

DIAGNÓSTICO Y DISEÑO ERGONÓMICO DE LA ESTACIÓN DE LAPAROSCOPIA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CD. JUÁREZ

García Alejandra, Juárez J. David, Maldonado M. Aide,
Noriega Salvador, Ramírez Cuauhtémoc

Departamento de Ingeniería Industrial y de Manufactura
Universidad Autónoma de Cd. Juárez

1. RESUMEN

La medicina es un campo de trabajo un tanto olvidado por la ergonomía , ya que en el área médica el equipo está diseñado para el paciente y no para los médicos, es por eso que este proyecto esta encaminado a mejorar las condiciones ergonómicas de trabajo en la unidad de medicina experimental de laparoscopia en el Instituto de Ciencias Biomédicas de la UACJ. El problema observado es la postura disergonómica del cirujano al realizar la intervención debido a que las localizaciones del monitor de imagen laparoscópica y la lectura del instrumento necesario para este tipo de cirugía, llamado insuflador exigen diferentes puntos de enfoque visual, observado en la fotografía No. 1. El análisis REBA (Rapid Entire Body Assesment), es utilizado para el diagnóstico postural del cirujano así como un enfoque antropométrico y principios ergonómicos para proponer una nueva ubicación de estos elementos dentro del quirófano.



Fotografía No.1 Medicos durante cirugia Laparoscopica

2. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el diseño de estaciones de trabajo tiende a la prevención de riesgos laborales a efectos de minimizar la posibilidad de accidentes de trabajo, con las consecuentes ventajas de la producción y la productividad, alcanzándose

así, un mayor bienestar social, que se refleja en la economía de la empresa y en lo social. Un campo de aplicación de la ergonomía es la medicina, porque el equipo no se diseña para los médicos sino para el paciente, por lo que es común la observación de posturas incómodas en los médicos que con el paso del tiempo pueden originar desordenes traumatológicos acumulativos pues los tiempos de operación pueden llevarse horas, además del riesgo para el paciente que representa el diseño -inadecuado- de la estación para las cirugías. Como también es posible optimizar el espacio, el costo del diseño se puede justificar con este ahorro. A continuación se se expone una descripción de la estación y se destacan sus debilidades, definiendo el problema, delimitándolo y culminando con la justificación del mismo.

2.1. Descripción de la Estación

La Unidad Médica Experimental –UME- se integra con cuatro estaciones de trabajo cada una con el siguiente equipo: mesa de anestesia, equipo de cómputo, equipo de anestesia, carro de equipo, monitor, unidad electro-quirúrgica, cámara ayudante, tanque de dióxido de carbono. En cada estación actualmente se necesitan cinco personas para realizar la cirugía. Una estación de trabajo se puede apreciar en la Fotografía No. 2.



Fotografía No. 2. Estación de Laparoscopia

Se puede observar que la mesa de instrumental ocupa un demasiado espacio, y la mesa de operaciones tiene espacio ocioso en la parte inferior. Estas situaciones indican la oportunidad que existe para optimizar el uso adecuado y económico del espacio. El carro de equipo consta de un monitor, video casetera, cerebro, insuflador, la fuente de luz e impresora de video, siendo el principal problema que el insuflador y el monitor se encuentran ubicados fuera del alcance visual, dentro del rango de visión normal; por lo que el cirujano adopta una postura incorrecta al

observar el monitor; el insuflador, por su parte, se encuentra en la parte baja del carro y es muy difícil observar –constantemente– los indicadores y, por tanto, coleccionar los datos, de acuerdo a lo planteado este trabajo propone mejorar las condiciones ergonómicas de trabajo de la unidad de Medicina Experimental de Laparoscopia, lo que seguramente incidirá en el mejor desempeño del personal y del bienestar del paciente. El proyecto se delimita dentro de la Unidad Experimental de Laparoscopia de Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Cd. Juárez, pero la propuesta tiene mucho más alcance, debido a que las implementaciones pueden ser hechas en cualquier quirófano de laparoscopia. La relevancia del proyecto se pone de manifiesto al considerar los impactos en el avance de la disciplina, dado que las aplicaciones de ergonomía en la industria médica son contadas.

3.OBJETIVOS

En términos generales se pretende obtener un rediseño de la UME siguiendo principios de ergonomía y eliminar factores de riesgo para el personal médico, así como para el paciente, además de los que se presentan en los siguientes puntos:

- Optimización de espacio.
- Evitar fatigas
- Evitar posturas incorrectas
- Ubicar la proyección laparoscópica de acuerdo a consideraciones ergonómicas y equipos del quirófano.
- Se tratará de innovar la herramienta cotidiana de trabajo en el aspecto del diseño con los conceptos de espacio útil e inteligente, practicidad y funcionalidad adaptada con tecnología de vanguardia

4.MARCO TEÓRICO

En este apartado se redactan los fundamentos teóricos más importantes utilizados para esta investigación.

4.1 Antropometría y biomecánica del movimiento

La antropometría es una de las áreas que fundamentan la ergonomía y trata con las medidas del cuerpo humano, forma, fuerza y capacidad de trabajo. En la ergonomía los datos antropométricos son utilizados para diseñar los espacios de

trabajo, herramientas, equipo de seguridad y protección personal entre otros, considerando las diferencias entre las características, capacidades y limitantes físicos del cuerpo humano (*Mondelo, Gregori, Barrau, 2000*). La antropometría y los campos de la biomecánica afines a ella, estudian las características físicas y funcionales del cuerpo humano, teniendo en cuenta las dimensiones lineales, el peso y el volumen del movimiento, así como, vibraciones ó impactos a las que el cuerpo sea sometido (*Oborne, 1999*). Las dimensiones del cuerpo humano son de dos clases: Las dimensiones estructurales que son las que se toman a partir de la posición estática estandarizada y las dimensiones funcionales que son aquellas que se toman a partir de las posiciones del cuerpo en movimiento (*Chiner, Diego, Alcaide, 2001*). En este proyecto se consideraron solamente dimensiones estructurales para las modificaciones propuestas.

4.2 Posturas de Trabajo

Las posturas más comunes de trabajo son la de pié, sentado y mixta (de pié-sentado), cada una presenta sus propias ventajas y desventajas. La postura de pié es aquella que de acuerdo a las características del trabajo predomina en un quirófano, ya que, el cirujano requiere de movilidad, un alto grado de precisión y alcances tanto verticales como horizontales, que no son posibles con la postura sedente. Por lo cual se redactan a continuación algunas de sus características.

4.2.1 Postura de pié.

Según *Kroemer (1994)*, la posición de pié no es recomendable como postura de trabajo, a menos que el trabajador tenga que cubrir una área extensa de trabajo ó aplicar fuerza ó precisión. El permanecer mucho tiempo de pié puede provocar dolores de espalda inflamación de las piernas, problemas de circulación sanguínea, llagas en los pies y cansancio muscular. Sin embargo esta postura permite una mayor movilidad.

4.3 Tableros Visuales.

El tablero es un término que aplica virtualmente, a cualquier método indirecto de información, tal como una señal de tráfico de la carretera, un radio o una impresión en código variable. La información presentada por las exhibiciones pueden considerar dinámica y estática. En este caso se utilizó información dinámica, la

cual, cambia o está continuamente en cambio con el tiempo. Aunque en la mayoría de los casos la variable es dinámica, una cierta parte de información puede ser estática. Dentro de la información dinámica, según *Sanders y McCormick(1993)*, existen dos clases principales de información, la cualitativa, la cual indica el un valor aproximado, una tendencia, o un rango de datos, y la cuantitativa que arroja un dato numérico exacto y preciso tal como temperatura o velocidad, en este proyecto aplica la información cuantitativa.

Tamaño de Escala y Distancia de Visión

La distancia normal de visión es de 71 centímetros (28 in). Si el dispositivo es visto de una distancia mayor, las figuras deben ser agrandadas con el fin de mantener, en el ojo, el mismo ángulo visual de los detalles en dichas figuras (*Sanders y McCormick, 1993*). Para mantener el mismo ángulo visual, puede ser aplicada la siguiente fórmula para cualquier otra distancia (x) en pulgadas:

Dimensión en x cm = dimensión en 71 cm X (x cm/ 71).

4.4 Transtornos por Desordenes Traumatológicos Acumulativos (DTA's)

(CTD, Cumulative Trauma Disorders)

Como se ha mencionado anteriormente las posturas incómodas mantenidas por largos periodos de tiempo son factor de riesgo para la aparición de lesiones y desordenes traumatológicos acumulativos, por lo que, es importante mencionar los siguientes conceptos sobre este tema. *Putz-Anderson (1994)*, sugiere que los traumas se acumulan en forma gradual y que el problema se manifiesta de forma global, cuando al cabo del tiempo los tejidos afectados disminuyen sus cualidades mecánicas y de funcionalidad. El efecto se hace patente en forma de incomodidad, daño o dolor persistente en articulaciones, músculos, tendones y otros tejidos blandos con o sin manifestaciones físicas. En su obra, *Konz (1990)*, los llama en su conjunto Síndrome de Sobre-uso Ocupacional.

4.5 Fatiga visual

Bridger (1995) nos menciona que la fatiga visual no es una categoría de malestar propiamente reconocida, sino que el término se utiliza para describir síntomas como ojos llorosos, ojos secos, visión borrosa, doble visión, ardor y otras sensaciones dependiendo de la persona. En estaciones de trabajo con pantalla

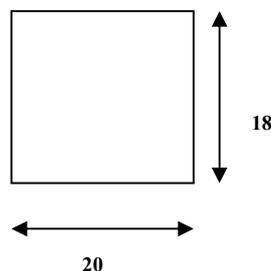
los principales factores que afectan la capacidad de ver bien son: el resplandor, el brillo (diferencia entre lo que se ve y su mas inmediato entorno), cantidad de luz, la distancia entre los ojos y la pantalla, la facilidad de lectura de la pantalla y la calidad de la visión de la persona. Los ojos se fatigan mas por ver muy de cerca que por ver de lejos. La regla general es mantener la imagen tan lejos como sea posible, con tal de que se pueda ver facilmente. La regla 20/20, según *Konz (1990)*, nos dice que que usted vee a 20 pies lo que una persona con visión normal vee a 20 pies; mientras que una visión 20/100 significa que usted vee a 20 pies lo que una persona con visión normal vee a 100 pies.

5. DESARROLLO

La utilización de apoyos visuales en esta actividad son básicos para efectuarla, la información que debe recibir de forma óptima el cirujano es información dinámica y se compone de las imágenes que se obtienen de la cámara laparoscópica y de los indicadores digitales de parámetros (presión de dióxido de carbono en la cavidad corporal a intervención del paciente, nivel de oxígeno en la sangre y presión del paciente) provenientes de tres aparatos utilizados durante la intervención laparoscópica.

5.1 Descripción del tablero visual propuesto para el proyecto:

Considerando que la postura del cirujano que es de pie y su localización respecto a la pantalla requiere de buen alcance visual sugerimos que la pantalla de proyección de la imagen laparoscópica tenga las siguientes dimensiones:



5.2 Distribución del área de trabajo.

El quirófano de la unidad médica experimental cuenta con cuatro estaciones, la cual se compone de cuatro mesas de operación, cuatro carritos de laparoscopia,

cuatro lámparas que penden del techo, cuatro mesas de riñón, y cuatro mesas de instrumental.

5.3 Alcances verticales y horizontales

Alcance vertical

Lámpara: Tiene un alcance vertical el cual se encuentra en la zona de acceso de campo motor esta consta de herramientas poco utilizadas.

Alcance horizontal

Mesa de riñón: En la cual aplica un alcance horizontal que se encuentra en la zona de acceso (área máxima de alcance). Esta que es la zona máxima donde se pueden encontrar las herramientas, comprende 800 mm hacia los lados y 600mm hacia el frente.

Mesa de instrumental: Se encuentra en la zona de fácil acceso y son los instrumentos utilizados mas a menudo.

Mesa de operaciones: Esta se encuentra en la zona óptima.

Es muy importante aclarar que los alcances para la postura de pie son mayores que la postura sentado. Esto se debe a que tenemos mayor facilidad de movimiento cuando nos encontramos de pie.

6. RESULTADOS

Definición de dimensiones corporales relevantes para el diseño, principios antropométricos y percentiles adecuados. Las dimensiones corporales que se tomaron en cuenta para este proyecto y que a su vez son críticas son:

1. **Altura al codo:** La altura de la mesa de operaciones debe tener una altura al codo de pié, en la cual aplica el cuarto principio de antropometria para el diseño de la estación de trabajo, que menciona lo siguiente : Diseñar para ajustabilidad, estaciones de trabajo ajustables a los usuarios ya que las personas que participan de esta área de trabajo son muchas y de múltiples características antropométricas diferentes. Abarca desde el percentil 5 mujer de 36.9 pulgadas hasta el percentil 95 hombre de 46.9 pulgadas.

2. **Altura a la vista:** Para la altura de la pantalla tenemos una situación similar que la de la mesa de operaciones, ya que debe de tener una altura al ojo de pié en la cual aplica también el cuarto principio de la antropometría para el diseño de la estación de trabajo, que menciona lo siguiente: “Diseñar para ajustabilidad, estaciones de trabajo ajustables a los usuarios”, que debe abarcar desde el percentil 5 mujer 54.4 pulgadas hasta el percentil 95 hombre de 68 pulgadas.
3. **Alcance con el brazo:** Para el alcance de la mesa de riñón y de la mesa de instrumental debemos considerar la dimensión de el hombro la punta de los dedos aplicando el segundo principio antropométrico para el diseño, diseñar para los extremos con el percentil 5 que es de 26.7 pulgadas, ya que las mesas deben estar al alcance del individuo mas largo de brazos hasta los individuos con brazos mas cortos.

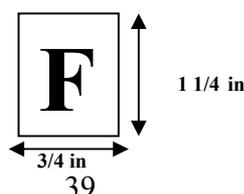
Para la evaluación de la estación se utilizó la metodología REBA,

TASK

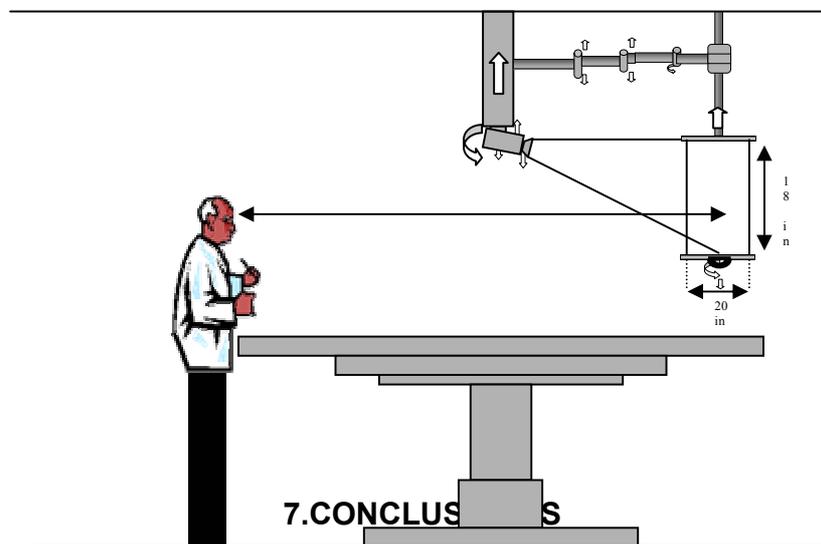
EVALUACION DEL CIRUJANO EN EL AREA DE TRABAJO

GROUP A			GROUP B		
POSTURE/RANGE	SCORE	TOTAL	POSTURE	SCORE	TOTAL LEFT AND RIGHT
TRUNK			UPPER ARMS (SHOULDERS)		L 3 3 R
UPRIGHT	1	IF BACK IS TWISTED OR TITLED TO SIDE: +1	FLEXION 0-20 EXTENSION 0-20	1	ARM ABDUCTED/ ROTATED: +1 SHOULDER RAISE: +1 ARM SUPPORTED: -1
FLEXION 0-20 EXTENSION 0-20	2		FLEXION 20-45 EXTENSION >20	2	
FLEXION 20-60 EXTENSION >20	3		FLEXION 45-90	3	
FLEXION >20	4		FLEXION >90	4	
NECK			LOWER ARMS (ELBOWS)		L 2 2 R
FLEXION 0-20	1	IF NECK TWISTED OR TITLED SIDE: +1	FLEXION 0-20	1	WRIST DEVIATED/ TWISTED +1
FLEXION >20 EXTENSION >20	2		FLEXION < 60 EXTENSION > 100	2	
LEGS			WRISTS		L 2 3 R
BILATERAL BEARING, WALK, SIT	1	KNEE FLEXION 30-60 +1 KNEE FLEXION >60 +2	FLEXION 0-15 EXTENSION 0-15	1	WRIST DEVIATED/ TWISTED: +1
UNILATERAL BEARING UNSTABLE	2		FLEXION >15 EXTENSION >15	2	
SCORE FROM TABLE A			SCORE FROM TABLE B		L 3 5 R
LOAD/FORCE			COUPLING		L 1 1 R
< 5KG , < 11KG	0	SHOCK OR RAPID BULDUP +1	GOOD	0	WRIST DEVIATED/ TWISTED: +1
5-10KG , 11-22KG	1		FAIR	1	
> 10KG , < 22LB	2		POOR	2	
SCORE A (TABLE A + LOAD/FORCE)			UNACCEPTABLE	3	LEFT RIGHT
ACTIVITY			SCORE B (TABLE B + COUPLING SCORE)		4 6
ONE OR MORE BODY PARTS ARE STATIC FOR LONGER THAN 1 MIN	+1		SCORE (FROM TABLE C)		5 7
REPEAT SMALL RANGE MOTIONS MORE THAN 4 PER MINUTE	+1		ACTIVITY SCORE		2 2
RAPID LARGE CHANGES IN POSTURE UNSTABLE BASE	+1		REBA SCORE (SCORE C+ACTIVITY SCORE)		7 9

Como se puede observar en la Tabla No. 1, la evaluación REBA indica un riesgo alto, por lo cual este proyecto es de suma importancia para bajar el nivel de riesgo. En conclusión, el diseño de la sala de laparoscopia puede ser mejorado para solucionar problemas ergonómicos y para la optimización de uso del espacio. Uno de los problemas principales es el espacio insuficiente en el quirófano de laparoscopia, así como las posiciones adoptadas por los médicos y sus asistentes al observar monitores, lecturas de instrumentos, la distribución del instrumental y el permanecer de pie; además de otras desventajas propias de cada equipo. Los indicadores digitales de parámetros se sugiere proyectarlos en la misma pantalla y estos deben tener las siguientes dimensiones:



Tomando en cuenta que el cirujano se posiciona a una distancia que puede variar de 45 a 55 in, y para proporcionar un mejor seguimiento visual y apreciación de la imagen en monitor, se sugiere la utilización de proyector que pueda mostrar la imagen de la cámara de laparoscopia sobre la misma mesa de operaciones que pueda ser girada y a futuro que en la misma imagen se muestren los indicadores de los aparatos de medición para que el médico no tenga la necesidad de voltear constantemente a monitorear estos aparatos que se encuentran fuera de un alcance visual cómodo.



Después de esta investigación están identificadas las deficiencias existentes en el campo de la cirugía laparoscópica respecto a la aplicación de la ergonomía en el área de trabajo. El aplicar principios ergonómicos e Ingeniería en cuestión de optimización, representa una ventaja para los médicos y usuarios ya que se puede reducir el riesgo de DTA's y a la vez se puede disminuir el tiempo que se lleve para operar al tener todo el instrumental y aparatos al alcance tanto físico como visual, la inversión puede ser relativamente grande pero comparada con los beneficios que nos proporcione es plenamente justificable, pues afectara en cuestión de funcionalidad, practicidad y optimización, también es valido mencionar que la disposición en el área de trabajo influye directamente en la realización correcta de las actividades pues el ser humano busca constantemente su

bienestar en cada función que desempeña. Podemos destacar que la correcta adaptación de los dispositivos visuales propuestos es uno de los puentes neurálgicos de este proyecto, puesto que como ya se mencionó, este es uno de los puntos mas importantes para el desempeño del trabajo del cirujano. La integración digital de la señal del insuflador, que logre la ubicación de la lectura digital de este instrumento esencial para el cirujano, dentro de la pantalla de imagen laparoscopica, se esta desarrollando por parte del Departamento de Electrónica y Computación del Instituto de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Cd. Juárez. Dando una propuesta mas completa en esta configuración lógica de la Ergonomía. En cuanto a la optimización de espacio, nos damos cuenta de que hemos logrado que se pueda trabajar en un espacio mas amplio, al cambiar el diseño de la estación de trabajo, así como las fatigas y posturas incorrectas se han corregido utilizando los principios ergonómicos, y al ubicar la proyección laparoscópica de acuerdo a el equipo del quirófano y las consideraciones ergonómicas tomadas en cuenta para la implementación de este proyecto. Actualmente se esta trabajando en rediseño de la mesa de operaciones.

8. BIBLIOGRAFIA

ERGONOMICS, K.H.E. Kroemer H.B. Kroemer K.E. Kroemer-elbert Prentice Hall Englewood cliffs,1994.

INTRODUCTION TO ERGONOMICS R.S. Bridger, Ph. D., McGraw-Hill,1995.

HUMAN FACTORS IN ENGINEERING AND DESIGN Mark S. Sanders, Ph. D. Ernest J. McCormick, Ph.D McGraw-Hill,1993.

ERGONOMIA EN ACCION, David J, Osborne Editorial ,Trillas,1999

ERGONOMIA 1 Fundamentos. 3^a. Edicion, Pedro R. Mondelo, Enrique Gregori
Torada Pedro, Barrau Bombardo, Alfaomega,2003.

LABORATORIO DE ERGONOMIA. Mercedes Chiner Dasi, J. Antonio Diego Mas,
Jorge Alcaide Marzal, Universidad Politecnica de Valencia,2001.

