

Diseño de una camilla/mesa proctológica*

Designing a Proctology Couch / Table

Desenho de uma maca / mesa proctológica

*Martha Ruth Manrique Torres***

*Luis Jorge Lombana Amaya****

*Guillermo Andrés Pérez Rodríguez*****

*Ovidio Rincón Becerra******

* Fecha de recepción: 11 de diciembre de 2007. Fecha de aceptación para publicación: 14 de marzo de 2008. El artículo se deriva del proyecto de investigación denominado *Diseño y desarrollo de equipos y elementos para el área de la salud: camilla/mesa proctológica* (ID Propuesta: 00000269, ID Proyecto: 000282), financiado por la Pontificia Universidad Javeriana.

** Licenciada en Mecánica y Dibujo Técnico, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. Especialista en Manejo y Programación de Máquinas con Control Numérico, Servicio Nacional de Aprendizaje (Sena), Colombia. Magíster en Educación, Pontificia Universidad Javeriana. Profesora asistente, Departamento de Procesos Productivos, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. Correo electrónico: smanriq@javeriana.edu.co

*** Cirujano general, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Instructor de urgencias, Hospital Universitario San Ignacio. Profesor de Cirugía General, Colon y Recto, Hospital Universitario San Ignacio y Pontificia Universidad Javeriana. Correo electrónico: lombanal@javeriana.edu.co

**** Diseñador Industrial y Especialista en Diseño y Gerencia de Producto para la Exportación, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Doctor en Ciencias Físicas, Universidad de Santiago de Compostela, España. Profesor asistente, Departamento de Diseño, Pontificia Universidad Javeriana. Correo electrónico: perez.g@javeriana.edu.co

***** Diseñador Industrial, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Especialista en Ergonomía, Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia. Profesor instructor, Departamento de Diseño, Pontificia Universidad Javeriana. Correo electrónico: rincono@javeriana.edu.co

Resumen

Una rama de la biomecánica es la construcción de instrumentos, dentro de los cuales se puede contar el instrumental para intervenciones quirúrgicas. Esto es de preocupación no solamente de los cirujanos, sino también motivo de investigación y desarrollo de otras disciplinas, como el diseño industrial y la ingeniería. En este artículo se presenta el proceso de diseño de una mesa para el diagnóstico y la práctica quirúrgica en el área de la proctología, como resultado de un proyecto de investigación desarrollado por los departamentos de Procesos Productivos (de la Facultad de Ingeniería), Diseño (de la Facultad de Arquitectura y Diseño) y Cirugía (de la Facultad de Medicina), de la Pontificia Universidad Javeriana. Se describen especialmente los aspectos formales del diseño, así como los ergonómicos que condujeron a la propuesta final.

Palabras clave

Diseño mesa proctológica, instrumentos y aparatos quirúrgicos, medicina instrumentos y aparatos.

Abstract

One of the fields of biomechanics is the construction of instruments through which we can set up the instrumentation for surgical interventions. This not only meets the concerns of surgeons, but also provides a reason for research and development in other areas such as industrial design and engineering. Accordingly, this paper presents the process of designing a table for diagnosis and surgical practice in the area of proctology, which is the result of a research project developed by three departments at Javeriana University: Productive Processes in the School of Engineering; Design in the School of Architecture and Design; and Surgery in the School of Medicine. The formal and ergonomic aspects of the design leading to the final proposal are described.

Key words

Design pulls proctologica, surgical instruments and apparatus, medical instruments and apparatus.

Resumo

Um ramo da biomecânica é a construção de instrumentos, dentro do qual se pode incluir o instrumental para as intervenções cirúrgicas. Isto é de preocupação não só para os cirurgiões, mas também é motivo de pesquisa e desenvolvimento de outras disciplinas como o desenho industrial e a engenharia. Neste artigo apresenta-se o processo de desenho de uma mesa para o diagnóstico e a prática cirúrgica na área da proctologia. É resultado de um projeto de pesquisa desenvolvido pelos departamentos de Processos Produtivos da Faculdade de Engenharia e Desenho da faculdade de Arquitetura e Desenho e Cirurgia da Faculdade de Medicina. Descrevem-se especialmente os aspectos formais do desenho, assim como os ergonômicos que levaram à proposta final.

Palavras chaves

Construção de material cirúrgico, diagnóstico, mesa proctológica, desenho.

Introducción

Las patologías de enfermedades proctológicas requieren nuevos tratamientos, medicinas y equipos quirúrgicos, tanto para el diagnóstico como para su terapéutica. En los procedimientos diagnósticos y terapéuticos del área de proctología, el examen clínico debe realizarse en una posición y con una camilla que es diferente a las utilizadas en el resto de consultas médicas, ya que el paciente debe adoptar unas posiciones específicas para su adecuada realización (Phillips, 2004).

Las camillas convencionales y las sillas de consultorio no permiten ubicar al paciente en posición genupectoral (boca abajo, arrodillado), de navaja sevillana, de litotomía (boca arriba con separación de piernas aproximada de 90°) o prona (boca abajo con soporte para mantener levantada la pelvis). La carencia de una camilla adecuada limita el desempeño del especialista e incrementa la incomodidad del paciente (Broto y Delor, 2000).

El proyecto de investigación del cual se deriva este artículo tuvo como objetivos desarrollar y elaborar el diseño de una camilla proctológica que se ajustara a la antropometría de la población colombiana, a las condiciones de manufactura con equipos convencionales o al empleo de materiales comerciales; además, se buscaba que el producto obtenido tuviera un costo inferior al de los productos comerciales. La camilla puede ser empleada en procesos de diagnóstico, en procesos quirúrgicos proctológicos y en otros campos médicos con requerimientos que se ajusten a las características de la camilla.

1. Antecedentes

El arte del examen clínico se conoce como semiología quirúrgica. El examen de las patologías concernientes al colon, al recto y al ano se lleva a cabo mediante cuatro procesos que son: inspección, palpación, realización de una anoscopia y, por último, realización de una rectosigmoidoscopia (endoscopia de la región anal).

Tanto para la enseñanza de este examen clínico en sitios de formación profesional como en su ejecución en consultorios particulares, la posición preferida del paciente es la llamada posición en navaja sevillana (figuras 1 y 2). Esta posición

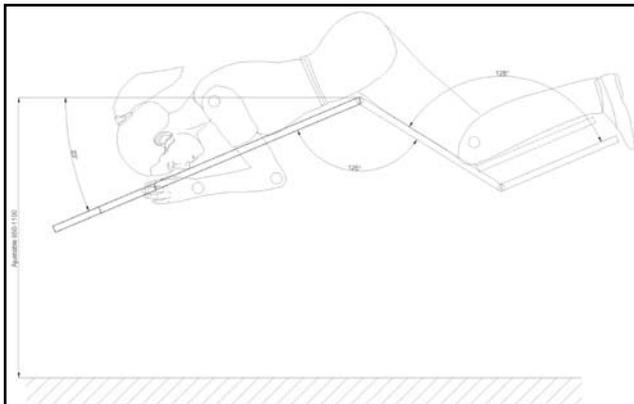
permite una adecuada visualización y un fácil acceso; además, es confortable para el paciente y para el examinador.

Figura 1. Simulación de la postura del paciente



Fuente: presentación propia de los autores.

Figura 2. Angulación de la postura del paciente



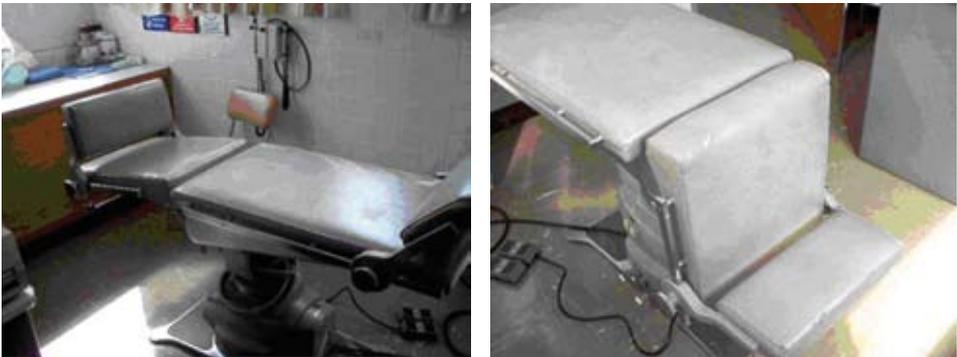
Fuente: presentación propia de los autores.

Para lograr esta posición de forma correcta se necesita una camilla proctológica con la que no se cuenta en la mayoría de nuestros hospitales. El procedimiento de diseño seguido en este caso es el que ha desarrollado y aplicado el grupo de trabajo en prototipos anteriores (Manrique y Lombana, 2002).

Con el propósito de indagar respecto al mercado de las camillas, se buscó en empresas especializadas en suministros médicos para usuarios particulares y hospitalarios de la ciudad de Bogotá y en sitios de la red (Zywiecka, 2006; Asco, 2006; Pemed, 2006), que ofrecieran camillas o mesas para uso en exámenes coloproctológicos. Se encontró que la mesa/camilla proctológica es un equipo sumamente especializado y que sólo se suministra bajo pedido; a cambio, se ofrecen camillas o mesas de tipo normal o de tipo obstétrico. En la gran mayoría de los casos el precio se consigue al formalizar el interés por el producto.

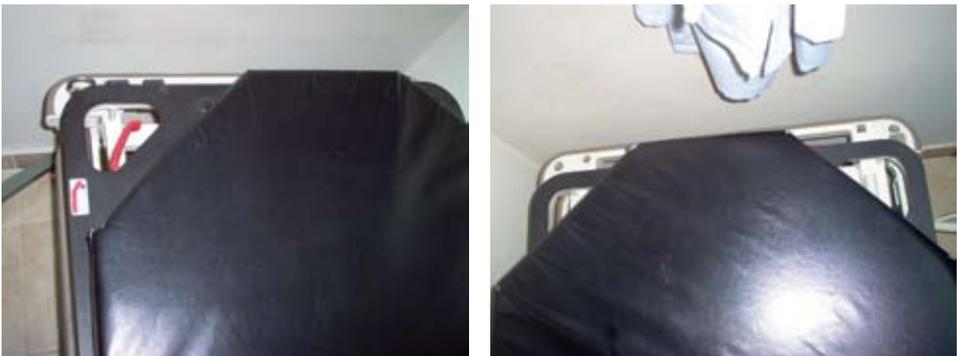
Adicionalmente, se realizaron visitas al Hospital Militar Central y a la Clínica El Bosque, que ofrecieron la facilidad de observar, así como de tomar dimensiones y fotografías. Las camillas observadas permiten las siguientes posiciones: genupectoral, de navaja sevillana, de litotomía y prona como se puede observar en las figuras 3 y 4.

Figura 3. Vistas de la camilla de Ritter



Fuente: presentación propia de los autores.

Figura 4. Vistas de la camilla de Hill-Rom



Fuente: presentación propia de los autores.

En los hospitales donde no se cuenta con la camilla apropiada, el examen clínico se realiza en posición decúbito lateral llamada posición de Sims o lateral, la cual, aunque permite la realización del examen clínico, limita la observación del personal en entrenamiento. Esta metodología es la utilizada actualmente en todos los centros de referencia de cirugía colorrectal o proctológica, tanto por sus capacidades operativas como educativas.

2. Procedimiento de diseño

Con el propósito de caracterizar la camilla que se iba a diseñar, en primera instancia, se llevó a cabo un estudio desde el punto de vista ergonómico, que involucró la percepción del especialista médico, de manera que también se pudiera en el mismo momento tener el concepto y los requerimientos del especialista. Con este estudio se perseguía, además, determinar las principales dimensiones del prototipo de la camilla proctológica, a partir de datos antropométricos de la población colombiana y teniendo en cuenta su actividad.

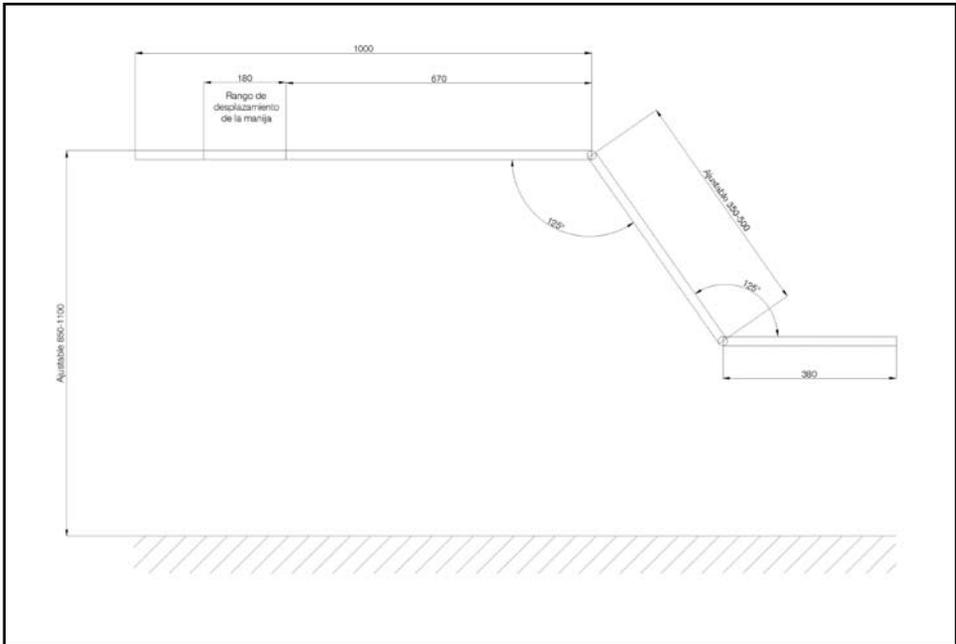
2.1 Ergonomía

El procedimiento involucró la simulación de las posturas de paciente y del médico en el Laboratorio de Pruebas de Producto y Usabilidad del Departamento de Diseño de la Pontificia Universidad Javeriana. El estudio consistió en ubicar a una persona sobre una camilla convencional, tal y como en la actualidad se realizan los procedimientos en el Hospital Universitario San Ignacio (HUSI). Dos especialistas en proctología dieron las recomendaciones correspondientes, asociadas con la postura del paciente para llevar a cabo los procedimientos (Estrada et al., 2002). La información fue registrada por medio de video y fotografía digital, en dos planos corporales (posterior y sagital) (véase Figura 1). A partir de las imágenes tomadas, se midieron los ángulos entre los segmentos corporales por medio del software AutoCad® 2005, como se muestra en las figuras 2 y 5.

En la definición de estas medidas se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Con respecto a la postura del paciente: la definición de medidas se orienta a datos de antropometría estática, considerando que la persona está en una postura estable mientras es examinada.
- Con respecto a la postura del médico: la definición de las medidas relevantes de la camilla se realizó determinando la altura apropiada para el plano de trabajo de los especialistas, de acuerdo con la actividad desarrollada (observación y procedimientos realizados en el paciente).

Figura 5. Dimensiones generales de los elementos de la camilla



Fuente: presentación propia de los autores.

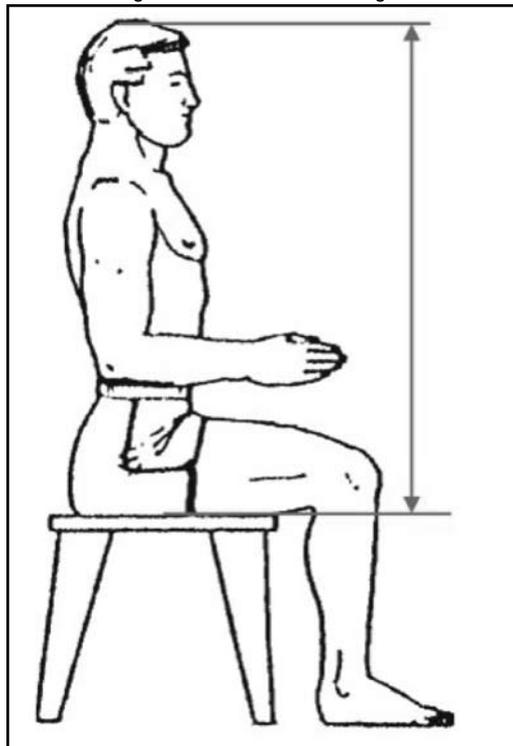
- Revisión de datos antropométricos en tablas colombianas: se tomó como base para determinar las medidas de la camilla la información de las tablas de antropometría colombianas Acopla 95 (Ávila, et al., 2001). Se tuvieron en cuenta las dimensiones tanto para hombres como mujeres entre 20 y 59 años de edad y en el rango establecido entre los percentiles 5 y 95.
- Definición de dimensiones de la camilla: para el diseño de los extremos se tuvo en cuenta que esta labor consiste en determinar las medidas de algunos de los componentes de la camilla, teniendo en cuenta que queden cubiertas las personas con dimensiones extremas de la población (percentil 5 y 95). En cuanto al diseño con promedios regulables, se consideró diseñar elementos móviles que permitan modificar su dimensión de acuerdo con las dimensiones particulares de una persona. Este principio es aplicado cuando el diseño para los extremos no favorece a alguna de las partes, teniendo que buscar el ajuste particular del elemento para cada persona.

A partir del procedimiento explicado, las dimensiones resultantes para los componentes más importantes de la camilla son las siguientes (véase también la Figura 5): longitud del segmento superior, posición de las manijas de agarre, dimensión del segmento medio, longitud del segmento inferior y altura.

2.1.1 Longitud del segmento superior de la camilla (tronco)

Para determinar esta dimensión se tomó como medida antropométrica la altura sentado-erguido, definida como “la distancia vertical medida desde el asiento hasta el vértex estando el individuo en su posición erguida y formando su tronco un ángulo de 90° con los muslos” (Ávila et al., 2001, p. 158). El criterio utilizado fue asegurar que la superficie de la camilla cubriera a las personas con un mayor valor en esta dimensión antropométrica (Figura 6). Se tomó como dato de referencia el percentil 95 para hombres, equivalente a 94 cm. La dimensión definida para la camilla fue de 100 cm, con lo que se deja una holgura de 6 cm (Tabla 1).

Figura 6. Altura sentado-erguido



Fuente: Roebuck (1995).

Tabla 1. Percentiles 5 y 95 de la dimensión antropométrica: altura sentado-erguido para la población colombiana

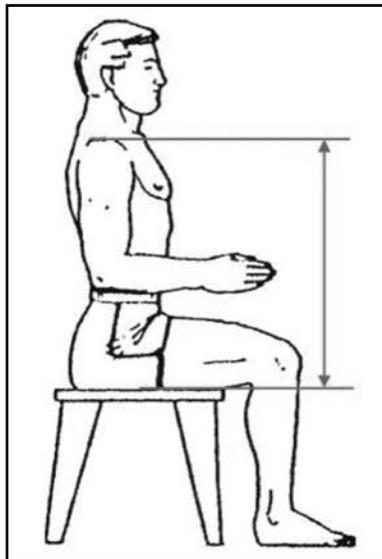
Dimensión antropométrica	Mujeres 20-59 años (n=785)		Hombres 20-59 años (n=1.315)	
	Percentil 5	Percentil 95	Percentil 5	Percentil 95
Altura sentado-erguido	78,5 cm	87,7 cm	83,5 cm	94 cm

Fuente: Ávila et al. (2001 p. 184).

2.1.2 Posición de las manijas de agarre

Al tener en cuenta que en el transcurso del examen el paciente debe agarrarse de dos manijas ubicadas a lado y lado de la camilla, se determinó el rango dimensional en el cual deben situarse. Esto fue calculado usando como medida antropométrica de referencia la altura acromial (del hombro) sentado, definida como “la distancia vertical desde el asiento, medida hasta el proceso acromial, estando el sujeto en posición erguida y manteniendo un ángulo de 90° entre el tronco y los muslos” (Ávila et al., 2001, p. 158) y la altura de los ojos, definida como la “distancia vertical medida desde el asiento hasta la hendidura que se forma entre los ojos” (Ávila et al., 2001) (Figura 7).

Figura 7. Altura acromial-sentado



Fuente: Roebuck (1995).

Si se considera que durante el examen el paciente se encuentra boca abajo, con los brazos en abducción de aproximadamente 45° y los antebrazos en flexión, formando un ángulo de aproximadamente 90° con respecto a los brazos, en esta posición las manos quedan situadas aproximadamente a la altura de los ojos de los pacientes (Figura 7). Por ello la cobertura de la manija se calculó teniendo en cuenta el rango existente entre el percentil 5 para mujeres (68,4 cm) y el 95 de hombres (83,6 cm) de la altura de los ojos. De esta manera, se recomienda que la zona de agarre de la manija inicie a 67 cm del punto de giro del segmento superior de la camilla y que tenga una longitud de 18 cm, para que cubra hasta el percentil 95 de las dimensiones de los hombres (Tabla 2).

Tabla 2. Percentiles 5 y 95 de la dimensión antropométrica: altura acromial sentado para la población colombiana

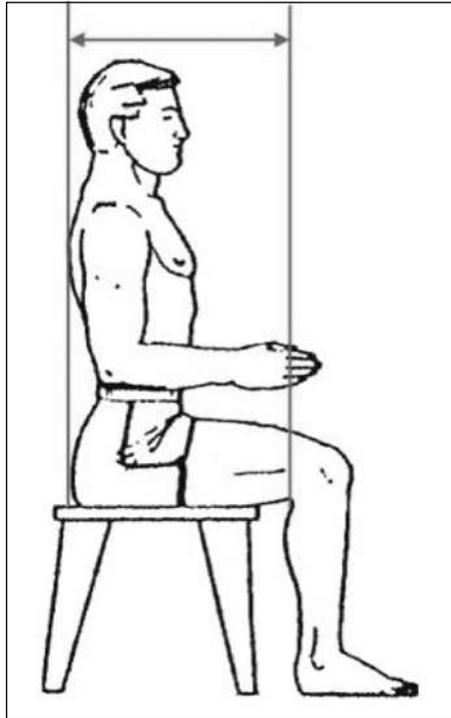
Dimensión antropométrica	Mujeres 20-59 años (n=785)		Hombres 20-59 años (n=1.315)	
	Percentil 5	Percentil 95	Percentil 5	Percentil 95
Altura acromial sentado	51,2 cm	58,7 cm	54,2 cm	63,2 cm
Altura de ojos sentado	68,4 cm	77,4 cm	73,2 cm	83,6 cm

Fuente: Ávila et al. (2001 p. 184).

2.1.3 Dimensión del segmento medio de la camilla (muslos)

La longitud del segmento medio de la camilla es ajustable si se tiene en cuenta la variabilidad antropométrica existente en los miembros inferiores (MMII) de los pacientes. Para su cálculo se tomó como referencia la largura nalga-fosa poplítea, definida como la “distancia medida horizontalmente entre la parte posterior de la nalga y el borde anterior de la rodilla” (Ávila et al., 2001, p. 160). Por ello se consideró el rango existente entre el percentil 5 de mujeres (42 cm) y el percentil 95 de hombres (50,8 cm). El rango dimensional para la camilla está entre 35 y 50 cm, considerando una tolerancia de 7 cm para las personas con dimensiones más pequeñas (Figura 8 y Tabla 3).

Figura 8. Largura nalga-fosa poplítea



Fuente: Roebuck (1995).

Tabla 3. Percentiles 5 y 95 de la dimensión antropométrica: largura nalga-fosa poplítea para la población colombiana

Dimensión antropométrica	Mujeres 20-59 años (n=785)		Hombres 20-59 años (n=1315)	
	Percentil 5	Percentil 95	Percentil 5	Percentil 95
Largura nalga-fosa poplítea	42 cm	50,4 cm	42,7 cm	50,8 cm

Fuente: Ávila et al. (2001 p. 184).

2.1.4 Longitud del segmento inferior de la camilla (piernas)

La longitud de este segmento se determinó teniendo como referencia la altura de la rodilla, definida como la “distancia vertical medida desde el piso hasta el borde superior de la rótula en su unión con el músculo cuádriceps” (Ávila *et al.*,

2001, p. 159). Se tomó la dimensión correspondiente al percentil 5 de mujeres (44,7 cm). A esta dimensión se le redujeron 7 cm, de modo que los dedos de los pies quedaran libres (por fuera del borde de la camilla). Por ello, la longitud de este segmento se calculó en 38 cm (Figura 9 y Tabla 4). Es importante recordar la importancia que tiene una buena amortiguación en este borde, para evitar presiones excesivas en la zona del empeine del pie.

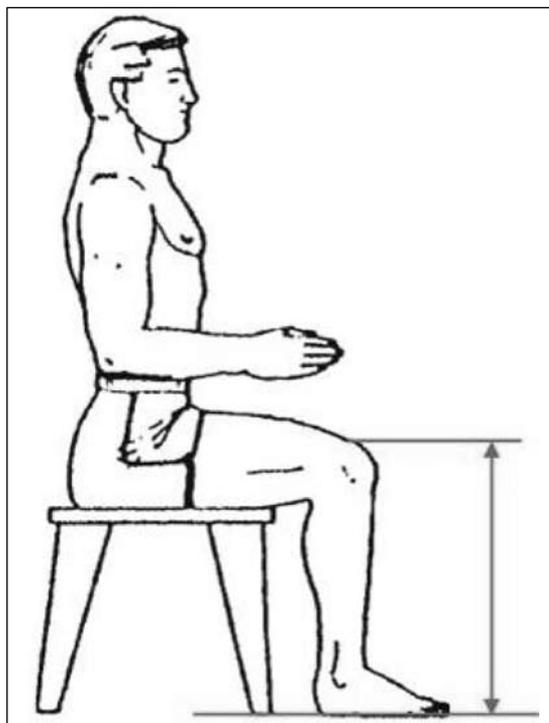


Figura 9. Altura de la rodilla

Fuente: Roebuck (1995).

Tabla 4. Percentiles 5 y 95 de la dimensión antropométrica: altura de la rodilla para la población colombiana

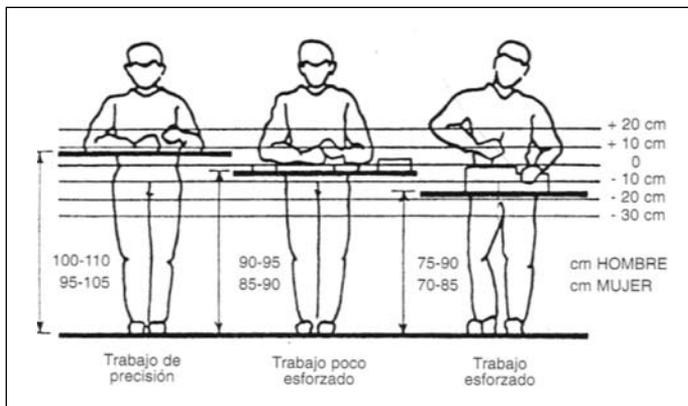
Dimensión antropométrica	Mujeres 20-59 años (n=785)		Hombres 20-59 años (n=1315)	
	Percentil 5	Percentil 95	Percentil 5	Percentil 95
Altura de la rodilla	44,7 cm	52,4 cm	48,2 cm	56,6 cm

Fuente: Ávila *et al.* (2001 p. 184).

2.1.5 Altura de la camilla

Para definir los rangos de altura de la camilla se tuvieron en cuenta tanto las características de la actividad realizada por el médico como sus dimensiones antropométricas. En el primer caso, se consideró que la acción realizada se puede clasificar como trabajo de precisión, teniendo en cuenta que el examen se centra en la observación directa del ano del paciente y en la operación de diversos instrumentos dentro de este. De acuerdo con ello, se estableció que la altura del plano de trabajo, correspondiente a la altura del ano con respecto al piso, debe ubicarse entre 15 y 20 cm por encima de los codos del médico, al estar él en postura bípeda (Farrer, 1995). De esta manera, se favorece posturalmente al médico y se reducen los movimientos de flexión e inflexión de cuello y tronco para poder examinar, debido a las demandas visuales que en este caso son elevadas (Figura 10).

Figura 10. Plano de trabajo en función de la talla y tipo de trabajo



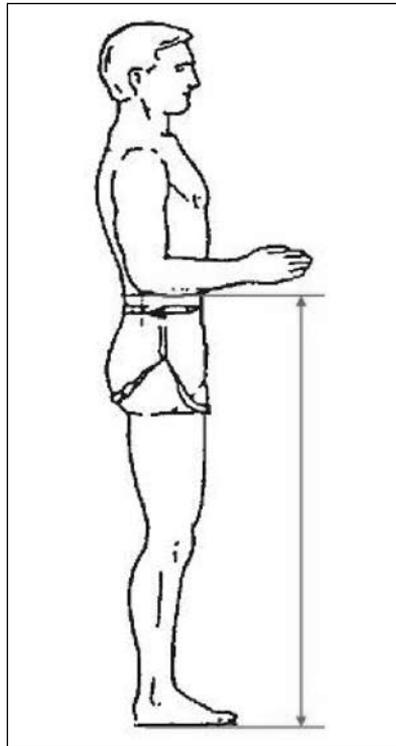
Fuente: Farrer (1995).

El segundo criterio tenido en cuenta fue el rango dimensional existente en las alturas de los codos (altura radial) de los médicos en postura bípeda. Esta dimensión se ha definido como la “distancia vertical medida desde el piso hasta la cabeza del radio” (Ávila *et al.*, 2001, p. 158). Para el percentil 5 de mujeres esta dimensión es de 91,4 cm y el percentil 95 de hombres es de 114,3 cm (Figura 11). El plano de trabajo que corresponde a la zona superior de las nalgas se determinó al sumar a la altura de la superficie de la camilla una altura de 25 cm, que corresponde a una profundidad media en esta zona del cuerpo (Tabla 5). Por ello el cálculo de la altura de la camilla corresponde a:

$$\text{Altura plano de la camilla} = (\text{Altura de los codos} + 20 \text{ cm}) - 25 \text{ cm}$$

Así, el rango de altura se encuentra entre 85 y 110 cm, luego de redondear los valores.

Figura 11. Altura radial



Fuente: (Roebuck, 1995).

Tabla 5. Percentiles 5 y 95 de la dimensión antropométrica: altura radial para la población colombiana

Dimensión antropométrica	Mujeres 20-59 años (n=785)		Hombres 20-59 años (n=1315)	
	Percentil 5	Percentil 95	Percentil 5	Percentil 95
Altura de los codos (radial)	91,4 cm	105,2 cm	98,7 cm	114,3 cm

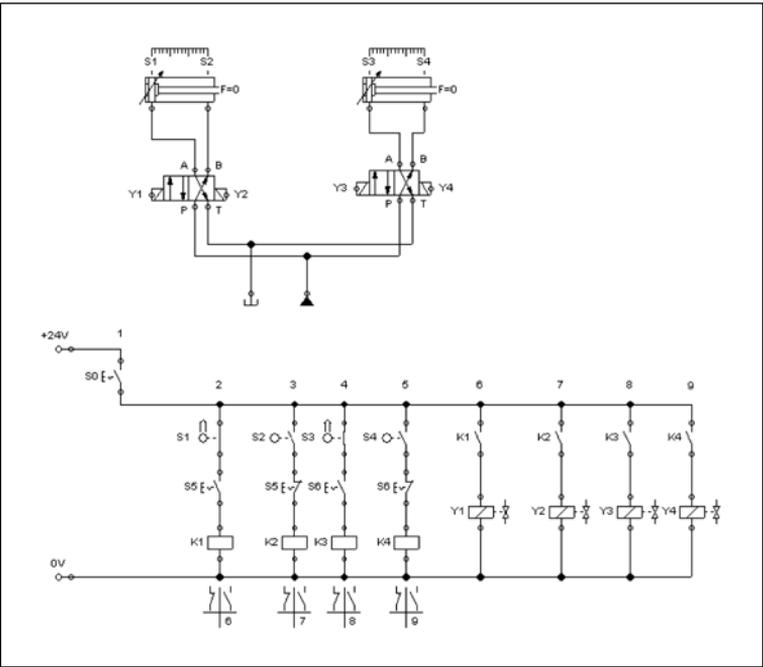
Fuente: Ávila et al. (2001 p. 183).

2.3 Descripción de la camilla

El funcionamiento general de la camilla se obtiene por medio del accionamiento de dos cilindros hidráulicos con mando eléctrico mediante pedales. Los cilindros permiten los movimientos angulares de los soportes del cuerpo y de las piernas del paciente (posición plana, en ángulo de 90°, con posición del soporte de cuerpo en horizontal y en posición de navaja sevillana) (Figura 13). Los ángulos del soporte de la cabeza y de los pies se logran mediante tornillos deslizantes sobre correderas como se muestra en la Figura 14.

La camilla cuenta con las siguientes partes: pedestal, estructura de soporte y alojamiento de paciente. El pedestal (Figura 15) está ubicado dentro de una caja metálica de lámina CR calibre 18 con acabado en pintura mate. La bomba hidráulica, con capacidad de abastecimiento de fluido para los dos cilindros en forma simultánea, funciona por medio de válvulas de accionamiento eléctrico (estas se controlan con los pedales). Los pedales se utilizan para accionar las válvulas, y el cilindro de accionamiento para el ascenso y descenso de la camilla actúa en forma vertical con un recorrido de 250 mm.

Figura 13. Circuito hidráulico



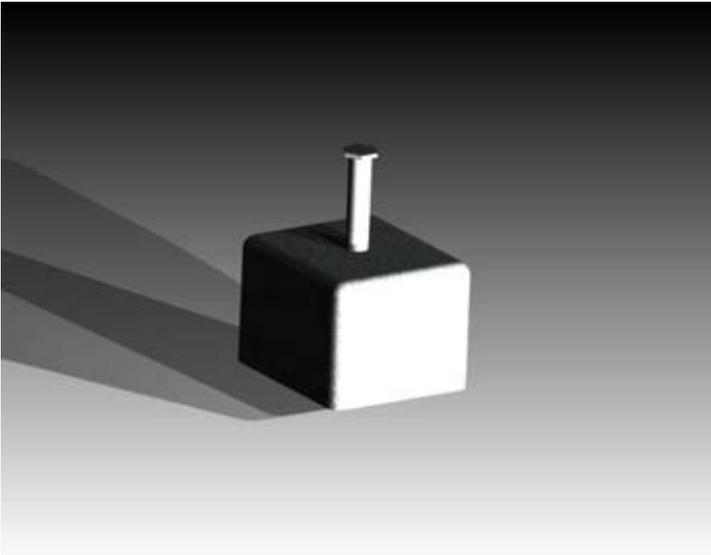
Fuente: presentación propia de los autores.

Figura 14. Mecanismo de corredera para accionamiento de soportes de pies y cabeza



Fuente: presentación propia de los autores.

Figura 15. Pedestal



Fuente: presentación propia de los autores.

En la estructura de soporte se encuentran los cilindros de accionamiento para la posición de la camilla, tanto para el soporte del tronco como para el de las piernas (Figura 16). Estos permiten que la camilla tome los ángulos requeridos para el examen médico desde los 180° , pasando por los 75° , hasta los 90° . También se encuentran, por un lado, las barras de tensión, que permiten sostener la camilla como una estructura articulada y ser empleadas como apoyo para los instrumentos que requieran el diagnóstico; por el otro, el collarín de abatimiento, el cual posibilita que la totalidad de la camilla tome un ángulo de inclinación según sea requerido. Todos los elementos deben tener acabado en cromo, para evitar la contaminación y la corrosión.

En la zona de alojamiento del paciente (Figura 17) se encuentran los cojines para apoyar el tronco, las piernas, las rodillas y la cabeza del paciente. Los cojines tienen estructura interior en ángulo en CR de $1'' \times 1/8''$ y platina del mismo material para aguantar la estructura (Smith, 2006; Schaffer et al., 2000). Se propone forrar completamente los cojines con cuero sintético e impermeable, de fácil limpieza y mantenimiento.

Figura 16. Estructura de soporte



Fuente: presentación propia de los autores.

Figura 17. Base para la colocación del paciente



Fuente: presentación propia de los autores.

La camilla tiene un peso total aproximado de 70 kg y soporta una carga de 150 kg. Sus especificaciones generales son:

- Medidas útiles: 0,60 m de ancho \times 1,90 m de largo.
- Medidas externas: 0,66 m de ancho \times 2,28 m de largo.
- Altura variable de 0,80 a 1,10 m.
- Posicionamiento por accionamiento electrohidráulico.
- Tiempo para pasar de la posición horizontal (0°) a 60° : aproximadamente 12 segundos, y para pasar de la posición vertical (60°) a 0° : aproximadamente 12 segundos.
- Accionado mediante un control eléctrico de pedal.
- Espaldar reclinable mediante sistema hidráulico.
- Colchoneta de 5 cm de espesor, impermeable.
- Acabado en pintura electrostática en polvo.
- Conexión eléctrica a 110 v y 60 Hz.

2.4 Materiales y procesos de manufactura

Para la elaboración de la camilla se seleccionaron materiales que cumplieran las siguientes características:

- Resistencia mecánica suficiente para soportar el peso del paciente y su funcionalidad.
- Costo razonable frente al mercado.
- Permisibilidad de acabados superficiales.
- Durabilidad para resistir un período de uso similar a los productos ofrecidos en el mercado.

De acuerdo con las anteriores características, se seleccionó el acero laminado en frío, en platina, lámina y varilla redonda. Este material permite los procesos de doblado, de corte, soldado y taladrado (Schey, 2000), que son los seleccionados para la fabricación de la camilla y poseen, adicionalmente, la densidad adecuada a efectos de permitir que la camilla permanezca en posición rígida. Este acero se consigue en muchas presentaciones en el mercado y su costo es significativamente inferior al de otros que también pueden cumplir la misma función, como el acero inoxidable; además, las partes metálicas de la camilla se protegen con pintura al horno resistente al uso al que estará sometida (Tabla 6).

Tabla 6. Cuadro de costos de materiales

Material	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario en miles	Costo total en miles	Proveedor
Ángulo	1×1/8" en CR	Metro	15	5	75	Acefer
Platina	1×1/8" en CR	Metro	6	7	42	Acefer
Platina	2×3/8" en CR	Metro	3	15	45	Acefer
Varilla	1/2" en CR	Metro	3	5	15	Acefer
Bomba hidráulica			1	1.000	1.000	Reflutec
Cilindro hidráulico			1	350	350	Reflutec
Cilindro hidráulico				420	0	Reflutec
Cilindro hidráulico			1	630	630	Reflutec

Continúa

Material	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario en miles	Costo total en miles	Proveedor
Válvula	4/3 accionamiento eléctrico		2	260	520	Reflutec
Soldadura	West arco	Kilo	5	25	125	Acefer
Tornillo	1/2"×1" 1/4"		4	1	4	Mundial de tornillos
Tornillo	1/2"×3"		4	1	4	Mundial de tornillos
Tuerca	1/2"		16	1	16	Mundial de tornillos
Tuerca	3/4"		20	0,5	10	Mundial de tornillos
Tornillo	3/4"×3"		10	2	20	Mundial de tornillos
Cojín en cordobán	1x 0,60		1	60	60	No definido
Cojín en cordobán	0,60×0,60		1	60	60	No definido
Cojín en cordobán	0,30×0,60		1	60	60	No definido
Cojín en cordobán	0,36×0,60		1	60	60	No definido
Pedal de accionamiento hidráulico			2	250	500	Reflutec
Manguera para conexión hidráulica	De 3/8" con terminales roscadas	Metro	6	35	210	Reflutec
Costo total aproximado de materiales en miles de pesos					3.806	

Fuente: presentación propia de los autores.

La selección de los procesos de manufactura se ajusta a los empleados en la fabricación de mobiliario de uso hospitalario. El corte y la soldadura son económicos y seguros dentro de la fabricación de estructuras, ya que permiten dar formas complejas y lograr modelos económicos y de alta resistencia

estructural, mayor que la del moldeo por estampado por fundición (Groover, 2007), que serían los equiparables para la obtención de la estructura de la camilla. Los procesos de corte y soldado resultan más económicos que otros, debido a que no requieren moldes de alto costo o maquinaria especializada y pueden ser desarrollados en talleres de tecnología modesta, ya que sólo se necesita un equipo de soldadura eléctrica, una prensa y una segueta manual.

El proceso de manufactura se describe en los diagramas de proceso correspondientes. Estos se elaboraron para las partes más significativas en el diseño de la camilla. A manera de ejemplo, se muestra el diagrama para la producción de la estructura de los cojines (Figura 18).

Figura 18. Diagrama del proceso de la estructura de los cojines

Diagrama de flujo de operaciones		Resumen		
Proceso: Producción de la estructura de los cojines		Símbolo	# Actividades	Tiempo
		○	2	
Diagramó: Martha Manrique T.	Fecha: 10/10/2006	○	2	
Aprobó:	Fecha:	⊠		
Actual X		Total	4	
Propuesto	Hoja:	Observaciones		
		<p style="text-align: center;">Ángulo CR</p> <pre> graph TD Start(()) --> B1[1 Verificar medidas] B1 --> C1((1 Corte)) C1 --> C2((2 Soldado)) C2 --> B2[2 Verificar medidas] B2 --> End[Estructura] </pre>		

Fuente: presentación propia de los autores.

3. Conclusiones

El fin buscado por el grupo de trabajo radica en dos aspectos fundamentales: por una parte, obtener una ruta definida para elaborar una camilla que responda a las necesidades de diagnóstico, procedimiento quirúrgico y antropometría de la población colombiana, a costos razonables y que pueda implementarse en el área de la proctología. Esta ruta está determinada finalmente por los planos técnicos de los mecanismos y diferentes dispositivos de la camilla, necesarios para su manufactura y están acompañados de modelos gráficos y de análisis estructurales para la comprobación que le sigue a esta etapa de diseño. Por otra parte, avanzar en el proceso de consolidar el grupo de diseño y desarrollo de instrumental quirúrgico, a través de prototipos que respondan a necesidades del área de la cirugía, atendidas con los conocimientos propios de la ingeniería y el diseño industrial.

Referencias

- ASCO. MF 2184 [Documento en línea]. <<http://www.ascoindia.com/hospital-furnitures/operating-table-hydraulic1.html>> [Consulta: 27-01-2006].
- ÁVILA, Rosalío *et al.* *Dimensiones antropométricas de población latinoamericana*. México: Universidad de Guadalajara, 2001.
- BROTO, Mónica G. y DELOR, Stella G. *Instrumentación quirúrgica. Técnicas en cirugía en general*. Vol. 1. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana, 2000. 704 p.
- GROOVER, Mikell. *Fundamentos de manufactura moderna*. 3ra ed. México: McGraw Hill Interamericana, 2007.
- FARRER, Francisco. *Manual de ergonomía*. Madrid: Fundación MAPFRE, 1995.
- KOZHEVNIKOV, S. N.; YESIPENKO, Y. I., y RASKIN, Y. M. *Mecanismos. Descripción de más de 2000 mecanismos utilizados en la mayoría de las ramas de la industria*. Barcelona: Gustavo Gili, 1981. 1126 p.
- MANRIQUE, Martha y LOMBANA, Jorge. *Diseño y desarrollo de prototipos de instrumental quirúrgico, informe de investigación*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2002.
- MANRIQUE, Martha; LOMBANA, Jorge, and SILVA, H. *Improving the Surgical Processes*. 6th Symposium on Computer Methods in Biomechanics & Biomedical Engineering. Madrid, 25-28 de febrero 2004.
- PEMED. *Medical Equipment Division Surgical, Surgery and Exam Tables* [Documento en línea]. <<http://www.pemed.com/>> [Consulta: 27-01-2006].
- PHILLIPS, Nancymarie. *Berry & Kohn. Técnicas de quirófano*. 10a ed. España: Elsevier, 2004. 1041 p.
- ROEBUCK, John. *Anthropometric Methods. Designing to Fit the Human Body*. Santa Mónica: Human Factors and Ergonomics Society, 1995.

- SCHAFFER, James P. *et al.* *Ciencia y diseño de ingeniería de los materiales*. México: Compañía Editorial Continental, 2000. 796 p.
- SCHEY, John. *Procesos de manufactura*. 3ra ed. México: McGraw Hill Interamericana, 2000.
- SMITH, William. *Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales*. 4a ed. México: McGraw Hill, 2006.
- ZYWIECKA FABRYKA SPRZETU SZPITALNEGO FAMED S. A. *Groups of products. Operating table SU-01 to 10* [documento en línea]. <<http://www.famed.com.pl/english/html/english/products/operation/main.htm>> [Consulta: 27-01-2006].