

Revisión sistemática de las evaluaciones económicas de la cirugía mediante equipo quirúrgico da Vinci

INFORMES, ESTUDIOS E INVESTIGACIÓN

INFORMES DE EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS SANITARIAS

UETS 2010/03



Revisión sistemática de las evaluaciones económicas de la cirugía mediante equipo quirúrgico da Vinci

Revisión sistemática de las evaluaciones económicas de la cirugía mediante equipo quirúrgico da Vinci = Economic assessments of da Vinci surgical system: Systematic review. Sergio Maeso Martínez, Daniel Callejo Velasco, Mercedes Guerra Rodríguez y Juan Antonio Blasco Amaro. Madrid: Plan de Calidad para el SNS del MSSSI. Unidad de Evaluación de Tecnologías Sanitarias, Agencia Láin Entralgo; 2011.

66 p. : 24 cm + 1 CD. – (Colección: Informes, estudios e investigación. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Serie: Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias. UETS 2010/03)

NIPOS: 725-12-023-4; 680-12-019-0

ISBN: 978-84-451-3423-8

Revisión sistemática
Evaluaciones económicas
Cirugía robótica
Equipo quirúrgico da Vinci

Autores: Sergio Maeso Martínez, Daniel Callejo Velasco, Mercedes Guerra Rodríguez y Juan Antonio Blasco Amaro

Dirección Técnica: Unidad de Evaluación Tecnologías Sanitarias. Agencia Láin Entralgo.

Este documento se ha realizado en el marco de colaboración previsto en el Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud elaborado por el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, al amparo del convenio de colaboración suscrito por el Instituto de Salud Carlos III, organismo autónomo del Ministerio de Economía y Competitividad, y la Agencia "Pedro Láin Entralgo", de Formación, Investigación y Estudios Sanitarios, de la Comunidad de Madrid.

Edición: Ministerio de Economía y Competitividad. www.mineco.es/

ISBN: 978-84-451-3423-8

NIPOS: 725-12-023-4; 680-12-019-0

Depósito legal: Bl. 1.070-2012

Produce: Grafo, S. A. Avenida de Cervantes, 51. Polígono Denac. Ed. 21. 48970 Basauri. BIZKAIA - ESPAÑA

Produce:

Este documento puede ser reproducido en todo o en parte, por cualquier medio, siempre que se cite explícitamente su procedencia.

Para citar este informe: Maeso S, Callejo D, Guerra M y Blasco JA. Revisión sistemática de las evaluaciones económicas de la cirugía mediante equipo quirúrgico da Vinci. Madrid: Plan de Calidad para el SNS del MSSSI. Unidad de Evaluación de Tecnologías Sanitarias, Agencia Láin Entralgo; 2011. Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias: UETS 2010/03.

Revisión sistemática de las evaluaciones económicas de la cirugía mediante equipo quirúrgico da Vinci

Conflicto de interés

Los autores declaran que no tienen intereses que puedan competir con el interés primario y los objetivos de este informe e influir en su juicio profesional al respecto.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a los profesionales de la Biblioteca de la Agencia Laín Entralgo, el servicio prestado en la localización de los artículos originales necesarios y a los profesionales de la Unidad de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de la Agencia Laín Entralgo, la ayuda prestada para la elaboración de este informe.

Índice

Resumen	7
Summary	11
Introducción	13
Metodología	15
Resultados	17
Cirugía urológica	19
Prostatectomía radical	20
Adrenalectomía	23
Cistectomía radical	24
Nefrectomía radical	25
Pieloplastia	25
Cirugía general y digestiva	27
Funduplicatura de Nissen	28
Funduplicatura de Nissen pediátrica	29
Bypass gástrico	29
Resección colorrectal	30
Colecistectomía	32
Pancreatectomía	34
Gastrectomía	34
Rectopexia	34
Esofagomiotomía	35
Cirugía bariátrica	35
Tiroidectomía	35
Cirugía ginecológica	36
Histerectomía	36
Sacrocolpopexia	38
Anastomosis tubárica	38
Miomectomía	39
Cirugía cardiotorácica	39
Reparación de válvula mitral	40
Cierre de defecto septal atrial	41
Cirugía de revascularización miocárdica	42

Bypass de arteria carótida	42
Lobectomía pulmonar	42
Resumen de los resultados	45
Discusión	47
Conclusiones	49
Anexo I: Estrategias de Búsqueda	51
Anexo II: Artículos excluidos	53
Bibliografía	59

Resumen

Introducción

La cirugía robótica es una tecnología emergente que permite realizar procesos laparoscópicos en múltiples indicaciones. El dispositivo da Vinci es un robot dirigido, que permite a los cirujanos operar en determinadas áreas mediante incisiones más pequeñas. Se trata de un sistema con el cual el cirujano dirige los brazos del robot a través de una consola de operaciones mediante unas manijas y pedales con ayuda de un visor estereoscópico.

Las ventajas que se atribuyen a este sistema son una mayor precisión, menos errores, menor trauma para el paciente, cicatrices más pequeñas, menos anestesia, menos sangrado, menos tiempo de hospitalización y recuperación más rápida del paciente, con menos dolor. Se ha señalado que es más fácil de aprender esta técnica que la laparoscopia convencional. Aporta también ventajas ergonómicas para el cirujano. Se han detectado problemas en su aplicación como han sido la falta de retroalimentación táctil, el tiempo requerido para la intervención, los costes o la curva de aprendizaje necesaria.

La cirugía robótica se encuentra en una etapa temprana pero numerosos profesionales han comenzado a implementar esta tecnología en intervenciones quirúrgicas propias de las especialidades de cirugía urológica, cirugía general y digestiva, cirugía ginecológica y cirugía cardiotorácica.

Metodología

Se realizó una revisión sistemática de los artículos de evaluación económica y estudios de costes del procedimiento realizados que comparen cualquier indicación quirúrgica en la que se halla comparado el equipo quirúrgico da Vinci con otra técnica quirúrgica, bien sea cirugía abierta o cirugía laparoscópica convencional.

Se incluyeron las siguientes bases de datos para realizar la búsqueda de referencias de artículos: Pubmed, Embase, Tripdatabase, CRD (incluye los registros DARE, NHS y HTA) y Biblioteca Cochrane Plus. Las búsquedas fueron actualizadas por última vez el 10 de octubre de 2011.

Resultados

Se han localizado 54 artículos con datos de costes sobre la cirugía robótica. Sólo uno de los estudios realiza un análisis del tipo coste-efectividad presen-

tado los costes por nacimiento para la cirugía de reanastomosis tubárica. Los demás estudios realizan simplemente análisis de costes.

El coste de adquisición del robot en los últimos estudios incluidos este ascendía a 1.650.000\$. Los costes de mantenimiento anuales del dispositivo a partir del año de adquisición del robot son de 149.000\$ en los últimos estudios. La utilización del equipamiento robótico para calcular la amortización del dispositivo varió de un estudio a otro entre 100 y 364 casos anuales. Los años de amortización del dispositivo fueron 5 o 7 según el estudio. Los costes del equipamiento para el dispositivo robótico variaron según el estudio entre 1.126\$ y 2.210\$ por intervención.

El tiempo de intervención era para la mayoría de los estudios más prolongado mediante la cirugía robótica incrementando los costes quirúrgicos de dicha alternativa. La duración de la estancia hospitalaria era inferior en la mayoría de los estudios para la cirugía robótica disminuyendo los costes postoperatorios de esta alternativa.

Se analizaron los estudios que obtienen resultados de costes de la cirugía mediante equipo da Vinci comparada con la cirugía laparoscópica convencional o la cirugía abierta para los cuatro grandes bloques quirúrgicos incluidos: cirugía urológica, cirugía general y digestiva, cirugía ginecológica y cirugía cardiotorácica. Cuando se comparó con la cirugía laparoscópica los costes de la cirugía robótica supusieron un incremento del 54% para la cirugía urológica, del 68% para la cirugía general y del 35% para la cirugía ginecológica. Si comparamos la cirugía robótica con la cirugía abierta los costes se incrementaron en un 28% para la cirugía urológica, un 7% para la cirugía general, un 46% para la cirugía ginecológica y un 17% para la cirugía cardiotorácica.

Cuando se compara con la cirugía laparoscópica las 16 indicaciones quirúrgicas supusieron unos mayores costes para la cirugía robótica que para la laparoscópica con incrementos de costes que variaron entre un 7% más y el 703% más.

Cuando se compara la cirugía robótica con la cirugía abierta 11 tipos de cirugía presentaron mayores costes para la cirugía robótica (incremento entre el 14 y el 84%) pero 7 tipos de cirugía presentaron menores costes para la cirugía robótica: histerectomía, funduplicatura de Nissen pediátrica, cistectomía radical, adrenalectomía, bypass gástrico, bypass de arteria carótida y pancreatoclectomía.

Conclusiones

Cuando se compara con la cirugía laparoscópica todas las indicaciones quirúrgicas incluidas supusieron unos mayores costes para la cirugía robótica.

Cuando se compara con la cirugía abierta algunos tipos de cirugía presentaron mayores costes para la cirugía robótica pero otros tipos de cirugía presentaron menores costes para la cirugía robótica: histerectomía, funduplicatura de Nissen pediátrica, cistectomía radical, adrenalectomía, bypass gástrico, bypass de arteria carótida y pancreatectomía.

Sería necesaria la elaboración de estudios de evaluación completos que evaluaran el coste-efectividad incremental de la cirugía robótica frente a la cirugía abierta y laparoscópica y no sólo estudios de costes como los publicados hasta la fecha.

Summary

Introduction

Robotic surgery is an emerging technology that allows laparoscopic procedures in multiple indications. The da Vinci device is a robot directed, which allows surgeons to operate in certain areas through smaller incisions. It is a system whereby the surgeon directs the robot's arms through an operation console by means of handles and pedals using a stereoscopic viewer.

The claimed advantages of this system are greater accuracy, fewer errors, less trauma to the patient, smaller scars, less anesthesia, less bleeding, shorter hospitalization and faster recovery of the patient with less pain. It was noted that it is easier to learn this technique than conventional laparoscopy. It also provides ergonomic advantages for surgeons. There have been identified some problems in its implementation as the lack of tactile feedback, the time required for intervention, cost or learning curve required.

Robotic surgery is at an early stage but many professionals have begun to implement this technology in surgical specialties typical of urological surgery, general and digestive surgery, gynecological surgery and cardiothoracic surgery.

Methodology

It was realised a systematic review of economic evaluation articles and cost studies of the procedure performed comparing any surgical indication in which the da Vinci surgical team is compared with another surgical procedure, either open surgery or conventional laparoscopic surgery.

We included the following databases to search articles of references: Pubmed, Embase, Tripdatabase, CRD (includes DARE, NHS and HTA) and Cochrane Library Plus. Searches were last updated on October 10, 2011.

Results

Fifty-four items have been located with cost data on robotic surgery. Only one study performed an analysis of the type cost-effectiveness presenting costs per birth for tubal reanastomosis surgery. Other studies simply do cost analysis.

The acquisition cost of the robot in recent studies including this amounted to \$1,650,000. Annual maintenance costs of the device from the

year of acquisition of the robot are \$149,000 in recent studies. The use of robotic equipment to calculate the depreciation of the device varied from study to study between 100 and 364 cases annually. The amortization of the device were 5 or 7 according to the study. The costs of equipment for the robotic device according to the study ranged between \$1,126 and \$2,210 per intervention.

The intervention time was for the majority of studies longer using robotic surgery increasing surgical costs of the alternative. The length of hospital stay was lower in most studies for robotic surgery lowering postoperative costs of this alternative.

We analyzed the results of studies that get surgery costs by da Vinci team compared to conventional laparoscopic surgery or open surgery for four major surgery specialities including: urologic surgery, general and digestive surgery, gynecological surgery and cardiothoracic surgery. When compared with laparoscopic surgery costs of robotic surgery were an increase of 54% for urological surgery, 68% for general surgery and 35% for gynecologic surgery. If robotic surgery compared to open surgery costs increased by 28% for urological surgery, 7% for general surgery, 46% for gynecologic surgery and 17% for cardiothoracic surgery.

When compared with laparoscopic the 16 including surgical indications accounted higher costs for robotic surgery, cost increases ranging from 7% to 703%.

When comparing robotic surgery with open surgery, 11 types of surgery had higher costs for robotic surgery (increase between 14 and 84%) but 7 types of surgery had lower costs for robotic surgery, hysterectomy, pediatric Nissen fundoplication, radical cystectomy, adrenalectomy, gastric bypass, carotid artery bypass and pancreatectomy.

Conclusions

When compared with laparoscopic surgery for all surgical indications accounted higher costs for robotic surgery than for laparoscopic.

When compared to open surgery some types of surgery had higher costs for robotic surgery but other types of surgery had lower costs for robotic surgery: hysterectomy, pediatric Nissen fundoplication, radical cystectomy, adrenalectomy, gastric bypass, carotid artery bypass and pancreatectomy.

It would require the development of full evaluation studies that evaluated the incremental cost-effectiveness of robotic surgery compared to open surgery and laparoscopic and not just as cost studies published to date.

Introducción

La “cirugía robótica” es una tecnología emergente que permite realizar procesos laparoscópicos en múltiples indicaciones quirúrgicas. Se comenzó a utilizar en el año 2000, después de ser aprobada por la FDA (Food and Drug Administration, Administración de Drogas y Alimentos). Se han desarrollado varios equipos de cirugía robótica como el AESOP® (Automated Endoscopic System for Optimal Positioning, Sistema Endoscópico Automático para Posicionamiento Óptimo), Zeus Surgical System® (Equipo quirúrgico Zeus, EQZ) o Da Vinci Surgical System® (Equipo quirúrgico da Vinci, EQDV). El AESOP fue el primer dispositivo robótico aprobado por la FDA estadounidense y proporciona control del laparoscopio mediante programación activada por voz. Un segundo sistema, el EQZ (Intuitive Surgical), proporciona visión bidimensional con control remoto de los brazos robóticos incorporados a la mesa quirúrgica, pero este sistema no se distribuye actualmente. El sistema más reciente y difundido en la evolución de la cirugía asistida robóticamente es el EQDV (Intuitive Surgical, Mountain View, Sunnyvale, California, Estados Unidos de América).

El dispositivo EQDV es un robot dirigido a través de un ordenador, que permite a los cirujanos operar en determinadas áreas del cuerpo mediante incisiones más pequeñas. Este sistema aporta potencialmente al cirujano los beneficios de la cirugía mediante laparotomía con las ventajas de la cirugía mínimamente invasiva para el paciente. A corta distancia de la mesa de operaciones el cirujano dirige todas las acciones del robot desde una consola de operaciones.

Se trata de un sistema con el cual el cirujano dirige los brazos del robot a través de una consola mediante unas manijas y pedales con ayuda de un visor estereoscópico. Los movimientos de las manos del cirujano son digitalizados y transmitidos a los brazos robóticos que realizan idénticos movimientos en el campo quirúrgico. Los brazos robóticos disponen de una articulación con seis grados de libertad lo que le hace comparable a la mano humana y un sistema que filtra el temblor en los movimientos. El cirujano ve el campo quirúrgico en una pantalla a través de un visor binocular situado en la consola de control, que le proporciona una visión tridimensional. Las imágenes muestran el área intraoperatoria y los instrumentos quirúrgicos montados en los extremos de los brazos articulados del robot. Los movimientos de los brazos del robot cesan si los ojos del cirujano se apartan de la pantalla.

Hay que tener en cuenta que el robot sigue las indicaciones del cirujano, con lo cual la experiencia del médico, su habilidad y capacidad de juicio durante la intervención influyen en el resultado de las cirugías realizadas.

La consola de control y el robot están conectados a través de un cable de datos, y en EEUU la FDA sólo permite la utilización de este sistema quirúrgico estando el cirujano y la consola de control en la misma sala que el paciente. Es posible realizar telecirugía, sin la presencia del cirujano en la misma habitación que el paciente, aunque con limitaciones debido a la lentitud en la velocidad de transferencia de datos disponible hasta el momento.

El EQDV se está utilizando en intervenciones quirúrgicas propias de las especialidades de Cirugía Urológica, General y Digestiva, Ginecológica y Cardiorácica.

Las ventajas que se atribuyen a este sistema son una mayor precisión, menos errores, menor trauma para el paciente, cicatrices más pequeñas, menos anestesia, menos sangrado, menos tiempo de hospitalización y recuperación más rápida del paciente, con menos dolor. Se ha señalado que es más fácil de aprender la técnica que la laparoscopia convencional. Aporta también ventajas ergonómicas para el cirujano.

Se han detectado problemas en su aplicación como han sido la falta de retroalimentación táctil, el tiempo requerido para la intervención, los costes o la curva de aprendizaje necesaria.

El EQDV puede costar entre 1 millón de dólares y 1,4 millones de dólares dependiendo de la versión del dispositivo (existen versiones con tres y cuatro brazos). Cada instrumento quirúrgico diseñado para los brazos del robot puede ser utilizado durante un máximo de diez procedimientos.

Sin embargo, a pesar de que la cirugía robótica se encuentra en una etapa muy temprana, numerosos profesionales han comenzado a implementar en su práctica diaria esta tecnología emergente. Se está utilizando en intervenciones quirúrgicas como son la prostatectomía, pieloplastia, nefrectomía, cistectomía, cirugía esofágica, cirugía bariátrica, colecistectomía, resección colorrectal, histerectomía y cirugía cardíaca septal y valvular, entre otras.

En un reciente informe de evaluación de esta tecnología realizado en Bélgica (Camberlin 2009) se indica que según datos del productor se han instalado alrededor de 1.000 EQDV y se calcula el número de dispositivos por habitante en cada país, en este análisis destacan EEUU y Bélgica con más de 1,5 dispositivos por millón de habitantes mientras que España ocupa el 15º puesto de los 19 países incluidos con menos de 0,5 dispositivos por millón de habitantes.

En España hay actualmente varios centros que utilizan el EQDV: la Fundación Puigvert de Barcelona (centro especializado en Urología), la Clínica Virgen Blanca de Bilbao, la Policlínica Gipuzkoa de San Sebastián, el Hospital Clínico San Carlos, el Hospital Ruber Internacional y el Hospital Universitario Madrid San Chinarro de Madrid, el Hospital Carlos Haya de Málaga y el Hospital Virgen del Rocío de Sevilla, además de un robot de formación en el centro CMAT de la Fundación Iavante en Granada.

Metodología

Se realizará una revisión sistemática de los artículos de evaluación económica y estudios de costes del procedimiento realizados que comparen cualquier indicación quirúrgica en la que se halla comparado el equipo quirúrgico da Vinci con otra técnica quirúrgica, bien sea cirugía abierta o cirugía laparoscópica convencional.

Se incluyeron las siguientes bases de datos para realizar la búsqueda de referencias de artículos: Pubmed, Embase, Tripdatabase, CRD (incluye los registros DARE, NHS y HTA) y Biblioteca Cochrane Plus. Las estrategias de búsqueda utilizadas fueron las que se indican en el anexo. No se estableció ningún límite lingüístico ni temporal a las búsquedas llevadas a cabo, pero principalmente se consideraron estudios en español, inglés y francés. Las búsquedas fueron actualizadas por última vez el 10 de octubre de 2011.

Se excluyeron comunicaciones a congresos que no hayan sido publicados en revistas científicas tras proceso de revisión por pares.

Para calcular las diferencias de costes promedio por cada intervención cuando un estudio presentaba los costes con y sin los costes de amortización del dispositivo incluimos en los cálculos los costes que incluían la amortización del equipo. Cuando un estudio presentó los costes calculados para varios periodos de amortización diferentes sin definir claramente cual era el valor del caso base se calculó el coste promedio para los distintos periodos.

Para el resumen de los resultados según la técnica quirúrgica cuando un estudio presentaba el tiempo quirúrgico medio y el tiempo de quirófano total tomamos este último para nuestros resultados.

Resultados

La búsqueda en la base de datos Medline a través de Pubmed proporcionó 683 referencias (278 la estrategia 1 y 405 la estrategia 2). La búsqueda en la base de datos de Embase proporcionó 257 referencias. La búsqueda en la base de datos de la Biblioteca Cochrane Plus facilitó 20 referencias. La búsqueda en las bases de datos DARE, NHS, HTA incluidas en el CRD de la Universidad de York proporcionó 57 referencias (19 la estrategia 1 y 38 la estrategia 2). La búsqueda en la base de datos Tripdatabase proporcionó 16 referencias. Se han incluido en la presente revisión 54 artículos con datos de costes sobre la cirugía robótica. (ver figura 1).

Sólo uno de los estudios (1) realiza un análisis del tipo coste-efectividad presentado los costes por nacimiento para la cirugía de reanastomosis tubárica. Los demás estudios realizan simplemente análisis de costes.

Uno de los principales aspectos diferenciales entre unos estudios y otros es la consideración de los costes de adquisición y mantenimiento del equipo de cirugía robótica que algunos estudios consideran y otros estudios no los tienen en cuenta como si el equipamiento fuese una donación al hospital.

El coste de adquisición del robot parece que se ha incrementado durante los últimos años, probablemente dependiendo del modelo del mismo (tres brazos, cuatro brazos o da Vinci S). Mientras que en los primeros estudios este fue de 1.000.000\$ en los últimos estudios incluidos este ascendía a 1.650.000\$. En principio estos costes iniciales incluyen un año de garantía, transporte, instalación y entrenamiento.

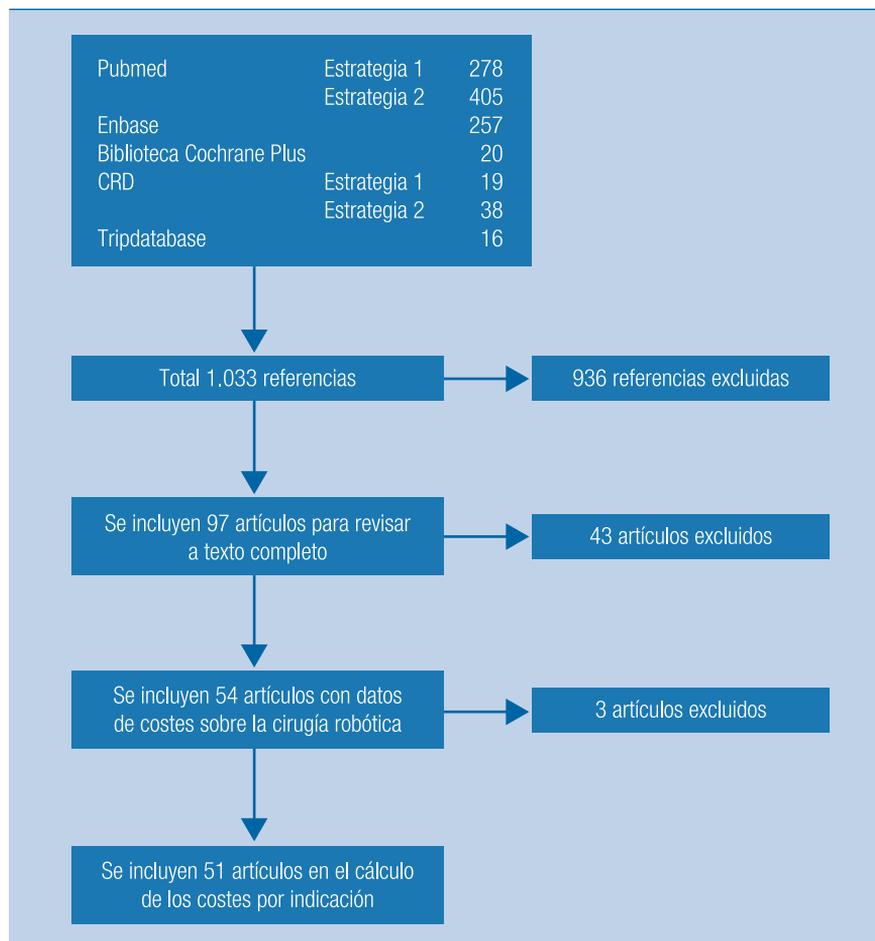
Los costes de mantenimiento anuales del dispositivo a partir del año de adquisición del robot también se han incrementado durante los últimos años pasando de ser de 100.000\$ en los primeros estudios incluidos a 149.000\$ en los últimos estudios.

La utilización del equipamiento robótico para calcular la amortización del dispositivo varió de un estudio a otro entre 100 y 364 casos anuales.

Los años de amortización del dispositivo fueron 5, 7 o 10 según el estudio.

Hay que considerar que los instrumentos quirúrgicos empleados con el dispositivo robótico pueden ser utilizados como máximo 10 veces, ya que disponen de un chip que cuenta el número de veces que ha sido utilizado. El coste de cada uno de los instrumentos es de aproximadamente 1.800\$-2.000\$. En cada intervención se necesitan entre 4 y 6 instrumentos. Los costes del equipamiento para el dispositivo robótico variaron según el estudio entre 1.126\$ y 2.210\$ por intervención.

Figura 1. Resultados de las búsquedas en las bases de datos consultadas y artículos incluidos en la revisión.



El tiempo de intervención era para la mayoría de los estudios más prolongado mediante la cirugía robótica incrementando los costes quirúrgicos de dicha alternativa.

Dependiendo de si se está incluyendo el periodo de la curva de aprendizaje inicial de la tecnología robótica o no la diferencia de costes entre una y otra técnica puede ser mayor o menor. Según se va adquiriendo más experiencia se reduce el tiempo de la cirugía robótica y consecuentemente se reducen los costes quirúrgicos derivados (2).

La duración de la estancia hospitalaria era inferior en la mayoría de los estudios para la cirugía robótica disminuyendo los costes postoperatorios de esta alternativa.

Los costes indirectos no fueron considerados en la mayoría de los estudios encontrados. La mayoría de los estudios no consideraron las ventajas de la vuelta del paciente a la actividad habitual y la productividad como se haría desde una perspectiva social y solamente consideran el ahorro de los costes correspondiente a una menor estancia hospitalaria. Tan sólo el estudio Behan 2011 (3) consideró la pérdida de productividad laboral de los padres de niños hospitalizados por cirugía de pieloplastia.

Algunos de los estudios incluidos presentaron un análisis de sensibilidad adicional además de la comparación basal de los costes entre las distintas alternativas.

A continuación se presenta un resumen de los estudios que obtienen resultados de costes de la cirugía mediante equipo da Vinci comparada con la cirugía laparoscópica convencional o la cirugía abierta para los cuatro grandes bloques quirúrgicos incluidos: cirugía urológica, cirugía general y digestiva, cirugía ginecológica y cirugía cardiotorácica.

Cirugía Urológica

Se han localizado 19 artículos con datos de costes sobre cirugías urológicas para las siguientes indicaciones quirúrgicas: prostatectomía radical (7), adrenalectomía (3), cistectomía radical (4), nefrectomía radical (2) y pieloplastia (3).

Tabla 1. Diferencia del coste medio por procedimiento de la cirugía mediante da Vinci con cirugía abierta o laparoscópica. Las diferencias de costes positivas indican una cirugía robótica más costosa y las diferencias negativas una cirugía robótica menos costosa.

	Abierta	Laparoscópica
Prostatectomía radical		
Lotan 2004	1.726\$	1.239\$
Scales 2005	195\$, 783\$	—
Burgess 2006	7.797\$, 9.544\$	—
Mouraviev 2007	-657\$, -489\$	—
Joseph 2008	3.540\$	1.534\$
Prewitt 2008	3.668\$	—
Bolenz 2010	2.315\$	1.065\$
Adrenalectomía		
Morino 2004	—	729\$
Winter 2006	-1.623\$	1.378\$
Brunaud 2008	—	2.303€
Cistectomía radical		
Prewitt 2008	-1.188\$	—

	Abierta	Laparoscópica
Smith 2010	1.640\$	—
Lee 2011	-4.846\$, -595\$, 1.966\$	—
Martin 2011	-38%	—
Nefrectomía radical		
Nazemi 2006	10.253\$	5.339\$, 5.463\$
Prewitt 2008	-802\$	—
Pieloplastia		
Bhayani 2005	—	—
Link 2006	—	3.334\$
Behan 2011	929\$, 3.329\$, 4.729\$	—

Prostatectomía radical

Lotan et al (4) elaboran un modelo para comparar los componentes de los costes de la prostatectomía radical abierta, laparoscópica o robótica. Se estimaron unos costes del robot de 1.200.000\$ con un contrato de mantenimiento anual de 100.000\$. Se asumió que el robot podría ser utilizado para diferentes especialidades para un total de 300 casos anuales en un periodo de 7 años. Consideran los costes de quirófano, material quirúrgico, honorarios del cirujano, estancia hospitalaria, medicación y fluidos intravenosos y los costes de adquisición y mantenimiento del robot por caso. Los costes totales para cirugía abierta, laparoscópica o robótica fueron de 5.554\$, 6.041\$ y 7.280\$ respectivamente, los costes para la cirugía robótica excluyendo la adquisición fueron de 6.709\$. La técnica más coste efectiva fue la cirugía abierta. Excluyendo los costes iniciales de adquisición del robot la diferencia entre la cirugía abierta y la robótica fue de 1.155\$. Esta gran diferencia entre los costes de la cirugía abierta y robótica se debió a los elevados costes por caso de mantenimiento y equipamiento. El tiempo quirúrgico más corto de la cirugía robótica (140 versus 160 minutos) y la estancia más corta (1,2 versus 2,5 días) no compensan los gastos adicionales. Los costes de la cirugía laparoscópica son mayores que los de la cirugía abierta, principalmente debidos a los mayores costes de equipamiento. En esta evaluación la cirugía abierta fue la técnica menos costosa, para tener unos costes competitivos la cirugía abierta necesitaría una reducción significativa en los costes del dispositivo y mantenimiento. Los costes de las distintas cirugías fueron evaluados utilizando análisis de sensibilidad univariante y bivariante, modificando los costes del robot, el número de casos de cirugía robótica, la estancia hospitalaria, la duración de la cirugía y los costes del equipamiento laparoscópico y robótico.

Scales 2005 et al (5) elaboran un modelo para comparar los costes de la prostatectomía radical abierta y robótica. Con dos escenarios para la cirugía abierta: ingreso en área especializada (2,5 días de estancia) e ingreso

en área general (3,2 días de estancia). Todos los centros de costes hospitalarios fueron incluidos, costes quirúrgicos, honorarios profesionales, cuidado postoperatorio y equipos robóticos. Los costes del robot y del contrato de mantenimiento fueron incluidos como costes quirúrgicos de la cirugía robótica. Para el modelo se asumieron transfusiones de dos unidades en el 15% de las prostatectomías abiertas y del 5% de las prostatectomías robóticas basado en publicaciones previas. Los costes totales para cirugía abierta en área especializada, cirugía abierta en área general y cirugía robótica son 8.146\$, 8.734\$ y 8.929\$ respectivamente. Se realizaron análisis de sensibilidad univariante y bivariante.

Burgess 2006 et al (2) comparan los gastos reales efectuados en un centro de los pacientes sometidos a prostatectomía radical mediante las técnicas abierta retropúbica, abierta perineal y robótica. Los costes hospitalarios fueron divididos en costes quirúrgicos y no quirúrgicos. Los tiempos quirúrgicos, la pérdida de sangre y la duración de la estancia hospitalaria fueron determinados de los registros médicos del paciente. Los costes robóticos fueron separados para los casos iniciales y finales. Los costes totales para cirugía abierta retropúbica, cirugía abierta perineal y cirugía robótica son 31.518\$, 29.771\$ y 39.315\$ respectivamente. No se incluyó información desglosada de los costes incluidos. Los costes quirúrgicos para los tres grupos de tratamiento fueron 16.522\$, 25.443\$ y 16.320\$ respectivamente. Los costes quirúrgicos durante la curva de aprendizaje robótica fueron substancialmente mayores que los de los últimos 20 casos (33.118\$ frente a 24.105\$). Los tiempos quirúrgicos medios para la cirugía robótica descendieron a lo largo del tiempo desde 262 hasta 225 minutos para los últimos 20 casos. Los tiempos quirúrgicos medios para cirugía retropúbica y perineal fueron de 202 y 196 minutos respectivamente. La cirugía abierta perineal en manos experimentadas son el procedimiento más coste-efectivo con costes quirúrgicos más bajos y tiempos quirúrgicos más cortos. No hubo diferencia significativa en los costes postoperatorios en los tres grupos de tratamiento debido a la corta estancia hospitalaria.

Mouraviev 2007 et al (6) comparan los costes de los pacientes sometidos a cirugía prostática mediante prostatectomía radical retropúbica, prostatectomía radical perineal, prostatectomía laparoscópica robótica y ablación mediante criocirugía. El gran total de los costes hospitalarios incluyó todos los costes directos e indirectos desde la admisión hospitalaria hasta el alta, y los honorarios profesionales de los patólogos. El tiempo medio de estancia fue significativamente menor para ablación (0,16 días) que para retropúbica (2,79 días), perineal (2,87 días) y robóticas (2,15 días). Los costes totales hospitalarios para cada técnica fueron: 10.704\$ para prostatectomía radical retropúbica, 10.536\$ para prostatectomía radical perineal, 10.047\$ para prostatectomía laparoscópica robótica y 9.195\$ para ablación mediante criocirugía. Los costes fueron

inferiores para ablación y cirugía robótica debido a una estancia más corta, menos costes de patología y menor necesidad de transfusión. No se especifica si se consideraron los costes de adquisición y mantenimiento del robot.

Joseph 2008 et al (7) evalúan los costes quirúrgicos de la prostatectomía radical asistida robóticamente comparada con la prostatectomía radical laparoscópica y la prostatectomía radical abierta. La estancia media hospitalaria fue de 25 y 65 horas para cirugía laparoscópica y abierta respectivamente. El 98% de los pacientes de cirugía robótica fueron dados de alta a la 24 horas de la cirugía. Los costes quirúrgicos totales medios por caso fueron 5.410\$, 3.876\$ y 1.870\$ para prostatectomía radical robótica, laparoscópica y abierta, respectivamente.

Prewitt 2008 et al (8) evalúan los costes del equipo quirúrgico robótico da Vinci en una institución académica grande. Comparan 61 casos de prostatectomía radical robótica con 100 casos de prostatectomía radical abierta. La estancia hospitalaria media fue de 2,6 y 4,3 días para cirugía robótica y abierta respectivamente. Los costes directos incluyen los gastos incurridos por el hospital relacionados con el procedimiento quirúrgico, la estancia hospitalaria, y salarios del personal incluyendo, equipamiento utilizado para el procedimiento, personal quirúrgico y suministros para el cuidado del paciente. Los costes directos medios para cirugía de prostatectomía radical abierta y robótica fueron 5.911\$ y 9.579\$ respectivamente.

Bolenz 2010 et al (9) comparan los costes asociados a prostatectomía radical laparoscópica asistida robóticamente, prostatectomía radical laparoscópica y prostatectomía radical abierta retropúbica. Los costes directos para cirugía robótica, laparoscópica y abierta fueron 6.752\$, 5.687\$ y 4.437\$ respectivamente. La principal diferencia fue en los costes de suministros quirúrgicos y coste del quirófano. Cuando se consideran los costes de adquisición y mantenimiento del robot los costes se incrementan en unos 2.698\$ por paciente, dada una media de 126 casos por año.

En resumen seis de siete estudios muestran a la cirugía robótica como una técnica más costosa que la cirugía abierta con una diferencia que va desde 195\$ hasta 9.544\$. En cambio Mouraviev et al (6) presentan a la técnica abierta como más costosa que la robótica con diferencia de entre 489\$ y 657\$. En este estudio no se especifica si se consideraron los costes de adquisición y mantenimiento del robot. El estudio de Scales (5) muestra a su vez una diferencia menor entre la cirugía robótica y la abierta, en parte debido al mayor coste de hospitalización del centro. Respecto a la cirugía laparoscópica sólo tres estudios la compararon con la cirugía robótica, en todos los casos la nueva técnica resultó más costosa con diferencias comprendidas entre los 1.065\$ y los 1.534\$.

Adrenalectomía

Morino 2004 et al (10) realizan un ensayo clínico aleatorizado para comparar la adrenalectomía asistida robóticamente con la cirugía laparoscópica tradicional. La evaluación de los costes incluyó el uso del quirófano, los costes del material quirúrgico y el precio de la hospitalización. El coste inicial del robot no fue incluido en el análisis de costes. Indican que los costes por paciente fueron significativamente mayores para la cirugía robótica que para cirugía laparoscópica: 3.466\$ frente a 2.737\$ ($p < 0,01$). El procedimiento asistido por robot cuesta más, debido principalmente a un 47% mayor tiempo de quirófano y un mayor costo para los instrumentos desechables (1.184\$ por dos trocares, un aplicador de clips, un disector de robótica, un gancho de robótica, y una bolsa de plástico frente a 811\$ por un trocar, un aplicador de clip, un mango de bisturí ultrasónico, y una bolsa de plástico).

Winter 2006 et al (11) Publican una serie de casos de adrenalectomía robótica pero comparan los costes hospitalarios de dicha cirugía con los de la laparoscopia tradicional y la adrenalectomía abierta realizados en el mismo periodo de tiempo. El coste inicial del robot no fue incluido en el análisis de costes. Los autores indican que los costes de la adrenalectomía robótica (12.977\$) no son significativamente diferentes de los de la laparoscopia tradicional (11.599\$) o la adrenalectomía abierta (14.600\$). Los costes hospitalarios totales de los pacientes en los grupos de cirugía laparoscópica tradicional y robótica tendieron a ser menores que para el grupo de cirugía abierta, principalmente debido a una hospitalización más corta de los pacientes intervenidos mediante cirugía mínimamente invasiva.

Brunaud 2008 et al (12) realizan una comparación de los costes de la adrenalectomía robótica frente a la laparoscópica mediante un modelo previamente publicado. Los centros de costes incluyen el tiempo de cirugía, la depreciación del equipamiento del sistema robótico y de la torre de video laparoscópica, y los costes de consumibles especializados como paños, trócares e instrumentos para el robot. Los factores que no diferían entre la cirugía laparoscópica y robótica fueron excluidos. Los resultados muestran que la cirugía robótica era 2,3 veces más cara que la laparoscópica (4.102€ frente a 1.799€).

Los tres estudios revisados indican que la cirugía robótica es más cara que la cirugía laparoscópica con diferencias de 729\$, 1.378\$ y 2.303€. La menor diferencia indicada por Morino et al (10) puede explicarse ya que el coste inicial del robot no fue incluido en el análisis de costes.

Cistectomía radical

Prewitt 2008 et al (8) evalúan los costes del equipo quirúrgico robótico da Vinci en una institución académica grande. Comparan 17 casos de cistectomía radical robótica con 64 casos de cistectomía radical abierta. Los costes directos medios para cirugía de cistectomía radical abierta y robótica fueron 18.270\$ y 17.082\$ respectivamente.

Smith 2010 et al (13) realizan una comparación de costes de la cistectomía radical abierta frente a la robótica para el tratamiento de cáncer vesical. Se utiliza la media de los 20 casos previos de cistectomía robótica y cistectomía abierta para realizar un análisis de costes comparativo que incluye la variabilidad del tiempo de cirugía, requerimiento de transfusiones y estancia hospitalaria. La cistectomía robótica está asociada con un incremento de los costes financieros globales de 1.640\$ (robótica 16.248\$ frente a abierta 14.608\$).

Lee 2011 et al (14) comparan la carga económica de la cistectomía radical abierta frente a la cistectomía radical robótica con disección de ganglios linfáticos pélvicos y derivación de la orina. Una serie de 103 y 83 pacientes consecutivos intervenidos de cistectomía radical abierta y cistectomía radical robótica fueron estudiados prospectivamente. Las cohortes fueron subdivididas en conducto ileal, derivación cutánea continente y neovejiga ortotópica. Los costes por caso para cistectomía robótica con conducto ileal, derivación cutánea continente y neovejiga ortotópica fueron 20.659\$, 22.102\$ y 22.685\$ respectivamente comparado con 25.505\$, 22.697\$ y 20.719\$ para cirugía abierta.

Martin 2011 et al (15) indican que el análisis total de los costes muestra una ventaja del coste del 38% favoreciendo a la cistectomía robótica, debido a los mayores costes de hospitalización de la cirugía abierta. El tiempo de cirugía y la duración de la estancia tienen el mayor impacto en los costes perioperatorios. La cistectomía robótica se vuelve más cara que la cistectomía abierta en las siguientes condiciones: tiempo de cirugía mayor de 361 minutos, duración de estancia mayor de 6,6 días, costes de equipamiento quirúrgico superiores a 5.853\$.

En resumen, tres estudios evaluaron la cirugía de cistectomía radical robótica comparado con la cirugía abierta. Dos de los estudios presentaron una diferencia de costes favoreciendo a la cirugía robótica con diferencias de 1.188\$ y del 38%. Otro estudio presentó entre sus resultados una cirugía robótica 1.640\$ más cara. Un último estudio presentó una cirugía robótica más barata para dos de los tipos de derivaciones urinarias y más cara para un tercer tipo.

Nefrectomía radical

Nazemi 2006 et al (16) evalúan los resultados perioperatorios de una cohorte de pacientes intervenida de nefrectomía radical mediante cirugía abierta, laparoscópica, laparoscópica asistida o robótica. La nefrectomía radical abierta, robótica y laparoscópica con y sin asistencia manual fue realizada en 18, 6, 21 y 12 pacientes respectivamente. La pérdida de sangre estimada, el uso de narcóticos postoperatorios para el control del dolor y la estancia hospitalaria fueron significativamente mayores para la técnica quirúrgica abierta ($p < 0,05$), el tiempo quirúrgico medio fue significativamente más corto comparado con el método robótico ($p = 0,02$). Los costes medios hospitalarios fueron de 25.503\$ para la cirugía abierta, 30.293\$ para laparoscópica, 30.417\$ para laparoscópica asistida y 35.756\$ para robótica.

Prewitt 2008 et al (8) evalúan los costes del equipo quirúrgico robótico da Vinci en una institución académica grande. Se comparan 13 casos de nefroureterectomía robótica con 524 casos de nefroureterectomía abierta. Los costes directos medios para cirugía de nefroureterectomía abierta y robótica fueron 12.359\$ y 11.557\$ respectivamente.

En resumen, cuando se comparó la cirugía de nefrectomía radical robótica con la abierta, un estudio presento una cirugía robótica 10.253\$ más cara y el otro 802\$ más barata. El estudio que indica resultados más favorables para la cirugía robótica no especifica si incluyó los costes de adquisición y amortización del dispositivo. Cuando la comparación se hacía entre la cirugía robótica y la laparoscópica un estudio presento una diferencia de costes para la cirugía robótica 5.463\$ y 5.339\$ cuando se comparó con cirugía laparoscópica o laparoscópica asistida.

Pieloplastia

Bhayani 2005 et al (17) realizan un análisis de costes relativos evaluando la tecnología robótica en comparación con la pieloplastia puramente laparoscópica. Ocho pacientes intervenidos de pieloplastia laparoscópica fueron comparados con 13 pacientes intervenidos mediante pieloplastia puramente laparoscópica. La duración de estancia media fue de 2,3 días para cirugía robótica y de 2,5 días para laparoscópica. El tiempo medio de cirugía para robótica y laparoscópica fue de 176 y 210 minutos respectivamente. El análisis univariante muestra que la laparoscopia es más coste-efectiva que la robótica si el tiempo de cirugía laparoscópica es menor de 338 minutos. El análisis de sensibilidad bivariante muestra que el tiempo de cirugía debe ser menor de 130 minutos y los casos anuales más de 500 para obtener equivalencia de costes para la cirugía robótica.

Link 2006 et al (18) evalúan si la pieloplastia robóticamente asistida tiene alguna ventaja significativa en los resultados clínicos o en los costes sobre la pieloplastia laparoscópica. Compararon los tiempos quirúrgicos y resultados perioperatorios de 10 casos consecutivos de pieloplastia transperitoneal asistida por robot y 10 pieloplastias laparoscópicas consecutivas. La evaluación de los costes se realizó usando un modelo de costes matemático incorporando el tiempo quirúrgico, los costes de anestesia, consumibles y la depreciación del equipamiento. La cirugía robótica fue mucho más cara que la laparoscópica (2,7 veces, 5.324\$ frente a 1.990\$). Esto se debió a los tiempos de cirugía más largo, el aumento de los costos de consumibles y la depreciación del equipo quirúrgico da Vinci. El análisis de sensibilidad univariante mostró que el tiempo de cirugía de la pieloplastia laparoscópica debe aumentar a casi 6,5 horas para que se convierta en coste-equivalente a la pieloplastia asistida por robot.

Behan 2011 et al (3) comparan los factores perioperatorios en pacientes sometidos a pieloplastia laparoscópica asistida robóticamente y abierta en una sólo institución, especialmente en relación con los cambios de capital humano, en un análisis de costes institucional. Un total de 44 pacientes de dos años o mas de una misma institución fueron intervenidos de pieloplastia asistida robóticamente (37) o abierta (7) desde 2008 a 2010. El estudio consideró la pérdida de productividad laboral de los padres de los niños intervenidos durante el tiempo de hospitalización. Los pacientes intervenidos de pieloplastia laparoscópica asistida robóticamente tuvieron una estancia hospitalaria media significativamente más corta (1,6 frente a 2,8 días, $p=0,019$). El tiempo de quirófano total para cirugía robótica fue mayor que para cirugía abierta (259 frente 185 minutos, $p=0,001$). No se observaron diferencias significativas en los costes totales entre cirugía robótica y abierta cuando se excluyeron los costes de amortización del robot (6.008\$ y 5.080\$ respectivamente, $p=0,064$). Estos incrementos en los costes de la cirugía robótica fueron mayores cuando se incluyeron los costes de amortización del robot usando un volumen de cirugía robótica anual de 100 casos. Esto resultó en un coste añadido de 3.800\$ para la amortización en 5 años y de 2.400\$ para la amortización en 10 años.

En resumen Link 2006 muestra un incremento de los costes de la cirugía de pieloplastia robótica frente a la cirugía laparoscópica de 3.334\$. Cuando se compara la pieloplastia robótica con la abierta teniendo en cuenta los costes de amortización el incremento de costes de la cirugía robótica es de 3.329\$ o 4.729\$ según el periodo de amortización considerado

Cirugía General y Digestiva

Se han localizado 22 artículos con datos de costes sobre cirugías generales y digestivas para las siguientes indicaciones quirúrgicas: funduplicatura de Nissen (4), funduplicatura de Nissen pediátrica (1), bypass gástrico (4), resección colorrectal (4), colecistectomía (2), pancreatectomía (2), gastrectomía (1), rectopexia (1), esofagiotomía (1), cirugía bariátrica (1), tiroidectomía (1).

Tabla 2. Diferencia del coste medio por procedimiento de la cirugía mediante da Vinci con cirugía abierta o laparoscópica. Las diferencias de costes positivas indican una cirugía robótica más costosa y las diferencias negativas una cirugía robótica menos costosa:

	Abierta	Laparoscópica
Funduplicatura de Nissen		
Morino 2006	—	1.630€
Nakadi 2006	—	1.806€
Heemskerk 2007a	—	987€
Müller-Stich 2007	—	501€
Funduplicatura de Nissen pediátrica		
Anderberg 2009	-937€	602€
Bypass gástrico		
Hubens 2008	—	995€
Curet 2009	—	9.006\$, 11.667\$
Hagen 2011	-3.637\$	-2.334\$
Scozzari 2011	—	1.119€
Resección colorectal		
Delaney 2003	—	776\$
Rawlings 2007	—	1.182\$, 1.638\$
deSouza 2010	—	2.831\$
Bertani 2011	1.356€, 2.139€	2.059€
Colecistectomía		
Heemskerk 2005	—	1.181€
Breitenstein 2008	—	1.606\$
Pancreatectomía		
Kang 2010	—	4.443\$
Waters 2010	-3.617\$	-996\$
Gastrectomía		
Eom 2011	5.331\$	—
Rectopexia		
Heemskerk 2007b	—	557€
Esofagiotomía		
Prewitt 2008	2.540\$	—
Cirugía bariátrica		
Mühlmann 2003	—	3.245\$

	Abierta	Laparoscópica
Tiroidectomía		
Yoo 2011	—	5.826\$

Funduplicatura de Nissen

Morino 2006 et al (19) realizan un ensayo clínico aleatorio para comparar la funduplicatura de Nissen asistida robóticamente frente a la laparoscópica para pacientes con enfermedad por reflujo gastroesofágico en un solo centro. El tiempo de seguimiento fue de 12 meses. El análisis fue por intención de tratar. El tiempo quirúrgico medio fue de 131 minutos para cirugía asistida robóticamente y de 91 minutos para cirugía laparoscópica tradicional. Esta diferencia fue estadísticamente significativa ($p < 0,01$). No hubo diferencias clínicas entre los dos grupos en los cuestionarios de calidad a los 3, 6 y 12 meses. No hubo complicaciones postoperatorias con ninguna de las técnicas. La estancia media hospitalaria fue de 2,9 días en la laparoscopia estándar y de 3,0 días en el grupo asistido robóticamente ($p = 0,59$). Los datos de efectividad proceden del mismo estudio. La perspectiva adoptada en el análisis económico no fue indicada. Los datos de costes y sus fuentes no fueron indicados. Los costes indirectos no fueron incluidos en el estudio. La cirugía asistida robóticamente estuvo asociada con unos costes totales medios significativamente más elevados (3.157€ frente a 1.527€, $p < 0,01$). El coste inicial del robot no fue incluido en el análisis por lo que el modelo infraestimaría los costes de la cirugía robótica. No se realizó un análisis de sensibilidad. Los costes y beneficios no fueron combinados. Las conclusiones de los autores son que los sistemas robóticos actuales no aportan un beneficio significativo a la práctica quirúrgica habitual puesto que prolongan el tiempo quirúrgico e incrementan los costes.

Nakadi 2006 et al (20) realizan un ensayo clínico aleatorio para comparar la funduplicatura de Nissen asistida robóticamente frente a la laparoscópica en un solo centro. No hubo cegamiento de los pacientes. El tiempo quirúrgico global fue de 96 minutos en el grupo de cirugía laparoscópica y de 137 minutos en el grupo de cirugía robótica. El análisis de costes se realizó prospectivamente en la misma muestra de pacientes incluida en el análisis de la efectividad. Los costes indirectos no se consideraron. No se indicó la fuente de los costes. El procedimiento robótico fue más caro en relación con la instrumentación y material reusable, los costes de enfermería, los costes de inversión, y los costes de mantenimiento. La diferencia de costes totales fue estadísticamente significativa (5.907€ la cirugía laparoscópica frente a 27.561€ la cirugía robótica, $p < 0,01$). Si los costes de inversión y mantenimien-

to se ponen en relación con el tiempo de ocupación del quirófano los costes totales se reducen aunque la diferencia continua siendo estadísticamente significativa (5.167€ la cirugía laparoscópica frente a 6.973€ la cirugía robótica, $p < 0,01$). No se realizó un análisis de sensibilidad.

Heemskerk 2007a et al (21) calculan el coste por paciente usando los costes de admisión hospitalaria, tests postoperatorios diagnósticos, coste del material de la cirugía y los costes salariales del cirujano, asistente y enfermeras. La cirugía robótica resultó en mayores costes materiales que la cirugía laparoscópica (4.364€ frente a 3.376€, $p = 0,03$).

Müller-Stich 2007 et al (22) realizan un ensayo clínico aleatorio para comparar la funduplicatura de Nissen asistida robóticamente frente a la laparoscópica. Los costes incluyeron los gastos de personal y el uso del quirófano, así como los costes de dispositivos quirúrgicos (instrumentos desechables y reutilizables, cubiertas y trócares) y la duración de la estancia hospitalaria. Los costes iniciales de inversión del robot o de la torre de laparoscopia no fueron incluidos en el cálculo. La cirugía robótica resultó en mayores costes materiales que la cirugía laparoscópica (3.244€ frente a 2.743€, $p < 0,01$).

En resumen, los cuatro estudios que compararon los costes de la cirugía de funduplicatura de Nissen robótica con la laparoscópica encontraron unos costes superiores para la técnica robótica con unas diferencias comprendidas entre 501€ y 1.806€. El estudio con la diferencia más baja (501€) no incluyó los costes de adquisición del dispositivo.

Funduplicatura de Nissen pediátrica

Anderberg 2009 et al (23) comparan los costes de la cirugía robótica con la cirugía abierta y laparoscópica para la funduplicatura pediátrica. Los costes medios de la funduplicatura quirúrgica robótica (9.584€) fueron un 7% mayor que el coste medio de la cirugía laparoscópica (8.982€) y un 9% menor que los costes medios de los procedimientos quirúrgicos abiertos (10.521€).

Bypass gástrico

Hubens 2008 et al (24) tratan de estimar los costes del procedimiento robótico del bypass gástrico en Y de Roux y compararlo con los costes del procedimiento laparoscópico tradicional. Se comparan 45 pacientes intervenidos mediante cirugía robótica con 45 pacientes intervenidos mediante cirugía laparoscópica. El tiempo de cirugía total fue más corto para los casos

de cirugía laparoscópica (127 frente a 212 minutos; valor $p < 0,05$). La estancia hospitalaria postoperatoria no difirió entre los dos grupos, los pacientes permanecieron una media de 4,7 días después de la cirugía. Los costes de un procedimiento robótico en su institución son de 2.761€ mientras que los de un procedimiento laparoscópico tradicional son de 1.766€.

Curet 2009 et al (25) evalúan el coste-efectividad de la cirugía de bypass gástrico en Y de Roux robótica con la cirugía laparoscópica con grapas y la cirugía laparoscópica con cosido manual. Los costes totales fueron mayores para la técnica robótica (77.820\$) comparada con la técnica laparoscópica con grapas (66.153\$) pero no cuando se comparaba con la técnica laparoscópica con cosido manual (68.814\$).

Hagen 2011 et al (26) recogen datos de pacientes intervenidos de cirugía de bypass gástrico mediante las técnicas abierta (524), laparoscópica (323) y robótica (143). Ocurrieron significativamente menos complicaciones anastomóticas después de la cirugía abierta y robótica en comparación con la laparoscópica. Globalmente el bypass gástrico robótico (19.363\$) fue más barato cuando se comparó con la laparoscopia (21.697\$) y la cirugía abierta (23.000\$).

Scozzari 2011 et al (27) evalúan el bypass gástrico en Y de Roux laparoscópico asistido por robot en pacientes con obesidad mórbida y comparar los resultados con los de la técnica laparoscópica tradicional. Se comparan los resultados de 110 pacientes intervenidos mediante cirugía robótica con los de 423 pacientes intervenidos mediante laparoscopia estándar. Para la cirugía laparoscópica estándar el tiempo de cirugía fue significativamente más corto (187 frente a 248 minutos, $p < 0,01$). No hubo diferencia estadísticamente significativa en el tiempo de estancia hospitalaria. El coste por paciente fue 5.778€ y los costes por paciente para la técnica laparoscópica estándar fueron significativamente inferiores (4.658€, $p < 0,01$). No se incluye el coste de adquisición inicial del equipo.

En resumen tres de los cuatro estudios que compararon la cirugía de realización de bypass gástrico robótica con la laparoscópica encontraron la cirugía robótica más cara con diferencias comprendidas entre 995€ y 11.667\$. Un estudio encontró la cirugía robótica más barata cuando la comparaba tanto frente a la cirugía abierta como frente a la laparoscópica.

Resección colorectal

Delaney 2003 et al (28) comparan la cirugía colorrectal realizada robóticamente con la laparoscópica tradicional en un único centro. El número total de pacientes incluidos fue de 12. Las medidas de resultado primarias fueron: el tiempo quirúrgico, la pérdida de sangre, la longitud de la incisión, la dura-

ción de la estancia hospitalaria y la ocurrencia de complicaciones. El tiempo quirúrgico medio total fue de 217 minutos en el grupo de cirugía robótica y 150 minutos en el grupo de cirugía laparoscópica. La pérdida de sangre media fue de 100 mL en el grupo de cirugía robótica y de 88 mL en el grupo de cirugía laparoscópica. La longitud de la incisión fue de 4 cm en el grupo de cirugía robótica y de 3 cm en el grupo de cirugía laparoscópica. La duración de la estancia hospitalaria media fue de 3 días en el grupo de cirugía robótica y de 2,5 días en el grupo de cirugía laparoscópica. No se observaron complicaciones mayores en ninguno de los dos grupos. El estudio parece realizado bajo la perspectiva del hospital. Los datos de efectividad se derivan del mismo estudio. Los servicios sanitarios incluidos en la evaluación económica el quirófano, la equitación y otros servicios hospitalarios. No se incluyeron los costes de adquisición y mantenimiento del robot. Los costes indirectos no fueron considerados en la evaluación económica. Los costes hospitalarios no fueron significativamente diferentes entre los grupos (3.722\$ para cirugía robótica frente a 2.946\$ para cirugía laparoscópica). No se ofrecieron detalles sobre los componentes de cada uno de los costes incluidos. No se realizó un análisis de sensibilidad. Los costes y beneficios no fueron combinados. La conclusión de los autores es que la cirugía realizada robóticamente añade costes extraordinarios a los asociados con la cirugía laparoscópica estándar, incluso sin considerar los substanciales costes capitales del equipamiento robótico.

Rawlings 2007 et al (29) comparan el sistema robótico da Vinci y la laparoscopia para resecciones de colon. Las colectomías derechas incluidas fueron 17 robóticas y 15 laparoscópicas. Las colectomías sigmoideas fueron 13 robóticas y 12 laparoscópicas. El tiempo total de cirugía para las colectomías derechas fue de 219 minutos para la cirugía robótica y de 169 minutos para los procedimientos laparoscópicos ($p < 0,01$). El tiempo para las colectomías sigmoideas fue de 225 minutos para las robóticas y 199 minutos para los procedimientos laparoscópicos ($p = 0,13$). Para la colectomía derecha los costes hospitalarios totales fueron 9.255\$ para el procedimiento robótico y 8.073\$ para el laparoscópico ($p = 0,43$). Para la colectomía sigmoidea los costes hospitalarios totales fueron 12.335\$ para el procedimiento robótico y 10.697\$ para el laparoscópico ($p = 0,74$).

deSouza 2010 et al (30) evalúan los costes de la hemicolectomía derecha asistida robóticamente comparada con la laparoscopia convencional. Se comparan 40 hemicolectomías derechas robóticas con 135 laparoscópicas. El procedimiento robótico estuvo asociado con un tiempo quirúrgico más prolongado (159 versus 118 minutos). Un procedimiento robótico está asociado con mayor coste (15.192\$ frente a 12.362\$, valor $p < 0,01$).

Bertani 2011 et al (31) realizan un estudio con el objetivo de proporcionar un registro prospectivo de datos concernientes a resecciones de can-

cer colorrectal usando tres diferentes técnicas (abierta frente a laparoscópica frente a robótica) y definir el coste-efectividad, la calidad oncológica de la cirugía y la calidad de vida para cada modalidad de tratamiento. Cuarenta y cinco colectomías abiertas frente a 30 colectomías laparoscópicas frente a 34 colectomías robóticamente asistidas y 34 resecciones rectales abiertas frente a 52 resecciones rectales robóticas realizadas de manera electiva durante un periodo de 15 meses fueron comparadas. Los costes de depreciación del da Vinci fueron calculados asumiendo un total de procedimientos realizados de 780 casos por año. Considerando los costes hospitalarios la cirugía robótica fue más cara en comparación con los procedimientos abiertos o laparoscópicos principalmente debido a los costes de depreciación del da Vinci. La colectomía robótica fue 2.059€ más cara que la laparoscópica y 2.139€ más cara que la abierta. La resección rectal robótica estuvo asociada con un incremento en los costes de 1.356€ en comparación con la abierta.

En resumen las evaluaciones económicas que comparaban la cirugía de resección colorrectal robótica frente a la laparoscópica convencional muestran de manera homogénea que la nueva técnica es más costosa con una diferencia de costes que va desde 776\$ hasta 2.831\$. La menor diferencia encontrada fueron los 776\$ que indica Delaney 2003 en una comparación que no incluye los costes de adquisición y mantenimiento del robot. Cuando se compara la cirugía robótica frente a la cirugía abierta Bertani 2011 nos muestra unas diferencias de 2.139€ para colectomía y de 1.356€ para resecciones rectales.

Colecistectomía

Heemskerk 2005 et al (32) comparan la colecistectomía laparoscópica totalmente robótica usando el equipo quirúrgico da Vinci de cuatro brazos con la colecistectomía laparoscópica manual para el tratamiento de la colecistolitiasis sintomática en un único hospital. La población total del estudio fue de 24 pacientes. El seguimiento fue de dos semanas tras la cirugía. El análisis del estudio fue por intención de tratar. La variable principal del estudio fue el tiempo quirúrgico. Las variables secundarias fueron las complicaciones quirúrgicas y la estancia hospitalaria. El estudio encontró que la duración global del tiempo en el quirófano fue significativamente mayor en el grupo de colecistectomía robótica que en el grupo de colecistectomía laparoscópica estandar (150 minutos frente a 119 minutos; $p=0,04$). La duración de la admisión hospitalaria no difirió significativamente (2,7 días para pacientes robóticos frente a 2,3 días para pacientes laparoscópicos; $p=0,21$). La infección de la herida quirúrgica difirió entre los grupos pero no alcanzó significación estadística (25% para pacientes robóticos frente al 0% para pacientes laparoscópicos). La perspectiva adoptada en el análisis económico es la del hospital o el pagador de los cuidados de salud.

Los datos de efectividad derivan del mismo estudio. Los costes fueron los de la estancia hospitalaria, pruebas diagnósticas, materiales para la colecistectomía laparoscópica, instrumentos robóticos, salario calculado en función del tiempo quirúrgico), evaluación preoperatoria ambulatoria y seguimiento postoperatorio. Los costes indirectos no fueron incluidos. Indican que incluyendo los costes de material extra de los instrumentos específicos del equipo quirúrgico da Vinci resultó en unos costes totales significativamente mayores (3.329€ frente a 2.148€, $p < 0,01$) comparados con la colecistectomía laparoscópica estándar, con un coste incremental de 1.181€. No se encontró diferencia estadísticamente significativa en ningún componente del coste así que los resultados se debieron a los costes de los instrumentos robóticos (889€ por paciente). Los costes y beneficios no fueron combinados. No se consideraron los costes de adquisición y mantenimiento. No se realizó análisis de sensibilidad. La conclusión de los autores es que creen que la laparoscopia robótica proporciona múltiples beneficios potenciales frente a la laparoscopia convencional. El estudio mostró que la colecistectomía robótica es posible y segura. Sin embargo, los autores no pudieron encontrar beneficios convincentes para la asistencia robótica que justifiquen los costes incrementados y la mayor duración quirúrgica asociados.

Breitenstein 2008 et al (33) comparan los costes de la colecistectomía asistida robóticamente y la laparoscópica en pacientes con colecistolitiasis sintomática. En un hospital universitario de Suiza, un estudio prospectivo de casos emparejados se realizó en 50 pacientes consecutivos, sometidos a colecistectomía asistida por robot. Estos pacientes fueron emparejados 1:1 a 50 pacientes intervenidos mediante colecistectomía laparoscópica convencional, según la edad, el género, la puntuación de la Sociedad Americana de Anestesiólogos, la histología, y la experiencia quirúrgica. Las variables de resultado fueron las tasas de complicación, los tasas de conversión, los tiempos de cirugía y los costos hospitalarios. Los tiempos de cirugía y estancia hospitalaria no fueron significativamente diferentes entre la cirugía robótica y laparoscópica. Los costes totales del hospital fueron significativamente mayor para la colecistectomía asistida por robot (7.985\$), en comparación con la colecistectomía laparoscópica (6.255\$) ($p < 0,01$), con una diferencia cruda de 1.730\$. Esta diferencia se debió principalmente a la amortización del equipo (1.275\$ frente a 38\$ para la colecistectomía asistida por robot y laparoscópica, respectivamente) y de consumibles (1.126\$ frente a 495\$, respectivamente). Al controlar la edad, sexo, estado inflamación preoperatoria, y las comorbilidades, y excluyendo outliers, la diferencia de costes fue ligeramente menor: 1.606\$. En la sala de operaciones, los costos de la cirugía fueron comparables para asistida por robot y la colecistectomía laparoscópica convencional (698\$ frente a 642\$, respectivamente).

En resumen, los dos estudios que han publicado resultados comparando los costes de la cirugía de colecistectomía robótica con la laparoscópica

encontraron que la técnica robótica era más cara, con diferencias de 1.181€ y 1.606\$.

Pancreatectomía

Kang 2010 et al (34) comparan la pancreatectomía con conservación del bazo laparoscópica convencional y asistida robóticamente. La cirugía robótica les cuesta a los pacientes 8.305\$ que fue más del doble de la cantidad para el grupo laparoscópico 3.862\$. La diferencia total de costes fue principalmente derivada de los mayores costes quirúrgicos de la cirugía robótica.

Waters 2010 et al (35) comparan los costes de la pancreatectomía distal abierta, laparoscópica y robótica. El coste total ajustado fue de 11.904\$ para la pancreatectomía distal robótica frente a 16.059\$ y 12.986\$ para pancreatectomía distal abierta y laparoscópica ($p=0,41$). Este estudio presenta unos resultados favorables para la cirugía robótica tanto en comparación con la cirugía abierta como con la laparoscópica. Esta diferencia se debe a unos menores costes de estancia hospitalaria, con unas estancias de 4, 6 y 8 días para robótica, laparoscópica y abierta.

En resumen, dos estudios compararon la cirugía de pancreatectomía robótica con la laparoscópica obteniendo uno de ellos una cirugía robótica 4.443\$ más cara y el otro 996\$ más barata. El único estudio que comparó la pancreatectomía robótica con la abierta encontró la cirugía robótica 3.617\$ más barata.

Gastrectomía

Eom 2011 et al (36) comparan la realización quirúrgica y los resultados clínicos a corto plazo de la gastrectomía distal laparoscópica asistida robóticamente con la gastrectomía distal asistida laparoscópicamente en pacientes con cáncer gástrico distal. Desde abril del 2009 hasta agosto del 2010, 62 pacientes se intervinieron de gastrectomía distal asistida laparoscópicamente y 30 pacientes de gastrectomía distal laparoscópica asistida robóticamente por cáncer gástrico distal en el National Cancer Center de Korea. Los costes hospitalarios medios fueron mayores en el grupo de cirugía robótica, 11.402\$ frente a 6.071\$ ($p<0,001$).

Rectopexia

Heemskerk 2007b et al (37) comparan los costes de la rectopexia mediante laparoscopia convencional con la asistida robóticamente. Cuando se compa-

ran los costes de los procedimientos está claro que la rectopexia robótica es más cara que la convencional (3.673€ frente a 3.116€, $p=0,01$).

Esofagomiotomía

Prewitt 2008 et al (8) evalúan los costes del equipo quirúrgico robótico da Vinci en una institución académica grande. Los costes directos medios para cirugía de esofagomiotomía abierta y robótica fueron 5.151\$ y 7.691\$ respectivamente.

Cirugía bariátrica

Mühlmann 2003 et al (38) evalúan la factibilidad de la cirugía bariátrica laparoscópica robóticamente asistida y elucidar críticamente las ventajas técnicas y financieras y los resultados para los pacientes. Los procedimientos bariátricos laparoscópicos robóticamente asistidos fueron realizados en 10 pacientes consecutivos utilizando el sistema robótico da Vinci. Diez pacientes operados mediante laparoscopia convencional durante la curva de aprendizaje sirvieron como controles. Se calculó un análisis de costes. El tiempo de intervención medio fue de 137 minutos y 97 minutos respectivamente para cirugía robóticamente asistida y laparoscopia convencional ($p=0,04$). La estancia media hospitalaria fue de 3 días en ambos grupos. Los costes medios del procedimiento fueron significativamente mayores en el grupo asistido robóticamente (9.505\$) que en el grupo control (6.260\$, $p<0,001$). Esta diferencia resultó gracias al mayor tiempo quirúrgico (1.576\$), al uso de instrumentos especiales (1.487\$) y al uso de consumibles (182\$) en los procedimientos robóticos. El cálculo no refleja los costes adicionales de la asistencia técnica proporcionada por la compañía.

Tiroidectomía

Yoo 2011 et al (39) tratan de determinar si la cirugía robótica es superior a la cirugía endoscópica a través de una comparación de resultados quirúrgicos. Entre mayo del 2009 y febrero del 2011, 165 pacientes fueron intervenidos mediante tiroidectomía endoscópica (grupo endoscópico) y 46 pacientes fueron intervenidos mediante tiroidectomía robótica (grupo robótico). Ambos grupos de pacientes fueron similares en términos de estancia hospitalaria. Sin embargo el tiempo medio de intervención total para la tiroidectomía fue de 126 minutos en el grupo endoscópico y de 180 minutos en el grupo ro-

bótico ($p < 0,001$). El coste medio de la tiroidectomía robótica fue de 6.655\$, comparado con 829\$ de la tiroidectomía endoscópica ($p < 0,001$).

Cirugía Ginecológica

Se han localizado 12 artículos con datos de costes sobre cirugías ginecológicas para las siguientes indicaciones quirúrgicas: histerectomía (6), sacrocolpopexia (2), anastomosis tubárica (2), miomectomía (2).

Tabla 3. Diferencia del coste medio por procedimiento de la cirugía mediante da Vinci con cirugía abierta o laparoscópica. Las diferencias de costes positivas indican una cirugía robótica más costosa y las diferencias negativas una cirugía robótica menos costosa:

	Abierta	Laparoscópica
Histerectomía		
Bell 2008	-4.732\$	642\$
Barnett 2010	-1.371\$, 1.761\$	1.348\$, 2.189\$
Holtz 2010	—	1.469\$
Pasic 2010	—	1.971\$, 2.667\$
Sarlos 2010	—	1.916€
Martino 2011	—	—
Sacrocolpopexia		
Patel 2009	5.709\$	1.432\$
Judd 2010	2.716\$, 4.440\$	1.155\$, 2.879\$
Anastomosis tubárica		
Rodgers 2007	1.446\$	—
Dharia Patel 2008	2.031\$	—
Miomectomía		
Advincula 2007	6.587\$, 17.966\$	—
Nash 2011	20.758\$	—

Histerectomía

Bell 2008 et al (40) comparan los costes de la histerectomía y linfadenectomía para estadificación de cáncer de endometrio asistida robóticamente, mediante laparotomía y mediante laparoscopia. El coste medio total para la histerectomía con estadificación vía laparotomía fue de 12.944\$, para la laparoscopia estándar 7.570\$, y para la asistida robóticamente 8.212\$.

Barnett 2010 et al (41) usan un modelo de decisión para comparar los costes asociados con la histerectomía robótica, laparoscópica y abierta para el tratamiento del cáncer de endometrio. El modelo bajo una perspectiva social predice que la laparoscopia (10.128\$) es la técnica menos cara seguida

de la histerectomía robótica (11.476\$) y la histerectomía abierta (12.847\$). El modelo bajo una perspectiva hospitalaria incluyendo los costes del robot, la laparoscopia fue la menos cara (6.581\$) seguida de la abierta (7.009\$) y la histerectomía robótica (8.770\$).

Holtz 2010 et al (42) comparan los costes del estadiaje de cáncer de endometrio entre los métodos robóticamente asistido y laparoscópico tradicional. Se intervinieron 13 pacientes mediante cirugía robótica y 20 mediante cirugía laparoscópica. Intraoperatoriamente los procedimientos quirúrgicos asistidos robóticamente fueron de media 36 minutos más largos (192 frente a 156 minutos; $p=0,02$), pero estuvieron asociados con una pérdida de sangre significativamente menor (85 frente a 150 mL; $p=0,02$). Los costes de amortización y mantenimiento no fueron incluidos en la evaluación. Los costes hospitalarios totales fueron mayores para los procedimientos robóticamente asistidos (5.084\$ frente a 3.615\$, $p<0,01$)

Pasic 2010 et al (43) comparan los costes hospitalarios de mujeres intervenidas mediante histerectomía laparoscópica con o sin asistencia robótica en escenario de pacientes hospitalizados y ambulatorios. Tanto en pacientes hospitalizados como ambulatorios el uso de la asistencia robótica estuvo consistentemente asociado con un estadísticamente significativo mayor coste hospitalario medio por paciente. Los procedimientos con hospitalización con y sin asistencia robótica costaron 9.640\$ frente a 6.973\$, respectivamente. Los procedimientos ambulatorios con y sin asistencia robótica costaron 7.920\$ frente a 5.949\$, respectivamente.

Sarlos 2010 et al (44) comparan los costes de la histerectomía total asistida robóticamente con la histerectomía laparoscópica. Se intervinieron 40 pacientes mediante cirugía robótica y otros 40 pacientes mediante técnica laparoscópica. El tiempo de realización de la cirugía fue de 109 minutos para la cirugía robótica y de 83 minutos para la cirugía laparoscópica ($p<0,01$). Los costes quirúrgicos medios de una histerectomía laparoscópica asistida robóticamente fueron de 4.067€ comparados con los 2.151€ de un procedimiento laparoscópico convencional en su institución ($p<0,05$).

Martino 2011 et al (45) comparan el manejo del dolor postoperatorio y los costes en pacientes con cáncer de endometrio sometidos a histerectomía robóticamente asistida o laparoscópicamente asistida. Esto es un estudio de cohortes retrospectivas de todos los pacientes con cáncer de endometrio intervenidos entre septiembre de 2005 y junio de 2010 mediante histerectomía asistida robóticamente o asistida laparoscópicamente. Doscientos quince pacientes (101 robótica y 114 laparoscópica) cumplieron los criterios de inclusión. Los pacientes intervenidos robóticamente tuvieron un menor número de intervenciones medicamentosas iniciales (21 frente a 52, $p<0,001$) e intervenciones medicamentosas totales (162 frente a 219, $p<0,001$) que los pacientes intervenidos laparoscópicamente. Los pacientes intervenidos

robóticamente una menor puntuación inicial del dolor (2,1 frente a 3,0, $p=0,12$). Hubo una reducción del 50% en el coste de la medicación analgésica en el día de la cirugía para los pacientes intervenidos robóticamente (12,24\$ frente a 24,45\$, $p<0,01$) y una reducción del 56% para el resto de la estancia (3,63\$ frente a 8,17\$, $p<0,01$).

En resumen de los estudios de evaluación económica sobre histerectomía muestran en todos los estudios realizados que la técnica robótica es más costosa que la laparoscopia tradicional con un incremento del coste que varía entre 642\$ y 2.667\$. Cuando se compara la cirugía robótica con la cirugía abierta la nueva técnica resulta menos costosa en un estudio y en otro puede resultar menos costosa (perspectiva social) o más costosa (perspectiva hospitalaria) dependiendo de la perspectiva del análisis.

Sacrocolpopexia

Patel 2009 et al (46) comparan los costes y precios hospitalarios estimados a corto plazo para la sacrocolpopexia abierta, laparoscópica y asistida robóticamente. Los costes totales estimados para sacrocolpopexia abierta, laparoscópica y asistida robóticamente fueron 6.817\$, 11.094\$ y 12.526\$ respectivamente.

Judd 2010 et al (47) realizan un análisis de minimización de costes comparando la sacrocolpopexia asistida robóticamente, laparoscópica y abdominal. Para el modelo de robot existente la sacrocolpopexia robótica fue la más cara con 8.508\$ por procedimiento comparado con la sacrocolpopexia laparoscópica con 7.353\$ y la sacrocolpopexia abdominal con 5.792\$. La adición de los costes de adquisición y mantenimiento resulta en un aumento incremental de 581\$, 865\$ y 1.724\$ por procedimiento cuando estos costes se distribuyen sobre 60, 40 y 20 procedimientos por mes, respectivamente.

En resumen cuando se comparan los costes de la cirugía robótica y la laparoscópica ambos estudios encontraron que la cirugía robótica era más costosa con diferencias de costes comprendidas entre 1.155\$ y 2.879\$ según si se consideraban o no los costes de adquisición del robot. Cuando se comparaba la cirugía robótica con la cirugía abierta, también ambos estudios encontraron la cirugía robótica más costosa, con diferencias de costes de entre 2.716\$ y 5.709\$.

Anastomosis tubárica

Rodgers 2007 et al (48) comparan la anastomosis tubárica mediante sistema robótico con la minilaparotomía ambulatoria. Hubo 26 casos de anastomosis tubárica realizada mediante el robot y 41 casos realizados mediante minilapa-

rotomía ambulatoria. Los tiempos quirúrgicos para el robot y la minilaparotomía fueron 229 y 181 minutos respectivamente ($p<0,01$). El tiempo de retorno al trabajo fue significativamente más corto para el grupo de cirugía robótica, alrededor de una semana menos ($p=0,01$). La técnica robótica fue más costosa. La diferencia media en costes de los procedimientos fue de 1.446\$ ($p<0,01$).

Dharia Patel 2008 et al (1) comparan los costes y la efectividad de la anastomosis tubárica microquirúrgica con la realizada mediante laparotomía. El coste hospitalario para la reanastomosis tubárica robótica fue de 13.774\$, que fue superior al del procedimiento abierto 11.743\$. Sin embargo el coste por parto fue similar para el procedimiento robótico y abierto (92.488\$ frente a 92.206\$).

En resumen la cirugía de reanastomosis tubárica robótica resultó más costosa que la realizada mediante laparotomía con una diferencia de costes entre 1.446\$ y 2.031\$ aunque cuando se realizó un análisis costo-efectividad los costes por parto conseguido entre ambas técnicas se equipararon.

Miomectomía

Advincula 2007 et al (49) analizan el impacto financiero de la miomectomía laparoscópica asistida robóticamente con aquellos obtenidos mediante laparotomía tradicional. Los precios de la cirugía robótica son mayores que los de la cirugía abierta (36.031\$ frente a 18.065\$, $p<0,01$). Los reembolsos de la cirugía robótica también son mayores que los de la cirugía abierta (15.444\$ frente a 8.857\$, $p<0,01$).

Nash 2011 et al (50) comparan variables de resultado clínicas y de efectividad entre la miomectomía laparoscópica asistida robóticamente y la miomectomía abdominal. Se revisaron los registros de las primeras 27 miomectomías robóticas en la institución. Se seleccionaron pacientes comparables intervenidos de miomectomía abdominal. Los pacientes intervenidos mediante cirugía robótica tuvieron una estancia hospitalaria significativamente más corta (0,7 frente a 2,3 días, $p<0,01$). El tiempo de quirófano total fue más prolongado para la cirugía robótica (226 frente a 115 minutos, $p<0,01$). Los costes hospitalarios totales fueron un 44% mayores para la cirugía robótica (47.478\$ frente a 26.720\$, $p<0,01$).

Cirugía Cardiotorácica

Se han localizado 6 artículos con datos de costes sobre cirugías cardiotorácicas para las siguientes indicaciones quirúrgicas: reparación de válvula mitral

(2), cierre de defecto septal atrial (1), cirugía de revascularización miocárdica (1), bypass de arteria carótida (1), lobectomía pulmonar (1).

Tabla 4. Diferencia del coste medio por procedimiento de la cirugía mediante da Vinci con cirugía abierta o laparoscópica. Las diferencias de costes positivas indican una cirugía robótica más costosa y las diferencias negativas una cirugía robótica menos costosa:

	Abierta	Laparoscópica
Reparación de válvula mitral		
Morgan 2005	3.444\$	—
Kam 2010	623AUD\$	—
Cierre de defecto septal atrial		
Morgan 2005	3.773\$	—
Cirugía de revascularización miocárdica		
Poston 2008	7.218\$	—
Bypass de arteria carótida		
Prewitt 2008	-4.866\$	—
Lobectomía pulmonar		
Park 2008	—	—

Reparación de válvula mitral

Morgan 2005 et al (51) comparan los costes hospitalarios reales de procedimientos cardíacos asistidos robóticamente con las técnicas convencionales mediante esternotomía. Llevaron a cabo un análisis retrospectivo de los costes de los procedimientos de reparación de la válvula mitral desde la perspectiva del hospital, con los costes reales del hospital en lugar de los importes facturados. Los costes asociados con la cirugía se tomaron de la base de datos del hospital para 10 pacientes que se sometieron a reparación de válvula mitral asistida por robot y 10 que se sometieron a reparación de la válvula mitral a través de esternotomía tradicional. Morgan et al. no informaron acerca de cómo los pacientes fueron elegidos, sin embargo, los pacientes fueron incluidos de forma consecutiva, y las variables demográficas clínicas fueron similares. La estancia hospitalaria media fue de 5,3 días para cirugía robótica y de 7,8 días para esternotomía, sin embargo, esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($p=0,12$). Para evitar la variación interhospitalaria en los costos indirectos, sólo los costos directos se consideraron. Los gastos preoperatorios no fueron considerados, lo que parece ser una limitación del estudio. El costo de la tecnología robótica se amortizó suponiendo un coste de adquisición de 1 millón \$, un costo anual de mantenimiento de 100 mil \$, una vida útil de 5 años y 100 operaciones por año, lo que añade 2.800\$ a los gastos intraoperatorios de cada caso de cirugía robótica. Otros informes en gran

medida corroboran estas hipótesis, pero los costos actuales de adquisición puede ser más del orden de 1.5 millones \$. Según Morgan et al. cada caso de cirugía robótica requiere 3-4 instrumentos endoscópicos a un costo de aproximadamente 2.000\$ por instrumento, y cada instrumento tiene una vida útil de aproximadamente 10 procedimientos, dando un costo por caso de 800\$. La tecnología robótica no incrementa los costes hospitalarios totales para la reparación de la válvula mitral ($p=0,54$). Después de tener en cuenta los costos de amortización para el sistema robótico, el costo por caso fue de 3.444\$ más por la cirugía asistida por robot que para la cirugía convencional y este aumento fue estadísticamente significativo ($p<0,01$). Los costos asociados con el tiempo operatorio fue mayor para las cirugías asistidas por robot y este aumento de costes mostró una tendencia a la significación estadística ($p=0,07$). El estudio realizado por Morgan et al. no establece de forma definitiva si la cirugía asistida por robot es más o menos costoso que la cirugía tradicional, ya que este estudio es demasiado pequeño, no evalúa los costos preoperatorios, carece de una adecuada validación de los supuestos de amortización, y no se ocupa del coste-efectividad. A pesar de estas limitaciones, parece que el aumento de los costos importantes asociados con la cirugía robótica se debe a la adquisición y el mantenimiento de la unidad de cirugía robótica y un mayor tiempo de procedimiento. Aunque la estancia hospitalaria postoperatoria puede reducir durante los siguientes procedimientos asistidos por robot, esto no ha sido demostrado de manera concluyente. Otros estudios que tomen en cuenta todos los costos relevantes y los resultados son necesarios para evaluar el verdadero coste-efectividad de la asistencia robótica de reparación de válvula mitral.

Kam 2010 et al (52) realizan un análisis de costes de la reparación de válvula mitral robótica comparada directamente con la cirugía convencional. Se realizaron 107 reparaciones de la válvula mitral robóticas y 40 convencionales. Los costes hospitalarios medios sin incluir los costes de capital, no aumentaron significativamente (18.503AUD\$ frente a 17.880AUD\$ $p=0,18$). No se incluían los costes de adquisición y mantenimiento.

En resumen, los dos estudios que compararon la cirugía de reparación de válvula mitral robótica con la abierta encontraron una cirugía robótica más cara (3.444\$ y 623AUD\$).

Cierre de defecto septal atrial

Morgan 2005 et al (51) además de los casos de reparación de válvula mitral también compararon 10 cirugías de cierre del defecto del tabique auricular asistidas por robot con 10 realizadas a través de estereotomía. Las caracte-

rísticas del estudio fueron similares para ambos tipos de cirugías por lo que todo lo comentado para defecto de válvula mitral atrial puede aplicarse aquí también. La estancia hospitalaria media fue de 4,3 días para cirugía robótica y de 7,3 días para esternotomía, sin embargo, esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($p=0,20$). La tecnología robótica no incrementa los costes hospitalarios totales para el cierre del defecto septal atrial ($p=0,52$). Sin embargo cuando se incluye la inversión de capital inicial del robot a través de la amortización de costes institucionales, el coste total hospitalario se incrementó en 3.773\$ ($p=0,02$).

Cirugía de revascularización miocárdica

Poston 2008 et al (53) realizan un estudio de cohortes prospectivo para evaluar el impacto de la cirugía de revascularización miocárdica mediante injerto asistida robóticamente. Cuando se tienen en cuenta los costes de adquisición del robot la cirugía asistida robóticamente fue más costosa que la técnica abierta (23.398\$ frente a 16.180\$, valor $p<0,01$).

Bypass de arteria carótida

Prewitt 2008 et al (8) evalúan los costes del equipo quirúrgico robótico da Vinci en una institución académica grande. Se comparan 12 casos de bypass de arteria carótida realizados mediante cirugía robótica con 1.207 casos intervenidos mediante cirugía abierta. Los costes directos medios para cirugía de bypass de arteria carótida abierta y robótica fueron 19.026\$ y 14.160\$ respectivamente.

Lobectomía pulmonar

Park 2008 et al (54) evalúan el impacto financiero del empleo de técnicas mínimamente invasivas para la lobectomía comparadas con la toracotomía abierta tradicional. Los costes de la asistencia robótica de la cirugía torácica video asistida son menores que los de la toracotomía, pero mayores de los de la cirugía torácica video asistida.

En la tabla siguiente se muestran los datos sobre los costes de adquisición, mantenimiento y equipamiento del equipo de cirugía robótica de aquellos estudios que los presentaron.

Tabla 5. Costes de adquisición, mantenimiento y equipamiento del equipo de cirugía robótica:

Estudio	Costes adquisición	Costes mantenimiento anual	Casos anuales	Años de amortización	Costes robot por caso	Costes equipamiento por caso
Mühlman 2003	—	—	—	—	—	1.487\$
Lotan 2004	1.200.000\$	100.000\$	300	7	875\$	1.705\$
Morino 2004	—	—	—	—	—	1.184\$
Bhayani 2005	—	—	150	5	2.000\$	—
Heemskerk 2005	—	—	—	—	—	889€
Morgan 2005	1.000.000\$	100.000\$	100	5	2.800\$	—
Scales 2005	1.200.000\$	100.000\$	364	7	736\$	1.704\$
Morino 2006	—	—	—	—	—	1.454€
Nakadi 2006	—	—	—	5	15.175€	1.214€
Joseph 2008	1.000.000\$	—	—	—	—	4.805\$
Breitenstein 2008	1.275.000\$	127.500\$	300	5	1.275\$	1.126\$
Park 2008*	1.000.000\$	100.000\$	103	10	1.715\$	730\$
Poston 2008	1.480.000\$	139.000\$	100	5	4.309\$	10.606\$
Prewitt 2008	—	—	—	—	—	650\$
Anderberg 2009	—	—	—	5	959€	2.081€
Barnett 2010	1.650.000\$	149.000\$	324	7	1.292\$	2.210\$
Judd 2010	1.650.000\$	149.000\$	24	7	1.454\$	3.293\$
Smith 2010	—	—	288	5	2.303\$	1.635\$
Behan 2011	—	—	100	5 o 10	—	619\$
Bertani 2011	—	—	780	—	914€	3.153€
Scozzari 2011	—	—	—	—	—	1.582€

* Costes de adquisición no incluidos en su cálculo basal.

En la tabla siguiente se muestran los datos sobre la duración de realización de la cirugía en minutos y duración de la estancia hospitalaria en días para las técnicas robótica, laparoscópica o abierta según corresponda de aquellos estudios que los presentaron.

Tabla 6. Duración de realización de la cirugía en minutos y duración de la estancia hospitalaria en días para las técnicas robótica, laparoscópica o abierta según corresponda.

Estudio	Duración cirugía robótica	Duración cirugía laparoscópica	Duración cirugía abierta	Estancia robótica	Estancia laparoscópica	Estancia abierta
Advincula 2007	231	—	154	1,5	—	3,6
Anderberg 2009	207	207	129	3,8	5,2	7,9
Barnett 2010	192	213	147	1	1,2	4,4
Behan 2011	259	—	185	1,6	—	2,8
Bell 2008	184	171	109	2,3	2	4,0
Bertani 2011	194 260	210 —	133 164	5 6	5 —	6 7
Bhayani 2005	176	210	—	2,3	2,5	—

Estudio	Duración cirugía robótica	Duración cirugía laparoscópica	Duración cirugía abierta	Estancia robótica	Estancia laparoscópica	Estancia abierta
Bolenz 2010	—	—	—	1,6	1,8	2,5
Breitenstein 2008	55	50	—	4,6	4,8	—
Burguess 2006	225-262	—	196-202	—	—	—
Delaney 2003	217	150	—	3	2,5	—
deSouza 2010	159	118	—	5	5	—
Dharia Patel 2008	201	—	155	0,2	—	1,4
Eom 2011	229	189	—	7,9	7,8	—
Heemskerk 2005	150	119	—	2,7	2,3	—
Heemskerk 2007	176	135	—	4	4	—
Heemskerk 2007	152	113	—	3,5	4,3	—
Holtz 2010	193	156	—	1,7	1,7	—
Hubens 2008	212	127	—	4,7	4,7	—
Joseph 2008	—	—	—	<1	1,1	2,7
Judd 2010	328	269	170	1	1,8	2,7
Kam 2010	239	—	202	6,5	—	8,8
Kang 2010	349	258	—	7,1	7,3	—
Link 2006	174	135	—	—	—	—
Lotan 2004	140	200	160	1,2	1,3	2,5
Martin 2011	280	—	320	5	—	10
Morino 2004	169	115	—	5,7	5,4	—
Morino 2006	131	91	—	3,0	2,9	—
Mouraviev 2007	—	—	—	2,2	—	2,8-2,9
Mühlmann 2003	137	97	—	3	3	—
Müller-Stich 2007	88	102	—	2,9	3,3	—
Nakadi 2006	137	96	—	4,4	4,1	—
Nash 2011	226	—	114	0,7	—	2,3
Nazemi 2006	345	265-238	202	3	4	5
Pasic 2010	229 191	201 165	— —	1,4	1,5	—
Patel 2009	358	510	418	2	3	3
Poston 2008	348	—	246	3,8	—	6,4
Prewitt 2008	—	—	—	4,3	—	8,7
	—	—	—	1,6	—	5,6
	—	—	—	2,9	—	5,6
	—	—	—	8,5	—	12,4
Rawlings 2007	219	169	—	5,2	5,5	—
	225	199	—	6	6,6	—
Rodgers 2007	229	—	181	0,1	—	0,1
Sarlos 2010	109	83	—	3,3	3,9	—
Scales 2005	140	—	160	1,3	—	2,5
Scozzari 2011	248	187	—	7,8	8,3	—
Smith 2010	246	—	228	4,7	—	5,3
Waters 2010	298	224	234	4	6	8
Yoo 2011	180	126	—	2,9	3,0	—

Resumen de los resultados

Cuando se comparó el tiempo de cirugía entre la cirugía robótica y la laparoscópica esta fue más prolongada para la cirugía robótica en el 77% de las ocasiones (23 de 30 estudios). Cuando se comparó el tiempo de cirugía entre la cirugía robótica y la cirugía abierta esta fue más prolongada para la cirugía robótica en el 80% de las ocasiones (16 de 20 estudios).

Cuando se comparó el tiempo de estancia entre la cirugía robótica y la laparoscópica esta fue más corta para la cirugía robótica en el 59% de las ocasiones (19 de 32 estudios). Cuando se comparó el tiempo de estancia entre la cirugía robótica y la cirugía abierta esta fue más corta para la cirugía robótica en el 96% de las ocasiones (22 de 23 estudios).

Se analizaron los estudios que obtienen resultados de costes de la cirugía mediante equipo da Vinci comparada con la cirugía laparoscópica convencional o la cirugía abierta para los cuatro grandes bloques quirúrgicos incluidos: cirugía urológica, cirugía general y digestiva, cirugía ginecológica y cirugía cardiotorácica.

Cuando se comparó con la cirugía laparoscópica los costes de la cirugía robótica supusieron un incremento del 54% para la cirugía urológica, del 68% para la cirugía general y del 35% para la cirugía ginecológica.

Si comparamos la cirugía robótica con la cirugía abierta los costes se incrementaron en un 28% para la cirugía urológica, un 7% para la cirugía general, un 46% para la cirugía ginecológica y un 17% para la cirugía cardiotorácica.

Cuando se compara con la cirugía laparoscópica las 16 indicaciones quirúrgicas incluidas supusieron unos mayores costes para la cirugía robótica con incrementos de costes que variaron entre un 7% y un 703% (ver tabla 7).

Tabla 7. Diferencia de costes expresada en porcentaje para los distintos tipos de cirugía comparado con cirugía laparoscópica:

Tipo de cirugía (nº estudios)	Diferencia de costes (%)
Tiroidectomía (1)	703
Pieloplastia (1)	168
Gastrectomía (1)	88
Adrenalectomía (3)	56
Pancreatectomía (2)	53
Cirugía bariátrica (1)	52
Funduplicatura de Nissen (4)	47
Histerectomía (5)	41
Colecistectomía (2)	41

Tipo de cirugía (n° estudios)	Diferencia de costes (%)
Bypass gástrico (3)	32
Prostatectomía radical (3)	26
Resección colorectal (4)	23
Sacrocolpexia (2)	20
Rectopexia (1)	18
Nefrectomía radical (1)	18
Funduplicatura de Nissen pediátrica (1)	7

Cuando se compara la cirugía robótica con la cirugía abierta 11 tipos de cirugía presentaron mayores costes para la cirugía robótica (incremento entre el 14 y el 84%) pero 7 tipos de cirugía presentaron menores costes para la cirugía robótica: histerectomía, funduplicatura de Nissen pediátrica, cistectomía radical, adrenalectomía, bypass gástrico, bypass de arteria carótida y pancreatomectomía (reducción entre el 6 y el 26%) (ver tabla 8).

Tabla 8. Diferencia de costes expresada en porcentaje para los distintos tipos de cirugía comparado con cirugía abierta:

Tipo de cirugía (n° estudios)	Diferencia de costes (%)
Miomectomía (2)	84
Pieloplastia (1)	79
Sacrocolpexia (2)	73
Prostatectomía radical (7)	52
Esofagomiotomía (1)	49
Cirugía de revascularización miocárdica (1)	45
Cierre de defecto septal atrial (1)	35
Resección colorrectal (1)	20
Anastomosis tubárica (1)	17
Nefrectomía radical (2)	17
Reparación de válvula mitral (2)	14
Histerectomía (2)	-6
Funduplicatura de Nissen pediátrica (1)	-9
Cistectomía radical (4)	-10
Adrenalectomía (1)	-11
Bypass gástrico (1)	-16
Bypass de arteria carótida (1)	-26
Pancreatomectomía (1)	-26

Discusión

En ninguno de los estudios analizados se consideran los costes del aprendizaje de la nueva técnica, aunque estos costes hay que tener en cuenta que son difíciles de estimar y por otro lado también la técnica usada como comparador (laparoscópica o abierta) requirió una inversión inicial de aprendizaje.

Dado que una de las principales ventajas de la cirugía robótica es la disminución de la estancia hospitalaria, la cirugía robótica resultará más beneficiosa en centros médicos donde los costes de hospitalización sean más elevados.

Algunas de las indicaciones para las que se ha encontrado una diferencia de costes favorable a la cirugía robótica cuando se comparaba con la cirugía abierta proceden de estudios aislados por lo que serían convenientes nuevos estudios para estas indicaciones que corroborasen o refutasen dichos hallazgos.

Sólo uno de los estudios (1) realiza un análisis del tipo coste-efectividad presentado los costes por nacimiento para la cirugía de reanastomosis tubárica. Los demás estudios realizan simplemente análisis de costes.

Un artículo (45) considera los costes del tratamiento analgésico durante el postoperatorio encontrando diferencias entre la cirugía robótica y la laparoscópica aunque estos costes son muy pequeños en comparación con los costes totales de las intervenciones.

Conclusiones

Cuando se compara con la cirugía laparoscópica todas las indicaciones quirúrgicas incluidas en esta revisión supusieron mayores costes para la cirugía robótica.

Cuando se compara la cirugía robótica con la cirugía abierta algunos tipos de cirugía presentaron mayores costes para la cirugía robótica pero otros tipos de cirugía presentaron menores costes para la cirugía robótica: histerectomía, funduplicatura de Nissen pediátrica, cistectomía radical, adrenalectomía, bypass gástrico, bypass de arteria carótida y pancreatetectomía.

Es necesaria la elaboración de una evaluación económica completa que evalúe el coste-efectividad incremental de la cirugía robótica frente a la cirugía abierta y laparoscópica para establecer conclusiones sobre la eficiencia de la tecnología respecto a las alternativas.

Anexo I: Estrategias de Búsqueda

Las estrategias de búsqueda utilizadas fueron las que se indican a continuación.

Pubmed

Para la búsqueda en la base de datos Medline a través de Pubmed se utilizaron las estrategias:

Estrategia 1: (Da Vinci OR robotic surgery) AND (cost OR efficiency)

Estrategia 2: ((“General Surgery”[Mesh] AND “Robotics”[Mesh]) OR vinci[All Fields] OR “Da Vinci”[All Fields] OR “Da-Vinci”[All Fields] OR Davinci[All Fields] OR “robotic* surgery”[All Fields]) AND (cost[All Fields] OR efficiency[All Fields] OR “Health Care Costs”[Mesh] OR “Efficiency”[Mesh])

Embase

‘surgery’/exp AND ‘robotics’/exp OR vinci:ab,ti OR ‘da vinci’:ab,ti OR ‘davinci’:ab,ti OR davinci:ab,ti OR ‘robotic surgery’:ab,ti AND (cost:ab,ti OR efficiency:ab,ti OR ‘health care cost’/exp OR ‘efficiency’/exp)

Biblioteca Cochrane Plus

(VINCI OR “ROBOTIC SURGERY”) AND (COST OR EFFICIENCY)

CRD

Para la búsqueda en las bases de datos DARE, NHS, HTA incluidas en el CRD de la Universidad de York se utilizaron las estrategias:

Estrategia 1: Da Vinci OR robotic surgery

Estrategia 2: ((vinci) OR (da vinci) OR (da-vinci) OR (davinci) OR (robotic surgery)) AND ((MeSH DESCRIPTOR Health Care Costs EXPLODE ALL TREES) OR (cost) OR (efficiency))

Tripdatabase

(vinci OR “robotic surgery”) AND (cost OR “efficacy”)

Anexo II: Artículos excluidos

De entre los artículos seleccionados para revisar a texto completo se excluyeron los siguientes por los motivos indicados:

Barnett J, Judd J, Wu J, Myers E, Havrilesky L. Comparison of costs between robotic, laparoscopic and open approaches to the treatment of endometrial cancer. *Gynecol Oncol* 2010;116(3):S24.

Comunicación en congreso

Bolenz C, Gupta A, Hotze T, Ho R, Cadeddu JA, Roehrborn CG, et al. Cost comparison of robotic, laparoscopic and open radical prostatectomy. *Eur Urol Suppl* 2009;8(4):364.

Comunicación en congreso

Chang TT, Palazzo F, Duh QY. Robotic and laparoscopic inguinal hernia repair - A case-matched study. *Surg Endosc Interv Tech* 2011;25:S368.

Comunicación en congreso

Collinson FJ, Jayne DG, Pigazzi A, Tsang C, Barrie JM, Edlin R, et al. An international, multicentre, prospective, randomised, controlled, unblinded, parallel-group trial of robotic-assisted versus standard laparoscopic surgery for the curative treatment of rectal cancer. *Int J Colorectal Dis* 2011;1-9.

No disponible artículo a texto completo

Cooperberg M, Ramakrishna N, Duff S, Hughes K, Sadownik S, Smith J, et al. Primary treatments for clinically localized prostate cancer: Systematic review and cost-utility analysis. *J Urol* 2011;185(4):e140-e141.

Comunicación en congreso

Dorairajan LN, Hemal AK. Lower urinary tract fistula: the minimally invasive approach. *Curr Opin Urol* 2009 Nov;19(6):556-62.

Revisión sistemática de la efectividad

Ferguson J, Langston J, Selph P, Smith A, Raynor M, Nielsen M, et al. Cost analysis of robotic-assisted radical cystectomy versus open radical cystectomy utilizing a prospective, randomized cohort. *J Urol* 2011;185(4):e35-e36.

Comunicación en congreso

- Frick AC, Barber MD, Jelovsek JE, Fu Z, Chen G, Paraiso MR. Cost analysis of laparoscopic versus robotic sacrocolpopexy in a randomized controlled trial. *J Pelvic Med Surg* 2011;17(2):S17.
Comunicación en congreso
- Frota R, Turna B, Barros R, Gill IS. Comparison of radical prostatectomy techniques: open, laparoscopic and robotic assisted. *Int Braz J Urol* 2008 May;34(3):259-68.
Revisión sistemática de la efectividad
- Hanna RK, Cantrell LA, Gehrig PA, Mendivil A, Boggess JF. A cost analysis of robotic surgery as compared with conventional laparoscopy for endometrial cancer staging. *Gynecol Oncol* 2009;112(2):S166-S167.
Comunicación en congreso
- Hilaris GE, Tsubois T, Konstantopoulos V, Pavlakis K. Feasibility, safety, and cost outcomes of laparoscopic management of early endometrial and cervical malignancy. *JSLs* 2009 Oct;13(4):489-95.
Evaluación de la efectividad de la cirugía laparoscópica
- Hohwu L, Borre M, Ehlers L, Venborg Pedersen K. A short-term cost-effectiveness study comparing robot-assisted laparoscopic and open retro-pubic radical prostatectomy. *J Med Econ* 2011;14(4):403-9.
No disponible artículo a texto completo
- Hohwu L, Ehlers L, Borre M, Pedersen KV. Cost-effectiveness study of robot-assisted laparoscopic versus open retro-pubic radical prostatectomy. *Eur Urol Suppl* 2010;9(5):505.
Comunicación en congreso
- Hohwu L, Ehlers L, Borre M, Pedersen KV. Robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy versus retro-pubic radical prostatectomy: A cost-effectiveness study. *Eur Urol Suppl* 2010;9(2):289.
Comunicación en congreso
- Judd JP, Kline RC, Bazzett L, Yau L. Robotic-assisted laparoscopy in comparison to open laparotomy for the treatment and staging of endometrial cancer. *J Pelvic Med Surg* 2009;15(2):58.
Comunicación en congreso
- Kam JK, Almeida AA, Smith JA. A cost-benefit analysis of robotic mitral valve repair in Australia. *Innov Technol Tech Cardiothorac Vasc Surg* 2009;4(3):169.
Comunicación en congreso

- Kozinn S, Mandeville J, Hamawy K, Sorcini A, Canes D, Moinzadeh A. Robotic versus open ureteral reimplantation for distal ureter benign stricture disease. *J Endourol* 2009;23:A137.
Comunicación en congreso
- Kural AR, Atug F, Tufek I, Akpınar H. Robot-assisted partial nephrectomy versus laparoscopic partial nephrectomy: comparison of outcomes. *J Endourol* 2009 Sep;23(9):1491-7.
Evaluación de la efectividad
- Landeem LB, Bell MC, Hubert HB, Bennis LY, Knutsen-Larson SS, Seshadri-Kreaden U. Clinical and cost comparisons for hysterectomy via abdominal, standard laparoscopic, vaginal and robot-assisted approaches. *S D Med* 2011 Jun;64(6):197-9, 201, 203.
No disponible artículo a texto completo
- Laungani RG, Shah NL. The economics of robotic urologic surgery in the United States and its role within a community hospital and cancer center. *Eur Urol Suppl* 2010;9(5):507.
Comunicación en congreso
- Lee R, Ng CK, Shariat SF, Borkina A, Guimento R, Brumit KF, Scherr DS. The economics of robotic cystectomy: Cost comparison of open versus robotic cystectomy. *BJU Int* 2011Apr. 18 [epub ahead of print]. *J Endourol* 2011;25(8):1242-3.
No disponible artículo a texto completo
- Lee R, Ng CK, Shariat SF, Borkina A, Guimento R, Brumit KF, et al. A cost comparison of open versus robotic cystectomy. *J Men's Health* 2010;7(3):313.
Comunicación en congreso
- Lee R, Chughtai B, Herman M, Shariat SF, Scherr DS. Cost-analysis comparison of robot-assisted laparoscopic radical cystectomy (RC) vs open RC. *BJU Int* 2011;108(6 B):976-83.
Revisión sistemática de evaluaciones económicas
- Lehr EJ, Rodriguez E, Nifong LW, Chitwood WR. Robotic mitral valve surgery. *Eur Surg Acta Chir Austriaca* 2011.
Revisión sistemática de la efectividad
- Likes C, Behera M, Judd J, Barnett JC, Havrilesky L, Wu J. Cost minimization analysis of abdominal, laparoscopic, and robotic-assisted myomec-tomies. *J Pelvic Med Surg* 2010;16(2):S11.
Comunicación en congreso

- Lotan Y. Economics of robotics in urology. *Curr Opin Urol* 2010 Jan;20(1):92-7.
Revisión sistemática de artículos de evaluación económica
- Lum DA, Chan JK, Urban R, Yu X. Disparities associated with use of robotic vs. Laparoscopic vs. Open surgery for endometrial cancer - A statewide analysis of 540 patients. *J Minimally Invasive Gynecol* 2010;17(6):S26.
Comunicación en congreso
- Mandeville J, Tsai S, Sorcini A, Libertino J, Canes D, Moinzadeh A. Open versus robot-assisted radical cystectomy: Comparison of early outcomes and cost. *J Endourol* 2009;23:A54-A55.
Comunicación en congreso
- Martino M, Kimmel S, Miller R, Schindler J, Shubella J, Williams S, et al. A cost analysis of postoperative pain management in patients with endometrial cancer: Robotics versus laparoscopy. *Gynecol Oncol* 2011;120:S81.
Comunicación en congreso
- Patel M, Sullivant DO, Tulikangas P. A comparison of costs for abdominal, laparoscopic and robot-assisted sacral colpopexy. *J Pelvic Med Surg* 2008;14(4):233.
Comunicación en congreso
- Rassweiler J, Hruza M, Teber D, Su LM. Laparoscopic and robotic assisted radical prostatectomy—critical analysis of the results. *Eur Urol* 2006 Apr;49(4):612-24.
Revisión sistemática de la efectividad
- Sarlos D, Kots LV, Stevanovic N, Schar G. Robotic hysterectomy versus conventional laparoscopic hysterectomy: Costs and preliminary results of a randomized controlled trial. *Arch Gynecol Obstet* 2010;282:S11-S12.
Comunicación en congreso
- Scribner D, Andre T, Gould N, Mann W. Cost analysis of da Vinci laparoscopic hysterectomies versus standard laparoscopic hysterectomies. *Gynecol Oncol* 2010;116(3):S50-S51.
Comunicación en congreso
- Shah N, Wright K, Jonsdottir G, Jorgensen S, Einarrson J, Muto M. Comparing robotic hysterectomy with alternate operative strategies for endometrial cancer: A feasibility analysis of cost equivalence from the societal perspective. *Gynecol Oncol* 2011;120:S125-S126.
Comunicación en congreso

- Sleeper J, Cost N, Lotan Y. Cost comparison of robotic-assisted and laparoscopic pyeloplasty. *J Urol* 2011;185(4):e378.
Comunicación en congreso
- Sleeper J, Lotan Y. Cost-effectiveness of robotic-assisted laparoscopic procedures in urologic surgery in the USA. *Expert Rev Med Devices* 2011 Jan;8(1):97-103.
Revisión sistemática de artículos de evaluación económica
- Unnirevi J, Reynoso J, Kothari V, Dolghi O, Oleynikov D. How does the robot affect outcomes? A retrospective review of laparoscopic, robotic and open heller myotomy with gastric fundoplication. *Surg Endosc Interv Tech* 2011;25:S366.
Comunicación en congreso
- Vaknin Z, Lau S, Agnihotram R, Drummond N, Halliday D, Gotlieb R, et al. Clinical and economic impact following the introduction of robotics for endometrial cancer staging. *Gynecol Oncol* 2011;120:S125.
Comunicación en congreso
- Van Dam P, Hauspy J, Verkinderen L, Trinh XB, van Dam PJ, Van LL, et al. Are costs of robot-assisted surgery warranted for gynecological procedures?. *Obstet Gynecol Int* 2011;2011:973830.
Revisión sistemática de estudios de evaluación económica
- Vanni A, Bennett K, Ng L, Stoffel J. Outcome and cost comparison between open and robotic ileovesicostomy for the neurogenic bladder patient. *Neurourol Urodyn* 2010;29(2):322.
No disponible artículo a texto completo
- White V, Archer N, Reeder S, Kim K, Buffington C. Overcoming the cost of robotic innovation with roux-en-y gastric bypass (RYGBP). *Obes Surg* 2011;21(8):1064.
No disponible artículo a texto completo
- Yu X, Brooks R, Lum D, Kiet T, Fuh K, Brooks R, et al. Trends in utilization and cost of minimally invasive robotic surgery for endometrial cancer: A statewide analysis of 2296 patients. *Gynecol Oncol* 2011;120:S21-S22.
Comunicación en congreso
- Zhao L, Helfand B, Rebeck DA, Casey J, Navai N, Catalona W, et al. Comparative cost analysis between open and robotic prostatectomy: A single-institution experience. *J Endourol* 2010;24:A99.
Comunicación en congreso

Bibliografía

1. Dharia Patel SP, Steinkampf MP, Whitten SJ, Malizia BA. Robotic tubal anastomosis: surgical technique and cost effectiveness. *Fertil Steril* 2008 Oct;90(4):1175-9.
2. Burgess SV, Atug F, Castle EP, Davis R, Thomas R. Cost analysis of radical retropubic, perineal, and robotic prostatectomy. *J Endourol* 2006 Oct;20(10):827-30.
3. Behan JW, Kim SS, Dorey F, De Filippo RE, Chang AY, Hardy BE, et al. Human capital gains associated with robotic assisted laparoscopic pyeloplasty in children compared to open pyeloplasty. *J Urol* 2011;186(4 SUPPL.):1663-7.
4. Lotan Y, Cadeddu JA, Gettman MT. The new economics of radical prostatectomy: cost comparison of open, laparoscopic and robot assisted techniques. *J Urol* 2004 Oct;172(4 Pt 1):1431-5.
5. Scales CD, Jr., Jones PJ, Eisenstein EL, Preminger GM, Albala DM. Local cost structures and the economics of robot assisted radical prostatectomy. *J Urol* 2005 Dec;174(6):2323-9.
6. Mouraviev V, Nosnik I, Sun L, Robertson CN, Walther P, Albala D, et al. Financial comparative analysis of minimally invasive surgery to open surgery for localized prostate cancer: a single-institution experience. *Urology* 2007 Feb;69(2):311-4.
7. Joseph JV, Leonhardt A, Patel HRH. The cost of radical prostatectomy: retrospective comparison of open, laparoscopic, and robot-assisted approaches. *J Robotic Surg* 2008;2:21-4.
8. Prewitt R, Bochkarev V, McBride CL, Kinny S, Oleynikov D. The patterns and costs of the Da Vinci robotic surgery system in a large academic institution. *J Robotic Surg* 2008;2:17-20.
9. Bolenz C, Gupta A, Hotze T, Ho R, Cadeddu JA, Roehrborn CG, et al. Cost comparison of robotic, laparoscopic, and open radical prostatectomy for prostate cancer. *Eur Urol* 2010 Mar;57(3):453-8.
10. Morino M, Beninca G, Giraud G, Del Genio GM, Rebecchi F, Garrone C. Robot-assisted vs laparoscopic adrenalectomy: a prospective randomized controlled trial. *Surg Endosc* 2004 Dec;18(12):1742-6.
11. Winter JM, Talamini MA, Stanfield CL, Chang DC, Hundt JD, Dackiw AP, et al. Thirty robotic adrenalectomies: a single institution's experience. *Surg Endosc* 2006 Jan;20(1):119-24.
12. Brunaud L, Ayav A, Zarnegar R, Rouers A, Klein M, Boissel P, et al. Prospective evaluation of 100 robotic-assisted unilateral adrenalectomies. *Surgery* 2008 Dec;144(6):995-1001.

13. Smith A, Kurpad R, Lal A, Nielsen M, Wallen EM, Pruthi RS. Cost analysis of robotic versus open radical cystectomy for bladder cancer. *J Urol* 2010 Feb;183(2):505-9.
14. Lee R, Ng CK, Shariat SF, Borkina A, Guimento R, Brumit KF, et al. The economics of robotic cystectomy: cost comparison of open versus robotic cystectomy. *BJU Int* 2011 Apr 18.
15. Martin AD, Nunez RN, Castle EP. Robot-assisted Radical Cystectomy Versus Open Radical Cystectomy: A Complete Cost Analysis. *Urology* 2011 Mar;77(3):621-5.
16. Nazemi T, Galich A, Sterrett S, Klingler D, Smith L, Balaji KC. Radical nephrectomy performed by open, laparoscopy with or without hand-assistance or robotic methods by the same surgeon produces comparable perioperative results. *Int Braz J Urol* 2006 Jan;32(1):15-22.
17. Bhayani SB, Link RE, Varkarakis JM, Kavoussi LR. Complete da Vinci versus laparoscopic pyeloplasty: cost analysis. *J Endourol* 2005 Apr;19(3):327-32.
18. Link RE, Bhayani SB, Kavoussi LR. A prospective comparison of robotic and laparoscopic pyeloplasty. *Ann Surg* 2006 Apr;243(4):486-91.
19. Morino M, Pellegrino L, Giaccone C, Garrone C, Rebecchi F. Randomized clinical trial of robot-assisted versus laparoscopic Nissen fundoplication. *Br J Surg* 2006 May;93(5):553-8.
20. Nakadi IE, Melot C, Closset J, DeMoor V, Betroune K, Feron P, et al. Evaluation of da Vinci Nissen fundoplication clinical results and cost minimization. *World J Surg* 2006 Jun;30(6):1050-4.
21. Heemskerk J, van Gemert WG, Greve JW, Bouvy ND. Robot-assisted versus conventional laparoscopic Nissen fundoplication: a comparative retrospective study on costs and time consumption. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 2007 Feb;17(1):1-4.
22. Muller-Stich BP, Reiter MA, Wentz MN, Bintintan VV, Koninger J, Buchler MW, et al. Robot-assisted versus conventional laparoscopic fundoplication: short-term outcome of a pilot randomized controlled trial. *Surg Endosc* 2007 Oct;21(10):1800-5.
23. Anderberg M, Kockum CC, Arnbjornsson E. Paediatric robotic surgery in clinical practice: a cost analysis. *Eur J Pediatr Surg* 2009 Oct;19(5):311-5.
24. Hubens G, Balliu L, Ruppert M, Gypen B, Van TT, Vaneerdeweg W. Roux-en-Y gastric bypass procedure performed with the da Vinci robot system: is it worth it? *Surg Endosc* 2008 Jul;22(7):1690-6.
25. Curet M, Curet M, Solomon H, Lui G, Morton J. Comparison of hospital charges between robotic, laparoscopic stapled, and laparoscopic handsewn Roux-en-Y gastric bypass. *J Robot Surg* 2009;3:75-8.

26. Hagen ME, Pugin F, Chassot G, Huber O, Buchs N, Iranmanesh P, et al. Reducing Cost of Surgery by Avoiding Complications: the Model of Robotic Roux-en-Y Gastric Bypass. *Obes Surg* 2011 May 3.
27. Scozzari G, Rebecchi F, Millo P, Rocchietto S, Allieta R, Morino M. Robot-assisted gastrojejunal anastomosis does not improve the results of the laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass. *Surg Endosc* 2011 Feb;25(2):597-603.
28. Delaney CP, Lynch AC, Senagore AJ, Fazio VW. Comparison of robotically performed and traditional laparoscopic colorectal surgery. *Dis Colon Rectum* 2003 Dec;46(12):1633-9.
29. Rawlings AL, Woodland JH, Vegunta RK, Crawford DL. Robotic versus laparoscopic colectomy. *Surg Endosc* 2007 Oct;21(10):1701-8.
30. deSouza AL, Prasad LM, Park JJ, Marecik SJ, Blumetti J, Abcarian H. Robotic assistance in right hemicolectomy: is there a role? *Dis Colon Rectum* 2010 Jul;53(7):1000-6.
31. Bertani E, Chiappa A, Biffi R, Bianchi PP, Radice D, Branchi V, et al. Assessing appropriateness for elective colorectal cancer surgery: clinical, oncological, and quality-of-life short-term outcomes employing different treatment approaches. *Int J Colorectal Dis* 2011;1-11.
32. Heemskerk J, van DR, van Gemert WG, Beets GL, Greve JW, Jacobs MJ, et al. First results after introduction of the four-armed da Vinci Surgical System in fully robotic laparoscopic cholecystectomy. *Dig Surg* 2005;22(6):426-31.
33. Breitenstein S, Nocito A, Puhan M, Held U, Weber M, Clavien PA. Robotic-assisted versus laparoscopic cholecystectomy: outcome and cost analyses of a case-matched control study. *Ann Surg* 2008 Jun;247(6):987-93.
34. Kang CM, Kim DH, Lee WJ, Chi HS. Conventional laparoscopic and robot-assisted spleen-preserving pancreatectomy: does da Vinci have clinical advantages? *Surg Endosc* 2010 Dec 7.
35. Waters JA, Canal DF, Wiebke EA, Dumas RP, Beane JD, guilar-Saavedra JR, et al. Robotic distal pancreatectomy: cost effective? *Surgery* 2010 Oct;148(4):814-23.
36. Eom BW, Yoon HM, Ryu KW, Lee JH, Cho SJ, Lee JY, et al. Comparison of surgical performance and short-term clinical outcomes between laparoscopic and robotic surgery in distal gastric cancer. *Eur J Surg Oncol* 2011.
37. Heemskerk J, de Hoog DE, van Gemert WG, Baeten CG, Greve JW, Bouvy ND. Robot-assisted vs. conventional laparoscopic rectopexy for rectal prolapse: a comparative study on costs and time. *Dis Colon Rectum* 2007 Nov;50(11):1825-30.
38. Muhlmann G, Klaus A, Kirchmayr W, Wykypiel H, Unger A, Holler E, et al. DaVinci(registered trademark) Robotic-Assisted Laparoscopic

- Bariatric Surgery: Is it Justified in a Routine Setting? *Obes Surg* 2003;13(6):848-54.
39. Yoo H, Chae BJ, Park HS, Kim KH, Kim SH, Song BJ, et al. Comparison of surgical outcomes between endoscopic and robotic thyroidectomy. *J Surg Oncol* 2011.
 40. Bell MC, Torgerson J, Seshadri-Kreaden U, Suttle AW, Hunt S. Comparison of outcomes and cost for endometrial cancer staging via traditional laparotomy, standard laparoscopy and robotic techniques. *Gynecol Oncol* 2008 Dec;111(3):407-11.
 41. Barnett JC, Judd JP, Wu JM, Scales CD, Jr., Myers ER, Havrilesky LJ. Cost comparison among robotic, laparoscopic, and open hysterectomy for endometrial cancer. *Obstet Gynecol* 2010 Sep;116(3):685-93.
 42. Holtz DO, Miroshnichenko G, Finnegan MO, Chernick M, Dunton CJ. Endometrial cancer surgery costs: robot vs laparoscopy. *J Minim Invasive Gynecol* 2010 Jul;17(4):500-3.
 43. Pasic RP, Rizzo JA, Fang H, Ross S, Moore M, Gunnarsson C. Comparing robot-assisted with conventional laparoscopic hysterectomy: impact on cost and clinical outcomes. *J Minim Invasive Gynecol* 2010 Nov;17(6):730-8.
 44. Sarlos D, Kots L, Stevanovic N, Schaer G. Robotic hysterectomy versus conventional laparoscopic hysterectomy: outcome and cost analyses of a matched case-control study. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2010 May;150(1):92-6.
 45. Martino MA, Shubella J, Thomas MB, Morcrette RM, Schindler J, Williams S, et al. A cost analysis of postoperative management in endometrial cancer patients treated by robotics versus laparoscopic approach. *Gynecol Oncol* 2011.
 46. Patel M, O'Sullivan D, Tulikangas PK. A comparison of costs for abdominal, laparoscopic, and robot-assisted sacral colpopexy. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 2009 Feb;20(2):223-8.
 47. Judd JP, Siddiqui NY, Barnett JC, Visco AG, Havrilesky LJ, Wu JM. Cost-minimization analysis of robotic-assisted, laparoscopic, and abdominal sacrocolpopexy. *J Minim Invasive Gynecol* 2010 Jul;17(4):493-9.
 48. Rodgers AK, Goldberg JM, Hammel JP, Falcone T. Tubal anastomosis by robotic compared with outpatient minilaparotomy. *Obstet Gynecol* 2007 Jun;109(6):1375-80.
 49. Advincula AP, Xu X, Goudeau S, Ransom SB. Robot-assisted laparoscopic myomectomy versus abdominal myomectomy: a comparison of short-term surgical outcomes and immediate costs. *J Minim Invasive Gynecol* 2007 Nov;14(6):698-705.
 50. Nash K, Feinglass J, Zei C, Lu G, Mengesha B, Lewicky-Gaupp C, et al. Robotic-assisted laparoscopic myomectomy versus abdominal myo-

- mectomy: a comparative analysis of surgical outcomes and costs. *Arch Gynecol Obstet* 2011;1-6.
51. Morgan JA, Thornton BA, Peacock JC, Hollingsworth KW, Smith CR, Oz MC, et al. Does robotic technology make minimally invasive cardiac surgery too expensive? A hospital cost analysis of robotic and conventional techniques. *J Card Surg* 2005 May;20(3):246-51.
 52. Kam JK, Cooray SD, Kam JK, Smith JA, Almeida AA. A cost-analysis study of robotic versus conventional mitral valve repair. *Heart Lung Circ* 2010 Jul;19(7):413-8.
 53. Poston RS, Tran R, Collins M, Reynolds M, Connerney I, Reicher B, et al. Comparison of economic and patient outcomes with minimally invasive versus traditional off-pump coronary artery bypass grafting techniques. *Ann Surg* 2008 Oct;248(4):638-46.
 54. Park BJ, Flores RM. Cost comparison of robotic, video-assisted thoracic surgery and thoracotomy approaches to pulmonary lobectomy. *Thorac Surg Clin* 2008 Aug;18(3):297-300, vii.



9 788445 134238

P.V.P.: 10 euros