

# Estrategias para mejorar la curva de aprendizaje de enucleación endoscópica prostática con láser de holmio (HoLEP) en Perú

## Strategies to improve the learning curve of holmium laser enucleation of the prostate (HoLEP) in Peru

Miguel A. Salazar-Arenas 

Servicio de Urología, Facultad de Medicina Humana, Universidad Católica de Santa María; Servicio de Urología, Hospital Regional Honorio Delgado; Uromin, Clínica Sanna. Arequipa, Perú

### Resumen

**Objetivo:** Describir los casos necesarios para alcanzar la curva de aprendizaje, la tasa efectiva de enucleación y morcelación, y las estrategias para mejorar la curva de aprendizaje: cursos Hands On, utilización de simuladores y cirugías realizadas con mentor. **Método:** Se utilizó un cuestionario para evaluar el número de casos requeridos para lograr la curva de aprendizaje de cuatro urólogos y otro cuestionario para los participantes del curso Hands On. **Resultados:** La curva de aprendizaje se alcanza con 30 casos, la tasa efectiva de enucleación es de 0,88 g/min (< 80 g) y 1,02 g/min (> 80 g), la tasa efectiva de morcelación es de 4,76 g/min (< 80 g) y 5,30 g/min (> 80 g), el 60% de los participantes mostraron un nivel de satisfacción respecto al curso Hands On de 10 puntos, el 86% calificaron con un puntaje  $\geq 9$  puntos las cirugías en vivo y el 87% percibieron mejoría en su aprendizaje con el curso realizado. **Conclusiones:** La curva de aprendizaje puede acortarse con cursos de entrenamiento Hands On (uso de simuladores y visualización de cirugías en vivo) y si se realizan los procedimientos con un médico tutor para guiar los primeros procedimientos.

**Palabras clave:** Curva de aprendizaje. HoLEP. Próstata.

### Abstract

**Objective:** To describe the cases required to achieve the learning curve, the effective enucleation and morcellation rates, and the strategies to improve the learning curve: Hands-On courses, use of simulators, and surgeries performed with a proctor. **Method:** A questionnaire was used to assess the number of cases to achieve the learning curve of four urologists and another questionnaire for the Hands On course participants. **Results:** Learning curve reached with 30 cases, effective enucleation rate was 0.88 g/min (< 80 g) and 1.02 g/min (> 80 g), effective morcellation rate was 4.76 g/min (< 80 g) and 5.30 g/min (> 80 g), 60% of participants showed a satisfaction level of 10 points with the Hands On course, 86% rated live surgeries with a score  $\geq 9$  points, and 87% perceived improvement in their learning with the course. **Conclusions:** The learning curve can be shortened with Hands On training courses (use of simulators and viewing live surgeries), and if the procedures are performed with a tutor physician to guide the first procedures.

**Keywords:** Learning curve. HoLEP. Prostate.

### Correspondencia:

Miguel A. Salazar-Arenas

E-mail: salazararenasmiguelangel@gmail.com

Fecha de recepción: 24-09-2025

Fecha de aceptación: 04-03-2026

DOI: 10.24875/RPU.M26000009

Disponible en línea: 11-06-2026

Rev. Per. Uro. 2026;31(1):7-11

[www.revistaperuanadeurologia.com](http://www.revistaperuanadeurologia.com)

## Introducción

La enucleación prostática con láser de holmio (HoLEP, *holmium laser enucleation of the prostate*) es una técnica quirúrgica mínimamente invasiva que emplea energía láser para la resección anatómica completa del adenoma prostático con láser de holmio, itrio, aluminio y granate (YAG), un láser pulsado que emite a una longitud de onda de 2140 nm. Su profundidad de penetración tisular es limitada, aproximadamente 0,4 mm, lo que permite una vaporización precisa y controlada del tejido prostático<sup>1</sup>.

De acuerdo con las recomendaciones de la guía europea para el manejo de la hiperplasia benigna de próstata, la técnica HoLEP se ha consolidado como el tratamiento de referencia en próstatas con volumen > 80 g y constituye una alternativa eficaz a la resección transuretral de próstata en glándulas < 80 g. Esta recomendación demuestra las múltiples ventajas del procedimiento, como un mejor control del sangrado intraoperatorio, una menor estancia hospitalaria, una reducción en el tiempo de sondaje vesical y la ausencia de limitación relacionada con el tamaño prostático, lo que amplía su aplicabilidad clínica<sup>2</sup>.

No obstante, uno de los principales desafíos asociados a la implementación de HoLEP es su curva de aprendizaje, considerada más prolongada en comparación con otras técnicas quirúrgicas endoscópicas para el tratamiento de la hiperplasia benigna de próstata. El concepto «curva de aprendizaje» fue introducido por Hermann Ebbinghaus, quien describió que la revisión estratégica de la información en momentos críticos puede atenuar la denominada «curva del olvido». Posteriormente, Wright estableció que el incremento progresivo de la experiencia y de la destreza técnica se traduce en una mayor eficiencia operativa, concepto aplicable al entrenamiento quirúrgico especializado.

El objetivo de nuestro trabajo es describir las estrategias para mejorar la curva de aprendizaje de HoLEP por medio de cursos *Hands On*, utilización de simuladores y cirugías realizadas con mentor, así como determinar el número de casos necesarios para alcanzar la curva de aprendizaje e indicar la tasa efectiva de enucleación y morcelación.

## Método

### Diseño y tipo de estudio

Se realizó estudio descriptivo y observacional. Se utilizaron dos instrumentos. El primero fue una ficha de recolección de datos que permitió extraer información

para evaluar la curva de aprendizaje y tutoría: tiempo de enucleación, tiempo de morcelación, tasa de efectividad de enucleación (expresada en gramos enucleados por tiempo en minutos trabajados) y tasa de efectividad de morcelación (expresada en gramos morcelados por tiempo en minutos trabajados) en los primeros 15 casos, en los casos 16 a 30, y luego de 30 casos. El segundo instrumento fue un cuestionario de tres preguntas que permitió evaluar otras estrategias: el curso *Hands On* y el simulador (nivel de satisfacción de las cirugías en vivo del curso, nivel de satisfacción al utilizar el simulador de *Hands On* expresado en una escala de puntuación del 1 al 10, donde 1 indica insatisfecho y 10 es muy satisfecho, y si perciben alguna mejora en su curva de aprendizaje de HoLEP con respuesta «sí» o «no»). Este cuestionario fue de elaboración propia validado con urólogos del equipo de Uromin para luego replicarlo en los médicos que participaron del curso *Hands On* y del simulador. Los procedimientos quirúrgicos los realizaron los cuatro médicos urólogos con experiencia en HoLEP: Dr. Renato Málaga-Del Carpio, Dr. Roy Sanz-Chambi, Dr. Renato Alarcón-Llerena y Dr. Miguel Salazar-Arenas; además, en cada procedimiento participaron dos médicos urólogos, uno de ellos como tutor.

Se consideró que se alcanzó la curva de aprendizaje para el procedimiento de HoLEP cuando el médico urólogo realizó los 30 casos, y se definió con los siguientes criterios:

- Enucleación en menos de 90 minutos para próstatas < 80 g y en menos de 120 minutos para próstatas > 80 g.
- No tener complicaciones intra- ni posoperatorias (incontinencia urinaria).

### Población de estudio

En el estudio participaron cuatro urólogos que actualmente realizan HoLEP (médicos expertos pertenecientes al grupo urológico de mínima invasión Uromin) y 15 médicos urólogos y médicos residentes con formación en urología participantes del curso *Hands On* de HoLEP de Uromin. No hubo criterios de exclusión.

### Materiales utilizados

Se utilizaron láser de holmio de 150 W de Quanta System, morcelador Hawk y simulador de HoLEP, que incluyó un prototipo fantoma o modelo de próstata (con una región externa que simula la cápsula periférica y una región interna que simula la zona de transición y central de la próstata) (Fig. 1).



**Figura 1.** Simulador de enucleación y fantoma o modelo de próstata.

### Técnica de recolección de los datos

En cuanto a la recolección de los datos, se seleccionó la información del cuestionario y los datos se sistematizaron de acuerdo con las variables en una matriz de Microsoft Excel para su interpretación. El análisis estadístico se realizó con medidas de frecuencia y porcentajes, y los resultados se presentaron en tablas.

Este trabajo no requirió aprobación por un comité de ética porque la base de datos es de los recolectados en las cirugías de médicos urólogos y del curso *Hands On*, en los que no se utiliza ninguna información de identificación personal que pueda exponer la integridad de las personas.

### Resultados

En la [tabla 1](#) se muestra el tiempo promedio de enucleación y morcelación de los médicos urólogos, dependiendo del tamaño prostático. Se observa un descenso en el tiempo a medida que aumentan los casos, siendo el punto de mejoría para la enucleación los 30 casos y para la morcelación los 15 casos empleando el equipo Hawk. Además, se comparan los tiempos de morcelación con los diferentes equipos (Versacut de Lumenis y Hawk), siendo mejores con el equipo Hawk.

Respecto a la tasa de efectividad ([Tabla 2](#)), se evidencia una mejoría en el caso 30, mientras que para la morcelación existe una mejoría en el caso 15 cuando

**Tabla 1.** Tiempos de enucleación y de morcelación según el tamaño prostático

Tiempo de enucleación	Primeros 15 casos	15-30 casos	> 30 casos
< 80 g	130 min	110 min	85 min
> 80 g	210 min	180 min	119 min
Tiempo de morcelación Hawk	Primeros 15 casos	15-30 casos	> 30 casos
< 80 g	18 min	13 min	11 min
> 80 g	28 min	25 min	23 min

**Tabla 2.** Tasa de efectividad de enucleación y morcelación

Tasa de efectividad	Primeros 15 casos	15-30 casos	> 30 casos
Enucleación (g/min)	0,51	0,58	0,88
	0,64	0,86	1,02
Morcelación Hawk (g/min)	3,44	5,16	5,76
	3,35	4,78	5,30

Mediana del volumen prostático: 62 g para < 80 g y 122 g para > 80 g.

se utiliza el equipo Hawk. Asimismo, es mejor la tasa de efectividad de morcelación con el equipo Hawk que con el Versacut.

En cuanto al nivel de satisfacción ([Tabla 3](#)), el 60% de los participantes expresan estar muy satisfechos (10 puntos) con el curso porque les sirve para mejorar su técnica de HoLEP. Con las cirugías en vivo, alrededor del 86% de los médicos calificaron estar satisfechos ( $\geq 9$  puntos) con la mejora de su aprendizaje de enucleación prostática. Finalmente, el 87% de los participantes perciben estar muy satisfechos (10 puntos) en cuanto a los conocimientos teóricos prácticos de esta técnica quirúrgica luego de haber realizado el curso.

### Discusión

Para optimizar la curva de aprendizaje de HoLEP se recomienda la realización de cirugías bajo supervisión de un mentor, lo que permite al cirujano dominar la técnica con un menor número de casos, con tiempos operatorios adecuados y baja tasa de complicaciones<sup>3</sup>. Un estudio prospectivo de curva de aprendizaje comparó el desempeño de tres urólogos en procedimientos HoLEP: dos con tutoría y el otro sin supervisión. Se

**Tabla 3.** Nivel de satisfacción (de 1 = poco satisfecho a 10 = muy satisfecho) con el curso *Hands On* y con las cirugías en vivo, y percepción de mejora en el aprendizaje con el curso realizado

Nivel de satisfacción con el curso (puntaje de 1 a 10)	n	%
10 puntos	9	60
9 puntos	4	26,66
8 puntos	2	13,34
Nivel de satisfacción con las cirugías en vivo (puntaje de 1 a 10)		
10 puntos	7	46,66
9 puntos	6	40
8 puntos	2	13,34
Percepción de mejora del aprendizaje con el curso		
Sí	13	86,66
No	2	13,34

observaron diferencias en la eficiencia, ya que los cirujanos con acompañamiento alcanzaron la curva alrededor de los 20 casos, mientras que el que no contó con apoyo la logró aproximadamente tras 40 procedimientos.

Asimismo, la curva de aprendizaje de HoLEP puede optimizarse mediante la participación en cursos tipo *Hands On* y el uso de simuladores quirúrgicos. En una revisión sistemática sobre análisis de la curva de aprendizaje se evidenció que la incorporación de simuladores permitió reducir aproximadamente a la mitad el número de casos necesarios para alcanzar la competencia técnica, situándose alrededor de los 25 procedimientos<sup>5</sup>.

En un estudio sobre la experiencia inicial de entrenamiento en enucleación prostática basada en simulación mediante fantasmas de órganos impresos en 3D, los autores concluyeron que estos modelos son factibles y apropiados para fines formativos en enucleación de próstata<sup>6</sup>. En dicho trabajo, 7 de cada 10 participantes otorgaron una calificación positiva en términos educativos. Estos hallazgos son concordantes con nuestros resultados, donde el 60% de los participantes manifestaron satisfacción respecto a la utilidad de los simuladores para el perfeccionamiento de la técnica de HoLEP.

Otro de los objetivos de nuestro estudio fue determinar el número de casos necesarios para alcanzar la curva de aprendizaje. No obstante, resulta fundamental

precisar su conceptualización. En la mencionada revisión sistemática sobre curva de aprendizaje se establecieron unos criterios específicos para definir la superación satisfactoria de la curva en HoLEP<sup>5</sup>. Se describieron los conceptos «trifecta», definido como la realización de enucleación y morcelación en un tiempo  $\leq 90$  minutos sin conversión a resección transuretral de próstata, y «pentafecta», que incluye los criterios de trifecta y además ausencia de complicaciones y de incontinencia urinaria posoperatoria. Asimismo, se consideró que la curva de aprendizaje se superaba únicamente cuando el cirujano lograba cuatro casos consecutivos con resultados de trifecta o pentafecta. En dicho estudio, la trifecta se alcanzó en el caso número 22 y la pentafecta en el caso 40, siendo el tiempo operatorio el principal factor limitante para su obtención temprana. Los autores concluyeron que una curva de aprendizaje aceptable se lograba alrededor del caso 50; sin embargo, con apoyo tutorial podía alcanzarse aproximadamente en el caso 25. Estos hallazgos guardan concordancia con los nuestros, ya que en nuestra serie se alcanzó una curva aceptable alrededor del caso 30, logrando unos tiempos operatorios adecuados para la enucleación y una ausencia de complicaciones relevantes.

En otro estudio se observó que la eficiencia de la técnica HoLEP aumenta de forma lineal y progresiva, alcanzando resultados consistentes a partir de los 25 casos<sup>7</sup>. Por su parte, el trabajo de Brunckhorst et al.<sup>8</sup> determinó que la curva de aprendizaje se consolidaba entre los procedimientos 40 y 60, considerando como parámetros la eficiencia de enucleación y la tasa de complicaciones. Asimismo, en una revisión se reportó que la mayoría de los cirujanos alcanzaban la curva de aprendizaje alrededor del caso 50<sup>9</sup>.

En un estudio prospectivo de curva de aprendizaje de HoLEP, Elshal et al.<sup>4</sup> reportaron una eficiencia media de enucleación de  $1,2 \pm 0,6$  g/min tras 313 procedimientos. En comparación, nuestros resultados se encuentran dentro de rangos aceptables, ya que después del caso 30 alcanzamos una eficiencia de 0,88 g/min en próstatas  $< 80$  g y de 0,97 g/min en próstatas  $\geq 80$  g.

Se ha evidenciado que el número y la frecuencia de casos son determinantes para alcanzar la curva de aprendizaje. En un estudio de análisis de curva se demostró que una mayor densidad de casos (definida como la realización de al menos un procedimiento por semana) acelera la adquisición de competencia técnica y reduce la incidencia de la principal complicación asociada, que es la incontinencia urinaria de esfuerzo<sup>10</sup>.

En relación con la curva de aprendizaje, Bozzini et al.<sup>11</sup> no encontraron diferencias significativas según el tipo de láser empleado, ya fuera holmio o tulio.

En virtud de lo expuesto, resulta fundamental implementar programas estructurados de capacitación que incluyan cursos *Hands On*, entrenamiento con simuladores y acompañamiento por un urólogo con experiencia durante los primeros procedimientos de HoLEP, con el objetivo de optimizar la formación quirúrgica y acortar la curva de aprendizaje.

Entre las limitaciones de este estudio se encuentran el reducido número de participantes, el tamaño muestral limitado y la ausencia de especificación en el cuestionario respecto a la experiencia previa en la técnica HoLEP de los asistentes al curso *Hands On*.

## Conclusiones

El procedimiento de HoLEP presenta como principal limitación una curva de aprendizaje exigente. No obstante, esta puede optimizarse mediante la participación en cursos de entrenamiento tipo *Hands On*, que incluyan el uso de simuladores y la observación de cirugías en vivo, así como mediante la realización de los primeros procedimientos bajo la supervisión de un urólogo tutor con experiencia en la técnica.

## Financiamiento

El autor declara no haber recibido financiamiento para este estudio.

## Conflicto de intereses

El autor declara no tener conflicto de intereses.

## Consideraciones éticas

**Protección de personas y animales.** El autor declara que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética.** El autor ha seguido los protocolos de su centro sanitario/institución para acceder a los datos de las historias clínicas. Se ha obtenido el consentimiento informado de los pacientes y se cuenta con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las gu.as SAGER.

**Declaración sobre el uso de inteligencia artificial.** El autor declara que no se utilizó ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción ni la creación de contenido de este manuscrito.

## Referencias

1. Kampantais S, Dimopoulos P, Tasleem A, Acher P, Gordon K, Young A. Assessing the learning curve of Holmium laser enucleation of prostate (HoLEP). A systematic review. *Urology*. 2018;120:9-22. doi: 10.1016/j.urology.2018.06.012.
2. European Association of Urology (EAU) Non-neurogenic Male LUTS (MLUTS) Guidelines Panel. Non-neurogenic male LUTS. EAU; 2025. Disponible en: <https://uroweb.org/guidelines/management-of-non-neurogenic-male-luts>.
3. Chen J, Dong W, Gao X, Li X, Cheng Z, Hai B, et al. A systematic review and meta-analysis of efficacy and safety comparing holmium laser enucleation of the prostate with transurethral resection of the prostate for patients with prostate volume less than 100 mL or 100 g. *Transl Androl Urol* 2022;11:407-20.
4. Elshal AM, Nabeeh H, Eldemerdash Y, Mekkawy R, Laymon M, El-Assmy A, et al. Prospective assessment of learning curve of holmium laser enucleation of the prostate for treatment of benign prostatic hyperplasia using a multidimensional approach. *J Urol*. 2017;197:1099-107. doi: 10.1016/j.juro.2016.11.001
5. Kampantais S, Dimopoulos P, Tasleem A, Acher P, Gordon K, Young A. Assessing the learning curve of Holmium laser enucleation of prostate (HoLEP). A systematic review. *Urology*. 2018;120:9-22. doi: 10.1016/j.urology.2018.06.012.
6. Deyirmendjian C, Nguyen DD, Andonian S, Aubé-Peterkin M, Letendre J, Elterman D, et al. Simulation-based prostate enucleation training: initial experience using 3D-printed organ phantoms. *Can Urol Assoc J*. 2022;16:409-16. doi: 10.5489/auaj.7838.
7. Ortega Polledo LE, García Rico E, Sánchez Pellejero A, Bianchini Hernández GFJ, Sanchís Bonet A, Gómez Rivas J, et al. Prospective analysis of the learning curve in holmium laser enucleation of the prostate (HoLEP): a 125 case series. *Actas Urol Esp (Engl Ed)*. 2025;49:501705. doi: 10.1016/j.acuroe.2025.501705.
8. Brunckhorst O, Ahmed K, Nehikhare O, Marra G, Challacombe B, Popert R. Evaluation of the learning curve for holmium laser enucleation of the prostate using multiple outcome measures. *Urology*. 2015;86:824-9. doi: 10.1016/j.urology.2015.07.021.
9. Agreda Castañeda F, Buisan Rueda O, Areal Calama JJ. Análisis de las complicaciones en el aprendizaje del HoLEP: revisión sistemática. *Actas Urol Esp*. 2020;44:1-8. doi: 10.1016/j.acuro.2019.08.008.
10. Sie M, Saussine C, Munier P, Tricard T. Analysing the learning curve of prostate enucleation with the Holmium laser: a retrospective, single-center experience. *Prog Urol*. 2023;33:79-87. doi: 10.1016/j.purol.2022.06.002.
11. Bozzini G, Berti L, Aydo an TB, Maltagliati M, Roche JB, Bove P, et al. A prospective multicenter randomized comparison between Holmium laser enucleation of the prostate (HoLEP) and Thulium laser enucleation of the prostate (ThuLEP). *World J Urol*. 2021;39:2375-82. doi: 10.1007/s00345-020-03468-6.