

# Evaluación de la calidad de la cirugía y ergonomía del cirujano durante la anastomosis uretrovesical realizada con un portaagujas robotizado

J.A. Sánchez-Margallo<sup>1</sup>, F.M. Sánchez-Margallo<sup>1</sup>, A. Skiadopoulos<sup>2</sup>, K. Gianikellis<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón, Cáceres, España, [fjasanchez\\_msanchez@ccmijesususon.com](mailto:fjasanchez_msanchez@ccmijesususon.com)

<sup>2</sup> Center for Research in Human Movement Variability, University of Nebraska at Omaha, USA, [askiadopoulos2@unomaha.edu](mailto:askiadopoulos2@unomaha.edu)

<sup>3</sup> Grupo de Investigación BioÉrgon, Universidad de Extremadura, Cáceres, España, [kgiannik@unex.es](mailto:kgiannik@unex.es)

## Resumen

*El uso de instrumental rígido durante cirugía laparoscópica, junto con el uso de puertos de entrada fijos en la cavidad abdominal, conllevan a una notable reducción en la libertad de movimientos y triangulación de los instrumentos quirúrgicos dentro del espacio quirúrgico de trabajo. Para poder afrontar algunas de estas limitaciones, se han desarrollado diferentes dispositivos con nuevas funcionalidades para la cirugía laparoscópica. En este trabajo presentamos la evaluación del desempeño quirúrgico y la ergonomía del cirujano en el uso del portaagujas robotizado DEX® durante la anastomosis uretrovesical en modelo porcino. Los resultados son comparados con los obtenidos con un portaagujas laparoscópico convencional. Para ello, se analizó la calidad del procedimiento quirúrgico y de la sutura intracorpórea, así como la calidad final de la anastomosis. La ergonomía del cirujano durante el procedimiento fue analizada mediante un sistema de tracking corporal basado en sensores inerciales y un test subjetivo para valorar la carga física y mental. Los resultados muestran un resultado quirúrgico final en la calidad de la anastomosis y un desempeño de las habilidades técnicas de los cirujanos similares a las obtenidas con el instrumental laparoscópico convencional. El uso del instrumento robotizado conduce a una postura más ergonómica del codo, comparada a la obtenida con el uso del instrumental convencional. Consideramos que el cirujano necesita de un periodo de formación y adaptación más completo con este nuevo dispositivo para poder mejorar la calidad del desempeño quirúrgico y reducir la carga de trabajo durante la cirugía.*

## 1. Introducción

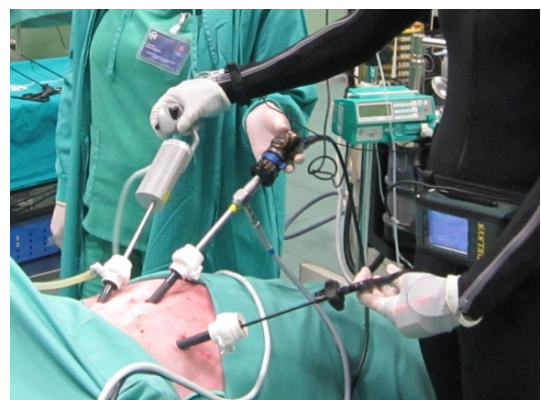
El uso de instrumental quirúrgico rígido y la posición fija de los puertos de entrada en la cavidad abdominal durante la cirugía laparoscópica conllevan a una limitación en el rango de movimientos posibles y una reducción en la triangulación del instrumental dentro del espacio quirúrgico de trabajo.

Para afrontar algunas de estas limitaciones técnicas, se han desarrollado nuevos dispositivos para el desempeño quirúrgico. Entre estas soluciones se encuentran los instrumentos robotizados, los cuales proporcionan actuadores flexibles y nuevas funcionalidades [1][2]. Estos dispositivos proporcionan un rango de movimientos más amplios y precisos dentro de la cavidad abdominal, aumentando así el número de maniobras posibles. Sin embargo, muchos de estos dispositivos están todavía en sus

fases iniciales de desarrollo y requieren, por tanto, de una validación exhaustiva previo uso en condiciones quirúrgicas reales. El objetivo principal del presente estudio es evaluar el desempeño quirúrgico y la ergonomía del cirujano en el uso del portaagujas robotizado DEX® (Dextérité Surgical, Francia) durante la anastomosis uretrovesical en modelo porcino. Los resultados serán comparados con los obtenidos con el uso de instrumental laparoscópico convencional

## 2. Material y métodos

### 2.1. Sujetos y tareas



**Figura 1.** Procedimiento quirúrgico realizado con el portaagujas laparoscópico convencional (arriba) y con el dispositivo robotizado (abajo).

En el estudio participaron seis cirujanos expertos en cirugía laparoscópica y con experiencia en el uso del instrumental robotizado. Los participantes realizaron una anastomosis

uretrovesical con puntos simples en modelo porcino, haciendo uso tanto de un portaagujas convencional (Conv) como del portaagujas robotizado (Rob) (Figura 1). El uso de cada tipo de instrumental fue aleatorizado para cada participante. Cada procedimiento fue grabado para su posterior evaluación.

## 2.2. Instrumento robotizado DEX®

El sistema DEX® (Dextérité Surgical) es un portaagujas laparoscópico robotizado diseñado especialmente para tareas y procedimientos que impliquen suturas laparoscópicas. Este dispositivo dispone de un diseño ergonómico del mango de agarre y el manejo de la punta se lleva a cabo mediante los controles instalados en el mango. El sistema ofrece 7 grados de libertad, permitiendo articular su punta, así como su rotación ilimitada. El instrumental puede ser esterilizado mediante vapor.

## 2.3. Calidad del procedimiento quirúrgico

Un cirujano experto evaluó de forma ciega cada anastomosis realizada. La evaluación de la calidad en la realización del procedimiento se llevó a cabo mediante una escala de calificación global GOALS (Global Operative Assessment of Laparoscopic Skills) [3]. Esta escala se compone de 5 ítems evaluados con una puntuación del 1 al 5. Cada uno de los ítems evalúa aspectos relacionados con las habilidades quirúrgicas del cirujano durante la realización del procedimiento quirúrgico, tales como: (1) la percepción de la profundidad; (2) la destreza bimanual; (3) la eficiencia en los movimientos; (4) la delicadeza en el manejo de los tejidos; y (5) la autonomía en la ejecución del procedimiento.

## 2.4. Calidad de la sutura intracorpórea

Del mismo modo que en el caso anterior, un cirujano experto evaluó de forma ciega cada una de las suturas realizadas en cada anastomosis mediante un checklist específico para sutura intracorpórea y previamente validado [4]. Este checklist evalúa aspectos técnicos durante la realización de la sutura laparoscópica, tales como el posicionamiento de la aguja, el manejo de la aguja, la técnica en el anudado y la calidad final del nudo.

## 2.5. Test de fugas

Al final de cada procedimiento, se evaluó la calidad final de la anastomosis mediante un test de fugas. Para ello, mediante una sonda, se inyectó azul de metileno en la vejiga para analizar la permeabilidad de la anastomosis realizada.

## 2.6. Sistema inercial de tracking corporal

Durante el transcurso de cada procedimiento se registró la postura del cirujano mediante el sistema Xsens® MVN BIOMECH (Enschede, The Netherlands). Este sistema hace uso de sensores inerciales para seguir cada uno de los segmentos corporales del sujeto (Figura 2). Los datos registrados fueron almacenados como archivos .MVNX y posteriormente fueron procesados mediante el software Visual3D (C-motion, Inc., Germantown, MD, USA).



**Figura 2.** Registro de la postura del cirujano mediante el sistema de sensores inerciales Xsens® durante el transcurso del procedimiento quirúrgico.

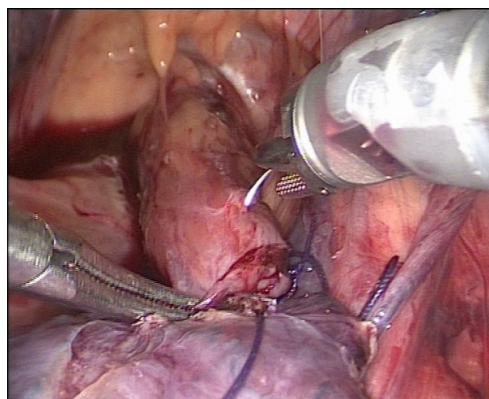
## 2.7. Carga física y mental

La carga de trabajo se evaluó mediante el índice NASA-TLX [5]. Este índice utiliza una escala analógica visual de 20 puntos para medir la carga de trabajo a lo largo de 6 ítems: Exigencia mental, exigencia física, exigencia temporal, rendimiento, esfuerzo y frustración. La exigencia mental evalúa la actividad mental y perceptiva necesaria para completar la tarea, la exigencia física la actividad física necesaria, y la temporal el tiempo requerido. El rendimiento valora el grado de satisfacción respecto a la ejecución de la tarea. El esfuerzo evalúa el trabajo (mental y físico) necesario para llevar a cabo la tarea y la frustración el grado de inseguridad, irritación, tensión o preocupación durante la ejecución de la tarea. Esta evaluación se llevó a cabo solicitando a los sujetos que valorasen cada uno de estos ítems para cada procedimiento e instrumental quirúrgico utilizado.

## 2.8. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para comparar las mediciones de ambos grupos de estudio, el grupo con instrumental laparoscópico convencional (Conv) y el grupo con el dispositivo robotizado (Rob). Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo mediante el software de análisis estadístico R versión 3.2.2 (R Foundation for Statistical Computing, Viena, Austria). Para todas las pruebas,  $p < 0,05$  fue considerado estadísticamente significativo.

## 3. Resultados y discusión

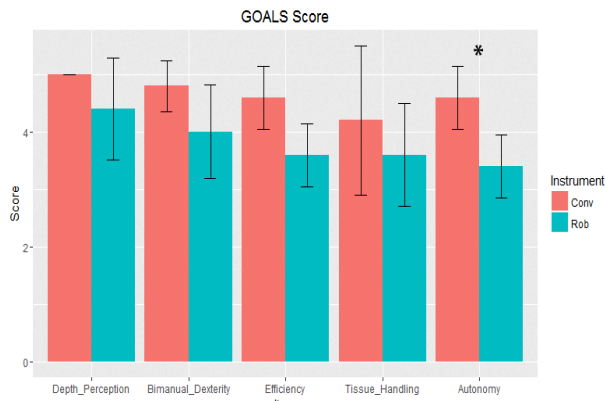


**Figura 3.** Anastomosis uretrovesical realizada con el portaagujas robotizado

Todas las intervenciones se llevaron a cabo de forma satisfactoria y sin complicaciones (Figura 3).

### 3.1. Calidad del procedimiento quirúrgico

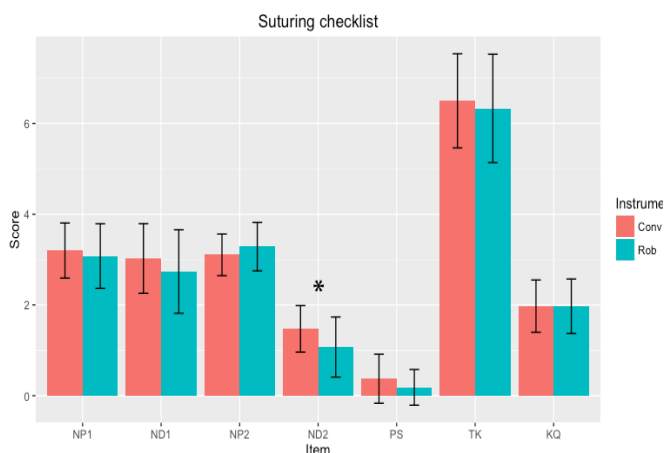
En general, los cirujanos obtuvieron mejores resultados en la calidad del desempeño quirúrgico haciendo uso del portaagujas laparoscópico convencional. Estos resultados eran esperados debido principalmente a que los cirujanos presentan una mayor experiencia con el uso del instrumental laparoscópico convencional. Esto se puede ver también reflejado en los resultados significativamente superiores en cuanto a la independencia y fluidez en el uso de este instrumental (Figura 4).



**Figura 4.** Resultados de cada ítem evaluado mediante la escala de calificación global GOALS.

### 3.2. Calidad de la sutura intracorpórea

La calidad en la realización de las suturas fue muy similar con ambos instrumentales laparoscópicos (Figura 5). En general, los cirujanos siguen correctamente los pasos necesarios para una adecuada realización de la sutura laparoscópica con ambos tipos de portaagujas. Sin embargo, la valoración respecto a la adecuada extracción de la aguja durante la ejecución del punto (ND2) fue significativamente superior con el portaagujas convencional, mostrando una reducción en el número de movimientos necesarios y una mayor tendencia a seguir la curvatura de la aguja durante su retirada (Figura 5).



**Figura 5.** Parámetros del checklist de sutura intracorpórea.  
NP: Needle position; ND: Needle driving; PS: Pulling the suture; TK: Technique of knots; KQ: Knot quality.  
\* $p < 0,05$ .

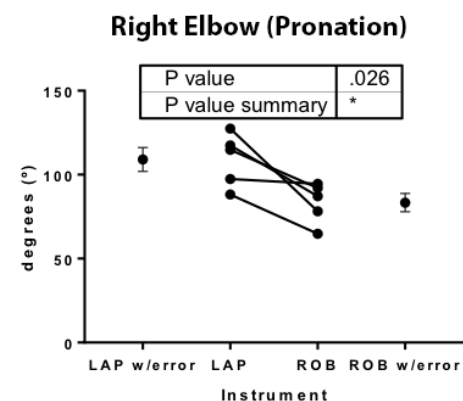
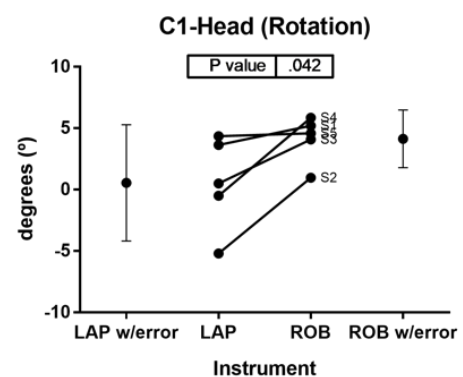
### 3.3. Test de fugas

Todas las anastomosis fueron completadas con ocho puntos simples. Solo una anastomosis uretrovesical realizada con el dispositivo robotizado mostró fugas durante el test de evaluación de la calidad final de la anastomosis.

### 3.4. Sistema inercial de tracking corporal

El uso del sistema de seguimiento corporal basado en sensores inerciales muestra que este tipo de métodos pueden ser una alternativa para condiciones quirúrgicas reales, donde los métodos convencionales de seguimiento de movimiento no son factibles debido a posibles oclusiones.

Los resultados relativos al análisis de la postura del cirujano muestran que la rotación de la cabeza fue significativamente mayor con el uso del instrumental robotizado. Sin embargo, la variabilidad es mayor con el uso del portaagujas convencional. En ambos casos, este factor puede ser solventado en futuros procedimiento quirúrgicos, por medio de una adecuada colocación del monitor principal durante la cirugía, e incluso, si es necesario, utilizando monitores auxiliares. Por otro lado, los cirujanos mostraron una pronación del codo significativamente menor durante el uso del portaagujas robotizado (Figura 6), lo cual resulta en una postura ergonómicamente más adecuada y próxima a la postura neutra del cirujano [6].

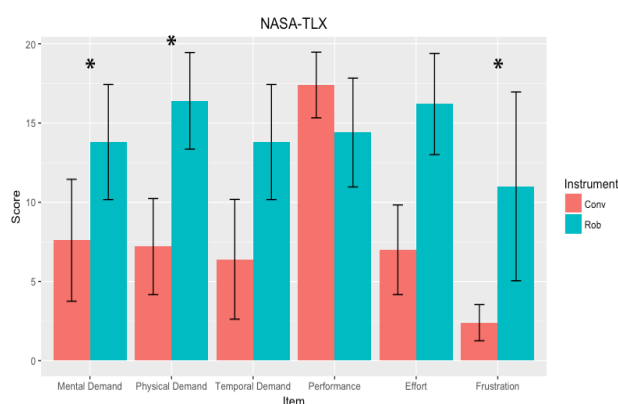


**Figura 6.** Posturas los cirujanos que muestran diferencias estadísticamente significativas respecto al uso del portaagujas laparoscópico convencional y robotizado.



### 3.5. Carga física y mental

Los cirujanos valoraron el nivel de satisfacción respecto al resultado quirúrgico final del procedimiento similar con el uso de ambos tipos de portaagujas laparoscópicas (Figura 7). Sin embargo, consideraron que el uso del nuevo instrumental conlleva a un aumento en la carga física y mental, así como en el posible grado de frustración durante el desarrollo del procedimiento. A pesar de que la postura del cirujano durante el procedimiento sea ergonómicamente más adecuada con el uso del nuevo instrumental laparoscópico, aspectos como las posturas estáticas durante tiempos prolongados y el incremento en el peso del instrumental pueden llevar a un aumento en la fatiga muscular del cirujano. Sería conveniente, como trabajo futuro, llevar a cabo un análisis objetivo y completo de la actividad muscular y fatiga durante el uso de este dispositivo. Para ello se pueden utilizar sistemas de electromiografía.



**Figura 7.** Resultados respecto a los ítems evaluados mediante el índice NASA-TLX para la carga de trabajo durante la anastomosis uretrovesical realizada con el portaagujas convencional y robotizado. \* $p < 0,05$ .

Los resultados muestran que las habilidades técnicas de los cirujanos en el desempeño de la sutura intracorpórea y el resultado quirúrgico final obtenido con el nuevo portaagujas robotizado son similares a las logradas con el instrumental laparoscópico convencional. El uso del nuevo dispositivo robotizado conlleva a una postura ergonómicamente más adecuada, excepto en el caso de la rotación de la cabeza. Consideramos que este aspecto puede ser corregido con una mejor adaptación de las condiciones ergonómicas del entorno quirúrgico previo a la cirugía y de forma personalizada para cada cirujano, incluyendo la posición y altura del monitor principal. Por otro lado, sería necesario un periodo de formación y adaptación más amplio y completo con este nuevo

dispositivo para poder alcanzar valores en la calidad del desempeño quirúrgico y de carga de trabajo del cirujano más próximas a las ofrecidas actualmente mediante el uso del instrumental laparoscópico convencional.

## 4. Conclusiones

El uso del portaagujas robotizado ofrece un resultado de la calidad final de la anastomosis y del desempeño quirúrgico del cirujano similar al uso del instrumental laparoscópico convencional. El cirujano presenta una postura ergonómicamente más adecuada con el uso del nuevo instrumental, aunque se deben realizar estudios futuros para evaluar de forma objetiva la influencia del uso de este dispositivo en la actividad muscular del cirujano. Consideramos que el cirujano necesita de un periodo de formación y adaptación más completo con este nuevo instrumental laparoscópico para poder aprovechar todo su potencial y mejorar la fluidez en su uso durante procedimientos complejos como la anastomosis uretrovesical.

## Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a los cirujanos participantes en este estudio por su colaboración.

## Referencias

- [1] Sánchez-Margallo FM, Sánchez-Margallo JA (2016) Analysis of Surgeons' Muscle Activity During the Use of a Handheld Robotic Instrument in Laparoendoscopic Single-Site Surgery. In: Duffy V, Lightner N (eds) Advances in Human Factors and Ergonomics in Healthcare. Springer, pp 3–15
- [2] Zapardiel I, Hernandez A, De Santiago J (2015) The efficacy of robotic driven handheld instruments for the acquisition of basic laparoscopic suturing skills. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol 186:106–109.
- [3] Vassiliou MC, Feldman LS, Andrew CG, Bergman S, Leffondré K, Stanbridge D, et al. (2005) A global assessment tool for evaluation of intraoperative laparoscopic skills. Am J Surg 190:107–13.
- [4] Kroeze SGC, Mayer EK, Chopra S, Aggarwal R, Darzi A, Patel A (2009) Assessment of laparoscopic suturing skills of urology residents: a pan-European study. Eur Urol 56:865–72.
- [5] Koca D, Yildiz S, Soyupek F, Guneyli I, Erdemoglu E, Soyupek S, et al. Physical and Mental Workload in Single-Incision Laparoscopic Surgery and Conventional Laparoscopy. Surgical Innovation 2015;22(3):294–302.
- [6] Matern U. Ergonomic deficiencies in the operating room: examples from minimally invasive surgery. Work. 2009; 32: 1–4.