaciones totales (54,55) e intraoperatorias. En manos experimentadas, el tamaño de la próstata no tenía una influencia estadísticamente significativa en las complicaciones (56). La probabilidad de perforaciones capsulares aumentaba con las próstatas de menor tamaño, mientras que la lesión del orificio ureteral era más frecuente durante la resección de lóbulos medios grandes y con crecimiento endovesical (51,54).

En dos metaanálisis se ha comprobado que, en comparación con la RTUP y la PA, los pacientes sometidos a EPLHo tienen tiempos de sondado y estancia hospitalaria más cortos, menor pérdida de sangre y una probabilidad más baja de transfusión sanguínea, pero resultados funcionales comparables (32,33).

3.4.9 Complicaciones postoperatorias precoces

3.4.9.1 APLHo

En un ECA comparativo de la APLHo y la RTUP se notificó que el 20 % de los pacientes tenían urgencia leve o ardor tras la retirada de la sonda. Estos problemas no se resolvían hasta el primer mes (24). Otro estudio en el que se compararon la APLHo y la VFP con KTP no abordó específicamente las complicaciones perioperatorias. Sin embargo, siete pacientes (12,2 %) del grupo con APLHo y seis (11,5 %) del grupo con VFP con KTP precisaron resonado (25,26). La disuria y los síntomas irritativos tras la cirugía se resolvían antes de la primera visita postoperatoria al mes (24).

3.4.9.2 RPLHo

En un ECA que comparó la RPLHo y la RTUP se comunicaron tasas de IU del 4,9 % y 8,4 %, respectivamente. No existen otras valoraciones amplias de las complicaciones perioperatorias (29).

3.4.9.3 EPLHo

Se han valorado las complicaciones perioperatorias en los primeros meses siguientes a la EPLHo mediante numerosos ECA, series de casos, estudios comparativos y metaanálisis (33,40,47). En un ECA comparativo de EPLHo y PA en pacientes con próstatas > 70 g se observaron tasas de incontinencia de urgencia pasajera similares del 34,1 % (EPLHo) y 38,6 % (PA) a los 3 meses de seguimiento, mientras que la disuria era significativamente más frecuente en el grupo con EPLHo (68,2 frente a 41,0 %, $p < 0,001$) (43). En contraste, la tasa notificada de incontinencia de urgencia pasajera no mostró una diferencia significativa entre la EPLHo y la RTUP en un ECA multicéntrico. La disuria apareció con una frecuencia significativamente mayor en los pacientes tratados con EPLHo (58,9 frente a 29,5 %, $p = 0,0002$) (45). Se halló hemorragia que precisaba coagulación en el 0-6 % (57) y retención de coágulos en el 0 % (58) al 3,6 % (59,62).

3.4.10 Complicaciones tardías

3.4.10.1 APLHo

Un ECA en el que se compararon la APLHo y la RTUP halló un paciente con incontinencia urinaria de esfuerzo y otro que precisó reintervención a los 6 meses de seguimiento. A dos pacientes del grupo con RTUP se les trató por contractura del cuello vesical a los 2 y 6 meses mediante conización con bisturí frío. No se halló una diferencia importante en las tasas de potencia y de eyaculación anterógrada entre los dos grupos. La tasa de potencia al año era del 90 % en el grupo con láser y del 100 % en el de la RTUP. La tasa de eyaculación anterógrada fue del 50 % en los dos grupos (24). La tasa de retratamiento a los 7 años de seguimiento fue del 15 % (61).

En un ECA comparativo de APLHo y VFP con KTP se encontraron tasas de complicaciones similares a los 36 meses de seguimiento. La tasa global de retratamiento fue del 15,8 % tras la APLHo y del 19,3 % tras la VFP. Las tasas de estenosis uretral fueron del 3,5 % y 5,8 %, respectivamente. Se produjo contractura del cuello vesical en el 5,3 % y el 7,7 %, respectivamente. Las tasas de reintervención comunicadas fueron del 7 % en los pacientes tratados con APLHo y del 5,8 % en los sometidos a VFP con KTP (25,26).

Un paciente (1,8 %) con APLHo y dos (3,8 %) con VFP sufrieron urgencia e incontinencia de urgencia que no se resolvieron con tratamiento anticolinérgico en el último seguimiento. No hubo una diferencia importante en las complicaciones postoperatorias entre los dos grupos. La tasa global de retratamiento fue del 15,8 % tras la APLHo y del 19,3 % tras la VFP.

Se comunicó eyaculación retrógrada de los pacientes sexualmente activos en el 36,3 % de los pacientes del grupo con APLHo y el 43,3 % de los del grupo con VFP con KTP. No se hallaron entre los dos grupos diferencias importantes entre la función sexual pre y postoperatoria en cuanto a función orgásmica, deseo sexual o satisfacción con el coito o global (25).

3.4.10.2 RPLHo

En un ECA no se comunicó a los 48 meses ninguna diferencia en los parámetros urodinámicos, la potencia, la continencia, las puntuaciones de síntomas y la morbilidad importante entre la RPLHo y la RTUP. Las tasas de complicaciones eran comparables. Se notificaron pérdidas urinarias *de novo* persistentes en el 3,3 % de los pacientes del grupo con RPLHo y el 1,7 % de los del grupo con RTUP. La tasa de retratamiento global fue del 8,2 % con RPLHo y del 11,8 % con RTUP. Se necesitó implantación de un esfínter artificial en el 1,7 % de los pacientes del grupo con RTUP. Las tasas de estenosis uretral fueron del 9,8 % y el 10,1 %, respectivamente. Se practicó incisión del cuello vesical por contractura en el 4,9 % y el 5,1 % de los pacientes, respectivamente (29). Las tasas de potencia eran del 50 % en el grupo con RPLHo y del 70 % en el de la RTUP antes de la intervención, mientras que el 53 % y el 60 % de los pacientes tratados con RPLHo y RTUP, respectivamente, tenían erecciones suficientes para el coito a los 4 años de seguimiento. Se notificó un descenso de la calidad de la erección en el 8 % y el 17 % de los pacientes de los grupos tratados con RPLHo y RTUP, respectivamente. Sin embargo, notificaron mejoría de las erecciones el 10 % de los pacientes del grupo con RPLHo y el 7 % de los del grupo con RTUP (29).

3.4.10.3 EPLHo

En un metaanálisis no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre la EPLHo y la RTUP en la estenosis uretral (2,6 frente a 4,4 %; $p = 0,944$), la incontinencia de esfuerzo (1,5 frente a 1,5 %; $p = 0,980$), la transfusión sanguínea (0 frente a 2,2 %; $p = 0,14$) y la reintervención (4,3 frente a 8,8 %; $p = 0,059$). No se observó sesgo de publicación ($p = 0,170$, prueba de Egger) (33).

En un metaanálisis ulterior se comparó el riesgo de disfunción eréctil tras la EPLHo y el tratamiento habitual. Las tasas de disfunción eréctil eran similares a las de la RTUP (32). En el mismo metaanálisis, la tasa de estenosis durante el seguimiento tras la enucleación por láser de holmio fue similar a la observada tras la resección transuretral (32).

Se han publicado numerosos ensayos del resultado a largo plazo de la EPLHo, que han confirmado la mejoría a largo plazo y significativa de los parámetros miccionales y la baja tasa de complicaciones. En un análisis de seguimiento a 6 años de 38 pacientes tratados con EPLHo se notificó incontinencia de urgencia en tres de ellos (7,9 %), incontinencia mixta en el 10,5 % e incontinencia de esfuerzo en el 2,6 %. Se precisó reintervención en el 1,4 % a los 5 años, y un paciente (1,4 %) se sometió a uretrotomía a los 6 meses (37,60).

En otros estudios se comunicaron resultados a largo plazo comparables, con una tasa de reintervención del 4,2 % por adenoma residual, estenosis uretrales (1,7 %), estenosis meatal (0,8 %) y contractura del cuello vesical (0,8 %) que originaron una tasa de reintervención quirúrgica a los 5 años del 8 %. En el grupo de pacientes más temprano se observó una tasa de reintervención más alta (8 frente a 1,4 %) (62). En otro estudio se observó una tasa de reintervención del 2,7 % durante un seguimiento de 36 meses. En el grupo de pacientes con próstatas < 50 ml, la incidencia de estenosis uretral y de contractura del cuello vesical fue significativamente mayor (63).

En un ECA en el que se compararon la EPLHo y la RTUP, las tasas de reintervención eran similares a los 3 años de seguimiento, del 7,2 % y del 6,6 %, respectivamente (64). Confirman estos datos otros ensayos prospectivos comparativos de EPLHo y de RTUP (43). En un ECA en el que se compararon EPLHo y PA, las tasas de reintervención a los 5 años de seguimiento fueron del 5 % y del 6,7 %, respectivamente (38).

Los estudios centrados en la función sexual tras la EPLHo son escasos. Debido a la eyaculación retrógrada, la EPLHo y la RTUP causaron un descenso significativo en el dominio de función orgásmica del IIEF en un ECA. Se observaron resultados similares en la comparación de la EPLHo y la PA, sin reducción importante de la función eréctil respecto a la basal (38). El 75 % y el 62 % de los pacientes sometidos a EPLHo y RTUP, respectivamente, notificaron eyaculación retrógrada (44,60).

3.4.11 Consideraciones prácticas

Aunque la bibliografía se ha centrado principalmente en la EPLHo, tanto la APLHo como la RPLHo son alternativas adecuadas para intervenciones de vaporización (APLHo) o de resección (RPLHo)

para el tratamiento de la OSV y la HBP. Un aspecto de ambas técnicas que tiene que considerarse es el tiempo de ablación o resección más largo. La EPLHo es la nueva técnica de tratamiento mínimo más estudiada, y una alternativa real a la RTUP para PA en próstatas de tamaño medio y grande. Sin embargo, los excelentes resultados iniciales obtenidos con la EPLHo, como prototipo de enucleación transuretral con láser, no se han traducido en un uso más amplio de esta técnica.

3.4.12 Recomendaciones para el tratamiento con láseres de holmio (Ho:YAG)

Recomendaciones	GCC	GR
Puede ofrecerse la APLHo a los pacientes con OSV o HBP con próstatas pequeñas o medianas.	1b	A
Puede ofrecerse la RPLHo a los pacientes con OSV o HBP con próstatas pequeñas o medianas.	1b	A
Puede ofrecerse la EPLHo a cualquier paciente con OSV y HBP.	1a	A
Puede ofrecerse la EPLHo a los pacientes con retención urinaria crónica.	2b	B
Puede ofrecerse la EPLHo a los pacientes con medicación anticoagulante o antiplaquetaria.	2b	B

3.4.13 Bibliografía

- Orihuela E, Pow-Sang M, Johnson S, et al. Comparison of the extent of Nd:YAG and diode (810 nm) induced thermal coagulation of human prostate: a histopathological analysis of acute response. In: Rox Anderson R (ed) Proceedings of SPIE, vol. 2395 in lasers in surgery. Advanced Characterization, Therapeutics, and Systems V, pp. 47–54.
- Eichler J, GonÁalves O. A review of different lasers in endonasal surgery. Ar-, KTP-, dye-, diode-, Nd-, Ho- CO₂-laser. Med Laser Appl 2002;17:190–200.
- Wezel F, Wendt-Nordahl G, Huck N, et al. New alternatives for laser vaporization of the prostate: experimental evaluation of a 980-, 1,318- and 1,470-nm diode laser device. World J Urol 2010 Apr;28(2):181-6. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20035427>
- Costello AJ, Agarwal DK, Crowe HR, et al. Evaluation of interstitial diode laser therapy for treatment of benign prostatic hyperplasia. Tech Urol 1999 Dec;5(4):202-6. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10591259>
- Seitz M, Ruszat R, Bayer T, et al. Ex vivo and in vivo investigations of the novel 1,470 nm diode laser for potential treatment of benign prostatic enlargement. Lasers Med Sci 2009 May;24(3):419–24. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18685885>
- Wendt-Nordahl G, Huckele S, Honeck P, et al. 980-nm diode laser: a novel laser technology for vaporization of the prostate. Eur Urol 2007 Dec;52(6):1723–8. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17611013>
- Seitz M, Bayer T, Ruszat R, et al. Preliminary evaluation of a novel side-fire diode laser emitting light at 940 nm, for the potential treatment of benign prostatic hyperplasia: ex-vivo and in-vivo investigations. BJU Int 2009 Mar;103(6):770-5. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18990158>
- Leonardi R. Preliminary results on selective light vaporization with the side-firing 980 nm diode laser in benign prostatic hyperplasia: an ejaculation sparing technique. Prostate Cancer Prostatic Dis 2009;12(3):277-80. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19322136>
- Ruszat R, Seitz M, Wyler SF, et al. Prospective single-centre comparison of 120-W diode-pumped solid-state high-intensity system laser vaporization of the prostate and 200-W high-intensive diodelaser ablation of the prostate for treating benign prostatic hyperplasia. BJU Int 2009 Sep;104(6):820-5. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19239441>
- Chen CH, Chiang PH, Chuang YC, et al. Preliminary Results of Prostate Vaporization in the Treatment of Benign Prostatic Hyperplasia by Using a 200-W High-intensity Diode Laser. Urology 2010 Mar;75(3):658-63. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20035978>
- Erol A, Cam K, Tekin A, et al. High power diode laser vaporization of the prostate: preliminary results for benign prostatic hyperplasia. J Urol 2009 Sep;182(3):1078-82.

- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19616811>
12. Seitz M, Sroka R, Gratzke C, et al. The diode laser: a novel side-firing approach for laser vaporisation of the human prostate--immediate efficacy and 1-year follow-up. *Eur Urol* 2007 Dec;52(6):1717-22.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17628326>
 13. Seitz M, Reich O, Gratzke C, et al. High-power diode laser at 980 nm for the treatment of benign prostatic hyperplasia: ex vivo investigations on porcine kidneys and human cadaver prostates. *Lasers Med Sci* 2009 Mar;24(2):172-8.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18270761>
 14. Chiang PH, Chen CH, Kang CH, et al. GreenLight HPS laser 120-W versus diode laser 200-W vaporization of the prostate: comparative clinical experience. *Lasers Surg Med* 2010 Sep;42(7):624-9.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20806388>
 15. Rieken M, Wyler S, Müller G, et al. Laser vaporization of the prostate: intermediate-term follow-up with the 200 W high-intensity diode (HiDi) laser system. *Eur Urol Suppl* 8(4):269 Abstract #589.
 16. Rieken M, Bachmann A, Reich O. Re: High power diode laser vaporization of the prostate: preliminary results for benign prostatic hyperplasia A. Erol, K. Cam, A. Tekin, O. Memik, S. Coban And Y. Ozer *J Urol* 2009;182: 078-82. *J Urol* 2010 Feb;183(2):828-9; author reply 829-30.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20022612>
 17. Yarborough JM. Taking the confusion out of matching medical lasers. *Lasers and Laser Systems. Medical Lasers. The photonics design and application handbook*, pp H287-H290.
 18. Kuntz RM. Laser treatment of benign prostatic hyperplasia. *World J Urol* 2007 Jun;25(3):241-7.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17530259>
 19. Teichman JM. Laser lithotripsy. *Curr Opin Urol* 2002 Jul;12(4):305-9.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12072651>
 20. Gilling PJ, Cass CB, Malcolm AR, et al. Combination holmium and Nd:YAG laser ablation of the prostate: initial clinical experience. *J Endourol* 1995 Apr;9(2):151-3.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7633476>
 21. Gilling PJ, Cass CB, Cresswell MD, et al. Holmium laser resection of the prostate: preliminary results of a new method for the treatment of benign prostatic hyperplasia. *Urology* 1996 Jan;47(1):48-51.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8560662>
 22. Fraundorfer MR, Gilling PJ. Holmium:YAG laser enucleation of the prostate combined with mechanical morcellation: preliminary results. *Eur Urol* 1998;33(1):69-72.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9471043>
 23. Hochreiter WW, Thalmann GN, Burkhard FC, et al. Holmium laser enucleation of the prostate combined with electrocautery resection: the mushroom technique. *J Urol* 2002 Oct;168(4 Pt 1): 1470-4.
 24. Mottet N, Anidjar M, Bourdon O, et al. Randomized comparison of transurethral electroresection and holmium: YAG laser vaporization for symptomatic benign prostatic hyperplasia. *J Endourol* 1999 Mar;13(2):127-30.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10213108>
 25. Elmansy HM, Elzayat E, Elhilali MM. Holmium laser ablation versus photoselective vaporization of prostate less than 60 cc: long-term results of a randomized trial. *J Urol* 2010 Nov;184(5):2023-8.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20850828>
 26. Elzayat EA, Al-Mandil MS, Khalaf I, et al. Holmium laser ablation of the prostate versus photoselective vaporization of prostate 60 cc or less: short-term results of a prospective randomized trial. *J Urol* 2009 Jul;182(1):133-8.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19447438>
 27. Gilling PJ, Fraundorfer MR, Kabalin JB. Holmium: YAG laser resection of the prostate (HoLRP) versus transurethral electrocautery resection of the prostate (TURP): a prospective randomized, urodynamicsbased clinical trial. *J Urol* 1997;157:149A.
 28. Gilling PJ, Kennett KM, Fraundorfer MR. Holmium laser resection v transurethral resection of the prostate: results of a randomized trial with 2 years of follow-up. *J Endourol* 2000 Nov;14(9):757-60.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11110572>
 29. Westenberg A, Gilling P, Kennett K, et al. Holmium laser resection of the prostate versus transurethral resection of the prostate: results of a randomized trial with 4-year minimum long-term followup. *J Urol* 2004 Aug;172(2):616-9.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15247745>
 30. Kabalin JN, Mackey MJ, Cresswell MD, et al. Holmium:YAG laser resection of the prostate (HoLRP) for patients in urinary retention. *J Endourol* 1997 Aug;11(4):291-3.

- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9376851>
31. Anderson CB, Helfand BT, McVary KT. Holmium laser prostatic resection for patients presenting with acute urinary retention. *BJU Int* 2008 Dec;102(11):1623-8.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18710443>
 32. Lourenco T, Pickard R, Vale L, et al. Benign Prostatic Enlargement team Alternative approaches to endoscopic ablation for benign enlargement of the prostate: systematic review of randomized controlled trials *BMJ* 2008 Jun;337:a449.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18595932>
 33. Tan A, Liao C, Mo Z, et al. Meta-analysis of holmium laser enucleation versus transurethral resection of the prostate for Symptomatic prostatic obstruction *Br J Surg* 2007 Oct;94(10):1201-8.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17729384>
 34. Elzayat EA, Habib EI, Elhilali MM. Holmium laser enucleation of prostate for patients in urinary retention. *Urology* 2005 Oct;66(4):789-93.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16230139>
 35. Peterson MD, Matlaga BR, Kim SC, et al. Holmium laser enucleation of the prostate for men with urinary retention. *J Urol* 2005 Sep;174(3):998-1001.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16094022>
 36. Tan AH, Gilling PJ, Kennett KM, et al. A randomized trial comparing holmium laser enucleation of the prostate with transurethral resection of the prostate for the treatment of bladder outlet obstruction secondary to benign prostatic hyperplasia in large glands (40 to 200 grams). *J Urol* 2003 Oct;170(4 Pt 1):1270-4.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14501739>
 37. Gilling PJ, Aho TF, Frampton CF, et al. Holmium laser enucleation of the prostate: results at 6 years. *Eur Urol* 2008 Apr;53(4):744-9.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17475395>
 38. Kuntz RM, Lehrich K, Ahyai SA. Holmium laser enucleation of the prostate versus open prostatectomy for prostates greater than 100 grams: 5-year follow-up results of a randomised clinical trial. *Eur Urol* 2008 Jan;53(1):160-6.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17869409>
 39. Kuntz RM, Lehrich K, Ahyai S. Transurethral Holmium Laser Enucleation of the Prostate Compared with Transvesical Open Prostatectomy: 18-Month Follow-Up of a Randomized Trial. *J Endourol* 2004 Mar;18(2):189-91.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15072629>
 40. Kuntz RM, Ahyai S, Lehrich K, et al. Transurethral holmium laser enucleation of the prostate versus transurethral electrocautery resection of the prostate: a randomized prospective trial in 200 patients. *J Urol* 2004 Sep;172(3):1012-6.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15311026>
 41. Briganti A, Naspro R, Gallina A, et al. Impact on sexual function of holmium laser enucleation versus transurethral resection of the prostate: results of a prospective, 2-center, randomized trial. *J Urol* 2006 May;175(5):1817-21.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16600770>
 42. Gupta N, Sivaramakrishna, Kumar R, et al. Comparison of standard transurethral resection, transurethral vapour resection and holmium laser enucleation of the prostate for managing benign prostatic hyperplasia of >40 g. *BJU Int* 2006 Jan;97(1):85-9.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16336334>
 43. Naspro R, Suardi N, Salonia A, et al. Holmium laser enucleation of the prostate versus open prostatectomy for prostates >70 g: 24-month follow-up. *Eur Urol* 2006 Sep;50(3):563-8.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16713070>
 44. Wilson LC, Gilling PJ, Williams A, et al. A randomised trial comparing holmium laser enucleation versus transurethral resection in the treatment of prostates larger than 40 grams: results at 2 years. *Eur Urol* 2006 Sep;50(3):569-73.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16704894>
 45. Montorsi F, Naspro R, Salonia A, et al. Holmium laser enucleation versus transurethral resection of the prostate: results from a 2-center prospective randomized trial in patients with obstructive benign prostatic hyperplasia. *J Urol* 2008 May;179(5 Suppl):S87-90.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18405765>

46. Gilling PJ, Cass CB, Malcolm A, et al. Holmium laser resection of the prostate (HoLRP) versus neodymium: YAG visual laser ablation of the prostate (VLAP): a randomized prospective comparison of two techniques for laser prostatectomy. *Urology* 1998 Apr;51(4):573-7.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9586609>
47. Kuntz R. Current role of lasers in the treatment of benign prostatic hyperplasia (BPH). *Eur Urol* 2006 Jun;49(6):961-9.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16632179>
48. Moody JA, Lingeman JE. Holmium laser enucleation for prostate adenoma greater than 100 gm: comparison to open prostatectomy. *J Urol* 2001 Feb;165(2):459-62.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11176396>
49. Elzayat EA, Habib EI, Elhilali MM. Holmium laser enucleation of the prostate: a size-independent new 'gold standard'. *Urology* 2005 Nov;66(5 Suppl):108-13.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16194716>
50. Kuntz RM, Lehrich K, Ahyai S. Does perioperative outcome of transurethral holmium laser enucleation of the prostate depend on prostate size? *J Endourol* 2004 Mar;18(2):183-8.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15072628>
51. Shah HN, Mahajan AP, Hegde SS, et al. Perioperative complications of holmium laser enucleation of the prostate: experience in the first 280 patients, and a review of literature. *BJU Int* 2007 Jul;100(1): 94-101.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17419697>
52. Kuo RL, Paterson RF, Siqueira TM Jr, et al. Holmium laser enucleation of the prostate: morbidity in a series of 206 patients. *Urology* 2003 Jul; 62(1):59-63.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12837423>
53. Kuo RL, Kim SC, Lingeman JE, et al. Holmium laser enucleation of prostate (HoLEP): the Methodist Hospital experience with greater than 75 gram enucleations. *J Urol* 2003 Jul;170(1):149-52.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12796668>
54. Placer J, Gelabert-Mas A, Vallmanya F, et al. Holmium laser enucleation of prostate: outcome and complications of self-taught learning curve. *Urology* 2009 May 73(5):1042-8.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19394500>
55. Suardi N, Gallina A, Salonia A, et al. Holmium laser enucleation of the prostate and holmium laser ablation of the prostate: indications and outcome. *Curr Opin Urol* 2009 Jan;19(1):38-43.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19057214>
56. Shah HN, Sodha HS, Kharodawala SJ, et al. Influence of prostate size on the outcome of holmium laser enucleation of the prostate. *BJU Int* 2008 Jun;101(12):1536-41.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18218057>
57. Seki N, Mochida O, Kinukawa N, et al. Holmium laser enucleation for prostatic adenoma: analysis of learning curve over the course of 70 consecutive cases. *J Urol* 2003 Nov;170(5):1847-50.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14532790>
58. Aho TF, Gilling PJ, Kennett KM, et al. Holmium laser bladder neck incision versus holmium enucleation of the prostate as outpatient procedures for prostates less than 40 grams: a randomized trial. *J Urol* 2005 Jul;174(1):210-4.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15947629>
59. Elzayat E, Habib E, Elhilali M. Holmium laser enucleation of the prostate in patients on anticoagulant therapy or with bleeding disorders. *J Urol* 2006 Apr;175(4):1428-32.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16516015>
60. Rieken M, Ebinger Mundorff N, Bonkat G, et al. Complications of laser prostatectomy: a review of recent data. *World J Urol.* 2010 Feb;28(1):53-62.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20052586>
61. Tan AH, Gilling PJ, Kennett KM, et al. Long-term results of high-power holmium laser vaporization (ablation) of the prostate. *BJU Int* 2003 Nov;92(7):707-9.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14616451>
62. Elzayat EA, Elhilali EM. Holmium laser enucleation of the prostate (HoLEP): long-term results, reoperation rate, and possible impact of the learning curve. *Eur Urol* 2007 Nov;52(5):1465-71.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17498867>

63. Vavassori I, Valenti S, Naspro R, et al. Three-year outcome following holmium laser enucleation of the prostate combined with mechanical morcellation in 330 consecutive patients. *Eur Urol* 2008 Mar;53(3):599–604. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17997021>
64. Ahyai SA, Lehrich K, Kuntz RM. Holmium laser enucleation versus transurethral resection of the prostate: 3-year follow-up results of a randomized clinical trial. *Eur Urol* 2007 Nov;52(5):1456–63. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17499427>

3.5 Láser de tulio:itrio-aluminio-granate (Tm:YAG)

La energía láser se emite a una longitud de onda aproximada de 2000 nm en forma de onda continua (1-4). En contraste con la excitación por lámpara de flash del láser de holmio, los iones de tulio se excitan directamente por medio de diodos láser de alta potencia. Aunque un láser de tulio tiene las mismas características de absorción que un láser de holmio en el agua y el tejido, tiene propiedades superiores en la cirugía de los tejidos blandos debido a la salida de onda continua. Debido a la longitud de onda ligeramente más corta, la profundidad de penetración desciende a 250 μm . La longitud de onda está próxima al pico de absorción del agua, lo que, unido a la profundidad de penetración corta, determina una densidad de alta energía que conduce a la vaporización rápida del agua y el tejido. En lugar de la acción de desgarro del tejido causada por la emisión pulsada del láser de Ho:YAG, la salida de onda continua del de Tm:YAG permite la incisión y la vaporización suaves del tejido con una hemostasia excelente. La ubicuidad de la molécula de agua como cromóforo diana crea condiciones constantes para el cromóforo de tejido del láser y, por lo tanto, para la interacción con el tejido. El agua conserva sus propiedades de absorción cuando la calienta el rayo láser hasta el punto de ebullición, que marca el comienzo de la vaporización del tejido.

El tejido que queda atrás después de cada pase del láser se cubre de una costura de tejido coagulado, con lo que se produce la hemostasia. Todavía contiene agua suficiente para la absorción eficiente del siguiente pase del láser. Por lo tanto, el efecto del láser en el tejido se mantiene inalterado y sigue siendo eficaz durante la totalidad del procedimiento quirúrgico. A diferencia de lo que ocurre con el modo de emisión pulsada del láser de Ho:YAG, la emisión continua no permite la litotricia.

3.5.1 Propiedades físicas

Hasta la fecha, una comunicación clínica ha presentado datos sobre la eficacia de la vaporización con el láser de onda continua (OC) de 2013 nm (2 μm) de Tm:YAG. Existen sendas publicaciones sobre los dispositivos láser de OC de 2 μm de Tm:YAG a 70 y 120 W en un modelo experimental de riñón porcino perfundido.

3.5.1.1 Capacidad de ablación

La tasa de ablación del tejido aumenta con la potencia de salida. En comparación con el láser de KTP, la tasa de ablación de tejido alcanzaba (media) 6,56 g/10 min (Tm:YAG de 70 W) y 3,99 g/10 min (KTP de 80 W) ($p > 0,05$). En comparación con la RTUP, los dos dispositivos láser producían tasas de eliminación de tejido significativamente menores (8,28 g/10 min) (5).

El potencial ablativo de los láseres de Tm:YAG se confirmó en otro estudio. A 70 W, la tasa de ablación era de 3,03 g/10 min con la fibra desnuda de 550 μm . A 120 W, la tasa aumentaba a 16,41 g/10 min con la fibra desnuda de 550 μm . Estas tasas se reducían cuando se empleaba un diámetro de núcleo de fibra mayor (800 μm), ya que la densidad de la energía está en función del diámetro del núcleo (6).

3.5.1.2 Tasa de sangrado

El láser de tulio tiene un buen potencial hemostático. En el mismo modelo, la tasa de hemorragia con el láser de tulio de 70 W OC alcanzaba $0,16 \pm 0,07$ g/min, en comparación con $0,21 \pm 0,07$ g/min con el láser de KTP de 80 W. En contraste, la RTUP se asociaba con una tasa de sangrado significativamente mayor, de 20,14 g/min ($p < 0,05$) (5). El aumento de la salida de energía y del diámetro del núcleo no influía en los resultados (6).

3.5.1.3 Zona de coagulación

En el modelo de ablación de tejido renal perfundido, el tulio de OC mostró la profundidad de coagulación más somera. El examen histológico reveló que la ablación del tejido generaba una zona de coagulación densa en la superficie del tejido. La profundidad correspondiente de la zona de coagulación era de $264,7 \pm 41,3 \mu\text{m}$ con el láser de tulio de OC, casi igual a la conseguida con la RTUP ($287,1 \pm 27,5 \mu\text{m}$), pero inferior a la zona de coagulación 2,5 veces más profunda ($0,6669 \text{ mm}$) del láser de KTP ($p < 0,05$) (tabla 4) (5). Al aumentar la potencia de salida y el diámetro de la fibra, la extensión de la coagulación y la zona de tejido necrótico permanecían estables (6).

La ablación del tejido aumentaba con la potencia y era superior a la lograda con el láser de KTP de 80 W. Además, la tasa de sangrado con el láser de tulio de 70 W OC alcanzaba $0,16 \pm 0,07 \text{ g/min}$, en comparación con $0,21 \pm 0,07 \text{ g/min}$ con el láser de KTP de 80 W, aunque era considerablemente más baja que con la RTUP monopolar (5). En contraste con el láser de LBO de 120 W (7), la tasa de sangrado se mantuvo estable con el láser de Tm:YAG de 120 W con un aumento de la tasa de ablación. Además, el estudio demostró una penetración poco profunda y una zona de necrosis tisular independiente de la energía de 0,4 mm (6).

3.5.2 Técnicas con láseres de tulio

Se han descrito hasta ahora cuatro abordajes técnicos diferentes:

- 1) Vaporización de la próstata con Tm:YAG (VaRTu)
- 2) Vaporresección con Tm:YAG (VARPTu)
- 3) Vapoenucleación con Tm:YAG (VEPTu)
- 4) Enucleación de la próstata con láser de Tm:YAG (EPLTu) (8).

Como los datos de ECA prospectivos son muy escasos, no es posible valorar el grado de comprobación científica de estas técnicas. No obstante, se han publicado hasta la fecha varios estudios, incluidos dos ECA y un estudio no ECA. Las pruebas aportadas por estos estudios se comentarán a continuación.

3.5.2.1 Vaporización de la próstata con láser de tulio

La VaRTu es una técnica exclusivamente vaporizadora. Como el rayo se absorbe completamente en el agua, no hay necesidad de aplicarlo con disparo lateral, como con los láseres de KTP o LBO. En un estudio multicéntrico no aleatorizado de una serie de casos se comunicaron datos clínicos de la vaporización pura de la próstata en 99 pacientes con prótesis pequeñas ($< 35 \text{ ml}$). Como los resultados se presentaban con los de pacientes con próstatas más grandes ($> 35 \text{ ml}$), los datos clínicos no pueden separarse. La mejoría de los parámetros urodinámicos en el conjunto del grupo de pacientes ($n = 200$) mostraba una vaporización o vaporresección clínicamente eficaz en 12 meses de seguimiento (tabla 9). Estos hallazgos reflejan los resultados de dos ensayos preclínicos en un modelo de perfusión de órganos en los que se investigaron las propiedades físicas del láser de Tm:YAG.

En comparación con un láser de KTP, el láser de Tm:YAG de 70 W mostró una capacidad de ablación mayor, una reducción de la tasa de sangrado y una zona de coagulación más somera (5). El láser de Tm:YAG de 70 W y el nuevo de KTP de 120 W mostraron tasas de sangrado y propiedades de coagulación similares (6), en contraste con el de LBO de 120 W, con el que se observaron una tasa de sangrado más alta y un ligero aumento de la zona de coagulación (7). Una energía más elevada originaba un aumento notable de la capacidad ablativa de los láseres tanto de Tm:YAG como de LBO (tabla 4).

Se ha tratado de forma segura con VAPTu/VARPTu a 12 pacientes que recibían fármacos anticoagulantes (9). El tiempo quirúrgico osciló entre 25 y 140 minutos, con sondado durante 16 horas y sin necesidad de ninguna transfusión (10). No se notificaron estenosis uretrales ni esclerosis del cuello vesical. Sin embargo, siete pacientes recibieron vaporización insuficiente y precisaron reintervención, mientras que cuatro pacientes sufrieron retención urinaria tras la retirada de la sonda. El 6 % de los

pacientes tratados con VAPTu mostraron síntomas miccionales irritativos tras la intervención, que se resolvieron en 1-3 meses.

3.5.2.2 *Resección de la próstata con láser de tulio (VARPTu)*

La VARPTu es una técnica que reseca la próstata en fragmentos de tejido como la RTUP. Aunque el láser de Thu:YAG es similar al de Ho:YAG en su baja penetración en el tejido y el agua y en la hemostasia, el modo de emisión de onda continua aumenta notablemente su capacidad de vaporización. En consecuencia, la ablación del tejido no se logra sólo por resección, sino también por vaporización simultánea.

El mayor número de las publicaciones relacionadas con el tulio se han centrado en la VARPTu. Desde 2007 se han publicado un ECA, un estudio controlado no aleatorizado y tres estudios prospectivos. Un total de 730 pacientes se han incluido en estos ensayos, todos ellos divulgados en revistas revisadas por especialistas.

En un ECA (11) y un estudio no ECA (12) se comparó la VARPTu con la RTUP monopolar. Los dos procedimientos mostraron resultados clínicos similares y una mejoría de los parámetros urodinámicos con reducción de la morbilidad. El grupo de pacientes tratados con Tm:YAG mostró reducción del sangrado con tasas de transfusión más bajas y tiempos de sondado y hospitalización más cortos que el grupo tratado con RTUP (11,12). En todos los demás estudios (13-16), los resultados clínicos y urodinámicos fueron comparables a los de los antes citados, con mejoría duradera de la función miccional (tabla 9), hasta los 18 meses de seguimiento. Las concentraciones postoperatorias de PSA, como parámetro sustitutivo de la reducción de volumen, descendieron el 56 % (16) y el 69,4 % (15).

3.5.2.3 *Vapoenucleación de la próstata con láser de tulio (VEPTu)*

La evolución de la cirugía prostática con Tm:YAG ha seguido prácticamente el mismo camino que la cirugía con Ho:YAG. La VEPTu se introdujo en 2008 para los pacientes con próstatas de mayor tamaño (10). Los datos publicados en revistas revisadas por especialistas son escasos. Hasta ahora, se ha tratado a 296 pacientes en cuatro estudios (1-3,17).

La eficacia clínica de la VEPTu en comparación con la EPLHo se estudió en un ECA prospectivo (17) y dos estudios prospectivos no ECA (1,2,10,17). Se observaron reducción eficiente del tejido y mejoría constante de los síntomas clínicos en un período de seguimiento de hasta 18 meses (1,2). La pérdida de sangre era menor en el grupo con Tm:YAG que en el de EPLHo y la desobstrucción era igualmente eficaz en los dos grupos en un intervalo de seguimiento corto, de 3 meses (17). En los pacientes con retención urinaria resistente (RUR) no se registraron diferencias en mejoría de los parámetros urodinámicos ni en las complicaciones perioperatorias, salvo por una tasa más alta de IU (15,5 frente a 4,6 %) en los pacientes con RUR (4). La VEPTu se practicó de forma segura en 96 pacientes con alto riesgo, de los que 16 recibían anticoagulantes. De todo el grupo de estudio, seis pacientes sufrieron IU; tres de ellos necesitaron transfusión postoperatoria o cirugía de revisión por retención de coágulos, o tenían una función miccional insuficiente (13).

3.5.2.4 *Enucleación de la próstata con láser de tulio (EPLTu)*

La EPLTu es una técnica transuretral con disección fundamentalmente roma del adenoma, como en la PA. Se hacen incisiones permanentes en el vértice y el cuello de la vejiga y se practica coagulación puntiforme de los vasos nutricios desde la zona periférica a la de transición, dejando la cápsula prácticamente intacta. Excepto una descripción de la técnica, no se han publicado datos clínicos hasta la fecha (18).

Tabla 9: Resultados de mejoría de los parámetros urodinámicos con VAPTu, VARPTu y VEPTu

Ref.	Técnica	Segui- mien- to	Pa- cien- tes (n)	Ta- maño pros- tático medio (ml)	Re- duc- ción del PSA (%)	Cam- bio en los sínto- mas (%)	Cam- bio del $Q_{\text{máx}}$ (ml/s) (%)	Cam- bio de la ORPM (%)	GCC
Mattiol y cols. 2009 (9)	VAPTu VARPTu	12	99 101	45	NP	-67*	14,8 (289)*	-88,9	4
Xia y cols. 2008 (11)	VARPTu RTUP	12	52 48	59,2 55,1	NP NP	-84 -81	15,7 (296) 15,8 (290)	-94,4 -92,8	1b
Fu y cols. 2009 (12)	VARPTu RTUP	12	58 42	49,8 48,2	NP NP	-85,4 -81,1	14,9 (329) 15,5 (312)	-84,3 -84,8	2b
Bach y cols. 2007 (13) 2009 (14)	VARPTu	18	54	30,3	NP	-67	12,8 (258)	-86	2b
Fu y cols. 2008 (15)	VARPTu	12	72	65,8	-69,4	-72,6	15,1 (364)	-65,7	2b
Slazue y cols. 2009 (16)	VARPTu	9	56	50,0	-56,1	-56	13,8 (270)	-62,4	2b
Shao y cols. 2009 (17)	VEPTu EPLHo	6	52 46	40,3 37,3	-80 -80	-70 -60	14,9 (350) 15,5 (330)	-80 -80	1b
Bach y cols. 2009 (1,10)	VEPTu	18	88	61,3	NP	-63	15,7 (664)	-72,4	2b

* en ambos grupos.

*EPLHo = enucleación de la próstata con láser de holmio; PSA = antígeno prostático específico; ORPM = orina residual posmiccional; VAPTu = vaporización de la próstata con láser de tulio; VARPTu = vaporre-
sección con Tm; VEPTu = vapoenucleación con Tm; YAG; RTUP = resección transuretral de la próstata.*

3.5.3 Riesgos y complicaciones, duración de los resultados

La seguridad intraoperatoria de la cirugía de la próstata con Tm:YAG se ha demostrado en varios estudios de series de casos y dos ECA (11,17), así como en subgrupos de pacientes con próstatas grandes (1,10), tratados con anticoagulantes (3,9) o con retención (2).

3.5.3.1 Complicaciones intraoperatorias

La tasa de complicaciones intraoperatorias durante la VARPTu o la VEPTu es baja. No se ha notificado la aparición del síndrome de la RTUP. Se comunicó sangrado durante o poco después de la intervención en el 3,4 % de los pacientes sometidos a enucleación de la próstata, y la tasa de transfusiones sanguíneas osciló entre el 0 % (17) y el 2,2 % (2) con la VEPTu. No se han notificado transfusiones durante ni después de la vaporresección de la próstata, mientras que en un ensayo prospectivo aleatorizado de nivel 1b fueron necesarias en el 4 % (11) y el 9,5 % (12), respectivamente, con la RTUP, mientras que el síndrome de la RTUP apareció en el 2,1 % de los pacientes (1).

3.5.3.2 Complicaciones postoperatorias precoces

En el postoperatorio inmediato de la VEPTu aparecieron IU en el 6,8 % de los casos (10), y se precisó un procedimiento de revisión durante la hospitalización en el 2,2 %. Fue necesario resonado en el 1,1 % de los pacientes (10). Al comparar las complicaciones de los pacientes con retención urinaria preoperatoria y sondado permanente antes de la enucleación de la próstata con las de los no sondados, se observó una tasa significativamente mayor de hematuria postoperatoria (3,1 % frente a 1,4 %) e IU (15,4 % frente a 4,2 %) en los pacientes con retención urinaria preoperatoria (2).

La tasa de IU fue significativamente menor tras la VARPTu (3,9 %) que después de la RTUP (8,3 %) (11), mientras que en otro estudio se comunicaron tasas de IU similares (6,9 y 7,1 %, respectivamente).

La incontinencia de urgencia precoz pasajera fue menos frecuente que después de la RTUP (23,1 frente a 31,3 %) (11). No se observó diferencia en la incidencia de disuria leve o moderada (8,6 % con VARPTu y 7,1 % con RTUP). Aparecieron síntomas irritativos en el 26,2 % y el 29,3 % de los casos, respectivamente (12).

3.5.3.3 Complicaciones tardías y tasa de retratamiento

En la bibliografía actual se dispone de datos sobre un seguimiento de 18 meses tras VARPTu y VEPTu. En los 18 meses de seguimiento tras la VARPTu no hubo reintervenciones ni resonados (14). No se notificó disfunción eréctil *de novo*. Comunicaron eyaculación retrógrada el 55 % de los pacientes tras la VARPTu y el 65 % tras la RTUP (11). Otro estudio no mostró una diferencia significativa en la eyaculación retrógrada (44,2 % frente a 44,7 %) (12). No se produjeron estenosis del cuello vesical. La tasa de estenosis uretral fue significativamente menor tras la VARPTu que tras la RTUP (1,9 % y 6,5 %, respectivamente) (11,12).

En un seguimiento de 18 meses tras la VEPTu, el 2,2 % de los pacientes necesitaron retratamiento después de la VARPTu. Un paciente (1,1 %) precisó resonado temporal, mientras que otro sufrió una estenosis uretral que exigió uretrotomía interna (1 %) (1).

Se necesitó resonado temporal en el 5,6 % de los pacientes con sondado permanente antes de la enucleación. La tasa de reintervención no difirió en un período de seguimiento de 12 meses entre los pacientes con y sin sondado permanente antes de la enucleación (2,8 y 3,1 %, respectivamente) (14).

A pesar de los resultados alentadores, un período de seguimiento de 18 meses es relativamente corto para permitir extraer conclusiones definitivas.

3.5.4 Conclusiones y recomendaciones para el uso de láseres de tulio:YAG

Conclusiones	GCC
La VARPTu mostró una eficacia equivalente a la de la RTUP en un ECA y un ensayo prospectivo controlado no aleatorizado con glándulas de volumen pequeño y medio. Los pacientes tratados con Tm:YAG mostraron tiempos de sondado y de hospitalización más cortos. Hubo significativamente menos acontecimientos adversos graves que en la RTUP (sangrado intra y postoperatorio).	1b
Por el momento, sólo se han comparado la VEPTu y la EPLHo en un ECA. No obstante, en 3 estudios de cohorte prospectivos con un seguimiento de 18 meses se demostró eficacia, y tasas bajas de complicaciones perioperatorias y de retratamiento con la VEPTu.	1b
Se necesitan datos de estudios de la VEPTu, y especialmente de la EPLTu, como técnicas comparables con la EPLHo. La EPLHo es la técnica de enucleación transuretral más ampliamente estudiada hasta la fecha. Los datos anatómicos a largo plazo serían de especial interés.	4
Los datos clínicos y experimentales preclínicos sugieren que el Tm:YAG puede utilizarse en pacientes en tratamiento anticoagulante, de modo similar al Ho:YAG, que tiene un efecto coagulante menos intenso debido al modo pulsado de aplicación de la energía.	3b

Recomendaciones	GCC	GR
La VARPTu es una alternativa a la RTUP en las próstatas pequeñas y medianas.	1b	A
La VARPTu y la VEPTu son adecuadas en los pacientes con riesgo de sangrado o que toman medicación anticoagulante.	3b	C
La VEPTu es una alternativa a la RTUP, la EPLHo y la PA en las próstatas de gran tamaño.	1b, 2b	A

3.5.5 Bibliografía

- Bach T, Netsch C, Haecker A, et al. Thulium:YAG laser enucleation (VapoEnucleation) of the prostate: safety and durability during intermediate-term follow-up. *World J Urol* 2010 Feb;28(1):39-43.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19669645>
- Bach T, Herrmann TRW, Haecker A, et al. Thulium:yttrium-aluminium-garnet laser prostatectomy in men with refractory urinary retention. *BJU Int* 2009 Aug;104(3):361-4.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19220261>
- Bach T, Herrmann TRW, Netsch C, et al. Vapoenucleation of the prostate using the Thulium:YAG 2 micron cw laser in high-risk patients. *J Urol Suppl* 2010 Apr;183(4):745-6.
- Harrer K, Wezel F, Netsch C, et al. Efficacy of Thulium:YAG 2 µ cw Vapoenucleation in patients with prostate volume >100ml. *J Urol Suppl* 2010 Apr;183(4):745-6.
- Wendt-Nordahl G, Huckele S, Honeck P, et al. Systemic evaluation of recently introduced 2-µm continuous-wave thulium laser for vaporesection of the prostate. *J Endourol* 2008 May;22(5):1041-5.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18377234>
- Bach T, Huck N, Wezel F, et al. 70 vs. 120 W thulium:yttrium-aluminium-garnet 2 µm continuous-wave laser for the treatment of benign prostatic hyperplasia: a systemic ex-vivo evaluation. *BJU Int* 2010 Aug;106(3):368-72.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19912204>
- Heinrich E, Wendt-Nordahl G, Honeck P, et al. 120 W lithium triborate laser for photoselective vaporization of the prostate: comparison with 80 W potassium-titanyl-phosphate laser in an ex-vivo model. *J Endourol* 2010 Jan;24(1):75-9.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19958155>
- Bach T, Xia SJ, Fu WJ, et al. Thulium:YAG 2 µm cw laser prostatectomy – Where do we stand ? – *World J Urol* 2010 Apr;28(2):163-8.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20204378>

9. Mattioli S, Munoz R, Recasens R, et al. Treatment of benign prostatic hypertrophy with the Revolix laser. *Arch Esp Urol* 2008 Nov;61(9):1037-43.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19140585>
10. Bach T, Wendt-Nordahl G, Michel MS, et al. Feasibility and efficacy of Thulium:YAG laser enucleation (VapoEnucleation) of the prostate. *World J Urol* 2009 Aug;27(4):541-5.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19184038>
11. Xia SJ, Zhuo J, Sun XW, et al. Thulium laser versus standard transurethral resection of the prostate: a randomized prospective trial. *Eur Urol* 2008 Feb;53(2):382-9.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17566639>
12. Fu WJ, Zhang X, Yang Y, et al. Comparison of 2- μ m continuous wave laser vaporessection of the prostate and transurethral resection of the prostate: a prospective nonrandomized trial with 1-year follow-up. *Urology* 2010 Jan;75(1):194-9.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19819535>
13. Bach T, Herrmann TRW, Ganzer R, et al. RevoLix vaporessection of the prostate: initial results of 54 patients with a one-year follow-up. *World J Urol* 2007 Jun;25(3):257-62.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17530258>
14. Bach T, Herrmann TRW, Ganzer R, et al. Thulium:YAG vaporessection of the prostate. First results. *Urologe A* 2009 May;48(5):529-34.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19183928>
15. Fu WJ, Hong BF, Yang Y, et al. Vaporessection for managing benign prostatic hyperplasia using a 2- μ m continuous-wave laser: a prospective trial with 1-year follow-up. *BJU Int* 2009 Feb;103(3): 352-6.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18778340>
16. Szlauer R, Götschl R, Razmaria A, et al. Endoscopic vaporessection of the prostate using the continuous-wave 2- μ m thulium laser: Outcome and demonstration of the surgical technique. *Eur Urol* 2009 Feb;55(2):368-75.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19022557>
17. Shao Q, Zhang FB, Shang DH, et al. Comparison of holmium and thulium laser in transurethral enucleation of the prostate. *Zhonghua Nan Ke Xue* 2009 Apr;15(4):346-9.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19472910>
18. Herrmann TR, Bach T, Imkamp F, et al. Thulium laser enucleation of the prostate (ThuLEP): transurethral anatomical prostatectomy with laser support. Introduction of a novel technique for the treatment of benign prostatic obstruction. *World J Urol* 2010 Feb;28(1):45-51.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20063164>

4. APLICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE LÁSER PARA EL TRATAMIENTO DE LA PATOLOGÍA NEOPLÁSICA DE LA VEJIGA

4.1 Introducción

Stahler y cols. notificaron en 1978 (1) el uso por primera vez de dispositivos de láser en urología al describir la destrucción con éxito de tumores de la vejiga urinaria con un láser de Nd:YAG.

Sólo se dispone de análisis retrospectivos relativos a la ablación con láser del cáncer de vejiga, en su mayoría estudios en un solo centro con un pequeño número de pacientes (GCC: 3/4). En 2001 aparecieron las primeras comunicaciones de resección en bloque de tumores vesicales mediante el láser de holmio (2), mientras que en 2008 se publicó la primera resección de un proceso maligno de la vejiga con láser de tulio (3).

4.2 Aplicación clínica y resultados

Aunque se han utilizado láseres diversos para tratar tumores vesicales, no se han hecho comparaciones prospectivas de los diferentes dispositivos (4). En algunos estudios se ha comparado la RTU de la vejiga (RTUV) con el tratamiento con láser en análisis retrospectivos no controlados (5-7). En la mayoría de los estudios se comparó el tratamiento con láser con procedimientos de RTUV estándar. No se utilizó sonda permanente. En algunos estudios, el procedimiento se realizó bajo anestesia local

en régimen ambulatorio (8-11). Aunque ha habido algunos informes de lesión del intestino adyacente al utilizar láseres con una penetración profunda, la pared vesical permanecía intacta (12,13). En la tabla 10 se muestran los estudios más importantes. El inconveniente principal del uso de láseres para tratar tumores vesicales en los procesos que no invaden el músculo es la falta de tejido para la evaluación histopatológica si sólo se emplea vaporización por láser.

Se notificaron tasas de complicaciones totales que oscilaban entre sólo el 5,1 % y hasta el 43 %. Los datos sobre la morbilidad y las complicaciones de la RTUV dan cuenta de tasas de IU de hasta el 24 %, sangrado (2,8-8 %), hemorragia que exigía transfusión (0,9-13 %) y perforación de la vejiga (1,3-5 %) (14-18). El uso de láser de holmio para resección en bloque puede ayudar a evaluar el estadio y grado patológicos en los tumores primitivos de la vejiga (8,10,19). Por el momento no se dispone de datos suficientes para predecir las tasas de progresión, pero a juzgar por los datos actualmente disponibles, las tasas de recurrencia tras la aplicación de láser de holmio en el cáncer de vejiga parecen ser similares o menores que con la RTUV (52). Existe debate sobre la posibilidad de que la menor dispersión determine un descenso de las tasas de recurrencia local y fuera del campo (20). No obstante, las tasas de recurrencia global parecen ser similares a las observadas con la RTUV.

Según los datos actuales, la indicación óptima para excisión por láser de un tumor vesical es un tumor relativamente pequeño situado en el trígono, la pared lateral de la vejiga o el cuello vesical. Se ha sugerido que el resultado oncológico después del tratamiento con láser es comparable al obtenido con RTU. No obstante, no existen actualmente estudios a mayor escala que puedan proporcionar equivalencia a largo plazo fiable.

En manos expertas, el tratamiento con láser de patologías vesicales como tumores, divertículos y ureteroceles es una alternativa a la cirugía con RTU convencional en pacientes debidamente seleccionados.

Tabla 10: Aplicaciones de los dispositivos de láser para el tratamiento de las patologías neoplásicas de la vejiga

Referencia	Tipo de estudio	GCC	Pacientes (n)	Técnica quirúrgica	Tiempo quirúrgico (minutos)	Complicaciones	Seguimiento (meses)	Tasa de recurrencia (%)			
								Local	Fuera del campo	Global	
Ho:YAG (holmio)											
Johnson y cols. 1994 (4)	Retrospectivo	3	15	Fotoablación	NP	Ninguna	3	20	53	NP	
Razvi y cols. 1995 (6)	Retrospectivo	3	25	Vaporización	NP	Ninguna	NP	NP	NP	NP	
Das y cols. 1998 (5)	Prospectivo	3	23	Fotoablación + biopsia	18,6	1 x resondado	NP	NP	NP	NP	
Syed y cols. 2001 (8)	Retrospectivo	3	41	Vaporización	NP	Ninguna	14 [3; 33]	18	53	NP	
Saito, 2001 (7)	Retrospectivo	3	35	En bloque + biopsia	NP	Ninguna	NP	NP	NP	NP	
Jonler y cols. 2004 (12)	Prospectivo	3	52	Vaporización	15 (2-30)	1 x epididimitis aguda	4	NP	NP	NP	
Hossain y cols. 2005 (13)	Prospectivo	3	30	Biopsia + vaporización/ resección	NP	Ninguna	6, 12	0	NP	NP	
Soler-Martínez y cols. 2007 (19)	Prospectivo	3	36	Biopsia + fotoablación	14 (5-17)	Ninguna	3, 6, 12	NP	NP	NP	14, 22, 25
Zhu y cols. 2008 (10)	Prospectivo	2	101	En bloque	30,7 (±16,1)	1 x perforación de vejiga	34 [18; 43]	NP	NP	NP	
Xishuang y cols. 2009 (2010) (11)	Prospectivo	2	64	En bloque	16,5 (±3,8)	1 x estenosis uretral	24	NP	NP	NP	RL 15, IT 34,6, GA 31,7
Zhong y cols. 2010 (21)	Retrospectivo	3	25	En bloque	21,5 (±12,5)	Ninguna	12, 24	NP	NP	NP	12,5, 26,6
Tm:YAG (tulio)											
Gao y cols. 2008 (3)	Prospectivo	3	32	En bloque	25 (15-35)	Ninguna	3, 6, 12	3, 7, 11	6, 17, 21	9, 22, 28	
Zhong y cols. 2010 (21)	Retrospectivo	3	34	En bloque	29,1 (±16,5)	Ninguna	12, 24	NP	NP	NP	17,6, 29,9
Yang y cols. 2009 (2)	Prospectivo	3	9	En bloque	7 (5-15)	1 x perforación de vejiga	7,5 [6; 9]*	0	NP	NP	NP

GA: grado alto; Ho:YAG = holmio: itrio-aluminio-granate; IT = grado intermedio; GB = grado bajo; RL = recurrencia local; NP: no procede; TQ = tiempo quirúrgico; Tm:YAG = tulio:itrio-aluminio-granate.

4.3 Conclusiones y recomendaciones para el tratamiento con láser del cáncer vesical

Conclusiones	GCC
El uso de láseres para la resección, la coagulación y la enucleación de los tumores vesicales no musculoinvasivos es viable.	3
La resección transuretral de la vejiga sigue siendo la técnica de referencia.	1a
En la coagulación de los tumores con láser no se obtiene tejido para estadificación patológica.	
Se desconocen las tasas de recurrencia y progresión a largo plazo de esta nueva técnica.	
No existen actualmente datos que indiquen la superioridad de cualquier dispositivo en la patología de la vejiga.	
Por lo general, las complicaciones están directamente relacionadas con la longitud de onda del láser (profundidad de penetración) y con la técnica quirúrgica.	

Recomendación	GR
El tratamiento con láser del cáncer de vejiga sólo debe utilizarse en el contexto de ensayos clínicos o en pacientes no aptos para el tratamiento convencional por procesos comórbidos u otras complicaciones.	C

4.4 Bibliografía

1. Staehler G, Schmiedt E, Hofstetter A. [Destruction of bladder neoplasms by means of transurethral neodym-YAG-laser coagulation]. *Helv Chir Acta* 1978 Jul;45(3):307-11.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/568126>
2. Yang Y, Wei ZT, Zhang X, et al. Transurethral partial cystectomy with continuous wave laser for bladder carcinoma. *J Urol* 2009 Jul;182(1):66-9.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19450852>
3. Gao X, Ren S, Xu C, et al. Thulium laser resection via a flexible cystoscope for recurrent non-muscleinvasive bladder cancer: initial clinical experience. *BJU Int* 2008 Nov;102(9):1115-8.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18565172>
4. Johnson DE. Use of the holmium:YAG (Ho:YAG) laser for treatment of superficial bladder carcinoma. *Lasers Surg Med* 1994;14(3):213-8.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8208047>
5. Das A, Gilling P, Fraundorfer M. Holmium laser resection of bladder tumors (HoLRBT). *Tech Urol* 1998 Mar;4(1):12-4.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9568769>
6. Razvi HA, Chun SS, Denstedt JD, et al. Soft-tissue applications of the holmium:YAG laser in urology. *J Endourol* 1995 Oct;9(5):387-90.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8580938>
7. Saito S. Transurethral en bloc resection of bladder tumors. *J Urol* 2001 Dec;166(6):2148-50.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11696724>
8. Syed HA, Biyani CS, Bryan N, et al. Holmium:YAG laser treatment of recurrent superficial bladder carcinoma: initial clinical experience. *J Endourol* 2001 Aug;15(6):625-7.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11552789>
9. Muraro GB, Grifoni R, Spazzafumo L. Endoscopic therapy of superficial bladder cancer in high-risk patients: Holmium laser versus transurethral resection. *Surg Technol Int* 2005;14:222-6.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16525976>
10. Zhu Y, Jiang X, Zhang J, et al. Safety and efficacy of holmium laser resection for primary nonmuscleinvasive bladder cancer versus transurethral electroresection: single-center experience. *Urology* 2008 Sep;72(3):608-12.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18649930>

11. Xishuang S, Deyong Y, Xiangyu C, et al. Comparing the safety and efficiency of conventional monopolar, plasmakinetic, and holmium laser transurethral resection of primary non-muscle invasive bladder cancer. *J Endourol* 2010 Jan;24(1):69-73.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19954353>
12. Jonler M, Lund L, Bisballe S. Holmium:YAG laser vaporization of recurrent papillary tumours of the bladder under local anaesthesia. *BJU Int* 2004 Aug;94(3):322-5.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15291860>
13. Hossain MZ, Khan SA, Salam MA, et al. Holmium YAG laser treatment of superficial bladder carcinoma. *Mymensingh Med J* 2005 Jan;14(1):13-5.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15695945>
14. Dick A, Barnes R, Hadley H, et al. Complications of transurethral resection of bladder tumors: prevention, recognition and treatment. *J Urol* 1980 Dec;124:810-1.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7192324>
15. Pycha A, Lodde M, Lusuardi L, et al. Teaching transurethral resection of the bladder: still a challenge? *Urology* 2003 Jul;62:46-8.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12837420>
16. Collado A, Chéchile GE, Salvador J, et al. Early complications of endoscopic treatment for superficial bladder tumors. *J Urol* 2000 Nov;164(5):1529-32.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11025697>
17. Kondás J, Szentgyörgyi E. Transurethral resection of 1250 bladder tumours. *Int J Urol Nephrol* 1992;24(1):35-42.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1378046>
18. Nieder AM, Meinbach DS, Kim SS, et al. Transurethral bladder tumor resection: intraoperative and postoperative complications in a residency setting. *J Urol* 2005 Dec;174(6):2307-9.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16280830>
19. Soler-Martinez J, Vozmediano-Chicharro R, Morales-Jimenez P, et al. Holmium laser treatment for low grade, low stage, noninvasive bladder cancer with local anesthesia and early instillation of mitomycin C. *J Urol* 2007 Dec;178(6):2337-9.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17936805>
20. Wilby D, Thomas K, Ray E, et al. Bladder cancer: new TUR techniques. *World J Urol* 2009 Jun;27(3):309-12.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19259684>
21. Zhong C, Guo S, Tang Y, et al. Clinical observation on 2 micron laser for non-muscle-invasive bladder tumor treatment: single-center experience. *World J Urol* 2010 Apr;28(2):157-61.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20306053>

5. APLICACIONES DE LOS LÁSERES EN LAPAROSCOPIA Y ENDOSCOPIA

5.1 Nefrectomía parcial asistida por láser

5.1.1 Introducción

Cuando se practica nefrectomía parcial (NP) laparoscópica, se necesita actualmente pinzado del hilio para crear un campo exangüe para la excisión del riñón. Sin embargo, el pinzado hilar aumenta la complejidad de la operación por las restricciones de tiempo y el riesgo significativo de prolongar el tiempo de isquemia renal caliente y de compromiso postoperatorio de la función renal. La tecnología láser ofrece una alternativa prometedora para lograr la excisión del tumor, la estanqueidad pielocalicial y la hemostasia renal en un tiempo razonable, con o sin oclusión hilar.

5.1.2 Aplicación clínica y resultados

Se ha demostrado en varios estudios experimentales la eficacia de la nefrectomía parcial asistida por láser en diversos contextos experimentales. No obstante, sólo se han publicado hasta la fecha ocho series pequeñas que estudiaron clínicamente la NP asistida por láser, que sólo se practicó me-

dianter laparoscopia (convencional en un caso y robótica en el otro) en dos de las series (tabla 11) (1-8) (GCC: 3). En consecuencia, las pruebas se consideran insuficientes, y se necesitan más investigaciones para establecer el método como alternativa habitual a la nefrectomía parcial.

La experiencia inicial con la tecnología láser en la cirugía renal se remonta a 1982. Los resultados preliminares con el uso de láser de dióxido de carbono para ablación renal fueron prometedores: reducción de la pérdida de sangre, acortamiento del tiempo quirúrgico y preservación de la integridad funcional en el tejido renal restante (1,2). En 1986 se publicó la primera serie de NP sin necesidad de pinzado hiliar. Malloy y cols. utilizaron el láser de Nd:YAG en el tratamiento de tres pacientes ancianos con carcinoma de células renales en un riñón solitario. El láser se empleó junto con las técnicas de cirugía abierta habituales para la extracción del tumor. No se necesitó oclusión de la arteria renal, y el resultado oncológico se consideró perfecto en los tres casos (3) (GCC: 3).

La experiencia inicial con el uso de resección por láser de Nd:YAG de contacto en la NP se comunicó en 1993. En una serie de seis resecciones, los cirujanos ocluyeron la arteria renal para garantizar la hemostasia intraoperatoria. Se consideraron más precisas las propiedades de corte del láser, mientras que los niveles de energía podían reducirse para causar menos daños al parénquima restante. El resultado oncológico se consideró perfecto (4) (GCC: 3). Además, la combinación de los láseres de KTP (para corte) y de YAG (para coagulación de vasos grandes) permitió la eliminación rápida del tejido renal con pérdidas mínimas de sangre y parénquima renal en una serie de tres casos pediátricos de tumor de Wilms bilateral (5).

Otra serie pequeña de pacientes tratados de forma abierta confirmó la seguridad y la viabilidad de la NP con láser sin necesidad de oclusión hiliar. Se sometió a NP abierta a un total de cinco pacientes con tumores renales de hasta 3,8 cm de tamaño. Se utilizó un láser de onda continua de 2,0 μm (RevoLix, LISA), un láser de estado sólido con bomba de diodo que emite una longitud de onda de 2013 nm y penetra en el tejido hasta una profundidad aproximada de 0,5 mm. En ninguno de los casos se observó hemorragia perioperatoria ni se necesitaron suturas ni otros medios para obtener hemostasia. No aparecieron hemorragia masiva postoperatoria ni alteraciones importantes de los niveles de creatinina. Según los autores, fue posible la coagulación vascular eficiente y segura de vasos de hasta 1,5 mm de diámetro. La técnica láser sólo debe utilizarse en tumores renales periféricos (6) (GCC: 3).

La realización con éxito de NP laparoscópica (NPL) sin necesidad de oclusión hiliar se notificó por primera vez en 2002 en tres casos humanos empleando láser de Ho:YAG. Las indicaciones de la NPL fueron un quiste renal complicado y un carcinoma de células renales de 2,5 cm en dos pacientes adultos y un polo inferior no funcionante en un sistema colector duplicado en un niño de 8 años. Los ajustes de energía fueron de 2 J/pulso a 60 pulsos/seg y de 0,8 J/pulso a 40 pulsos/seg. Aunque se consideró adecuada la hemostasia, se aplicaron pegamento de fibrina en dos casos y celulosa oxidada en un caso para reforzar el tejido frente a la hemorragia retardada. No se encontraron complicaciones, y todos los pacientes dejaron el hospital en un plazo de 3 días.

Los dos inconvenientes principales de la técnica fueron el aumento de la acumulación de humo durante la activación del láser y la salpicadura considerable de sangre a la lente de la cámara durante la resección, que dificultó ocasionalmente la visión (7) (GCC: 3).

En fecha más reciente se notificó la experiencia preliminar con nefrectomía parcial robótica con láser sin pinzado hiliar en dos pacientes. Se realizó nefrectomía parcial robótica con láser con un prototipo de instrumento de aplicación de láser robótico construido especialmente al efecto. Se utilizó una unidad de láser Greenlight HPS® ajustada hasta a 50 W. En un paciente se necesitó pinzado hiliar durante el procedimiento debido a sangrado por un vaso segmentario central grande. Se calculó que la profundidad de la lesión térmica era de 1 mm, aproximadamente. No se comunicaron complicaciones importantes (8) (GCC: 3).

Tabla 11: Experiencia clínica con la nefrectomía parcial asistida con láser

Referencia	Pacientes (n)	Tratamiento	Rayo láser	Pinzado hiliar	Comentarios o efectos adversos	GCC
Barzilay y cols. 1982 (1)	4	Nefrectomía parcial (3), división del riñón (1)	Rayo láser de CO ₂	Sí	Abierta	3
Rosemberg 1985 (2)	3	Nefrectomía parcial	Rayo láser de CO ₂	Sí	Abierta	3
Malloy y cols. 1986 (3)	3	Nefrectomía parcial	Láser de Nd:YAG	No	Abierta	3
Korhonen y cols. 1993 (4)	5	Nefrectomía parcial	Láser de Nd:YAG	Sí	Abierta	3
Merguerian y cols. 1994 (5)	3	Nefrectomía parcial	Láser de Nd:YAG y de KTP	Sí	Abierta	3
Gruschwitz y cols. 2008 (6)	5	Nefrectomía parcial	Láser de onda continua de 2,0 μm	No	Abierta	3
Lotan y cols. 2002 (7)	3	Nefrectomía parcial	Láser de Ho:YAG	No	Laparoscópica / acumulación de humo y salpicadura de sangre a la cámara	3
Hodgson y cols. 2008 (8)	2	Nefrectomía parcial	Láser de KTP	No	Robótica / se necesitó pinzado hiliar en un caso	3

Ho:YAG = holmio: itrio-aluminio-granate; KTP = láser de titanilfosfato de potasio; Nd:YAG = itrio-aluminio-granate dopado con neodimio.

5.1.3 Conclusiones sobre la nefrectomía parcial asistida con láser

Conclusiones	GCC
Los datos actuales sobre la nefrectomía parcial empleando energía láser como método ablativo no son concluyentes.	
Los resultados preliminares indican que la NP laparoscópica asistida con láser sin necesidad de pinzado hiliar es viable.	3
No se han notificado complicaciones importantes en humanos.	3
Cabe esperar que la NP asistida con láser sea una alternativa prometedora futura en la cirugía renal, y debe seguir valorándose en ensayos clínicos.	

5.2 Prostatectomía radical laparoscópica con preservación (PRLNP) asistida con láser

Los datos experimentales y clínicos preliminares inducen a esperar aplicaciones futuras prometedoras de la tecnología láser en la prostatectomía radical laparoscópica con preservación (PRLNP) (tabla 12). Tras explorar la idoneidad de la técnica en la prostatectomía radical experimental en

perros, Gianduzzo y cols. realizaron prostatectomía radical robótica con preservación mediante láser de KTP de 532 nm en 10 pacientes empleando la unidad de láser AuraXP, aplicando 12 W a través de una fibra Endostat® de 300 µm. La capacidad del láser KTP para ser absorbido selectivamente por la hemoglobina permite disección fina, hemostasia y lesión tisular mínima al mismo tiempo. Sin embargo, en la serie actual se precisó hemostasia adicional mediante diatermia, sutura o clips en varias ocasiones en cada caso. Las complicaciones fueron una fuga de orina y una infección en el punto de drenaje. No se demostraron consecuencias en la potencia a largo plazo.

Esta es la primera evaluación clínica del láser de KTP como método ablativo en la prostatectomía radical con preservación (9) (GCC: 3). Según el autor, las desventajas principales de la técnica son la necesidad de un filtro para la emisión de luz verde del KTP para evitar la interferencia en el sistema de la cámara y el uso de gafas de seguridad tintadas, cosas ambas notablemente perjudiciales para la visión laparoscópica. Los datos experimentales en perros confirman que la capacidad del láser de KTP para preservar la función del nervio cavernosos es similar a la de las técnicas atérmicas (disección cruenta y colocación de clips) (10). Sin embargo, se necesita valoración clínica ulterior para determinar el valor de esta técnica.

Se han publicado también resultados prometedores de la PRLNP mediante disección con láser de Nd:YAG. En un estudio de viabilidad preliminar en el que se incluyó a cinco pacientes con adenocarcinoma clínicamente localizado de la próstata se evaluó la preservación de los haces neurovasculares (HN). Se utilizó el láser de Nd:YAG de 1064 µm, y se sugirió como configuración apropiada en la mayoría de los casos un modo de onda continua aplicado en contacto directo con el tejido a una potencia de 8 W. Se observaron pérdidas mínimas de sangre, disección rápida y lesión tisular adyacente mínima estimada en 687 µm (media). Como los HN se extirpaban al final de la operación para análisis histológico, no podían valorarse los datos de la función eréctil, lo que supone una limitación del estudio actual (9) (GCC: 3)

Tabla 12: Experiencia clínica con la prostatectomía radical laparoscópica con preservación asistida con láser

Referencia	Pacientes (n)	Tratamiento	Rayo láser	Comentarios o efectos adversos	GCC
Gianduzzo y cols. 2007 (9)	5	PRLNP	1064 nm Láser de Nd:YAG	Laparoscópica	3

PRLNP = prostatectomía radical laparoscópica con preservación; Nd:YAG = itrio-aluminio-granate dopado con neodimio.

5.2.1 Conclusiones sobre la prostatectomía radical laparoscópica con preservación asistida con láser

Conclusiones	GCC
Los datos son escasos, y no pueden extraerse aún conclusiones seguras.	
Los resultados preliminares indican que la PRLNP es viable y puede mejorar posiblemente la preservación de los HN.	3
La PRLNP todavía debe considerarse en fase experimental.	
PRLNP = prostatectomía radical laparoscópica con preservación; HN = haz neurovascular de la próstata.	

6. ABLACIÓN INTERSTICIAL POR LÁSER DE TUMORES RENALES

El consenso actual para los tumores renales pequeños apoya la coagulación térmica como opción de tratamiento alternativa, pero sólo en casos seleccionados de pacientes con procesos comórbidos que les hacen candidatos inadecuados para la nefrectomía parcial (11).

La experiencia clínica con la ablación intersticial por láser de tumores renales es aún limitada (tabla 13). De Jode introdujo por primera vez la ablación térmica por láser (ATL) percutánea guiada por resonancia magnética (RM) y la utilizó en un estudio de viabilidad preliminar en el que se trató a tres pacientes con tumores renales inoperables mediante láser de Nd:YAG aplicado por vía percutánea al tumor renal a través de fibra intersticial refrigerada con agua. Se utilizó RM tanto para guiar la colocación del láser como para vigilar el tratamiento en tiempo real. Se confirmó la necrosis del tejido afectado (12) (GCC: 3). Dick y cols. evaluaron la seguridad y la viabilidad de la técnica en una serie de nueve pacientes con tumores renales inoperables. La operación se realizó bajo sedación consciente y analgesia con opiáceos en 6 de los 9 pacientes, y bajo anestesia general en el resto. Se utilizó una fibra intersticial de 600 µm refrigerada con agua para aplicar al tumor energía de láser de Nd:YAG de 1064 µm. La energía láser se aplicó a 25 W durante 10-30 minutos por sesión de tratamiento. En todos los pacientes, el porcentaje de aumento del tumor descendía notablemente tras un período de seguimiento medio de 16,9 meses después de la ATL. No se observó infiltración posterior del tumor en las estructuras circundantes, como la grasa periférica y la vena renal. Las complicaciones notificadas fueron dos casos de hematoma periférica (que se resolvió con tratamiento conservador) y un caso de bradicardia (que respondió rápidamente a la atropina) (13) (GCC: 3).

Tabla 13: La experiencia clínica con la ablación intersticial por láser de tumores renales es aún limitada

Referencias	Pacientes (n)	Enfermedad	Rayo láser	Comentarios	GCC
De Jode y cols. 1999 (12)	3	Tumores renales inoperables	Láser de Nd:YAG	Percutánea o guiada por RM	3
Dick y cols. 2002 (13)	9	Tumores renales inoperables	Láser de Nd:YAG	Percutánea o guiada por RM	3

6.1 Conclusiones y recomendación para el tratamiento por láser de masas renales pequeñas

Conclusiones	GCC
Los datos son insuficientes, y no pueden extraerse aún conclusiones seguras en cuanto a resultados oncológicos y seguridad.	
La PRLNP todavía debe considerarse experimental.	

Recomendación	GR
La NP laparoscópica, la PRLNP y la coagulación intersticial por láser de tumores renales son aún experimentales y sólo deben utilizarse en el contexto de ensayos clínicos	C

6.2 Bibliografía

1. Barzilay B, Lijovetzky G, Shapiro A, et al. The clinical use of CO2 laser beam in the surgery of kidney parenchyma. *Lasers Surg Med* 1982;2(1):81-7.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6810046>
2. Rosemberg SK. Clinical experience with carbon dioxide laser in renal surgery. *Urology* 1985 Feb;25(2):115-8.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3918370>

3. Malloy TR, Schultz RE, Wein AJ, et al. Renal preservation utilizing neodymium:YAG laser. *Urology* 1986 Feb;27(2):99-103.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3753808>
4. Korhonen AK, Talja M, Karlsson H, et al. Contact Nd:YAG laser and regional renal hypothermia in partial nephrectomy. *Ann Chir Gynaecol Suppl* 1993;206:59-62.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8291872>
5. Merguerian PA, Seremetis G. Laser-assisted partial nephrectomy in children. *J Pediatr Surg* 1994 Jul;29(7):934-6.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7931974>
6. Gruschwitz T, Stein R, Schubert J, et al. Laser-supported partial nephrectomy for renal cell carcinoma. *Urology* 2008 Feb;71(2):334-6.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18308114>
7. Lotan Y, Gettman MT, Ogan K, et al. Clinical use of the holmium: YAG laser in laparoscopic partial nephrectomy. *J Endourol* 2002 Jun;16(5):289-92.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12184078>
8. Hodgson D, Karamanolakis K, Rajbabu, et al. Appraisal of a novel procedure: potassium titanyl phosphate (ktp) laser laparoscopic partial nephrectomy. Abstracts of the Engineering and Urology Society, May 19, 2007, Anaheim, California. *Journal of Endourol*. 2008 Jan;22(1):159-212. Abstract #116.
9. Gianduzzo TR, Chang CM, El-Shazly M, et al. Laser nerve-sparing laparoscopic radical prostatectomy: a feasibility study. *BJU Int* 2007 Apr;99(4):875-9.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17244283>
10. Gianduzzo TR, Colombo JR Jr, Haber GP, et al. KTP Laser Nerve Sparing Radical Prostatectomy: Comparison of Ultrasonic a Cold Scissor Dissection on Cavernous Nerve Function. *J Urol* 2009;181(6):2760-6.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19375744>
11. Lovisolo JA, Legramandi CP, Fonte A. Thermal ablation of small renal tumors--present status. *ScientificWorldJournal* 2007 Feb 9;7:756-67.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17619758>
12. de Jode MG, Vale JA, Gedroyc WMW. MR-guided laser thermoablation of inoperable renal tumours in an open-configuration interventional MR scanner: preliminary clinical experience in three cases. *J Magn Reson Imaging* 1999;10(4):545-549.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10508321>
13. Dick EA, Joarder R, de Jode MG, et al. Magnetic resonance imaging-guided laser thermal ablation of renal tumours. *BJU Int* 2002; 90(9):814-822.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12460338>

7. ENDOURETEROTOMÍA RETRÓGRADA CON LÁSER

7.1 Introducción

La endoureterotomía es a menudo la primera línea de tratamiento de las estenosis ureterales benignas. Desde su introducción en 1997, la endoureterotomía retrógrada con láser se ha convertido en una herramienta popular para este procedimiento (1). Las publicaciones relativas a este enfoque se basan en análisis retrospectivos, es decir, estudios en un solo centro que generaron grados 3 y 4 de comprobación científica (1-12) (tabla 14).

7.2 Aplicación clínica y resultados

Las tasas de éxito de la endoureterotomía con láser no son uniformemente evidentes. Las grandes variaciones de las tasas de éxito entre las distintas publicaciones se deben con toda probabilidad a que entre las estenosis ureterales benignas hay varias entidades diferentes, cada una de las cuales posiblemente responden de modo distinto a la endoureterotomía con láser (Gdor 2008). Sin embargo, la falta de estudios retrospectivos amplios nos impide determinar qué estenosis responden bien y cuáles no (GCC: 4). Se ha señalado que las estenosis ureterales benignas no isquémicas (p. ej., yatrógenas) tras tratamiento de cálculos o cirugía abdominal responden bien a la endoureterotomía

con láser, con una tasa de éxito notificada de entre el 68,4 % y el 91 % (GCC: 3). La longitud de la estenosis es probablemente el factor pronóstico más importante del resultado. Las estenosis ureterales largas (>2 cm) suelen asociarse con tasas de éxito más bajas (GCC: 3). Se ha apuntado que la duración de la estenosis, la función renal ipsilateral, la impactación de cálculos y la localización de la estenosis (alta, media o baja) también influyen en el resultado, aunque los resultados publicados han generado controversia (GCC: 3). Los pacientes con estenosis ureteroentéricas y malignas no responden bien a la endoureterotomía con láser. Las tasas de éxito comunicadas en estos casos son inferiores al 60 % (GCC: 3).

El resultado de la endoureterotomía retrógrada con láser es ligeramente inferior al de la revisión quirúrgica abierta (GCC: 2b). Sin embargo, debido al carácter mínimamente invasivo de la técnica, la endoureterotomía con láser se asocia con menos morbilidad y debe considerarse una opción de tratamiento de primera línea (GCC: 3). En comparación con otros métodos endourológicos bien establecidos (p. ej., el catéter de balón con punta caliente, la endoincisión con electrocauterio o bisturí frío), con la endoureterotomía con láser se han notificado resultados a largo plazo similares o superiores (9). No obstante, no existen actualmente estudios a mayor escala que puedan aportar equivalencia a largo plazo fiable.

El láser de holmio:YAG parece ser la única modalidad de tratamiento bien ensayada (GCC: 4). Otras fuentes de energía láser se están evaluando actualmente y siguen siendo experimentales.

Debido a la ausencia de estudios a gran escala y la escasez de estudios a largo plazo, no se ha determinado aún la mediana del tiempo hasta el fracaso. Se ha comunicado la recurrencia de la estenosis hasta 18 meses después de la intervención. No obstante, lo más probable es que se haga evidente en los primeros 3 meses (GCC: 3). La dilatación con balón tras incisión con láser y la colocación postoperatoria de una endoprótesis ureteral durante 4 semanas a 6 meses son prácticas comunes que parecen favorecer la eficacia a largo plazo (GCC: 4). Sin embargo, siguen faltando estudios que comparen el fracaso del tratamiento con o sin dilatación con balón y colocación postoperatoria de endoprótesis ureteral.

Tabla 14: Experiencia clínica con la endoureterotomía retrógrada con láser

Referencias	Pa- cientes (n)	Enfermedad	Tasa de éxito	Segui- miento medio (meses)	Comentarios
Lin y cols. 2009 (2)	19	Estenosis urete- rales benignas	52,6 %	40,2	Se observó una relación de la longitud de la estenosis y la intensidad de la hidronefrosis con el resultado satisfactorio
Gnessin y cols. 2009 (3)	35	Estenosis urete- rales benignas	82 % sin- tomáticas, 78,7 % radiológicas	27	La tasa de éxito fue mayor en las estenosis no isquémicas (100 % frente a 64,7 %, p=0,027). La mayoría de los fracasos se producen antes de 9 meses después de la cirugía
Fu y cols. 2009 (4)	18	Estenosis urete- rales benignas, 6 casos com- plicados con cálculo ureteral	88,8 %	10,7	Tras la cirugía, se dejó coloca- da una endoprótesis ureteral ortopédica durante 3-6 me- ses

Corcoan y cols. 2009 (5)	9	Estenosis ureterales benignas (20 % idiopáticas, 80 % tras tratamiento de cálculos o cirugía abdominal)	85 %	25,2	En la mayoría de los casos se practicó dilatación con balón tras la uretrotomía con láser
Gdor y cols. 2008 (6)	13	Estenosis ureterales asociadas con cálculos ureterales impactados en 4)	62 %	21	Cuando había cálculos ureterales impactados, la tasa de éxito fue del 56 %. Si no había antecedentes de cálculos impactados, la tasa era del 75 %
Hibi y cols. 2007 (7)	20		80 %	60,5	Todos los fracasos se produjeron en 18 meses
Lane y cols. 2006 (8)	19	Estenosis ureterales yatrógenas no obliterantes	68,4 %	36	El fracaso era uniformemente evidente en los primeros 3 meses
Razdan y cols. 2005 (9)	17	Estenosis ureterales por distintas causas		40,8	
Kourambas 2001 (10)	7	Estenosis ureterales	91 %	3	
Singal y cols. 1997 (1)	22	Estenosis ureterales por causas diversas, incluidas anastomosis ureteroentéricas	76 %	9	El fracaso era uniformemente evidente en los primeros 3 meses
Watterson y cols. 2002 (11)	23	Estenosis uretero-intestinales	56 %	36	Hubo algunas recurrencias 16 o más meses después de la operación
Laven y cols. 2001 (12)	19	Estenosis uretero-intestinales	57 %	20,5	

7.3 Conclusiones y recomendaciones para la endoureterotomía retrógrada con láser

Conclusiones	GCC
La endoureterotomía retrógrada con láser es una opción de tratamiento de las estenosis ureterales viable y segura	3
La revisión quirúrgica abierta sigue siendo la técnica de referencia	1a
Las estenosis ureterales de etiologías diferentes parecen responder de modo distinto al tratamiento	2b
En casos seleccionados, la tasa de éxito puede alcanzar el 90 %	
Las estenosis de anastomosis ureteroentéricas responden más a la endoureterotomía con láser	3

Debe esperarse recurrencia tardía de la estenosis incluso 18 meses después de la intervención	3
---	---

Recomendaciones	GR
La endoureterotomía retrógrada debe considerarse una opción de tratamiento de primera línea para las estenosis ureterales	C
El seguimiento postoperatorio debe prolongarse hasta los 2 años	C

7.4 Bibliografía

1. Singal RK, Denstedt JD, Razvi HA, et al. Holmium:YAG laser endoureterotomy for treatment of ureteral stricture. *Urology* 1997 Dec;50(6):875-80.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9426717>
2. Lin CM, Tsai TH, Lin TC, et al. Holmium: yttrium-aluminum-garnet laser endoureterotomy for benign ureteral strictures: a single-centre experience. *Acta Chir Belg* 2009 Nov-Dec;109(6):746-50.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20184060>
3. Gnessin E, Yossepowitch O, Holland R, et al. Holmium laser endoureterotomy for benign ureteral stricture: a single center experience. *J Urol* 2009 Dec;182(6):2775-9.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19837432>
4. Fu YM, Ni SB, Chen QY, et al. Treatment of ureteral obstruction by holmium: YAG laser endoureterotomy: a report of 18 cases. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi* 2009 Feb 10;89(5):335-7.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19563713>
5. Corcoran AT, Smaldone MC, Ricchiuti DD, et al. Management of benign ureteral strictures in the endoscopic era. *J Endourol* 2009 Nov;23(11):1909-12.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19811059>
6. Gdor Y, Gabr AH, Faerber GJ, et al. Success of laser endoureterotomy of ureteral strictures associated with ureteral stones is related to stone impaction. *J Endourol* 2008 Nov;22(11):2507-11.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19046090>
7. Hibi H, Ohori T, Taki T, et al. Long-term results of endoureterotomy using a holmium laser. *Int J Urol* 2007 Sep;14(9):872-4.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17760762>
8. Lane BR, Desai MM, Hegarty NJ, et al. Long-term efficacy of holmium laser endoureterotomy for benign ureteral strictures. *Urology* 2006 May;67(5):894-7.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16698348>
9. Razdan S, Silberstein IK, Bagley DH. Ureteroscopic endoureterotomy. *BJU Int* 2005 Mar;95 Suppl 2:94-101.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15720342>
10. Kourambas J, Delvecchio FC, Preminger GM. Low-power holmium laser for the management of urinary tract calculi, strictures, and tumors. *J Endourol* 2001 Jun;15(5):529-32.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11465334>
11. Watterson JD, Sofer M, Wollin TA, et al. Holmium: YAG laser endoureterotomy for ureterointestinal strictures. *J Urol* 2002 Apr;167(4):1692-5.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11912389>
12. Laven BA, O'Connor RC, Steinberg GD, et al. Long-term results of antegrade endoureterotomy using the holmium laser in patients with ureterointestinal strictures. *Urology* 2001 Dec;58(6):924-9.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11744460>

8. ENDOPIELOTOMÍA RETRÓGRADA CON LÁSER PARA LA OBSTRUCCIÓN DE LA UNIÓN PIELOURETERAL (UPU)

8.1 Introducción

La experiencia inicial con la endopielotomía con láser en el tratamiento de la obstrucción de la unión pieloureteral (OUPU) se remonta al comienzo de la década de 1990 (1). Desde entonces, la endopielotomía retrógrada con láser ha sido un método establecido para el tratamiento de las estenosis primarias o secundarias de la UPU. La mayoría de las publicaciones relativas a la endopielotomía retrógrada con láser se basan en análisis retrospectivos, es decir, estudios en un solo centro que aportan datos de comprobación científica de grado 3 y 4 (tabla 15) (2-19).

8.2 Aplicación clínica y resultados

La indicación óptima de la endopielotomía con láser es una OUPU corta (<2 cm) de etiología intrínseca en ausencia de una pelvis muy grande, inserción alta del uréter, función renal residual inferior al 20 % y cálculos renales ipsilaterales (GCC: 4). Cuando se aplican criterios de inclusión estrictos, las tasas de éxito comunicadas son de alrededor del 80 % o incluso mayores en casos más seleccionados en manos de urólogos con experiencias (GCC: 4). Se han notificado tasas de éxito menores en casos de OUPU de causa extrínseca e hidronefrosis intensa y cuando la función renal es deficiente (16,17).

El resultado de la endopielotomía retrógrada con láser es ligeramente inferior al de la pieloplastia abierta (GCC: 2b). Sin embargo, debido a su carácter mínimamente invasivo, la endopielotomía con láser se asocia con pérdidas de sangre mínimas, reducción de la estancia hospitalaria y menos dolor postoperatorio, y debe ser una de las opciones de tratamiento de primera línea (7) (GCC: 2b). Además, el fracaso de la endopielotomía no es una contraindicación para la pieloplastia abierta o laparoscópica secundaria. En comparación con otros métodos endourológicos bien establecidos (p. ej., catéter de balón con punta caliente, endoincisión con electrocauterio o bisturí frío), se han comunicado con la endopielotomía con láser una tasa de éxito similar o superior y una tasa de complicaciones más baja (8) (GCC: 3). No obstante, no existen aún estudios a mayor escala que muestren una equivalencia a largo plazo fiable.

El láser de Ho:YAG parece ser la única modalidad de tratamiento bien ensayada (GCC: 4), mientras que otras fuentes de energía láser se están evaluando y tienen aún carácter experimental. Se han notificado tasas de complicaciones asociadas con la endopielotomía retrógrada con láser del 12,5 %, aunque las complicaciones citadas suelen ser de menor entidad. Rara vez es necesario adoptar medidas más serias, como la conversión a cirugía abierta (GCC: 3).

Aunque apenas existen estudios a largo plazo, la mediana del tiempo hasta el fracaso comunicada es de hasta 7,7 meses tras la intervención (6). Es práctica común la colocación postoperatoria de catéteres ureterales, como endoprótesis en doble J durante varias semanas, a pesar de la falta de estudio que comparen el fracaso del tratamiento con o sin uso postoperatorio de endoprótesis.

Tabla 15: Experiencia clínica con la endopielotomía retrógrada con láser en la obstrucción de la unión pieloureteral

Referencia	Pacientes (n)	Enfermedad	Tasa de éxito	Seguimiento medio (meses)	Comentarios
Acher y cols. 2009 (2)	15	Fracaso de la pieloplastia	100 %	6	No se comunicaron complicaciones
Stilling y cols. 2009 (3)	44	OUPU primaria (n=37) y secundaria (n=7)	Alivio completo (66 %) y mejoría (23 %) de los síntomas	27,5	Criterios de inclusión estrictos
Savoie y cols. 2009 (4)	27	OUPU primaria (n=16) y secundaria (n=11)	70 %	35	Mediana del tiempo hasta el fracaso: 2,7 meses
Braga y cols. 2007 (5)	10	Fracaso de pieloplastia en niños	60 % de alivio radiológico	47	La edad < 4 años y un segmento ureteral estenosado de más de 10 mm se asociaron con un mal resultado
Doo y cols. 2007 (6)	47	OUPU	67,5 %	37,3	Mediana del tiempo hasta el fracaso: 7,7 meses
Rassweiler y cols. 2007 (7)	113	OUPU tanto extrínseca como intrínseca	72,6 % (85,7 % la intrínseca y 51,4 % la extrínseca)	63 meses	Tasa de complicaciones del 5,3 %
Ponsky y cols. 2006 (8)	37	OUPU primaria y secundaria	74,2 %	75,6	No se comunicaron complicaciones mayores
Geavlete y cols. 2007 (9)	30	Fracaso de pieloplastia (n=17); fracaso de endopielotomía (n=13)	83,3 % (a los 18 meses)	31	
El-Nahas y cols. 2006 (10)	20	OUPU primaria y secundaria	85 %	29,9	Tasa de complicaciones del 10 %
Minervini y cols. 2005 (11)	30	OUPU	80 % (a los 10 meses)	24	Tasa de complicaciones del 12,5 %
Seveso y cols. 2005 (12)	16	OUPU primaria (n=10) y secundaria (n=6)	81 %	18	Un caso de hemorragia intraoperatoria

Matin y cols. 2003 (13)	46	OUPU primaria (n=40) y secundaria (n=6)	65,4 % sintomático y 73,1 % radiológico	23,2	Sin complicaciones intraoperatorias; 11,1 % de complicaciones postoperatorias
Hibi y cols. 2002 (14)	5	OUPU	80 %	12,8	
Giddens y cols. 2000 (15)	23	OUPU primaria y secundaria	83 %	10	Incisión láser repetida eficaz en el 50 % de los fracasos primarios
Biyani y cols. 2000 (16)	22	OUPU primaria (n=16) y secundaria (n=4)	75 %	34	La tasa de éxito suele ser baja en pacientes con función renal deficiente
Renner y cols. 1998 (17)	34	OUPU primaria (n=27) y secundaria (n=7)	85 %	18	Complicaciones menores en el 15 %
Conlin y cols. 1998 (18)	21	OUPU	81 %	12	
Biyani y cols. 1997 (19)	8	OUPU primaria (n=5) y secundaria (n=3)	87,5 %	12,4	

OUPU = obstrucción de la unión pieloureteral.

8.3 Conclusiones y recomendaciones para el tratamiento con láser de la obstrucción de la UPU

Conclusiones	GCC
La endopielotomía retrógrada con láser es una opción viable y segura para el tratamiento de la obstrucción de la unión pieloureteral	3
La pieloplastia abierta o laparoscópica sigue siendo la técnica de referencia	1a
En casos seleccionados, la tasa de éxito puede alcanzar el 90 %	
La morbilidad del tratamiento es mínima, y las complicaciones importantes son raras	3
Debe esperarse fracaso del tratamiento en el año siguiente a la intervención	3

Recomendaciones	GR
La endopielotomía retrógrada con láser debe ser una de las opciones de tratamiento de primera línea	C
El seguimiento debe prolongarse durante 1 año tras la intervención	C
La pieloplastia abierta o la laparoscópica siguen siendo opciones en los casos en que hayan fracasado técnicas mínimamente invasivas	C
Evitar las complicaciones asociadas con sangrado postoperatorio mediante la identificación de los vasos transversales	B
Se recomienda un control postoperatorio estrecho durante al menos un año tras al procedimiento inicial	C
La colocación de endoprótesis ureterales antes del procedimiento as una opción que puede afectar a la tasa de éxito postoperatoria	C

8.4 Bibliografía

1. Biyani CS, Cornford PA, Powell CS. Retrograde endoureteropyelotomy with the holmium:YAG laser. Initial experience. *Eur Urol* 1997;32(4):471-4.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9412808>
2. Acher PL, Nair R, Abburaju JS, et al. Ureteroscopic holmium laser endopyelotomy for ureteropelvic junction stenosis after pyeloplasty. *J Endourol* 2009 Jun;23(6):899-902.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19459754>
3. Stilling NM, Jung H, Nørby B, et al. Retrograde ureteroscopic holmium laser endopyelotomy in a selected population of patients with ureteropelvic junction obstruction. *Scand J Urol Nephrol* 2009;43(1):68-72.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18949631>
4. Savoie PH, Lechevallier E, Crochet P, et al. Retrograde endopyelotomy using Holmium-Yag laser for uretero-pelvic junction obstruction. *Prog Urol* 2009 Jan;19(1):27-32..
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19135639>
5. Braga LH, Lorenzo AJ, Skeldon S, et al. Failed pyeloplasty in children: comparative analysis of retrograde endopyelotomy versus redo pyeloplasty. *J Urol* 2007 Dec;178(6):2571-5; discussion 2575.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17945304>
6. Doo CK, Hong B, Park T, et al. Long-term outcome of endopyelotomy for the treatment of ureteropelvic junction obstruction: how long should patients be followed up? *J Endourol* 2007 Feb;21(2):158-61.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17338613>
7. Rassweiler JJ, Subotic S, Feist-Schwenk M, et al. Minimally invasive treatment of ureteropelvic junction obstruction: long-term experience with an algorithm for laser endopyelotomy and laparoscopic retroperitoneal pyeloplasty. *J Urol* 2007 Mar;177(3):1000-5.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17296396>
8. Ponsky LE, Strem SB. Retrograde endopyelotomy: a comparative study of hot-wire balloon and ureteroscopic laser. *J Endourol* 2006 Oct;20(10):823-6.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17094762>
9. Geavlete P, Georgescu D, Mirciulescu V, et al. Ureteroscopic laser approach in recurrent ureteropelvic junction stenosis. *Eur Urol* 2007 Jun;51(6):1542-8.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17005317>
10. el-Nahas AR, Shoma AM, Eraky I, et al. Prospective, randomized comparison of ureteroscopic endopyelotomy using holmium:YAG laser and balloon catheter. *J Urol* 2006 Feb;175(2):614-8; discussion 618.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16407007>
11. Minervini A, Davenport K, Keeley FX Jr, et al. Antegrade versus retrograde endopyelotomy for pelviureteric junction (PUJ) obstruction. *Eur Urol* 2006 Mar;49(3):536-42; discussion 542-3.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16457941>
12. Seveso M, Giusti G, Taverna G, et al. Retrograde endopyelotomy using the holmium laser: technical aspects and functional results. *Arch Ital Urol Androl* 2005 Mar;77(1):10-2.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15906782>
13. Matin SF, Yost A, Strem SB. Ureteroscopic laser endopyelotomy: a single-center experience. *J Endourol* 2003 Aug;17(6):401-4.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12965067>
14. Hibi H, Yamada Y, Mizumoto H, et al. Retrograde ureteroscopic endopyelotomy using the holmium:YAG laser. *Int J Urol* 2002 Feb;9(2):77-81.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12028295>
15. Giddens JL, Grasso M. Retrograde ureteroscopic endopyelotomy using the holmium:YAG laser. *J Urol* 2000 Nov;164(5):1509-12.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11025693>
16. Biyani CS, Cornford PA, Powell CS. Ureteroscopic endopyelotomy with the Holmium:YAG laser: midterm results. *Eur Urol* 2000 Aug;38(2):139-43.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10895003>
17. Renner C, Frede T, Seemann O, et al. Laser endopyelotomy: minimally invasive therapy of ureteropelvic junction stenosis. *J Endourol* 1998 Dec;12(6):537-44.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9895259>

18. Conlin MJ, Bagley DH. Ureteroscopic endopyelotomy at a single setting. J Urol 1998 Mar;159(3): 727-31.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9474135>
19. Biyani CS, Cornford PA, Powell CS. Retrograde endoureteropyelotomy with the holmium:YAG laser. Initial experience. Eur Urol 1997;32(4):471-4.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9412808>

9. URETROTOMÍA TRANSURETRAL CON LÁSER

9.1 Introducción

La introducción de la uretrotomía transuretral con láser de Nd:YAG se remonta a 1979 (1). Desde entonces, la uretrotomía con láser se ha convertido en una práctica urológica común en todo el mundo para el tratamiento de las estenosis uretrales. Las publicaciones relativas a este enfoque se basan en análisis retrospectivos, es decir, estudios en un solo centro que generaron grados 3 y 4 de comprobación científica (2-19) (tabla 16).

9.2 Aplicación clínica y resultados

Se han comunicado tasas de éxito de la uretrotomía con láser de las estenosis uretrales de hasta el 100 % en casos seleccionados (GCC: 3). Las estenosis de segmentos uretrales cortos suelen responder de forma excelente a esta modalidad de tratamiento (GCC: 3). Sin embargo, los resultados notificados para las estenosis uretrales largas (> 1,5 cm) o recurrentes son inferiores (GCC 3). La dilatación uretral periódica suele bastar en caso de fracaso del tratamiento (GCC: 3).

Los tipos de láseres ensayados para la uretrotomía son los de Nd:YAG, KTP, argón, Ho:YAG y diodo. No se ha demostrado la superioridad de un tipo de láser sobre el resto (GCC: 3). Carecemos de estudios multicéntricos a gran escala que comparen las tasas de éxito de la endoureterotomía con láser y la uretrotomía óptica convencional. Actualmente, la eficacia a medio plazo de las dos opciones terapéuticas se considera equivalente (GCC: 3). No obstante, en un estudio controlado aleatorizado en el que se comparó la eficacia del láser de Nd:YAG con la de la uretrotomía óptica con bisturí frío convencional en el tratamiento de estenosis uretrales de longitud variable (0,3-2,4 cm), el tratamiento con láser disminuyó notablemente la probabilidad de fracaso del tratamiento y recurrencia de las estenosis (20) (GCC: 3).

Tabla 16: Experiencia clínica con la uretrotomía transuretral con láser

Referencia	Pacientes (n)	Enfermedad	Tasa de éxito (%)	Seguimiento medio (meses)	Comentarios
Guo y cols. 2010 (2)	238	Estenosis uretrales	81,9 %	6	Láser de tulio de 2 micras
Guo y cols. 2008 (3)	198	Estenosis (n=179) o atresia (n=13) uretrales	81,7 %	6	Láser de tulio de 2 micras
Xiao y cols. 2008 (4)	34	Estenosis uretrales	94,7 %	3-18	Láser de holmio: 4 se sometieron a dilatación uretral y 2 a una segunda uretrotomía con láser de holmio
Eltahawy y cols. 2008 (5)	24	Estenosis anastomótica tras prostatectomía radical, 79 % recurrentes-resistentes a otras modalidades de tratamiento	83 %	24	Láser de holmio + inyección de esteroides
Futao y cols. 2006 (6)	28	Pacientes pediátricos con estenosis (n=25) y atresia (n=3) uretrales	89,3 %	(2-48)	Ho:YAG
Hossain y cols. 2004 (7)	30	Estenosis uretral anterior en segmento corto	90 %	6	Ho:YAG
Dogra y cols. 2004 (8)	29	Estenosis uretral (< 2,5 cm)	65,51 % excelente, 31,03 % aceptable	15	Ho:YAG
Gurdal y cols. 2003 (9)	21	Estenosis uretrales benignas recurrentes de 5-20 mm de longitud	52 %	24	Nd:YAG
Dogra y cols. 2003 (10)	61	Estenosis uretrales post-traumáticas obliterantes en niños	100 %	24	Nd-YAG
Matsuoka y cols. 2002 (11)	31	Estenosis uretrales de longitud variable	74 %		Ho:YAG
Dogra y cols. 2002 (12)	65	Estenosis uretrales post-traumáticas	95,3 %	9-44	Nd-YAG
Kamal 2001 (13)	22	Estenosis uretrales (8 recurrentes)	54 % (78,5 % en las no recurrentes)	26,7	Láser de diodo
Schmidlin y cols. 1997 (14)	20	Estenosis uretrales anteriores	81 %	6	KTP

Becker y cols. 1995 (15)	900	Estenosis uretrales (la mayoría yatrógenas)	30 %	15,2	Argón
Faerber y cols. 1994 (16)	12	Estenosis uretral pediátrica	83 %	12	Nd-YAG
Turek y cols. 1992 (17)	37	Estenosis uretrales benignas	59 % éxito completo, 20,5 % parcial	9,7	KTP
Vicente y cols. 1990 (18)	15	Estenosis uretrales benignas	73,3 %	12	Bisturí frío + láser de Nd:YAG
Bloiso y cols. 1988 (19)	115	31 estenosis cortas 36 cuello vesical 48 complicadas	96,7 % (estenosis cortas); 100 % (cuello vesical); 22,9 % (complicadas)	10 (estenosis cortas); 7 (cuello vesical); 14 (complicadas)	Nd:YAG

Ho:YAG = holmio: itrio-aluminio-granate; KTP = láser de titanilfosfato de potasio; Nd:YAG = itrio-aluminio-granate dopado con neodimio.

9.3 Conclusiones y recomendaciones para la uretrotomía transuretral con láser

Conclusiones	GCC
La uretrotomía transuretral con láser es una opción viable y segura para el tratamiento de las estenosis uretrales	3
La uretrotomía óptica con bisturí frío sigue siendo la técnica de referencia	1a
En casos seleccionados se han comunicado tasas de éxito de hasta el 100 %	3
Todas las fuentes de energía láser muestran la misma eficacia	
La morbilidad del tratamiento es mínima, y las complicaciones importantes son raras	3

Recomendaciones	GR
La uretrotomía transuretral con láser debe ser una de las opciones de tratamiento de primera línea en caso de estenosis uretrales benignas	C

9.4 Bibliografía

- Bülow H, Bülow U, Frohmüller HG. Transurethral laser urethrotomy in man: preliminary report. First report: J Urol 1979 Mar;121(3):286-7.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/430619>
- Guo FF, Lu H, Wang GJ, et al. Transurethral 2-mum laser in the treatment of urethral stricture. World J Urol 2010 Apr;28(2):173-5.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19649639>
- Guo FF, Lu H, Wang GJ, et al. Efficacy of transurethral 2 microm laser urethrotomy in the treatment of urethral stricture and atresia. Zhonghua Yi Xue Za Zhi. 2008 May 13;88(18):1270-2.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18844102>
- Xiao J, Wu B, Chen LW, et al. Holmium laser urethrotomy for male urethral stricture. Zhonghua Nan Ke Xue 2008 Aug;14(8):734-6.

- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18817349>
5. Eitahawy E, Gur U, Virasoro R, et al. Management of recurrent anastomotic stenosis following radical prostatectomy using holmium laser and steroid injection. *BJU Int* 2008 Sep;102(7):796-8.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18671784>
 6. Futao S, Wentong Z, Yan Z, et al. Application of endoscopic Ho:YAG laser incision technique treating urethral strictures and urethral atresias in pediatric patients. *Pediatr Surg Int* 2006 Jun;22(6):514-8.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16736220>
 7. Hossain AZ, Khan SA, Hossain S, et al. Holmium laser urethrotomy for urethral stricture. *Bangladesh Med Res Counc Bull* 2004 Aug;30(2):78-80.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15813486>
 8. Dogra PN, Ansari MS, Gupta NP, et al. Holmium laser core-through urethrotomy for traumatic obliterative strictures of urethra: initial experience. *Urology* 2004 Aug;64(2):232-5; discussion 235-6.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8607240>
 9. Gürdal M, Tekin A, Yücebas E, et al. Contact neodymium: YAG laser ablation of recurrent urethral strictures using a side-firing fiber. *J Endourol* 2003 Nov;17(9):791-4.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14642045>
 10. Dogra PN, Nabi G. Nd-YAG laser core-through urethrotomy in obliterative posttraumatic urethral strictures in children. *Pediatr Surg Int* 2003 Nov;19(9-10):652-5.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14579073>
 11. Matsuoka K, Inoue M, Iida S, et al. Endoscopic antegrade laser incision in the treatment of urethral stricture. *Urology* 2002 Dec;60(6):968-72.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12475651>
 12. Dogra PN, Nabi G. Core-through urethrotomy using the neodymium: YAG laser for obliterative urethral strictures after traumatic urethral disruption and/or distraction defects: long-term outcome. *J Urol* 2002 Feb;167(2 Pt 1):543-6.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11792915>
 13. Kamal BA. The use of the diode laser for treating urethral strictures. *BJU Int* 2001 Jun;87(9):831-3.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11412221>
 14. Schmidlin F, Oswald M, Iselin C, et al. Vaporization of urethral stenosis using the KTP 532 laser. *Ann Urol (Paris)* 1997;31(1):38-42.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9157820>
 15. Becker HC, Miller J, Nöske HD, et al. Transurethral laser urethrotomy with argon laser: experience with 900 urethrotomies in 450 patients from 1978 to 1993. *Urol Int* 1995;55(3):150-3.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8540160>
 16. Faerber GJ, Park JM, Bloom DA. Treatment of pediatric urethral stricture disease with the neodymium:yttrium-aluminum-garnet laser. *Urology* 1994 Aug;44(2):264-7.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8048204>
 17. Turek PJ, Malloy TR, Cendron M, et al. KTP-532 laser ablation of urethral strictures. *Urology* 1992 Oct;40(4):330-4.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1413350>
 18. Vicente J, Salvador J, Caffaratti J. Endoscopic urethrotomy versus urethrotomy plus Nd-YAG laser in the treatment of urethral stricture. *Eur Urol* 1990;18(3):166-8.
 19. Bloiso G, Warner R, Cohen M. Treatment of urethral diseases with neodymium:YAG laser. *Urology* 1988 Aug;32(2):106-10.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2261927>
 20. Jabłonowski Z, Kedzierski R, Miekos E, et al. Comparison of Neodymium-Doped Yttrium Aluminum Garnet Laser Treatment with Cold Knife Endoscopic Incision of Urethral Strictures in Male Patients. *Photomed Laser Surg* 2010 Apr;28(2):239-44.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20201661>

10. APLICACIONES CLÍNICAS DE LOS LÁSERES EN CÁLCULOS Y TUMORES DE LAS VÍAS URINARIAS SUPERIORES

10.1 Introducción

Los endoscopios flexibles permiten el acceso a la totalidad de las vías urinarias superiores para explorarlas (1-3). La miniaturización, sobre todo con las fibras láser, forma parte del arsenal en el campo endourológico. En los láseres de Ho:YAG, la energía se aplica casi siempre en forma pulsátil, mediante una acción termomecánica. La profundidad de absorción en el tejido es de alrededor de 1-2 mm, siempre que se utilice en un medio basado en agua. Esta energía luminosa específica consigue una buena hemostasia cuando se utiliza en un modo pulsado de 250 milisegundos de duración y a una frecuencia de pulso baja. A frecuencias de pulso más altas, también puede emplearse para incisiones. El láser de Nd:YAG de doble frecuencia y doble pulso (FREDDY) es un láser de estado sólido, pulsos cortos y doble frecuencia con longitudes de onda de 532 y 1064 nm. Aunque el láser FREDDY es eficaz para la litotricia, no tiene aplicación para tejidos blandos (p. ej., tumores). El láser de erbio (Er:YAG) puede ser superior al de Ho:YAG para la ablación precisa de estenosis con lesión térmica periférica mínima y para una litotricia con láser más eficiente (4). El láser de Er:YAG corta los tejidos uretrales y ureterales con más precisión que el de Ho:YAG y produce menos lesión térmica periférica. Con cualquier láser, todo el personal quirúrgico debe utilizar protección ocular adecuada para evitar lesiones corneales o retinianas. Esto es especialmente válido con el láser de Nd:YAG (FREDDY), que penetra profundamente y puede quemar la retina con más rapidez de la que puede protegerla el reflejo de parpadeo. El láser de Ho:YAG no penetra tan profundamente, pero puede causar defectos corneales si se apunta al ojo no protegido. Deben cubrirse las zonas externas con paños adecuados. Deben colocarse toallas húmedas alrededor de las lesiones cutáneas. Las superficies reflectantes (p. ej., instrumentos metálicos) deben mantenerse alejadas del campo si es posible, y si no lo es, deben cubrirse con paños húmedos. Además, es peligroso utilizar un láser cuando se esté utilizando oxígeno en las proximidades del campo quirúrgico, ya que el láser puede producir un incendio que cause quemaduras importantes.

10.2 Cálculos en las vías urinarias superiores

La litotricia intracorpórea endoscópica con láser es utilizada ampliamente como tratamiento de los cálculos de vías urinarias superiores (5-7). Los láseres son ideales para la cirugía intrarrenal retrógrada o el abordaje percutáneo (8). Las fibras de cuarzo flexibles aplican la energía del láser para fragmentar cálculos de todo tipo. Esa energía se aplica de forma pulsátil a través de fibras de cuarzo de baja densidad en agua. En el agua, una burbuja de vaporización rodea a la punta de la fibra. Esta burbuja desestabiliza los cálculos, creando un polvo fino y fragmentos pequeños. El factor de seguridad primordial es el contacto exacto de la fibra con el cálculo. Se logra una fragmentación satisfactoria del cálculo en más del 90 % de los casos, por término medio (6). La fragmentación de los cálculos con láser de Ho:YAG reduce aún más el traumatismo a la pared ureteral; siempre que la distancia entre la punta de la fibra y el uréter sea superior a un mm, el riesgo de perforación ureteral durante la litotricia con láser es despreciable, ya que la profundidad de la lesión térmica es de 0,5 a 1 mm. El láser de Ho:YAG se absorbe completamente en los primeros pocos milímetros de tejido; por lo tanto, cuando se aplica en agua o irrigante salino, existe un riesgo mínimo de lesión térmica circundante en comparación con el de Nd:YAG (9,10). Con ajustes bajos, el láser de Ho:YAG causa una migración de fragmentos y una propulsión retrógrada mínimas en comparación con el de Nd:YAG (9). Los cálculos duros en puntos difíciles (p. ej., calicales del polo superior, cálculo portador de cálculo calicial) pueden tratarse con una fibra de 150 a 200 μm que se desvía fácilmente. Además, el tipo de protección ocular utilizado para el Ho:YAG no afecta a la percepción de los colores. El láser de Nd:YAG combina láser sólido y de colorante. Se ha comparado en estudios *in vitro* (11) con los láseres de Ho:YAG en varios parámetros relativos al tratamiento de los cálculos; la fragmentación era notablemente mejor con el láser de Nd:YAG que con el de Ho:YAG. Sin embargo, en un estudio de 2006 se informó de fragmentación dudosa de cálculos de oxalato cálcico monohidrato y de fragmentación ineficaz de cálculos de cistina con el láser de Nd:YAG (12). Además, la retropropulsión de los cálculos era notablemente mayor

(9,11,13). Se ha utilizado el láser de alejandrita, que es seguro y eficaz, aunque rara vez se emplea en la práctica clínica reciente (14). Todos los láseres iniciales para litotricia (colorante pulsado, YAG por conmutación Q y alejandrita) fragmentaban los cálculos mediante la generación de una onda de choque. Esas ondas desmenuzan el cálculo a lo largo de líneas de fractura. El láser de holmio actúa mediante un mecanismo fototérmico que implica la absorción directa de la energía láser por el cálculo. La ausencia de ondas potentes en el láser de holmio evita el fenómeno de repulsión (15). Sin embargo, sigue siendo lo bastante potente para crear polvo de cálculo y facilitar así la fragmentación del cálculo en trozos más pequeños que los producidos por los láseres pulsados u otros dispositivos. Los fragmentos residuales aumentan el riesgo de recurrencia o crecimiento de cálculos (16). La energía del láser de holmio la absorben todos los cálculos, por lo que este láser puede utilizarse para fragmentar cálculos de todo tipo (17). Se ha comunicado la producción de cianuro como efecto secundario de la fragmentación de cálculos de ácido úrico (18).

10.2.1 Conclusiones

	GCC
Los láseres pulsados son un tratamiento eficaz y seguro de los cálculos de las VUS, incluso en endoscopios flexibles.	
Los láseres son una opción segura para fragmentar cálculos en las vías urinarias superiores	1

10.3 Tumores uroteliales de las vías urinarias superiores

El objetivo del tratamiento conservador de los tumores uroteliales de las vías urinarias superiores (TU-VUS) es conservar la función renal (19-21). Tal objetivo puede considerarse imperativo o totalmente indicado en los pacientes con riñón solitario anatómico o funcional o función renal limitada.

Las técnicas endourológicas refinadas desarrolladas para tratar enfermedades urológicas benignas han pasado a aplicarse al tratamiento de las neoplasias malignas. Así, el uso del ureteroscopio flexible y de la ablación por láser se ha convertido en práctica común en la urología (19-23). Se ha establecido además la eficacia de este enfoque terapéutico para controlar el cáncer (20,21).

Aunque el procedimiento de referencia es la nefroureterectomía, la bibliografía actual respalda el uso de láseres en los pacientes con TU-VUS. No obstante, es necesario un seguimiento meticuloso a largo plazo (23,25). Los láseres más utilizados en la actualidad son los de Ho:YAG y Nd:YAG. El láser que los combina es cómodo y eficaz, pero el de Ho:YAG puede emplearse solo, preferiblemente con la duración de pulso variable. La energía del láser de Nd:YAG se utiliza para coagular con un efecto térmico que alcanza más profundidad que el de otros láseres. El de holmio es más preciso y con menos efecto de coagulación. El tratamiento con láser para ablación tumoral es seguro en los pacientes con diátesis hemorrágica (25). A diferencia de lo que ocurre tras la ablación del tumor (holmio/tulio), en caso de vaporización del tumor no habrá una muestra disponible para anatomopatología (Nd:YAG/holmio/tulio). Por lo tanto, deben obtenerse muestras de biopsia previas para determinar la profundidad de la invasión. La estadificación adecuada del tumor (TC/biopsia) es importante para permitir seleccionar a los pacientes para nefrectomía parcial. Existen publicaciones del tratamiento con láser percutáneo del CCT del riñón, técnica que se ha reconocido en la práctica urológica (26-28).

Un inconveniente del láser de Nd:YAG es que el área de destrucción es profunda y no es plenamente visible. Dentro de la pelvis renal, la elección de la energía depende fundamentalmente del tamaño de la lesión. Los tumores vasculares de mayor tamaño (>1 cm) pueden coagularse inicialmente con el láser de Nd:YAG y someterse luego a ablación y eliminarse con el de holmio cuando se dispone de un láser combinado. La energía del holmio más baja (p. ej., 0,5 a 0,6 J y 5 Hz) suele optimizar el efecto de coagulación y reducir el riesgo de sangrado. En las series más extensas, la tasa de estenosis ha oscilado entre el 5 y el 13 % (29). La incidencia reciente se considera baja debido al perfeccionamiento de los instrumentos y al desarrollo de las fibras láser, y a la reacción fibrótica mínima en comparación con la generada por el electrocauterio. Todas las modalidades de láser endoscópicas deben utilizarse bajo visión directa a través del canal de trabajo de un endoscopio.

10.4 Conclusión y recomendaciones para el tratamiento con láser de los tumores uroteliales de las VUS

Conclusión	GCC
La nefroureterectomía sigue siendo la técnica de referencia	1a

Recomendaciones	GR
La ablación con láser del carcinoma de células de transición de vías superiores pequeño y de grado bajo puede ser un tratamiento seguro alternativo a la nefroureterectomía en pacientes con riñón contralateral normal cuando se sigue estrechamente.	B
El tratamiento endoscópico conservador puede ser el preferido en los pacientes con riesgo alto como los que tienen enfermedad bilateral, riñón solitario o función renal reducida.	C

10.5 Bibliografía

- Johnson DE, Cromeens DM, Price RE. Use of the holmium: YAG laser in urology. *Lasers Surg Med* 1992;12(4):353-63.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1386643>
- Larizgoitia I, Pons JM. A systematic review of the clinical efficacy and effectiveness of the holmium: YAG laser in urology. *BJU Int* 1999 Jul;84(1):1-9.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10444114>
- Marks AJ, Teichman JM. Lasers in clinical urology: state of the art and new horizons *World J Urol* 2007 Jun;25(3):227-33.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17393172>
- Teichman JM, Chan KF, Cecconi PP, et al. Erbium: YAG versus holmium:YAG lithotripsy. *J Urol* 2001 Mar;165(3):876-9.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11176490>
- Weizer AZ, Springhart WP, Ekeruo WO, et al. Ureteroscopic management of renal calculi in anomalous kidneys. *Urology* 2005;65(2):265-9.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15708035>
- Sofer M, Watterson JD, Wollin TA, et al. Holmium: YAG laser lithotripsy for upper urinary tract calculi in 598 patients. *J Urol*. 2002 Jan;167(1):31-4.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11743269>
- Jiang H, Wu Z, Ding Q, et al. Ureteroscopic treatment of ureteral calculi with holmium: YAG laser lithotripsy. *J Endourol* 2007 Feb;21(2):151-4.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17338611>
- Sun Y, Gao X, Zhou T, et al. 70 W holmium: yttrium-aluminum-garnet laser in percutaneous nephrolithotomy for staghorn calculi. *J Endourol* 2009 Oct;23(10):1687-91.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19732015>
- Yates J, Zabba A, Pareek G. A comparison of the FREDDY and holmium lasers during ureteroscopic lithotripsy. *Lasers Surg Med* 2007 Sep; 39(8):637-40.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17886276>
- Santa-Cruz RW, Leveillee RJ, Krongrad A. Ex vivo comparison of four lithotripters commonly used in the ureter: what does it take to perforate? *J Endourol* 1998 Oct;12(5):417-22.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9847062>
- Marguet CG, Sung JC, Springhart WP, et al. In vitro comparison of stone retropulsion and fragmentation of the frequency doubled, double pulse Nd: yag laser and the holmium: yag laser. *J Urol* May 2005;173(5):1797-800.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15821590>
- Dubosq F, Pasqui F, Girard F, et al. Endoscopic lithotripsy and the FREDDY laser: initial experience. *J Endourol* May 2006;20(5):296-9.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16724897>
- Fuh E, Halebian GE, Norris RD, et al. The effect of frequency doubled double pulse Nd: YAG laser fiber proximity to the target stone on transient cavitation and acoustic emission. *J Urol* Apr 2007;177(4):1542-5.

- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17382775>
14. Denstedt JD, Chun SS, Miller MD, et al. Intracorporeal lithotripsy with the Alexandrite laser. *Lasers Surg Med* 1997;20(4):433-6.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9142683>
 15. Teichman JM, Vassar GJ, Bishoff JT, et al. Holmium:YAG lithotripsy yields smaller fragments than lithoclast, pulsed dye laser or electrohydraulic lithotripsy. *J Urol* 1998 Jan;159(1):17-23.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9400428>
 16. Fine JK, Pak CY, Preminger GM. Effect of medical management and residual fragments on recurrent stone formation following shock wave lithotripsy. *J Urol* 1995 Jan;153(1):27-32; discussion 32-3.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7966783>
 17. Grasso M, Chalik Y. Principles and applications of laser lithotripsy: experience with the holmium laser lithotrite. *J Clin Laser Med Surg* 1998 Feb;16(1):3-7.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9728123>
 18. Zagone RL, Waldmann TM, Conlin MJ. Fragmentation of uric acid calculi with the holmium: YAG laser produces cyanide. *Lasers Surg Med* 2002;31(4):230-2.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12355566>
 19. Lam JS, Gupta M. Ureteroscopic management of upper tract transitional cell carcinoma. *Urol Clin North Am* 2004 Feb;31(1):115-28.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15040408>
 20. Elliot DS, Blute ML, Patterson DE, et al. Long-term follow-up of endoscopically treated upper tract transitional cell carcinoma. *Urology* 1996 Jun;47(6):819-25.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8677570>
 21. Engelman EL, Belis JA. Long-term ureteroscopic management of low-grade transitional cell carcinoma of the upper urinary tract. *Techn Urol* 1996 Summer;2(2):113-6.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9118407>
 22. Martinez-Pineiro JA, Matres-Garcia MJ, Martinez-Pineiro L. Endourological treatment of upper tract urothelial carcinomas: Analysis of a series of 59 tumors. *J Urol* 1996;156:377-85.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8683683>
 23. Grasso M, Fraiman M, Levine M. Ureteropyeloscopy diagnosis and treatment of upper urinary tract urothelial malignancies. *Urology* 1999 Aug;54(2):240-6.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10443718>
 24. Gaboardi F, Bozzola A, Dotti E, et al. Conservative treatment of upper urinary tract tumors with Nd:YAG laser. *J Endourol* 1994 Feb;8(1):37-41.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8186782>
 25. Watterson JD, Girvan AR, Cook AJ, et al. Safety and efficacy of holmium: YAG laser lithotripsy in patients with bleeding diatheses. *J Urol* 2002 Aug;168(2):442-5.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12131284>
 26. Cinman NM, Andonian S, Smith AD. Lasers in percutaneous renal procedures. *World J Urol* 2010 Apr;28(2):135-42.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19488759>
 27. Chew BH, Pautler SE, Denstedt JD. Percutaneous management of upper-tract transitional cell carcinoma. *J Endourol* 2005 Jul-Aug;19(6):658-63.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16053354>
 28. Palou J, Piovesan LF, Huguet J, et al. Percutaneous nephroscopic management of upper urinary tract transitional cell carcinoma: recurrence and long-term followup. *J Urol* 2004 Jul; 172(1): 66-9.
 29. Chen GL, Bagley DH. Ureteroscopic surgery for upper tract transitional cell carcinoma: complications and management. *J Endourol* 2001 May;15(4):399-404.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11394452>

11. ABREVIATURAS UTILIZADAS EN EL TEXTO

(En esta lista no se incluyen todas las abreviaturas más frecuentes)

APLHo	ablación de la próstata con láser de holmio
ATL	ablación térmica con láser
CIL	coagulación intersticial con láser
CV	calidad de vida
DE	desviación estándar
EAU	Asociación Europea de Urología (<i>European Association of Urology</i>)
EPLHo	enucleación de la próstata con láser de holmio
EPLTu	enucleación de la próstata con láser de Tm:YAG
Er:YAG	láser de erbio:itrio-aluminio-granate
ETR	ecografía transuretral
GCC	grado de comprobación científica
GR	grado de recomendación
HBP	hiperplasia benigna de la próstata
HiDi	diodo de alta intensidad
HN	haz neurovascular de la próstata
Ho:YAG	holmio:itrio-aluminio-granate
IIEF-5	índice internacional de la función eréctil (<i>International Index of Erectile Function</i>) (versión abreviada)
IPSS	puntuación internacional de síntomas prostáticos (<i>International Prostate Symptom Score</i>)
IU	infección urinaria
láser de KTP	láser de titanilfosfato de potasio
láser de Nd:YAG (LBO)	láser de Nd:YAG modulado con triborato de litio
láser de Tm:YAG	láser de tulio:itrio-aluminio-granate
LBO	triborato de litio
Nd:YAG (FREDDY)	láser de doble frecuencia y doble pulso
Nd:YAG	itrio-aluminio-granate dopado con neodimio
NP	nefrectomía parcial
NPL	nefrectomía parcial laparoscópica
OBP	obstrucción benigna de la próstata
OC	onda continua
ORPM	orina residual posmiccional
OUPU	obstrucción de la unión pieloureteral
PA	prostatectomía abierta

PRLNP	prostatectomía radical laparoscópica con neopreservación asistida con láser
PSA	antígeno prostático específico
Qmáx	flujo urinario máximo
RM	resonancia magnética
RPLHo	resección de la próstata con láser de holmio
RTU	resección transuretral
RTUP	resección transuretral de la próstata
RTUV	RTU de la vejiga
RTVLHo	resección de tumores vesicales con láser de holmio
VAPT _u	vaporización de la próstata con láser de tulio
VARPT _u	vaporresección con Tm:YAG
VaRT _u	vaporización de la próstata con Tm:YAG
VEPT _u	vapoenucleación con Tm:YAG
VFP	vaporización fotoselectiva de la próstata

Conflictos de intereses

Todos los miembros del grupo de trabajo de las Directrices sobre Nuevas Tecnologías han facilitado declaraciones de todas las relaciones que mantienen y que podrían percibirse como posible fuente de conflictos de intereses. Esta información está archivada en la base de datos de la oficina central de la Asociación Europea de Urología. Este documento de directrices se preparó con el apoyo económico de la Asociación Europea de Urología. No participaron fuentes externas de financiación y apoyo. La EAU es una organización sin ánimo de lucro y la financiación se limita a la asistencia administrativa y los gastos de desplazamiento y reunión. No se han facilitado honorarios ni otros tipos de reembolso.

