

DISEÑO, DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE DOS MICROHERRAMIENTAS PARA CIRUGÍA LAPAROSCÓPICA

¹Salvador Olivares Hoyos, ¹Manuel Zapata y Sánchez, ²Alejandro Pedroza Meléndez, ²Elsa Chavira Martínez y ²José Luís Hernández Ameca

olivaressalva@gmail.com, mzapataysanchez@gmail.com, alejandro.pedroza@live.com.mx,
elsachavira56@hotmail.com, amecajl@hotmail.com

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

¹Facultad de Ciencias de la Electrónica, ²Facultad de Ciencias de la Computación.
Ciudad Universitaria, 14 Sur y Avenida San Claudio, Fraccionamiento Jardines de San Manuel,
C.P. 72570, Puebla, Pue., México.

RESUMEN

De acuerdo con los datos de la Secretaria de Economía [1], en el año 2015, México se encuentra en el octavo lugar como exportador de dispositivos médicos, en cuarto lugar como exportador de instrumentos y aparatos de medicina, cirugía, odontología y veterinaria y en cuarto lugar en exportación de jeringas, catéteres, cánulas e instrumentos similares. Sin embargo, no cuenta con ningún tipo de industria propia dedicada a la fabricación de equipo e instrumentos para Cirugías de Mínima Invasión.

Al proponer y desarrollar un instrumental propio para cirugía laparoscópica, México dejaría de depender de otros países e impulsaría su propio desarrollo y economía. La fabricación de un instrumental perteneciente al país reduciría los costos de la adquisición de las herramientas para cirugía laparoscópica y sería posible una capacitación a mayor escala y un servicio accesible a los ciudadanos. Además, si se lograra impactar el mercado, se tendría la oportunidad de elevar el nivel de exportación de herramientas quirúrgicas de México.

Por tanto, el objetivo general es el diseño, desarrollo y construcción de dos prototipos de microherramientas quirúrgica (pinzas y tijeras), destinadas para su implementación en Cirugías de Mínima Invasión. Para ello, se propuso el diseño de un prototipo de un tipo de pinzas y tijeras quirúrgicas de mínima invasión, paso siguiente, se llevó a cabo la construcción física de los prototipos y para finalizar, se realizaron pruebas experimentales para evaluar su funcionamiento.

INTRODUCCIÓN

La cirugía laparoscópica es una técnica especializada para realizar cirugías de mínima invasión, auxiliados por cámara y monitor [2]. La cirugía laparoscópica realiza las mismas intervenciones que en cirugía abierta pero evitando grandes incisiones, por ello constituye uno de los grandes avances de la cirugía a finales del siglo XX.

La técnica consiste en realizar incisiones en el abdomen, preferentemente, entre 0.5 y 1 cm de corte llamadas “puertos”, una vez creados los puertos se insertan tubos cortos y delgados denominados “trocares”, Figura 1. En un pequeño corte debajo del ombligo se inserta una aguja que insuflará dióxido de carbono hacia el abdomen, creando un espacio que permitirá la introducción del laparoscopio e instrumentos que serán utilizados para realizar diferentes maniobras [3]. La cámara se coloca por lo general en la cicatriz umbilical (ombligo).

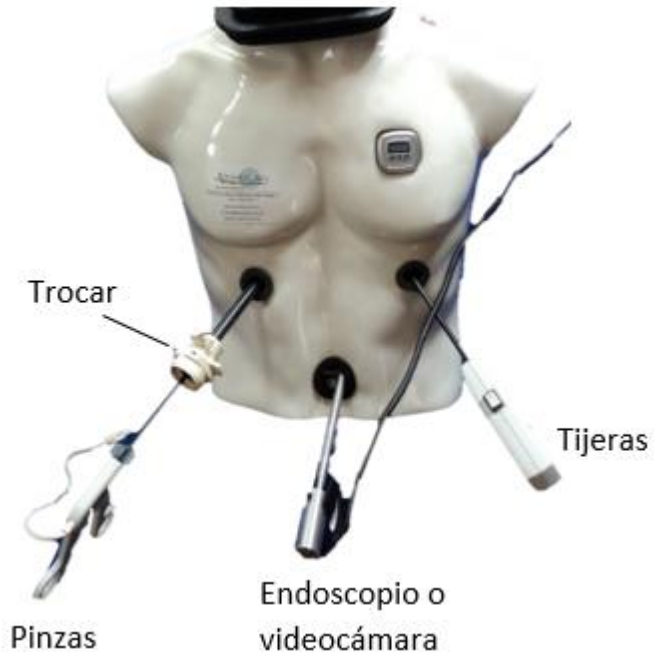


Figura 1. Simulador de laparoscopia desarrollado en Puebla por SIMULAP, (cortesía de Tecnología Médica de Puebla). Introducción de trocates e instrumentos laparoscópicos.

El desarrollo de las técnicas quirúrgicas de laparoscopia, generó las bases fundamentales para el diseño, desarrollo y construcción de un brazo robótico que controla el brazo de la cámara y como consecuencia de esto nace la cirugía robótica como es el caso del famoso robot cirujano Da Vinci, Figura 2.



Figura 2. El robot Da Vinci es un sistema robótico que se maneja como maestro esclavo de donde el médico cirujano es el maestro que realiza la cirugía y los brazos robóticos son los esclavos. Fue diseñado y fabricado por la empresa Intuitive Surgical, presentado en el año 1999 pero aprobado en el año 2000 por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) en los Estados Unidos [4].

TEORÍA

En la construcción de las herramientas laparoscópicas, para el o los elementos que componen el maneral, pueden ser considerados diferentes tipos de materiales siempre que sean lo suficientemente resistentes para soportar el peso y la fuerza que se aplicará en él.

El acero inoxidable, especialmente los aceros T-316 y T-316L, debido a sus propiedades como alta resistencia a la corrosión y a la temperatura, es sin duda uno de los materiales clave para la fabricación de los instrumentos quirúrgicos, especialmente para aquellos que tienen contacto directo con el tejido de los pacientes.

El aluminio, es otro de los materiales utilizados en el campo de la medicina para construir herramientas de equipo médico. Generalmente se emplea para equipamiento médico y no para cirugías. Por lo regular, podemos encontrar camillas, sillas, muletas, andadores, sillas de ruedas, construidas con este material.

PARTE EXPERIMENTAL

Construcción herramientas laparoscópicas

Una herramienta para cirugía laparoscópica como pinzas y tijeras, podemos encontrarla con una medida de diámetro del tubo de soporte, (tubo que da la longitud de alcance de la herramienta), de aproximadamente 5 mm, sin embargo aún podemos encontrar medidas típicas, es decir, el diámetro de las herramientas varía según el fabricante y el tipo de herramienta. Aún se trabaja para tener las medidas ideales para este tipo de herramientas, mientras el diámetro sea menor, el tamaño de corte para introducirlas en la cavidad abdominal reducirá. Estas herramientas, como deben de introducirse en el cuerpo pasando a través del trocar, deben de tener una longitud de separación alrededor de los 30 cm de la punta al maneral, permitiendo de esta manera tener libre manipulación desde el exterior, evitando problemas si en algún caso se necesita introducirlas a una gran profundidad.

Materiales

Para partir con el diseño, lo primero a considerar fueron los materiales que se iban a utilizar para la construcción de los prototipos de pinzas y tijeras.

De acuerdo a la norma oficial mexicana NOM-068-SSA1-2002, [5], es posible emplear el acero 316 para la fabricación de todas aquellas piezas que se introducen dentro del cuerpo del paciente.

Para el maneral, se analizó el material que mejor se adecuaba para la construcción, optando por aluminio debido a sus propiedades, especialmente la de maquinado, dureza y disponibilidad. El aluminio es lo suficientemente resistente para soportar la fuerza ejercida durante el uso de las herramientas.

Para sujetar las piezas, se hizo uso de pernos remachados, que fueron fabricados con el mismo tipo de acero inoxidable T-316. Y para sujetar ambas piezas del maneral, se utilizó un tornillo con tuerca.

Propuesta de diseño CAD

Para la propuesta de diseño de las herramientas laparoscópicas se utilizó el programa de diseño SOLIDWORKS versión 2015, Figura 3, en el cual se desarrollaron las piezas, el ensamble y los planos de las herramientas.



Figura 3. Diseño de la pinza laparoscópica utilizando SOLIDWORKS.

Para asegurar que el diseño es correcto, se creó un estudio de elemento finito para el cálculo de tensiones, el campo de desplazamiento y las deformaciones. El elemento finito se ejecutó en el programa de computadora SOLIDWORKS 2015. El estudio puede emplearse tanto a una sola pieza como a un ensamble en general, así que se ha aplicado directamente en el ensamble de las pinzas y de las tijeras, Figura 4.

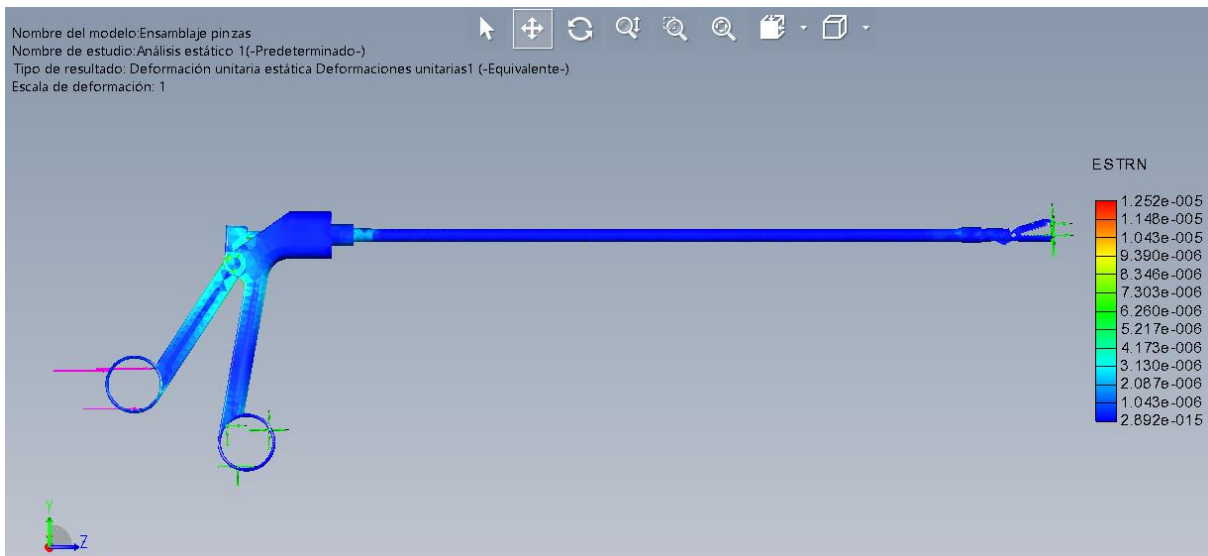


Figura 4. Resultado del análisis estático de deformación.

Basado en los planos generados, la fabricación de las piezas fue realizada en un taller ajeno a la institución, donde se tuvo a disposición máquinas como el torno y la fresa, que fueron las máquinas en las que se realizó todo el proceso de maquinado, Figura 5.



Figura 5. Operaciones con fresadora.

Finalmente, las piezas maquinadas fueron ensambladas. En la Figura 6, se muestran las herramientas laparoscópicas construidas.



a)



b)

Figura 6. a) Pinzas laparoscópicas. b) Tijeras laparoscópicas

Prácticas en un simulador de laparoscopia

Terminada la construcción de las herramientas laparoscópicas, el siguiente paso fue someterlas a una prueba para verificar su funcionamiento. Se realizó una simulación de cirugía utilizando un simulador para laparoscopia [6] y piezas de pollo que se introdujeron en el interior del simulador.

En la ciudad de Puebla se diseñó, desarrollo y construyo un simulador de laparoscopia llamado "Simulap" que se ha exportado a diferentes países y que ha entrenado a cientos de estudiantes de medicina y médicos cirujanos tanto de México como de otros países. En la Figura 7, se muestra el interior del simulador.

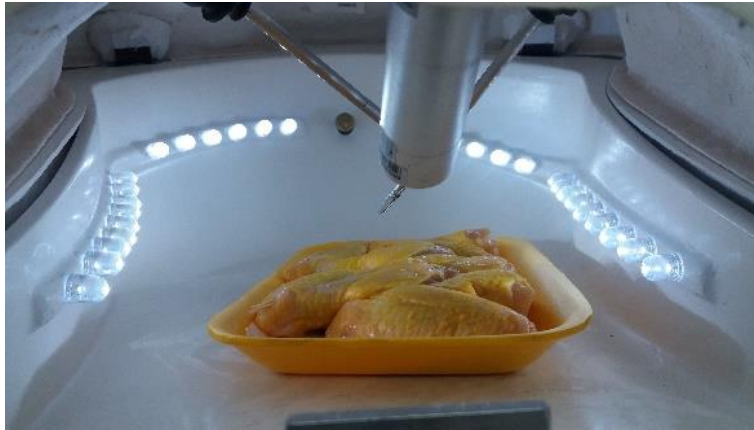


Figura 7. Interior del simulador de laparoscopia "Simulap".

El simulador para cirugía contaba con iluminación interior, así como una videocámara y salida de video que fue conectada a una pantalla de televisión externa obteniendo una clara imagen del interior del simulador, Figura 8.



Figura 8. a) Simulador de cirugía con la imagen de la videocámara proyectada en una televisión. b) Se introduce la pinza dentro del simulador.

Después de realizar un par de pruebas, se dio comienzo a la práctica que tuvo como finalidad cortar y extraer un pedazo de tejido de las piezas de pollo que simulaban ser los órganos internos de una persona.

Una vez que las herramientas se introdujeron, con la ayuda de las pizas se sujetó un trozo de tejido, se estiró y se realizaron un par de cortes para empezar a separar el pedazo de tejido a extraer, Figura 9. El tejido se manipuló de tal manera que permitiera realizar los cortes para separar completamente del trozo.



Figura 9. Sujeción del tejido con las pinzas.

Para finalizar, se extrajo el tejido del simulador. Figura 10.



Figura 10. Extracción del tejido.

CONCLUSIONES

Las pruebas que se hicieron con las pinzas y tijeras en un simulador de laparoscopia que pueden utilizar los estudiantes y médicos en cualquier momento, tuvieron éxito.

Las recomendaciones de algunos médicos quirúrgicos expertos en laparoscopia es que el tipo de afilado en las tijeras es muy importante. Deben de tener un acabado de pulido espejo así como también un depósito diamantado para uso en cirugía de seres humanos.

El costo para su fabricación, es reducido en comparación del costo de herramientas importadas.

Referencias

- [1] G. Q. Paulo Hernández de Toledo, «mim.promexico.gob.mx,» 30 Mayo 2016. [En línea]. Available: http://mim.promexico.gob.mx/work/sites/mim/resources/LocalContent/68/2/130815_DS_Dispositivos_Medicos_ES.pdf.
- [2] D. A. D. Caballero, «Centro Medico Teknon,» [En línea]. Available: <http://www.teknon.es/web/diez-caballero/cirugia-laparoscopica>. [Último acceso: 2016 06 19].
- [3] F. M. C. Alvarado, «Insidencias de Anestesia General en Operacion Cesárea: Registro de Tres Años».
- [4] «da Vinci.Surgery,» Palex Medical, [En línea]. Available: <http://davincivscancer.com/que-es-el-robot-davinci/robot-davinci>. [Último acceso: 22 06 2016].
- [5] Tecnológico de Monterrey, Centro de Calidad Ambiental, «LEGISMEX,» [En línea]. Available: <http://legismex.mty.itesm.mx/normas/ssa1/ssa1068pm-03.pdf>. [Último acceso: 11 Abril 2017].
- [6] Alejandro Pedroza Melendez. E. P. Jaime M. Justo-Janeiro, «Un nuevo simulador de laparoscopia,» Cir Ciruj, 2007,75ppp:19-23.