



Artículo especial

Ergonomía en cirugía laparoscópica y su importancia en la formación quirúrgica

Francisco Julián Pérez-Duarte^{a,*}, Francisco Miguel Sánchez-Margallo^b,
 Idoia Díaz-Güemes Martín-Portugués^a, Miguel Ángel Sánchez-Hurtado^a,
 Marcos Lucas-Hernández^c y Jesús Usón Gargallo^d

^aUnidad de Laparoscopia, Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón, Cáceres, España

^bDirección Científica, Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón, Cáceres, España

^cUnidad de Bioingeniería, Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón, Cáceres, España

^dDirección de la Fundación, Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón, Cáceres, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 3 de marzo de 2011

Aceptado el 21 de abril de 2011

On-line el 23 de junio de 2011

Palabras clave:

Ergonomía

Cirugía laparoscópica

Programas de formación

Instrumental

Fatiga muscular

RESUMEN

A pesar de las múltiples ventajas que la cirugía laparoscópica conlleva para los pacientes, entraña una serie de riesgos para el cirujano, relacionados con la reducción de la libertad de movimientos y la adopción de posturas forzadas, ocasionando mayor fatiga muscular en comparación con la cirugía convencional.

En cirugía laparoscópica son escasas las referencias sobre la implementación de programas de formación en ergonomía, a pesar de las numerosas ventajas que ha demostrado en otras disciplinas. La aplicación de criterios ergonómicos en el ámbito quirúrgico supondría grandes beneficios, tanto para los cirujanos como para los pacientes.

En este trabajo pretendemos revisar la bibliografía existente y nuestra experiencia, para aportar al cirujano unas guías ergonómicas de posicionamiento corporal y colocación de equipos. Asimismo, presentamos el modelo de formación basado en ergonomía que hemos implementado en las actividades de formación llevadas a cabo en nuestro Centro.

© 2011 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Ergonomics in laparoscopic surgery and its importance in surgical training

ABSTRACT

Despite the many advantages that laparoscopic surgery has for patients, it involves a series of risks for the surgeon. These are related to the reduced freedom of movement and forced postures which lead to greater muscle fatigue than with conventional surgery.

In laparoscopic surgery there are few references on the introduction of training programs in ergonomics, despite the numerous advantages demonstrated in other disciplines. The application of ergonomic criteria in the surgical field could have great benefits, both for surgeons and patients.

Keywords:

Ergonomics

Laparoscopic surgery

Training programs

Instruments

Muscle fatigue

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: fperez@ccmijesususon.com (F.J. Pérez-Duarte).

0009-739X/\$ - see front matter © 2011 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

doi:10.1016/j.ciresp.2011.04.021

In this work we attempt to review the existing literature and our experience to provide the surgeon with some ergonomic guidelines for body stance and positioning of equipment. We also present a training model based on ergonomics which we have introduced into the training activities carried out in our Centre.

© 2011 AEC. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

La aplicación de criterios ergonómicos en la práctica quirúrgica hospitalaria conlleva una serie de beneficios globales, tanto en los cirujanos como en los pacientes^{1,2}. Básicamente, la ergonomía pretende que los cirujanos dispongan de un material de trabajo adecuado, reduciendo así la aparición de la fatiga muscular y de dolencias asociadas³. Paralelamente, supone también un beneficio indirecto para los pacientes, ya que la reducción de la fatiga muscular de los cirujanos aumenta la precisión en el acto quirúrgico¹.

El desarrollo de estudios en el ámbito de la ergonomía quirúrgica también debe suponer un beneficio para las compañías dedicadas al diseño y producción de material quirúrgico. De esta forma, podrán beneficiarse de los conocimientos generados en estos trabajos para mejorar la calidad de sus productos y ser más competitivas en el mercado internacional⁴.

La cirugía laparoscópica, a pesar de las múltiples ventajas que conlleva para los pacientes (tabla 1), entraña una serie de inconvenientes para el cirujano. Entre estos últimos, destacan los relacionados con la reducción de libertad de movimientos y la adopción de posturas anómalas, durante períodos de tiempo relativamente largos⁵⁻⁸. Por ello, se produce una disminución en el rendimiento y precisión del cirujano, aumentando al mismo tiempo la aparición de fatiga física y dolencias musculoesqueléticas⁹⁻¹².

La postura del cirujano durante la cirugía laparoscópica está influida fundamentalmente por cinco aspectos¹³:

- 1) Las posturas corporales estáticas.
- 2) La altura de la mesa de cirugía.
- 3) El diseño de los agarres del instrumental.
- 4) La posición del monitor.

- 5) El empleo de pedales para controlar los sistemas de diatermia.

Los objetivos de este trabajo son, por un lado, realizar una revisión detallada de estos cinco aspectos, aportando al cirujano unas guías ergonómicas de posicionamiento corporal y colocación de equipos. Además, queremos presentar el modelo de formación basado en criterios ergonómicos, aplicado en las actividades formativas en cirugía laparoscópica, llevadas a cabo en nuestro Centro.

Postura corporal en cirugía laparoscópica

Posturas corporales estáticas

En los trabajos que relacionan la ergonomía y la cirugía laparoscópica, una de las primeras cuestiones analizadas fue la actitud postural del cirujano durante este abordaje^{5,7,14-16}. Estos estudios apuntan a que la cirugía laparoscópica supone un esfuerzo físico mayor y requiere un tiempo de ejecución más elevado, frente a la cirugía convencional^{5,17}.

Otros autores han centrado sus estudios en los movimientos de la extremidad superior y el dolor que el cirujano padece durante los procedimientos laparoscópicos. Estos trabajos asocian la laparoscopia a una postura más estática del cuello y el tronco, provocando al mismo tiempo más movimientos incorrectos en la extremidad superior¹⁵. El cirujano laparoscopista tiende a mantener una postura más vertical, con menor movilidad de la espalda y menor cambio en el reparto de pesos que los que practican procedimientos convencionales¹².

En los trabajos publicados más recientemente, la postura corporal ha sido también estudiada mediante el empleo de plataformas de fuerza^{18,19}. Estos autores concluyen que nuevos diseños en el entorno de quirófano y en el instrumental pueden mejorar notablemente la postura del cirujano, reduciendo la fatiga y el estrés musculoesquelético que se produce^{3,15,20-22}.

Parece por tanto claro, que la cirugía laparoscópica es más exigente físicamente que la cirugía convencional, por lo que consideramos necesario introducir cambios en el diseño de los quirófanos y equipos, reduciendo así la fatiga física y mental de los cirujanos. En este sentido, proponemos el empleo de sistemas auxiliares, como brazos articulados, que permiten la sujeción de la óptica y el instrumental laparoscópico.

Altura de la mesa de cirugía

En cualquier trabajo manual la altura de la mesa es el factor más importante en el esfuerzo que debe realizar la extremidad

Tabla 1 – Ventajas e inconvenientes de la cirugía laparoscópica en comparación con el abordaje convencional

Ventajas	Inconvenientes
Menor dolor postoperatorio	Visión en pantalla bidimensional
Reducción del trauma tisular y de infecciones	Dificultad en la coordinación ojo-mano
Menor tiempo de hospitalización	Reducción de la libertad de movimientos
Mejores resultados estéticos	Mayor esfuerzo físico
Acortamiento del período de convalecencia	Diseño de instrumental poco ergonómico

superior⁶. En la cirugía tradicional la altura de la mesa debe coincidir con la altura del codo del cirujano²³. Sin embargo, la cirugía laparoscópica requiere el uso de instrumentos más largos que los de cirugía convencional, por lo que la altura óptima de las mesas debe ser diferente^{23,24}. La incorrecta regulación de la altura de la mesa en cirugía laparoscópica ocasiona que el cirujano deba adoptar una postura forzada, produciéndose una mayor fatiga muscular e incomodidad. Por consiguiente, varios trabajos han evaluado cuál debe ser la altura óptima de la mesa de cirugía laparoscópica^{6,23,25}. Los resultados más relevantes de estos trabajos quedan reflejados en la tabla 2, coincidiendo todos ellos en que la mesa de cirugía debe situarse entre 29 y 77 cm del nivel del suelo, en función de la estatura de cada cirujano.

Se puede concluir, por tanto, que la altura ideal de la mesa quirúrgica en cirugía laparoscópica debe ser sensiblemente inferior que en cirugía convencional. Nuestra experiencia muestra que, generalmente, las mesas de cirugía convencional no permiten regular la altura dentro de este rango ideal, debido a que no descienden lo suficiente. Proponemos y consideramos necesario que, en estos casos, el cirujano se sitúe sobre un alza o dispositivo, que le permita elevar su altura sobre el nivel del suelo.

Diseño de los agarres del instrumental

El diseño del instrumental de cirugía laparoscópica constituye un aspecto fundamental en la práctica quirúrgica diaria de los cirujanos, ya que estos elementos tienen un impacto ergonómico acusado en muchas de las tareas que estos realizan^{20,26,27}. La adaptación del instrumental quirúrgico al tipo de operación y a las características de los cirujanos presenta los siguientes beneficios^{28,29}:

- Disminución de la sobrecarga en las articulaciones, ligamentos y músculos de los miembros superiores, evitando posturas forzadas y movimientos repetitivos.
- Mejora del rendimiento y eficacia de la cirugía. Las mejoras de tipo ergonómico en el diseño de los sistemas de trabajo son económicamente rentables, en términos de aumento en el rendimiento y de disminución de costes de operación.

Aunque apenas ha habido cambios en los sistemas de agarre del instrumental laparoscópico, los pocos que se han

producido han supuesto una revolución en los dispositivos conocidos hasta entonces³⁰⁻³⁵. Han sido varios los autores que han analizado nuevos diseños de mangos de instrumental, con características más ergonómicas, evidenciando en la mayoría de los casos una mejora en la funcionalidad y disminución de las molestias y la actividad muscular.

El instrumental actual de cirugía laparoscópica suele incorporar un mecanismo de sujeción de pistola con anillos para los dedos. Se ha podido comprobar que este mecanismo de cierre en ocasiones origina neuropatías tenares compresivas en el dedo pulgar, causando adormecimiento de los dedos y pérdida de sensibilidad^{9,23,36}.

Asimismo, es un instrumental que en sus inicios ya originaba controversia acerca de cuál sería la forma óptima de manejarlo. Berguer et al estudiaron mediante electromiografía de superficie (EMG) dos modalidades de sujeción de un instrumento con mango de tijera con anillas. Concluyeron que es preferible sujetarlo con un mayor apoyo palmar, en lugar de introducir el pulgar⁹. En nuestro Centro hemos comparado la configuración espacial de la mano, durante el manejo de diferentes tipos de instrumental laparoscópico. Nuestros resultados evidencian una mejor posición en la articulación de la muñeca, al emplear mangos que ofrezcan mayor apoyo palmar³⁷. A pesar de estos resultados, la mayoría de los cirujanos han seguido manejando este tipo de instrumental introduciendo el pulgar en la anilla, con el consiguiente riesgo de parestesias. Por este motivo, Inaki et al³⁸ desarrollaron un nuevo dispositivo de silicona, que acoplado a los sistemas de agarre con anillas, reduce la compresión que se provoca en las ramas nerviosas digitales.

Un factor que apenas se ha estudiado en otros trabajos es la fatiga muscular que ocasionan diferentes maniobras laparoscópicas, realizadas con distintos mangos. Nuestro grupo ha analizado la fatiga muscular que se produce en el brazo durante la sutura y disección laparoscópicas, empleando un portaagujas y un disector respectivamente. Nuestros resultados apuntan a un mayor grado de fatiga durante la sutura, aunque sin hallar diferencias estadísticamente significativas³⁹.

En vista de los trabajos revisados y de nuestros propios estudios, podemos afirmar que el instrumental de cirugía laparoscópica actual debe manejarse con el máximo apoyo palmar posible y sin ejercer mucha presión. En el caso de

Tabla 2 – Bibliografía referente a la regulación de la altura de la mesa en cirugía laparoscópica

Autor	Año	N	Objetivo	Evaluación	Resultados
Matern et al ⁶	2001	2	Con el codo en posición ideal, determinar la altura óptima de la mesa con 4 mangos diferentes de instrumental	VA	La mesa debe estar entre 30 y 60,5 cm aunque debe poder subir hasta 122 cm
Berquer et al ²³	2002	21	Análisis de 5 alturas de mesa diferentes, en función del codo del cirujano (-20, -10, 0, +10, +20) durante ejercicios de corte	EMG, VS, AG	Altura óptima de la mesa a 64-77 cm del nivel del suelo
Van Veelen et al ²⁵	2002	8	Análisis de 6 alturas de mesa diferentes durante la realización de un ejercicio de precisión	VA, EMG, VS	La mesa debe estar entre 0,7 y 0,8 de la altura del codo del cirujano (29-69 cm)

AG: acelerómetro-gravímetro; EMG: electromiografía; N: número de sujetos que participaron en el estudio; VA: vídeo análisis; VS: valoración subjetiva.

mangos que incorporen un anillo para el pulgar, es importante no introducir demasiado el dedo en este mecanismo para evitar dolencias tenares compresivas. Asimismo, consideramos necesario, el empleo de nuevos diseños de mangos que reduzcan la fatiga e incomodidad que el instrumental actual ocasiona.

Posición del monitor

Otro de los inconvenientes de la cirugía laparoscópica es la pérdida de la orientación por parte del cirujano, debido a que la imagen que le ofrece el monitor es en dos dimensiones. Esta pérdida de orientación se ve agravada si el monitor no se emplaza en la misma dirección y altura que el campo quirúrgico^{12,40-42}. La posición de monitor es importante no solo para la coordinación del cirujano, sino que influye decisivamente en la postura corporal que el cirujano adopta durante la cirugía.

La altura del monitor se ha mantenido invariable en los últimos años, colocándose habitualmente sobre la torre de laparoscopia, sin posibilidad de regular su altura^{41,43}. Esto origina incomodidad y fatiga en los músculos de la espalda y cuello, sobre todo en los cirujanos de menor estatura, debido a una mayor inclinación de la columna cervical^{41,43,44}. Han sido varios los trabajos que se han centrado en determinar cuál debe ser la posición y altura óptimas del monitor, quedando sus principales resultados reflejados en la [tabla 3](#).

La principal conclusión que se puede extraer de estos estudios es que el monitor debe situarse frente al cirujano y a la altura de sus ojos, o ligeramente inferior. De esta manera, se consigue disminuir al máximo el estrés y fatiga en los músculos de la espalda y cuello. Asimismo, proponemos el empleo de un segundo monitor, también en frente al cirujano, pero a la altura del campo operatorio. Este monitor será empleado para tareas de elevada dificultad, ya que en esta posición el cirujano se desorienta menos y coordina mejor sus movimientos.

Pedales en sistemas de diatermia

El empleo de los pedales para controlar la diatermia es otro de los factores que afectan a la postura del cirujano. En cirugía laparoscópica el cirujano no tiene visión directa de estos pedales durante el acto quirúrgico, aumentando el riesgo de accionar el pedal equivocado^{45,46}. Por ello, la postura del cirujano se ve forzada para no perder contacto con los pedales.

Van Veelen et al⁴⁵ realizaron un estudio para crear unas guías ergonómicas de diseño de estos pedales. Para ello se centraron en el estudio del entorno del quirófano, en una encuesta realizada a 45 cirujanos laparoscopistas, en una revisión bibliográfica y en un estudio sobre las tallas más usuales de zuecos. En la encuesta realizada, el 91% de los encuestados afirmaban que al menos alguna vez perdían contacto con los pedales, el 75% ocasionalmente pisaban el

Tabla 3 – Bibliografía referente a la disposición del monitor en cirugía laparoscópica

Autor	Año	N	Objetivo	Evaluación	Resultados
Uhrich et al ⁵¹	2002	8	Efectos sobre la actividad muscular y fatiga de dos posiciones diferentes de monitor	EMG y VS	No se encontraron diferencias en cuanto a fatiga y actividad muscular entre las dos posiciones de monitor estudiadas
Vereczkei et al ⁴³	2004	20	Estudiar dos posiciones diferentes de monitor durante la colecistectomía laparoscópica	VA	Cuando el monitor se sitúa en frente al cirujano la postura del mismo mejora
Matern et al ¹²	2005	18	Valorar distintas posiciones del monitor, a nivel de los ojos y del campo quirúrgico	ET y EMG	El tiempo quirúrgico fue inferior con el monitor a la altura del campo quirúrgico. La actividad muscular fue inferior con el monitor en frente al cirujano y a la altura de sus ojos
Omar et al ⁵²	2005	20	Analizar la posición ideal del monitor	ET	El tiempo de ejecución y el número de errores fueron inferiores con el monitor a la altura del campo quirúrgico
Zehetner et al ⁴⁰	2006	8	Estudiar el ángulo de inclinación en el cuello con 2 posiciones diferentes de monitor	VA y VS	La posición ideal del monitor debe ser en frente al cirujano y a la altura de sus ojos
El Shallaly et al ⁵³	2006	14	Estudiar cuál es la distancia óptima a la que debe estar el monitor	VS y ET	La distancia óptima a la que se debe situar el monitor varía en dependencia del tamaño de este, pero debe estar entre 0,9 y 3 metros
Haveran et al ¹¹	2007	24	Analizar la influencia de la posición del monitor y la orientación de la cámara en la ejecución técnica laparoscópica	ET y VS	El tiempo de ejecución fue significativamente inferior con el monitor en frente al cirujano
Van Det et al ⁵⁴	2008	16	Evaluar la posición del cuello en un quirófano de cirugía mínimamente invasiva y en otro convencional	VA y VS	La posición de la espalda y cuello son más aceptables en el quirófano de cirugía de mínima invasión, en el que hay varios monitores con opción de regular su altura

AG: acelerómetro-gravitómetro; EMG: electromiografía; ET: ejecución técnica; N: número de sujetos que participaron en el estudio; VA: vídeo análisis; VS: valoración subjetiva.

pedal incorrecto y el 53% sentían incomodidad física y cansancio en las piernas y en los pies. La conclusión de este trabajo fue que el diseño actual de los pedales debe ser mejorado y para ello plantearon unas guías ergonómicas de diseño⁴⁵.

Modelo de formación basado en ergonomía

El diseño de programas de formación, que incluyan criterios ergonómicos, conlleva una serie de ventajas globales, que no solo repercuten en los trabajadores^{8,47}. Parece evidente que se aumenta la producción del trabajador, disminuyendo los requisitos de habilidad y reduciendo los errores, accidentes y absentismo. En cirugía laparoscópica no existen apenas referencias en cuanto a la introducción de programas de formación en ergonomía, a pesar de las múltiples ventajas que ha demostrado en otros ámbitos laborales⁴⁷. La aplicación de criterios ergonómicos en este campo supone una reducción clara de la fatiga y dolencias musculares en el cirujano. Esto a su vez repercute positivamente en el paciente, ya que un cirujano descansado resulta más eficiente en su práctica quirúrgica^{1,2}.

Por otra parte, la creciente necesidad de evaluar y acreditar las habilidades quirúrgicas suele estar centrada en la evaluación de habilidades psicomotrices, de nivel de conocimientos y de actitudes de los profesionales ante diversas situaciones quirúrgicas. Por ello, resultaría útil disponer de estrategias para evaluar, adicionalmente, las posiciones de los cirujanos y el nivel de actividad muscular durante el aprendizaje, mediante métodos objetivos y dotados de validez⁴⁸⁻⁵⁰.

En nuestro Centro hemos desarrollado un programa de formación basado en ergonomía, el cual está implementado en todas las actividades formativas en cirugía laparoscópica y

toroscópica que se llevan a cabo. Dicho programa está estructurado en las siguientes etapas o niveles:

Nivel 1

Aquí se abordan conceptos teóricos referentes al posicionamiento corporal y disposición de los equipos en cirugía laparoscópica. Esta primera parte se imparte siempre al inicio de las actividades de formación y comprende principalmente las siguientes cuestiones:

- Riesgos de un incorrecto posicionamiento corporal durante el acto quirúrgico.
- Posturas corporales correctas e incorrectas en cirugía laparoscópica (fig. 1).
- Disposición de los equipos auxiliares de esta cirugía (monitor y mesa quirúrgica).
- Forma más adecuada de manejar el instrumental empleado en este abordaje.

Nivel 2

Una vez superada la etapa anterior, los alumnos practican maniobras quirúrgicas básicas (manejo, corte, disección y sutura) en simulador físico (Simulap[®], CCMIJU, Cáceres, España). Durante estos ejercicios un tutor asesora al cirujano acerca de los posibles errores que pudiera cometer en cuanto a postura corporal, agarre del instrumental o colocación de los equipos.

Nivel 3

Esta etapa suele coincidir con el segundo y tercer día del curso y comprende la práctica de distintas técnicas quirúrgicas en modelo animal. En esta fase se profundiza en la disposición



Figura 1 – En cirugía laparoscópica: A) postura corporal correcta; B) postura corporal incorrecta.

idónea del equipo quirúrgico, colocación de los equipos y postura corporal específica de cada procedimiento. También se presta una especial atención a conceptos relativos a la disposición de los trocares, que ayudan a conseguir una postura corporal lo más ergonómica posible.

De esta forma, a lo largo de este proceso de aprendizaje, se persigue que el cirujano asimile los conceptos teóricos y sea capaz de trasladarlos a su práctica quirúrgica habitual, con los consiguientes beneficios que ello le reportará. Las recomendaciones para una correcta postura corporal en cirugía laparoscópica impartidas durante nuestras actividades de formación quedan reflejadas en la *tabla 4*.

Este modelo de formación ha sido valorado por los asistentes, al término de la actividad, a través de una encuesta anónima. Para ello, se han elegido aleatoriamente 100 alumnos, que han asistido a diferentes actividades de formación en cirugía laparoscópica, desarrolladas en nuestro Centro durante el año 2010. En dicha encuesta se abordan las siguientes cuestiones:

- Experiencia previa en cirugía laparoscópica.
- Conocimientos previos en ergonomía.
- Importancia de la introducción de criterios ergonómicos en los programas formativos de cirugía laparoscópica.
- Posibilidad de trasladar los conocimientos adquiridos en ergonomía, a la práctica quirúrgica hospitalaria.
- Grado de satisfacción con el modelo de formación impartido en ergonomía.

Los resultados de esta encuesta muestran que el 10% de los participantes no poseen experiencia previa en cirugía laparoscópica, mientras que el 51% tienen un nivel medio o alto. Sin embargo, el 72% de estos cirujanos afirman poseer nula, muy baja o baja experiencia previa en ergonomía aplicada a la cirugía laparoscópica. A pesar de esto, el 91% de los encuestados considera importante la enseñanza de nociones básicas de ergonomía en cirugía laparoscópica, en este tipo de cursos. También se refleja que el principal impedimento que encuentran los cirujanos para aplicar los conocimientos aprendidos en ergonomía, en su práctica quirúrgica diaria, es el deficiente diseño de los equipos e instrumental de los que

disponen. Finalmente, los asistentes han valorado el modelo de formación, que se plantea, con una nota media de $9,32 \pm 0,45$ (rango de evaluación de 0 a 10).

Nuestros resultados coinciden con los encontrados por Wauben et al²² y ponen de manifiesto la gran importancia que conceden los cirujanos a la formación en ergonomía aplicada a la cirugía laparoscópica. Sin embargo, la mayoría de los cirujanos desconocen unas guías básicas en ergonomía laparoscópica, a pesar de considerarlas importantes. Estos resultados parecen justificar la implementación en los cursos de cirugía laparoscópica, de un modelo formativo basado en ergonomía.

Conclusiones

El conocimiento y aplicación de criterios ergonómicos en el ámbito de la cirugía supone innegables beneficios, relacionados con la disminución de la fatiga física de los cirujanos y la mejora de la eficiencia en el acto quirúrgico.

A pesar de los resultados que aportan los diferentes estudios en ergonomía, aplicados a la cirugía laparoscópica, hoy en día los cirujanos siguen cometiendo diversos errores de posicionamiento corporal y colocación de equipos.

Asimismo, es necesario introducir cambios en el diseño del quirófano e instrumental de cirugía laparoscópica, aplicando para ello unas guías ergonómicas de diseño y fabricación de los equipos. Según nuestro estudio, los cirujanos consideran que el inadecuado diseño de estos equipos es la principal limitación que impide la adaptación de criterios ergonómicos a su práctica quirúrgica clínica.

Advertimos que la mayoría de los cirujanos, participantes en nuestro estudio, no tienen apenas conocimientos en ergonomía en cirugía laparoscópica, a pesar de considerarlos importantes. Del mismo modo, existe una valoración muy positiva sobre la formación en ergonomía, impartida durante las actividades de formación de nuestro Centro.

Por estos motivos, consideramos muy positiva la introducción de la ergonomía, de forma reglada, en los programas formativos en cirugía laparoscópica.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Los autores agradecen especialmente a Javier Sánchez y al resto del personal del CCMIJU su colaboración científica y técnica en la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Park A, Lee G, Seagull FJ, Meenaghan N, Dexter D. Patients benefit while surgeons suffer: an impending epidemic. *J Am Coll Surg.* 2010;210:306-13.

Tabla 4 – Recomendaciones para una correcta postura corporal en cirugía laparoscópica, impartidas durante nuestras actividades de formación

Ningún segmento corporal se debe encontrar en posición forzada. El monitor debe estar en frente al cirujano y a la altura de sus ojos o ligeramente inferior, evitando de esta forma el giro, flexión o extensión excesiva de las vértebras cervicales

Se debe mantener un ángulo en la articulación del codo de 90° -120°. Para ello la altura de la mesa debe regularse en función de la estatura del cirujano, fijándose esa altura entre 29-77 cm del nivel del suelo

Hay que evitar la hiperflexión o giros innecesarios de la muñeca durante el manejo del instrumental

El instrumental debe manejarse con el máximo apoyo palmar. En el caso de mangos que incorporen un anillo para el pulgar, es importante no introducir demasiado el dedo en este mecanismo para evitar dolencias tenares compresivas

2. Manasayakorn S, Cuschieri A, Hanna GB. Ideal manipulation angle and instrument length in hand-assisted laparoscopic surgery. *Surg Endosc.* 2008;22:924-9.
3. Sari V, Nieboer TE, Vierhout ME, Stegeman DF, Kluivers KB. The operation room as a hostile environment for surgeons: physical complaints during and after laparoscopy. *Minim Invasive Ther Allied Technol.* 2010;19:105-9.
4. Marvik R, Nesbakken R, Lango T, Yavuz Y, Vanhauwaert Bjelland H, Ottermo MV, et al. Ergonomic design criteria for a novel laparoscopic tool handle with tactile feedback. *Minerva Chir.* 2006;61:435-44.
5. Berguer R, Forkey DL, Smith WD. Ergonomic problems associated with laparoscopic surgery. *Surg Endosc.* 1999;13:466-8.
6. Matern U, Waller P, Giebmeier C, Ruckauer KD, Farthmann EH. Ergonomics: requirements for adjusting the height of laparoscopic operating tables. *JLS.* 2001;5:7-12.
7. Berguer R, Chen J, Smith WD. A comparison of the physical effort required for laparoscopic and open surgical techniques. *Arch Surg.* 2003;138:967-70.
8. Usón J, Sánchez FM, Pascual S, Climent S. Formación en cirugía laparoscópica paso a paso, 4.ª ed. Cáceres: Centro de Cirugía de Mínima Invasión. 2010.
9. Berguer R, Gerber S, Kilpatrick G, Remler M, Beckley D. A comparison of forearm and thumb muscle electromyographic responses to the use of laparoscopic instruments with either a finger grasp or a palm grasp. *Ergonomics.* 1999;42:1634-45.
10. Berguer R, Smith WD, Chung YH. Performing laparoscopic surgery is significantly more stressful for the surgeon than open surgery. *Surg Endosc.* 2001;15:1204-7.
11. Haveran LA, Novitsky YW, Czerniach DR, Kaban GK, Taylor M, Gallagher-Dorval K, et al. Optimizing laparoscopic task efficiency: the role of camera and monitor positions. *Surg Endosc.* 2007;21:980-4.
12. Matern U, Faist M, Kehl K, Giebmeier C, Buess G. Monitor position in laparoscopic surgery. *Surg Endosc.* 2005;19:436-40.
13. Berguer R, Rab GT, Abu-Ghaida H, Alarcon A, JC. A comparison of surgeon's posture during laparoscopic and open surgical postures. *Surg Endosc.* 1996;11:139-342.
14. Smith WD, Forkey DL, Berguer R. The Virtual Instrumentation (VI) laboratory facilitates customized on-site ergonomic analysis of minimally invasive surgery. *Stud Health Technol Inform.* 1998;50:240-5.
15. Hemal AK, Srinivas M, Charles AR. Ergonomic problems associated with laparoscopy. *J Endourol.* 2001;15:499-503.
16. Quick NE, Gillette JC, Shapiro R, Adrales GL, Gerlach D, Park AE. The effect of using laparoscopic instruments on muscle activation patterns during minimally invasive surgical training procedures. *Surg Endosc.* 2003;17:462-5.
17. Nguyen NT, Ho HS, Smith WD, Philipps C, Lewis C, De Vera RM, et al. An ergonomic evaluation of surgeons' axial skeletal and upper extremity movements during laparoscopic and open surgery. *Am J Surg.* 2001;182:720-4.
18. Savoie S, Tanguay S, Centomo H, Beauchamp G, Anidjar M, Prince F. Postural control during laparoscopic surgical tasks. *Am J Surg.* 2007;193:498-501.
19. Anonymous. En: Bernard B, editor. Musculoskeletal disorder and workplace factors: a critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back. Washington, DC: DHHS (NIOSH) Publication No. 97-141, U.S. Government Printing Office. 1997.
20. Matern U. Ergonomic deficiencies in the operating room: examples from minimally invasive surgery. *Work.* 2009;33:165-8.
21. Van Det MJ, Meijerink WJ, Hoff C, Totte ER, Pierie JP. Optimal ergonomics for laparoscopic surgery in minimally invasive surgery suites: a review and guidelines. *Surg Endosc.* 2009;23:1279-85.
22. Wauben LS, Van Veelen MA, Gossot D, Goossens RH. Application of ergonomic guidelines during minimally invasive surgery: a questionnaire survey of 284 surgeons. *Surg Endosc.* 2006;20:1268-74.
23. Berquer R, Smith WD, Davis S. An ergonomic study of the optimum operating table height for laparoscopic surgery. *Surg Endosc.* 2002;16:416-21.
24. Van Veelen M, Jakimowicz, Kazemier. Improved physical ergonomics of laparoscopic surgery. *Minim Invasive Ther Allied Technol.* 2004;13:161-6.
25. Van Veelen MA, Kazemier G, Koopman J, Goossens RH, Meijer DW. Assessment of the ergonomically optimal operating surface height for laparoscopic surgery. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 2002;12:47-52.
26. Herring SR, Trejo AE, Hallbeck MS. Evaluation of four cursor control devices during a target acquisition task for laparoscopic tool control. *Appl Ergon.* 2010;41:47-57.
27. Reyes DA, Tang B, Cuschieri A. Minimal access surgery (MAS)-related surgeon morbidity syndromes. *Surg Endosc.* 2006;20:1-13.
28. Simmer-Beck M, Branson BG. An evidence-based review of ergonomic features of dental hygiene instruments. *Work.* 2010;35:477-85.
29. Kaya OI, Moran M, Ozkardes AB, Taskin EY, Seker GE, Ozmen MM. Ergonomic problems encountered by the surgical team during video endoscopic surgery. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech.* 2008;18:40-4.
30. Van Veelen MA, Meijer DW, Goossens RH, Snijders CJ, Jakimowicz JJ. Improved usability of a new handle design for laparoscopic dissection forceps. *Surg Endosc.* 2002;16:201-7.
31. Hanna GB, Shimi S, Cuschieri A. Influence of direction of view, target-to-endoscope distance and manipulation angle on endoscopic knot tying. *Br J Surg.* 1997;84:1460-4.
32. Emam TA, Frank TG, Hanna GB, Cuschieri A. Influence of handle design on the surgeon's upper limb movements, muscle recruitment, and fatigue during endoscopic suturing. *Surg Endosc.* 2001;15:667-72.
33. Emam TA, Frank TG, Hanna GB, Stockham G, Cuschieri A. Rocker handle for endoscopic needle drivers. Technical and ergonomic evaluation by infrared motion analysis system. *Surg Endosc.* 1999;13:658-61.
34. Van Veelen MA, Meijer DW, Uijtewaal I, Goossens RH, Snijders CJ, Kazemier G. Improvement of the laparoscopic needle holder based on new ergonomic guidelines. *Surg Endosc.* 2003;17:699-703.
35. Matern U, Eichenlaub M, Waller P, Ruckauer K. MIS instruments. An experimental comparison of various ergonomic handles and their design. *Surg Endosc.* 1999;13:756-62.
36. Berguer R, Forkey DL, Smith WD. The effect of laparoscopic instrument working angle on surgeons' upper extremity workload. *Surg Endosc.* 2001;15:1027-9.
37. Sánchez-Margallo F, Sánchez-Margallo J, Pagador J, Moyano J, Moreno J, Usón J. Ergonomic Assessment of Hand Movements in Laparoscopic Surgery Using the CyberGlove[®]. *Computational Biomechanics for Medicine.* Springer: New York. 2010. p. 121-8.
38. Inaki N, Kanehira E, Kinoshita T, Komai K, Omura K, Watanabe G. Ringed silicon rubber attachment prevents laparoscopic surgeon's thumb. *Surg Endosc.* 2007;21:1126-30.
39. Pérez FJ, Sánchez Hurtado MA, Díaz Güemes I, Enciso S, Moreno B, Sánchez-Margallo JA, et al. Ergonomics study of muscular fatigue in the upper limb during laparoscopic surgery: influence of the surgeon skill and type of exercise. En: *Proceedings of the 21st International*

- Conference of the Society for Medical Innovation and Technology (SMIT); 2009.
40. Zehetner J, Kaltenbacher A, Wayand W, Shamiyeh A. Screen height as an ergonomic factor in laparoscopic surgery. *Surg Endosc.* 2006;20:139-41.
 41. Lee G, Kavic SM, George IM, Park AE. Postural instability does not necessarily correlate to poor performance: case in point. *Surg Endosc.* 2007;21:471-4.
 42. Lee G, Lee T, Dexter D, Klein R, Park A. Methodological infrastructure in surgical ergonomics: a review of tasks, models, and measurement systems. *Surg Innov.* 2007;14:153-67.
 43. Vereczkei A, Feussner H, Negele T, Fritzsche F, Seitz T, Bubh H, et al. Ergonomic assessment of the static stress confronted by surgeons during laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc.* 2004;18:1118-22.
 44. Seghers J, Jochem A, Spaepen A. Posture, muscle activity and muscle fatigue in prolonged VDT work at different screen height settings. *Ergonomics.* 2003;46:714-30.
 45. Van Veelen MA, Sniijders CJ, van Leeuwen E, Goossens RH, Kazemier G. Improvement of foot pedals used during surgery based on new ergonomic guidelines. *Surg Endosc.* 2003;17:1086-91.
 46. Joice P, Hanna GB, Cuschieri A. Ergonomic evaluation of laparoscopic bowel suturing. *Am J Surg.* 1998;176:373-8.
 47. Hernández A, Álvarez E. La rentabilidad de la ergonomía. *Gestión práctica de riesgos laborales: Integración y desarrollo de la gestión de la prevención.* 2008;46:14-9.
 48. Moorthy K, Munz Y, Sarker SK, Darzi A. Objective assessment of technical skills in surgery. *BMJ.* 2003;327:1032-7.
 49. Van Nortwick SS, Lendvay TS, Jensen AR, Wright AS, Horvath KD, Kim S. Methodologies for establishing validity in surgical simulation studies. *Surgery.* 2010;147:622-30.
 50. Sugden C, Aggarwal R. Assessment and feedback in the skills laboratory and operating room. *Surg Clin North Am.* 2010;90:519-33.
 51. Uhrich ML, Underwood RA, Standeven JW, Soper NJ, Engsborg JR. Assessment of fatigue, monitor placement, and surgical experience during simulated laparoscopic surgery. *Surg Endosc.* 2002;16:635-9.
 52. Omar AM, Wade NJ, Brown SI, Cuschieri A. Assessing the benefits of "gaze-down" display location in complex tasks. *Surg Endosc.* 2005;19:105-8.
 53. El Shallaly G, Cuschieri A. Optimum view distance for laparoscopic surgery. *Surg Endosc.* 2006;20:1879-82.
 54. Van Det MJ, Meijerink WJ, Hoff C, van Veelen MA, Pierie JP. Ergonomic assessment of neck posture in the minimally invasive surgery suite during laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc.* 2008;22:2421-7.