



Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
Instituto de Arquitectura Diseño y Arte
Maestría en Diseño y Desarrollo del Producto

**Lineamientos ergonómicos para el diseño de
quirófanos**

Presentada por:

Diana Janeth Carrisoza Morales

Asesores: Dra. Nelly Gordillo Castillo y Dr. David Cortés Sáenz

Ciudad Juárez, Chih., septiembre de 2021

Índice de contenido

Glosario.....	8
Capítulo 1 Introducción	10
1.1 Contexto.....	10
1.2 Antecedentes	11
1.3 Planteamiento del problema.....	12
1.4 Justificación.....	13
1.5 Objetivo general	14
1.5.1 Objetivos específicos.....	14
1.6 Alcance y delimitaciones	14
1.7 Preguntas de investigación	15
1.8 Tipo de investigación.....	15
1.9 Hipótesis	15
1.10 Variables	16
1.11 Conclusiones del capítulo	16
Capítulo 2 Marco teórico	18
2.1 Introducción.....	18
2.1 El diseñador en el diseño de espacios hospitalarios	18
2.1.1 El diseño universal	19
2.1.2 El papel del diseñador en el área hospitalaria.....	21
2.2 Hospitales	22
2.2.1 Niveles de atención a nivel nacional	24
2.2.2 Niveles de atención a nivel estatal	25
2.2.3 Quirófano	26
2.2.4 Personal quirúrgico	27
2.2.5 Vestimenta.....	28
2.2.6 Instrumental.....	29
2.2.7 Mobiliario y Equipos.....	32
2.2.8 Consideraciones del instrumental.....	35

2.3	Espacio	35
2.3.1	Dimensiones	36
2.3.2	Paredes y techos.....	37
2.3.3	Puertas.....	39
2.3.4	Pisos.....	39
2.3.5	Temperatura.....	39
2.3.6	Humedad	40
2.3.7	Iluminación	40
2.3.8	Equipo de monitoreo.....	41
2.3.9	Relojes	42
2.3.10	Sistemas de comunicación	42
2.3.11	Equipos en salas de procedimientos especializados	42
2.3.12	Consideraciones de espacio	43
2.4	Interrupciones y problemas dentro de quirófano	44
2.4.1	El ruido como factor de distracción del personal.....	45
2.4.2	Problemas de circulación del personal	46
2.4.3	Problemas relacionados al diseño de espacio	48
2.5	Normativas	50
2.5.1	Objetivos de normativas de quirófanos.....	50
2.5.2	Normativas y estándares a nivel internacional	51
2.5.3	Normativas y estándares a nivel nacional.....	57
2.5.4	Consideraciones de las normativas	59
2.6	Trastornos músculo esqueléticos y sobrecarga postural.....	60
2.6.1	Lesiones músculo esqueléticas y sobrecarga postural en cirujanos	61
2.6.2	Lesiones músculo esqueléticas y sobrecarga postural en personal de enfermería	64
2.6.3	Aportaciones ergonómicas al diseño de quirófanos	64
2.6.4	Recomendaciones para mejorar el diseño del quirófano.....	67
Capítulo 3	Metodología	70
3.1	Diseño Metodológico.....	70
3.2	Esquema metodológico.....	71
3.3	Técnicas y métodos empleados en la metodología.....	73

3.3.1 Técnicas y métodos empleados en la fase 1: Comprender y especificar el contexto de uso.....	73
3.3.2 Técnicas y métodos empleados en la fase 2: Especificar los requerimientos del usuario	75
3.3.3 Técnicas y métodos empleados en la fase 3: Realizar soluciones de diseño que cumplan con estos requisitos	80
3.4 Operacionalización de variables.....	85
3.5 Requerimientos de diseño.....	88
Capítulo 4 Resultados	89
4.1 Resultados	89
4.1.1 Principios generados por autores	89
4.1.2 Justificación de principios ergonómicos	90
4.1.3 Determinación de acciones para llevar a cabo los principios ergonómicos.....	93
4.1.4 Normativas y estándares reguladores de los principios ergonómicos.....	106
4.1.5 Representación gráfica.....	116
Capítulo 5 Conclusiones	135
Referencias	137
Referencias de figuras	150

Índice de tablas

Tabla 2.1: Principios de diseño universal y su aplicación.....	20
Tabla 2.2: Descripción de funciones del personal	27
Tabla 2.3: Estrategias para la disminución de lesiones en el personal médico	53
Tabla 2.4 Ubicación de requerimientos del quirófano dentro de la norma	58
Tabla 2.5: Principios ergonómicos para el ajuste de quirófano en cirugía laparoscópica	67
Tabla 2.6: : Recomendaciones para mejorar el entorno laboral del área de quirófano	68
Tabla 3.1: Análisis de movimientos repetitivos y posturas forzadas	81
Tabla 3.2: Operacionalización de variables	86
Tabla 3.3: Requerimientos de diseño	88
Tabla 4.1: Principios de diseño	89
Tabla 4.2: Principios de diseño según autores	90
Tabla 4.3: Normativas aplicadas a principios ergonómicos	114

Índice de figuras

Figura 2.1: Intervención del diseño para el Hospital Prime	18
Figura 2.2: Ilustración pintada en el hospital Royal Bournemouth.....	22
Figura 2.3: Áreas hospitalarias de intervención del diseñador.....	23
Figura 2.4: Unidad Médica de Alta Especialidad en Ciudad Obregón.....	24
Figura 2.5: Hospital General de Ciudad Juárez.....	25
Figura 2.6: Ubicación del personal médico.....	28
Figura 2.7: Vestimenta.....	29
Figura 2.8: Bisturí.....	30
Figura 2.9: Pinza hemostática.....	31
Figura 2.10: Mesa de Mayo.....	32
Figura 2.11: Mesa de quirófano.....	33
Figura 2.12: Respirador columna de monitorización.....	34
Figura 2.13: Ubicación de instrumental y equipo de una cirugía cardíaca.....	38
Figura 2.14: Puertas de quirófano.....	39
Figura 2.15: Piso de quirófano.....	39
Figura 2.16: Ajuste manual de lámparas.....	40
Figura 2.17: Lámpara quirúrgica LED.....	41
Figura 2.18: Equipo de cirugía laparoscópica.....	42
Figura 2.19: Congestionamiento dentro del quirófano.....	44
Figura 2.20: Exceso de cables en dispositivos.....	46
Figura 2.21: Falta de iluminación.....	47
Figura 2.22: Ajuste de lámparas.....	48
Figura 2.23: Objetivos de las normativas dentro del quirófano.....	51
Figura 2.24: Clasificación de dispositivos médicos por la FDA.....	54
Figura 2.25: Proceso de aplicación del conjunto de herramientas SRA.....	57
Figura 2.26: Inclinación de cabeza del médico cirujano.....	60
Figura 2.27: Síndrome del túnel carpiano.....	61
Figura 2.28: Retractor quirúrgico.....	62
Figura 2.29: Monitores de cirugía endoscópica nasal.....	63
Figura 2.30: Chaleco de protección contra radiaciones.....	63
Figura 2.31: Recomendaciones para mantener una mejor postura dentro del quirófano.....	66
Figura 3.1: Diseño metodológico.....	70
Figura 3.2: Esquema metodológico.....	71
Figura 3.3: Diagrama de Ishikawa.....	74
Figura 3.4: Mapa de empatía del cirujano.....	77
Figura 3.5: Mapa de empatía del anestesiólogo.....	78
Figura 3.6: Mapa de empatía del personal de enfermería.....	78
Figura 4.1: Rangos percentiles.....	117
Figura 4.2: Amplitud de movimientos.....	118
Figura 4.3: Zonas de alcance óptimas.....	119

Figura 4.4: Reducción de posturas forzadas.	120
Figura 4.5: Reducción de fatiga.	121
Figura 4.6: Diseño funcional.	123
Figura 4.7: Diseño ergonómico de agarres.	124
Figura 4.8: Adaptación al contexto de uso.	125
Figura 4.9: Dimensiones de espacio.	126
Figura 4.10: Organización de espacio.	127
Figura 4.11: Contar con la infraestructura necesaria.	128
Figura 4.12: Factores ambientales adecuados.	129
Figura 4.13: Prevención de accidentes.	130
Figura 4.14: Mejorar estrategias de comunicación entre el personal.	131
Figura 4.15: Implementar programas de formación y mejora.	132
Figura 4.16: Entorno quirúrgico antes de la aplicación de principios ergonómicos.	133
Figura 4.17: Entorno quirúrgico después de aplicación de principios quirúrgicos.	134

Glosario

Aducción	Movimiento por el cual se acerca un miembro u otro órgano al plano medio que divide imaginariamente el cuerpo en dos partes simétricas (Real Academia Española, n.d.).
Cateterismo cardiaco	Es un procedimiento que consiste en pasar una sonda delgada y flexible (catéter) hasta el lado derecho o izquierdo del corazón (Medline Plus, n.d.).
Electrocirugía	La electrocirugía es la generación y aplicación de corrientes de radiofrecuencia entre un electrodo activo y otro de dispersión, esto con el propósito de elevar la temperatura en los tejidos en forma adecuada y controlada que permita realizar un corte puro en ellos, así como complementar los fenómenos secundarios de desecación y coagulación (López, Trejo, Ramírez, Manuel;, & Obeso, 2007).
Endoscopia	Técnica de exploración visual de una cavidad o conducto del organismo (Real Academia Española, n.d.).
Epicondilitis	Es una enfermedad del codo producida por el sobreuso de los músculos del antebrazo relacionado con la actividad laboral o deportiva (Hortal Alonso, Salido Olivares, Navarro Alonso, & Candelas Rodríguez, 2005).
Fluoroscopia	Es una herramienta de diagnóstico por imágenes que permite a los médicos visualizar diversos sistemas del cuerpo, esquelético, digestivo, urinario, respiratorio y reproductivo (CENETEC, 2006).
Insuflador	Los insufladores se conectan a cualquier fuente de CO ² . Ayudan a minimizar el malestar del paciente, sobre todo

durante los procedimientos más largos, minimiza la incomodidad del paciente de hinchazón y calambres debido a la rápida absorción de CO² por los tejidos (Simmedica Endoscopy & Surgery, n.d.).

Intubación endotraqueal Consiste en la colocación de un tubo en la tráquea, bien a través de la boca (intubación orotraqueal) o de la nariz (intubación nasotraqueal) (P & J, 2003).

Laparoscopia Es la exploración de la cavidad abdominal a través de ópticas introducida por orificios en el abdomen y que tiene como finalidad la observación de los órganos abdominales, la cual se lleva a cabo mediante incisiones pequeñas (Instituto Mexicano del Seguro Social, 2011).

Neurapraxia Lesión de un tronco nervioso periférico, de origen habitualmente traumático, que provoca una interrupción funcional de su conducción, debido a la lesión de las vainas de mielina, pero sin producir daño del axón. Su recuperación es rápida y se produce en las semanas siguientes a la lesión (Universidad de Navarra, n.d.).

Pasivación Consiste en la restitución de la capa de óxido protectora con la consecuente devolución al acero de sus propiedades anticorrosivas (Lloret, 2007).

Perfusionista Son integrantes esenciales del equipo cardioquirúrgico, se encargan de operar la máquina de circulación extracorpórea (derivación cardiopulmonar) la cual desvía la sangre de manera que no pase por el corazón y los pulmones (Texas Heart Institute, n.d.).

Capítulo 1 Introducción

1.1 Contexto

Según datos proporcionados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) se calcula que cada año 104 millones de personas se someten a intervenciones quirúrgicas por diferentes razones, de las cuales las lesiones traumáticas, complicaciones relacionadas con el embarazo y problemas oncológicos son las más relevantes (O. M. de la Salud, 2008).

Un elemento fundamental para el buen funcionamiento y atención a los pacientes de los centros de atención a la salud son las normas hospitalarias establecidas por instituciones oficiales como el CENETEC (Centro Nacional de Excelencia Tecnológica y Salud) y el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Innovación, Desarrollo, Tecnologías e Información en Salud (SSA3) para el diseño del espacio, la vestimenta del personal, la distribución de los instrumentos y todos los procedimientos aplicados dentro del área quirúrgica. En ocasiones estas no se cumplen de manera adecuada y pueden causar inconvenientes en el personal médico, por ejemplo los trastornos músculo esqueléticos y el estrés, problemas muy graves que afectan a la salud y se presentan de manera muy frecuente en los hospitales.

Se han realizado estudios acerca de las lesiones musculares que sufre el personal de enfermería debido a malas posturas en el trabajo (Bordignon & Monteiro, 2018) pero es muy poca la información que se tiene acerca de los médicos en donde la mayoría de las investigaciones que se han realizado están enfocadas a su salud mental y dejan de lado su bienestar físico. Existen otros tipos de problemas que pueden estar relacionados al diseño del entorno del área quirúrgica como la falta de consideración de aspectos ergonómicos en el diseño de instrumental y equipo, posturas inadecuadas, etc. Se ha demostrado que la influencia del diseño ergonómico dentro del área quirúrgica puede aportar grandes beneficios al desempeño laboral del personal médico (Huh et al., 2011).

Como una propuesta enfocada en el objetivo de desarrollo sostenible número 3, de salud y bienestar, esta investigación abordará desde la perspectiva de diseño el espacio de trabajo en el área de quirófano que afecta al personal involucrado en procedimientos quirúrgicos.

1.2 Antecedentes

El avance de la tecnología en los últimos años ha permitido que la situación laboral de los médicos cirujanos y su personal mejore considerablemente, se han desarrollado nuevas herramientas así como modificaciones a las ya existentes que han facilitado el desempeño de sus actividades, tal es el caso del rediseño hecho al micro fórceps mediante un modelado e impresión en 3D en donde se logró reducir la fuerza aplicada para hacer coincidir las puntas, este instrumento de estudio requirió un 47.5% menos de fuerza aplicada que el anterior. Ocho de los 10 cirujanos encuestados en este trabajo de investigación hicieron sugerencias acerca de los cambios de diseño para que formaran parte de los micro-fórceps estándar (Singh & Suri, 2020).

Y aunque las mejoras han sido muchas, los médicos siguen experimentando molestias debido al diseño de algunos elementos del quirófano, el casco quirúrgico es uno de ellos. En un estudio realizado en el 2012 en donde se analizó la usabilidad y experiencia de estos cascos en 200 cirujanos, el 70% de ellos expresó estar muy inconformes con el diseño actual de estos, presentaron problemas músculo esqueléticos relacionados con el peso, distracción, dolor y tensión alrededor de las áreas de la cabeza, cuello, nariz, orejas, cuello y músculos de la espalda. Esto como consecuencia de la falta de consideración de principios ergonómicos en su diseño (Indramohan, Ashford, Khan, & Lintern, 2012).

Desafortunadamente la falta de consideración de la ergonomía dentro del quirófano es un problema que se ha estudiado desde hace años y sin embargo sigue presentándose en la actualidad. Berguer ha hecho un esfuerzo desde años atrás para evidenciar y cambiar esta situación. En 1998 detectó que los instrumentos laparoscópicos provocaban una flexión excesiva y una desviación cubital de la muñeca del cirujano durante la manipulación del tejido debido al diseño de mango de instrumento tipo pistola con anillos ya que obliga a la mano a entrar casi

perpendicularmente provocando una disminución en la eficacia de la acción de los músculos del antebrazo y un aumento en la presión del túnel carpiano (Berguer, 1998).

Años después y gracias a todos estos trabajos se le está dando más importancia a la ergonomía dentro de la sala de operaciones, tal es el caso de un estudio reciente realizado con 30 cirujanos en donde mediante la aplicación de cuestionarios y la observación de procedimientos quirúrgicos se buscó mejorar el diseño de dispositivos médicos con el desarrollo de un conjunto de pautas de diseño. Una vez que obtuvieron estas pautas de diseño se realizó una evaluación al entorno quirúrgico y se encontraron una gran cantidad de problemas, por ejemplo la mesa de operaciones violaba 11 de 21 guías de usabilidad (Surma-aho, Hölttä-Otto, Nelskylä, & Lindfors, 2020) lo cual deja en evidencia que la falta de consideración de estos principios ergonómicos sigue presente.

Finalmente, un artículo realizado en el 2020 a 22 integrantes del personal quirúrgico que pretendía determinar la viabilidad y el impacto de incorporar conferencias de ergonomía aplicada al quirófano en un plan de estudios de residencia, reveló que el 100% de los encuestados recomendaban incorporar sesiones sobre ergonomía del cirujano como parte de su plan de estudios, regular para reducir en gran medida estos problemas músculo esqueléticos y mejorar su desempeño laboral considerablemente empezando desde una etapa de aprendizaje para tratar de evitar en vez de corregir el problema y crear nuevos hábitos de comportamiento (Jensen et al., 2020).

1.3 Planteamiento del problema

En los últimos años la cantidad de intervenciones quirúrgicas se ha incrementado de manera considerable causando que el personal médico pase mucho tiempo dentro del quirófano, se han visto afectados por lesiones músculo esqueléticas a causa de diferentes factores como posturas forzadas y movimientos repetitivos. A pesar que existen normas oficiales establecidas para regular los procedimientos y el funcionamiento del quirófano, estas no consideran la distribución ni el diseño de los espacios de trabajo. No se ha estudiado la relación que guarda el entorno, los procesos

realizados, el instrumental y equipos, con las posturas y movimientos causantes de las lesiones en el personal.

1.4 Justificación

Como una propuesta enfocada en el objetivo de desarrollo sostenible número 3, de salud y bienestar, esta investigación abordará desde la perspectiva de diseño el espacio de trabajo en el área de quirófano que afecta al personal involucrado en procedimientos quirúrgicos.

El incremento de las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, y por consecuencia el aumento en la cantidad de cirugías realizadas al día es la razón por la cual se eligió el quirófano como área de estudio. La mayoría de las investigaciones están enfocadas al personal de enfermería en las que se proporcionan datos acerca de su desempeño laboral pero es importante también investigar acerca de los médicos y todo el equipo involucrado en una intervención quirúrgica para conocer las dificultades que pueden enfrentar en su área de trabajo debido a las largas jornadas, movimientos repetitivos, posturas forzadas, presión social y profesional entre otros factores.

De manera general el estudio de estos temas relacionados a la salud se tratan desde un punto de vista clínico solamente, pero visto desde la perspectiva del diseño, si existe alguna relación entre las normativas, el diseño de espacio y el desempeño laboral, es importante contar con lineamientos ergonómicos para mejorar el área de trabajo y que los médicos se encuentren en óptimas condiciones para atender al paciente y así poder evitar lesiones y posibles complicaciones en los procesos quirúrgicos.

1.5 Objetivo general

Compilar lineamientos ergonómicos para el diseño de quirófanos como apoyo en la disminución de problemas músculo esqueléticos de los médicos.

1.5.1 Objetivos específicos

- Identificar movimientos repetitivos y posturas durante los procedimientos quirúrgicos causales de las lesiones músculo esqueléticas de los médicos.
- Establecer la relación de los componentes del entorno quirúrgico y los movimientos y posturas del personal.
- Analizar principios ergonómicos en el diseño de espacios de trabajo.
- Integrar y validar los principios ergonómicos para el diseño de quirófanos

1.6 Alcance y delimitaciones

- **Delimitación:** un hospital cuenta con una gran cantidad de áreas especializadas de acuerdo con la necesidad del paciente. En este caso la investigación se enfocará solamente al área de quirófano en hospitales de segundo nivel que corresponde a las unidades generales, regionales, integrales, comunitarias, hospitales pediátricos, de gineco-obstetricia o materno-infantiles, aquí se aplican métodos de diagnóstico como exámenes clínicos, estudios radiográficos, análisis de laboratorio, y tratamientos quirúrgicos (M. D. E. Salud et al., 2013). En el proceso de obtención de datos no se tomarán en cuenta los hábitos del personal médico como fumar, obesidad, actividades recreativas que influyan en las horas de sueño, entre otros.
- **Alcance relacional:** este estudio tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que existe entre los movimientos repetitivos y posturas durante los procedimientos quirúrgicos causales de las lesiones músculo esqueléticas de los médicos; y los componentes del entorno quirúrgico. Asimismo, se relacionarán los principios ergonómicos en el diseño del entorno que pueden ayudar a disminuir estas lesiones (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010).

1.7 Preguntas de investigación

1. ¿Cuáles son los movimientos repetitivos y posturas durante los procedimientos quirúrgicos causales de las lesiones músculo esqueléticas de los médicos?
2. ¿Qué relación existe entre los componentes del entorno quirúrgico, los procesos realizados, el instrumental y equipos, con las posturas y movimientos causantes de las lesiones en el personal?
3. ¿Qué principios ergonómicos se consideran en el diseño de espacios de trabajo?
4. ¿Cómo se realiza la validación de los principios ergonómicos en el diseño de quirófanos?

1.8 Tipo de investigación

Exploratoria: las investigaciones correspondientes al área médica se enfocan normalmente en ofrecer tecnologías, medicamentos y procedimientos con el fin de mejorar la salud del paciente y generalmente se ignoran los inconvenientes a los que se enfrentan diariamente los médicos en su entorno laboral. Estos no han sido estudiados extensivamente y como consecuencia, en la literatura se han propuesto escasas soluciones para este propósito. La presente investigación propone un estudio a fondo de estos inconvenientes desde la perspectiva del diseño y destaca la importancia de que sean considerados por las instituciones oficiales correspondientes.

1.9 Hipótesis

Establecer una relación entre los componentes del entorno quirúrgico y los movimientos y posturas del personal involucrado en largas jornadas de trabajo en hospitales de segundo nivel, permite la consideración de lineamientos ergonómicos para el diseño de quirófanos, que permitan mejorar el desempeño laboral del personal.

1.10 Variables

Procedimientos quirúrgicos (Variable independiente CAUSA)

Duración

Configuración del área quirúrgica (Variable independiente CAUSA)

Posturas forzadas

Ubicación y circulación del personal médico

Ubicación de equipo

Ergonomía en el quirófano (Variable independiente CAUSA)

Diseño de instrumental

Movimientos repetitivos

1.11 Conclusiones del capítulo

A partir de la revisión de literatura se identificó que las cirugías abiertas y laparoscópicas presentan problemas relacionados con el desempeño laboral del personal médico causado por posturas forzadas y movimientos repetitivos, la diferencia radica en que en las intervenciones laparoscópicas el personal médico experimenta una postura estática con la espalda erguida por largos periodos de tiempo debido a que deben enfocarse en los monitores de video, los movimientos repetitivos los experimentan en las manos causados por la falta de aspectos ergonómicos en los instrumentos. Para el caso del personal quirúrgico que realiza cirugías abiertas la situación es inversa, existe una gran cantidad de movimientos repetitivos debido a la constante flexión del torso para poder acercarse a intervenir al paciente y tomar el instrumental que necesiten. Además del tipo de intervención quirúrgica estos problemas también son causados por diversos factores como una mala configuración del equipo médico, el diseño de instrumental, la distribución de espacio, entre otros. Todos los resultados obtenidos se discutirán ampliamente más adelante.

La selección de una metodología como el Diseño Centrado en el Usuario es la indicada para este tipo de proyecto en el que el personal quirúrgico se convierte en el usuario a diferencia de la mayoría de estudios que toma al paciente como el usuario principal. Permite conocer aquellas necesidades que no siempre son manifestadas o

escuchadas pero que si se toman en cuenta para el diseño de instrumental y áreas laborales se pueden obtener beneficios importantes en su desempeño laboral y de esta manera indirectamente el paciente también saldrá beneficiado al contar con médicos que desempeñan su trabajo en el mejor estado posible.

Capítulo 2 Marco teórico

2.1 Introducción

En este capítulo desde la perspectiva del diseño, se presentan los fundamentos del entorno hospitalario enfocado en el quirófano, el personal médico y sus funciones, así como el equipo e instrumental que utilizan durante una intervención quirúrgica. Se abordan los espacios hospitalarios y los principales problemas dentro del quirófano.

2.1 El diseñador en el diseño de espacios hospitalarios

El diseño de espacios es importante para que las personas trabajen en instalaciones en donde se considere a la ergonomía en el proceso de construcción, que les brinden seguridad y no corran riesgos de sufrir lesiones y así puedan desempeñar sus actividades de la mejor manera, en el caso de los hospitales el entorno también influye directamente en el paciente.

Hosking y Haggard (Hosking & Haggard, 2003) en su trabajo hacen la comparación con un taller mecánico en donde es irrelevante si el automóvil se arregla en un taller lujoso que en uno un tanto sucio, el automóvil no se ve afectado por el



Figura 2.1: Intervención del diseño para el Hospital Prime.

entorno y va a funcionar porque esto depende directamente del mecánico, en cambio en un hospital el diseño del entorno sí influye tanto en el personal médico como en los pacientes, por ejemplo en el hospital Prime, ubicado en Dubai (Fig. 2.1), los diseñadores consideraron cuidadosamente la circulación por los espacios y la necesidad de garantizar un ambiente acogedor tanto para el personal médico, los pacientes y los visitantes (Petrovic, 2016). Específicamente en el área de quirófano esto se vuelve aún más importante porque está en juego la vida del paciente. La intervención del diseño en esta área permite un incremento en la seguridad, disminución de lesiones músculo esqueléticas y un

ambiente más agradable para trabajar durante largas jornadas. Si se tuviera un equipo de arquitectos, diseñadores industriales, de interiores y paisajistas, todos ellos trabajando en conjunto los hospitales podrían mejorar considerablemente el área laboral que constantemente es descuidada o carecen de mantenimiento.

2.1.1 El diseño universal

El diseño universal es muy utilizado para el diseño de espacios debido a que debe adaptarse a personas de distintas características además de considerar aspectos ergonómicos. Ronald Mace lo definió como:

“las cosas que la mayoría de la población puede utilizar con independencia de su habilidad o discapacidad. El diseño universal guía el alcance de la accesibilidad y sugiere hacer todos los elementos y espacios accesibles y utilizables por toda la gente, hasta el máximo grado posible. Al incorporar en el diseño de objetos y espacios construidos, las características necesarias para la gente con limitaciones, podemos hacerlas más seguras y fáciles de usar para todos y, así, más comercial y rentable. El enfoque de diseño universal va más allá que los requisitos mínimos de la ley de accesibilidad” (Mace, 1990).

En la Tabla 2.1 se explican los 7 principios en los que se basa el diseño universal (Suárez, 2017). De acuerdo con lo observado en la tabla la consideración y aplicación del diseño universal dentro del entorno hospitalario, específicamente en el quirófano puede traer beneficios importantes en el desempeño laboral del médico y su personal, es un área en donde no todas las personas poseen las mismas características físicas y objetos tan simples como los guantes pueden causar incomodidad a una persona con la mano muy pequeña al momento de sostener el instrumental quirúrgico que requiere de mucha precisión.

Aquellos diseños que sean creados bajo este conjunto de principios permitirán al usuario trabajar de una manera más eficiente y segura además de tener una mejor adaptación.

Tabla 2.1 Principios del diseño universal y su aplicación

Principio	Descripción	Ejemplo de posible aplicación en hospitales en el área de quirófano.
1. Uso equitativo	El diseño debe poder ser utilizado por todas las personas y evitar la discriminación, también debe ser atractivo a la vista y funcional.	Guantes quirúrgicos diseñados para hombres y mujeres.
2. Flexibilidad de uso	El diseño tiene que ser capaz de ajustarse a distintas características, habilidades y preferencias del usuario teniendo en cuenta su seguridad. La ergonomía interviene en este principio.	Creación de instrumental para personal médico zurdo, las tijeras quirúrgicas son los instrumentos más comunes diseñados para zurdos.
3. Uso simple e intuitivo	El diseño debe ser fácil de usar y de entender sin importar que el usuario no tenga experiencia en el uso, es importante eliminar aquellos elementos que tengan cierto grado de complejidad.	Controles y botones del equipo identificados correctamente mediante íconos o ayuda visual que ayude a comprender su función.
4. Información fácil de percibir	El diseño cuenta con información que necesita ser transmitida al usuario de una manera clara por medio de gráficos, palabras, texturas, contraste de colores, formas, etc.	Aspectos visuales y datos mostrados por los monitores, la identificación de mangueras o cableados que se consideren peligrosos
5. Tolerancia a errores de uso	Bajo este principio el diseño cuenta con elementos que ayuden a prevenir posibles errores durante su manipulación así como la reducción de peligro mediante la eliminación de elementos que puedan dañar al usuario.	Frenos de la mesa de operaciones y las señales de alarma de los dispositivos.
6. Mínimo esfuerzo físico requerido	El diseño debe ser utilizado de una manera cómoda y minimizar la fatiga del usuario, debe exigir el menor esfuerzo muscular posible para así evitar posibles lesiones músculo esqueléticas.	Reducción en el tamaño de instrumentos laparoscópicos los cuales son muy largos y difíciles de manipular, también existe instrumental que es muy pesado.
7. Tamaño adecuado de aproximación y uso	El diseño debe contar con un tamaño y espacio adecuado para el acercamiento, alcance, manipulación y uso, sin importar el tamaño corporal del usuario y debe permitir una postura adecuada y la movilidad del usuario así como un campo de visión adecuado y fácil adaptación a las distintas dimensiones de agarre.	Estación de trabajo de cirugía laparoscópica, elementos de ajuste en el nivel de altura de mesa de operaciones, mangos de agarre de lámparas quirúrgicas, entre otros.

2.1.2 El papel del diseñador en el área hospitalaria

El diseñador cuenta con la capacitación necesaria para hacer aportaciones importantes al entorno hospitalario sabiendo cómo hacerlo y para qué hacerlo, es decir los beneficios que esto traerá en la práctica clínica, y en el personal involucrado. Se considera al diseñador como un tipo de fisiólogo al tener que relacionar y analizar la práctica de diferentes disciplinas como la ergonomía y arquitectura y la manera en que estas funcionan en un área.

Para que el diseñador pueda intervenir de una manera correcta en el diseño de hospitales debe tener en cuenta lo siguiente (Hosking & Haggard, 2003):

- Información sobre la construcción.
- Requerimientos del cliente.
- Requerimientos del personal.
- Los elementos a conservar y los que pueden ser modificados como mobiliario, iluminación, tipos de pisos, materiales de muros y pintura, etc.

Los diseñadores primeramente se encargan de reunir información mediante el estudio de la literatura existente, observación de las actividades hospitalarias o hacen estudios y recaban datos con el personal médico y administrativo sobre las funciones que realizan, obtienen experiencias que les ayudan a corregir errores y realizar mejoras en el entorno laboral, por ejemplo si algún médico tuvo problemas en quirófano con el cableado de los equipos y su ubicación se hace una propuesta para la solución del problema, de esta manera se mejoraría el flujo del personal y se evitarían posibles caídas. Debe aprender también a interpretar las sugerencias que el personal le hace ya que muchas de estas no son lógicas o no se pueden realizar debido a las normativas sin embargo expresan un mensaje, por ejemplo si se hace mención a la falta de algún mural o decoración en las paredes, esto no es posible en el quirófano sin embargo significa que el entorno laboral les parece un tanto aburrido o necesitan un cambio en los colores. Por ejemplo, en 2015 se construyó un nuevo edificio en el hospital Royal Bournemouth donde los diseñadores hicieron una investigación y encuestaron al personal médico y pacientes acerca de sugerencias para el espacio, ellos solicitaron ilustraciones en los muros, los resultados son mostrados en la Figura 2.2.



Figura 2.2: Ilustración pintada en el hospital Royal Bournemouth.

En la Figura 2.3 se presentan algunas otras áreas en donde el diseñador puede intervenir.

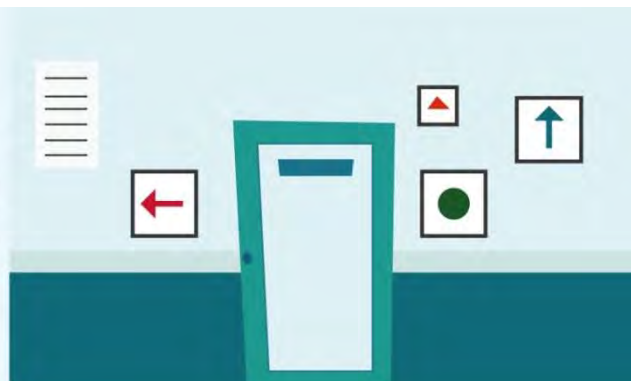
2.2 Hospitales

Dentro del Sistema Nacional de Salud existen dos sectores: el público que está compuesto por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) el cual cubre al 80 % de este sector, el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Petróleos Mexicanos (PEMEX), Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) y la Secretaría de Marina (SEMAR). Todas estas instituciones brindan sus servicios a los trabajadores que prestan sus servicios y no cuentan con seguridad social. Por otra parte, el sector privado ofrece sus servicios a todas aquellas personas que puedan pagar por la atención.

En el año 2007 existían 23 858 unidades de salud de los cuales 4354 eran hospitales y el resto era para la atención ambulatoria o de primer nivel. Para el 2008 estas instituciones contaban con aproximadamente 3000 quirófanos lo que equivale a 2.7 por cada 1000 habitantes (Gómez et al., 2011).

Señalética

El exceso de señalética en los muros suele ser muy común dentro de los hospitales lo que puede causar confusión entre el personal, el trabajo del diseñador en esta área sería realizar un proceso de jerarquización y simplificación en cuanto a íconos y colores, que sean claros, lógicos y organizados para que de esta manera un médico en su primer día de trabajo logre llegar a las distintas áreas sin ningún problema.



Pasillos o corredores

Son utilizados las 24 horas del día ya que por medio de ellos se traslada el personal médico o los pacientes.

El diseñador puede intervenir en estas áreas mediante diseño de productos, la determinación de colores de pintura en las paredes y techos, el tipo de iluminación y sus tonalidades, colocación de obras de arte o decoración como murales (si la institución lo permite). Todo esto para lograr un mejor ambiente de trabajo.



Salas de parto

Estas salas requieren de un ambiente relajado, lleno de paz y calma para las mujeres que están viviendo un momento de estrés muy fuerte. El diseñador puede basarse en los principios de diseño universal para la creación o modificación de las salas de parto y quitarle un poco esa sensación de hospital, de esta manera las pacientes se sentirán más tranquilas (Hosking & Haggard, 2003).



Iluminación

El personal médico prefiere una luz natural en los hospitales, para lograr esto los diseñadores optan por utilizar ventanas y tragaluces en las áreas donde está permitido, por medio de esto ellos buscan aminorar la sensación de claustrofobia que se produce dentro de estos centros sanitarios, las personas sienten el contacto con la naturaleza al ver las nubes sobre los techos y ayuda a reducir el estrés.



Figura 2.3: Áreas hospitalarias de intervención del diseñador.

El gobierno nacional comenzó a realizar un esfuerzo para mejorar la atención brindada en estas instituciones y para el 2016 el IMSS implementó programas de atención con cirugías practicadas también en fin de semana, se realizaron cinco mil 414 cirugías relacionadas a problemas degenerativos o lesiones en codos, manos, hombros, rodillas y pies, hasta cirugía de cadera y columna, estas intervenciones se derivaron de 37 mil 304 consultas ofrecidas en Unidades de Medicina Familiar (IMSS, 2016).

2.2.1 Niveles de atención a nivel nacional

El Sistema Nacional de Salud clasifica en tres los niveles de atención que se explican a continuación (Burr, Piñó, Quiroz, & Martín-Lunas, 2011):

- **Primer nivel de atención:** dentro de este nivel se encuentran las Unidades de Medicina Familiar como el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y las clínicas del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE). Es aquí donde se hace este primer acercamiento para la atención médica, se proporcionan servicios de salud básicos y atención a las enfermedades más comunes de la población como la obesidad así como medidas preventivas e información de estas enfermedades, este nivel de atención no cuenta con la capacidad de atender a pacientes que requieren tratamientos quirúrgicos.



Figura 2.4: Unidad Médica de Alta Especialidad en Ciudad Obregón.

- **Segundo nivel de atención:** en este nivel se les brinda atención a los pacientes que fueron atendidos en el primer nivel y que requieren de algún servicio adicional como exámenes clínicos, radiografías, entre otros. Se pone a disposición del paciente una atención más especializada en caso de complicaciones que pueden derivar en la internación del paciente así como intervenciones quirúrgicas generales en áreas como el

aparato digestivo, la cabeza, cuello, vasos sanguíneos etc. Dentro del segundo nivel de atención se encuentran los hospitales generales, regionales, integrales, comunitarios, pediátricos, de gineco-obstetricia o materno-infantiles.

- **Tercer Nivel de Atención:** para este nivel se consideran aquellos hospitales que cuentan con una tecnología muy avanzada en sus instalaciones capaces de ofrecer atención a todos aquellos pacientes que sufren una enfermedad de alto riesgo para su salud y requieren de tratamientos más especializados como cirugías cardiovasculares o trasplantes. Entre ellos se encuentran los Centros Médicos Nacionales (CMN), Unidades Médicas de Alta Especialidad (UMAES) (Fig. 2.4) y los Institutos Nacionales de Salud.

2.2.2 Niveles de atención a nivel estatal

En el estado de Chihuahua se agrupan las instituciones por región mediante un sistema de atención escalonada que se explican a continuación (Secretaría de Salud de Chihuahua, 2016):

- **Centros de salud móviles:** se refiere a todas aquellas instituciones móviles que ofrecen atención ambulatoria pero que cuentan con una cantidad limitada de medicamentos.
- **Centro de Salud A:** son unidades de primer nivel que se encuentran ubicadas en zonas geográficas a las que es muy difícil llegar, se brindan



Figura 2.5: Hospital General de Ciudad Juárez.

consultas médicas a los pacientes y cuentan con medicamentos básicos.

- **Centro de salud B o cabecera de red:** son unidades de primer nivel que cuentan con mayor variedad de medicamentos, ofrecen servicios básicos de laboratorios y rayos X.

- **Centros de salud o centros especializados:** aquí se atiende a pacientes que sufren de enfermedades crónicas.
- **Hospitales generales y comunitarios:** son unidades de segundo nivel que cuentan con atención en cirugía general, ginecología, medicina interna y pediatría así como laboratorios más especializados (Figura 2.5).
- **Hospitales de especialidad:** instituciones que cuentan con un alto nivel de tecnología en donde se puede remitir al paciente a hospitales privados si es que la persona cuenta con el servicio.

2.2.3 Quirófano

El quirófano es el área designada para realizar intervenciones quirúrgicas a los pacientes que lo necesitan, es una de las áreas hospitalarias con más personal asignado como anestesistas, cirujanos, enfermeras, camilleros, entre otros.

Es en esta área donde la prevención de infecciones y la esterilización debe ser lo más importante para que el paciente no se vea afectado al momento de ser intervenido (Moreno, Busto, & Murguía, 2018).

Tipos de quirófanos

Los quirófanos se pueden clasificar en tres clases diferentes según el equipo con el que cuentan y el tipo de intervenciones quirúrgicas realizadas dentro de ellos (Adam, Agulló de Andrés, Gomes, Kelly, & Pozo, 2015):

- **Clase A:** dentro de esta clasificación se encuentran los quirófanos de alta tecnología en donde se realizan intervenciones complejas y de alto riesgo como trasplantes de órganos.
- **Clase B:** aquí se encuentran los quirófanos en los que se realizan cirugías mayores ambulatorias y de urgencia.
- **Clase C:** en los quirófanos de clase C se atienden a los pacientes que requieren de cirugías ambulatorias, partos y endoscopías.

Tipos de cirugías

De acuerdo con la clasificación antes mencionada se puede hacer una clasificación de intervenciones quirúrgicas realizadas en quirófano de acuerdo a su nivel de riesgo.

- **Cirugía mayor:** son intervenciones quirúrgicas de larga duración y de un riesgo considerable.
- **Cirugía menor:** son procedimientos que tienden a durar menos tiempo y son intervenidas partes del cuerpo pequeñas.

2.2.4 Personal quirúrgico

El personal quirúrgico trabaja en equipo para lograr el éxito en la operación y conservar la seguridad del paciente en todo momento (Rodríguez Patricia, 2011), las funciones (Tabla 2.2) y la ubicación (Figura 2.6) de cada uno de ellos se describen en la siguiente tabla:

Integrante	Función
Cirujano	Es la base del equipo, realiza la intervención quirúrgica según la enfermedad que presente el paciente y debe trabajar con la mayor precisión posible. Solicita el instrumental requerido sin desviar su atención de la herida del paciente.
Primer ayudante	Este integrante es considerado como el segundo al mando durante la intervención, debe conocer con exactitud el tipo de procedimiento que se está realizando y trabaja al lado derecho del cirujano.
Segundo Ayudante	Tiene que ser muy eficiente en sus funciones, guardar silencio, sostener los separadores y recibir el instrumental de la mano del cirujano a quien asiste por la parte frontal.
Enfermera de quirófano	Prepara el quirófano, debe estar atenta a cualquier problema que se pueda presentar relacionado a la limpieza, falta de luz y al término de la cirugía ayuda al cirujano con el vendaje y limpieza.
Enfermera instrumentista	Se encarga de mantener todo el instrumental en orden y esterilizado así como el retiro de este cuando ya no se está utilizando para evitar lesiones accidentales.
Anestesiólogo	Es el encargado de canalizar a la persona y dar autorización para el inicio de la intervención quirúrgica, sigue un proceso de monitoreo al paciente

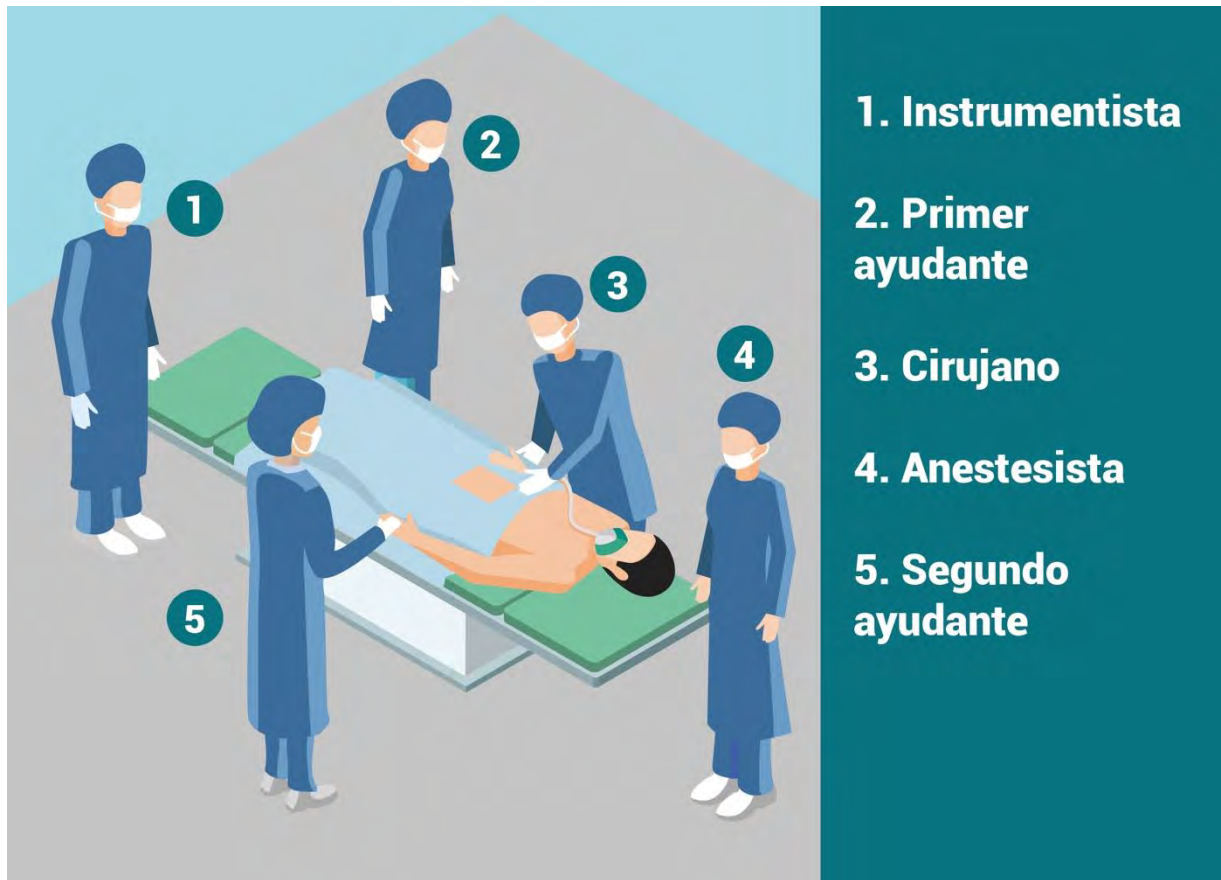


Figura 2.6: Ubicación del personal médico.

2.2.5 Vestimenta

Para entrar al quirófano se deben seguir una serie de indicaciones muy estrictas relacionadas a la vestimenta para no contaminar el espacio y a la vez proteger al médico de entrar en contacto con sustancias que puedan afectar su salud o sufrir contagios. El uniforme quirúrgico debe ser ancho, cómodo y de algodón, de color verde o azul para no producir reflejos (Fig.2.7). Es importante mencionar que no se debe salir del área de quirófano con esta vestimenta, de ser así el personal médico tendrá que cambiarse la ropa por cuestiones de esterilización (Toxqui, Sánchez, Velasco, & Monroy, 2014).

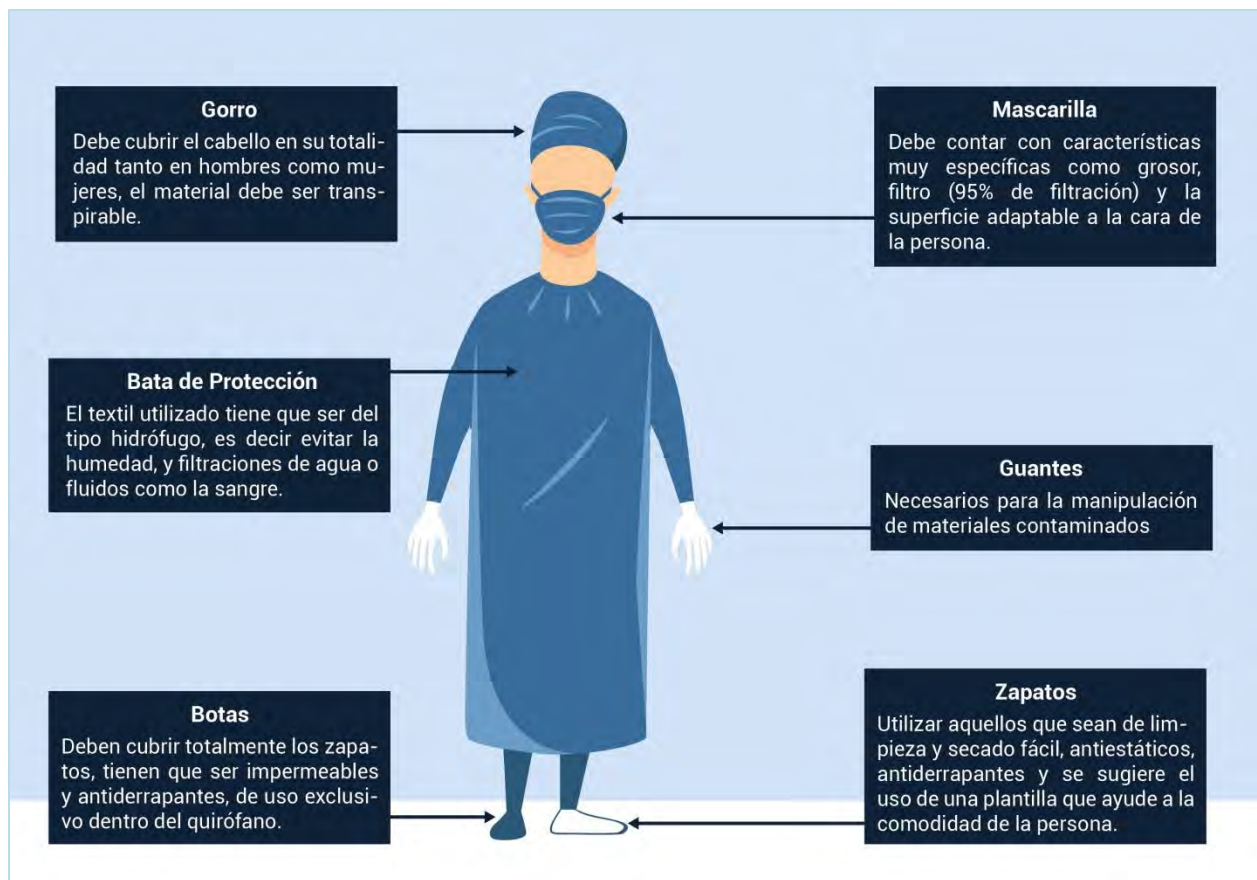


Figura 2.7: Vestimenta.

Algunos médicos cirujanos hacen la sugerencia de hacer esta vestimenta un poco más abrigadora para protegerlos contra las bajas temperaturas del quirófano y así trabajar cómodamente sin que el clima del área afecte (Patkin, 2003) aunque esto es complicado debido a la estandarización.

2.2.6 Instrumental

El instrumental quirúrgico se refiere a todas esas herramientas que ayudan al equipo médico en la realización de intervenciones quirúrgicas, el cuidado y esterilizado de estos debe estar estandarizado y su diseño está basado principalmente en su función. El instrumental utilizado en cada intervención puede variar dependiendo del procedimiento que se esté realizando. Hipócrates escribió: “Es menester que todos los

instrumentos sean propios para el propósito que se persigue, esto es respecto a su tamaño, peso y precisión” (Bustamante, Restrepo, & Velez, 2007).

Instrumental de acuerdo con su función

Se han clasificado en instrumentos para diéresis, hemostasia, separación y síntesis (Bustamante et al., 2007).

Instrumental de diéresis o corte

Diéresis hace referencia a la sección de tejidos, esto se hace en forma roma o aguda, la primera utiliza instrumental que sea capaz de realizar cortes, por otra parte la disección roma tiene como finalidad solamente separar. Entre los más comunes se encuentran:

- **Bisturí o escalpelo:** es la herramienta más utilizada para corte, existen de diferentes tipos según la sección del cuerpo que se vaya a seccionar, cuenta con un mango metálico de números 3 (para cirugías menores o delicadas), 4 (para cirugías abdominales y de tórax) o 7 (para cirugías de áreas profundas y pequeñas) (Fig. 2.8).
- **Tijeras de Mayo:** cuentan con ramas curvas o rectas según el tipo de cirugía a realizar, las curvas cortan tejidos muy fuertes mientras que las rectas son utilizadas para cortar material. Las tijeras se pueden clasificar por tamaño (largas, medianas y cortas), por forma (curvas y rectas), por la punta (romas, agudas e intermedias) y finalmente por el tipo de empleo (fuertes y delicadas para cortar hilos metálicos).



Figura 2.8: Bisturí.

Instrumental de hemostasia

La hemostasia es la acción de detener una hemorragia que ha sido causada por diferentes factores como una incisión en un vaso sanguíneo. Para detener estas hemorragias los médicos utilizan herramientas como la pinza hemostática (Figura 2.9).



Figura 2.9: Pinza hemostática.

- **Pinzas hemostáticas:** este tipo de instrumental quirúrgico toma pequeñas cantidades de tejido para de esta manera obstruir los vasos sanguíneos. Las puntas de estas pinzas pueden ser lisas, dentadas o con estrías.

Instrumental de separación

Este tipo de instrumental es utilizado para separar órganos y mantenerlos lejos del área en donde está trabajando el médico para no obstruir su visión (Sánchez, González, Hernández, & Dávila, 2015). Entre ellos se encuentran:

- **Manuales:** separadores Senn Miller, de Farabeuf, Richardson, etc.
- **Fijos:** separador de Balfour abdominal, de Gosset, de Finochietto, de Gelpy, etc.

Instrumental de aprehensión

Utilizados para sostener tejidos, objetos, etc.

- **Fijos:** toma el objeto y lo deja fijo. Entre ellos se encuentran las pinzas de Allis, pinzas de Foerster, Ballenger, Doyen, Backhaus.
- **Móviles:** pinzas de mosquito, pinzas de Kelly, de Rochester y el electrobisturí.

Instrumental de síntesis

Es utilizado para suturar tejidos como el porta agujas, pinzas Cryles, tijera de Metserbaun, etc.

Instrumental de drenaje

Su función principal es la limpieza y succión de líquidos como Frazier, Yankawer, Pott, y Andrews.

Clasificación según su material

Acero Inoxidable

El instrumental fabricado de acero inoxidable es sometido a un proceso de pasivación en el que se le agrega una capa protectora de óxido de cromo que evita la corrosión. En algunos casos el acabado es mate para evitar que el rayo láser se refleje en la herramienta o se elimina el acabado de espejo para evitar reflejo de los tejidos durante la operación (Sánchez et al., 2015).

Titanio

Es utilizado en la fabricación de elementos microquirúrgicos, no posee propiedades magnéticas, es ligero, tiene un acabado azulado que elimina el resplandor.

Instrumentos blindados

Los instrumentos blindados cuentan con un revestimiento de metales como cromo, níquel, cadmio, plata y cobre. La desventaja es que aunque sea una herramienta muy resistente debido a este revestimiento son muy propensos a oxidarse.

2.2.7 Mobiliario y Equipos

Sistemas de aspiración

Este tipo de sistemas se pueden encontrar de dos maneras, fijos en la pared o móviles sobre ruedas. Dentro del quirófano se encuentran dos, uno se utiliza durante la intervención mientras que el otro es una reserva para en caso de complicaciones poder ser utilizado rápidamente (Hernandez, 2016).

Mesas

Existen diferentes tipos de mesas dentro del cuarto de operaciones, las que vayan a ser utilizadas debe ser vestida y seguir los procedimientos de esterilización.



Figura 2.10: Mesa de Mayo.

- **Mesa de mayo:** es en este tipo de mesa donde se coloca el instrumental a utilizar, va sobre el paciente pero no lo toca, esto es para mantener al alcance en todo momento las herramientas (Fig. 2.10).
- **Mesa auxiliar:** esta mesa es la que utiliza la enfermera instrumentista y encima de esta también se coloca el instrumental y otros materiales que se vayan a utilizar.



Figura 2.11: Mesa de quirófano.

- **Mesa de quirófano:** es de forma rectangular y se encuentra dividida en tres partes, cabeza tronco y piernas que pueden ser ajustadas mediante controles eléctricos o manuales. Aquí se coloca al paciente para ser intervenido, la cabeza de la persona va hacia donde se encuentre localizada la torre de anestesia (Fig. 2.11).

- **Mesa auxiliar para anestesia:** es donde se coloca todo el material que será utilizado para realizar la intubación endotraqueal.

Bisturí eléctrico

Es utilizado en la electrocirugía en la cual mediante corriente eléctrica se cortan tejidos o se produce la coagulación de vasos. Este tipo de bisturí está compuesto por un módulo, placa de tierra y un electrodo.

Lámparas de quirófano

Este tipo de lámparas cuentan con una iluminación fluorescente localizadas en la parte superior del quirófano. Cuentan con elementos que permiten el ajuste de altura, distancia y enfoque de la luz, no deben producir calor no sombras para no intervenir en el campo de visión del cirujano.

Cubetas con ruedas

Son como contenedores de basura fabricados de acero inoxidable en donde se ponen las gasas que se desechan durante la operación, el personal las coloca donde le parezca el mejor lugar alrededor de la mesa de operaciones.

Bombas de infusión

Estos suministran medicamentos de manera continua con los valores establecidos previamente.

Respirador columna de monitorización

Brinda al paciente anestesia general inhalatoria, está compuesto por un aparato de electrocardiografía con un módulo de tensión, un monitor de pulso, tensión arterial y saturación de oxígeno (Fig. 2.12).



Figura 2.12: Respirador columna de monitorización.

Contenedores de ropa sucia y basura

Son contenedores que cuentan con bolsas de distintos colores en los que se pone ropa, sábanas, etc.

Pie de goteo

Es un soporte que facilita la introducción de un medicamento o sangre por vía intravenosa al paciente. Tienen elementos que permiten regular la altura.

Bancos o taburetes

Es un tipo de mobiliario que es utilizado por algunos miembros del equipo médico cuando no son lo suficientemente altos.

2.2.8 Consideraciones del instrumental

Cada integrante del equipo médico tiene funciones distintas a desempeñar durante una intervención quirúrgica, debido a esto cada uno de ellos manipula diferentes tipos de instrumental durante largas jornadas de trabajo.

Y aunque el equipo así como el instrumental médico están diseñados principalmente para cumplir su función de la mejor manera posible sin dañar la salud del paciente desafortunadamente en ocasiones no se toman en cuenta las necesidades del usuario en este caso los médicos, no se les pregunta si las pinzas causan molestias en sus manos después de un tiempo, si las configuraciones de altura de la mesa de operaciones son las correctas, si los guantes quirúrgicos se adaptan a diferentes tamaños de manos, si la vestimenta limita sus movimientos, si existe instrumental para aquellos médicos que son zurdos, la manera en la que influye el peso y las dimensiones del instrumental durante procedimientos quirúrgicos complejos y de larga duración, si las variaciones en cuanto a tamaños de pie influye en aquellos equipos que funcionan por medio de un pedal.

Todas estas situaciones deberían tomarse en cuenta desde el proceso de diseño del producto, tal vez realizar entrevistas o pláticas con el personal médico para que ellos expongan sus experiencias a los diseñadores y ellos lo resuelvan de la mejor manera posible, de esta manera se disminuirían las lesiones músculo esqueléticas y accidentes dentro del quirófano que tienen repercusiones importantes tanto económicas como en la salud.

2.3 Espacio

El instituto Americano de Arquitectura (AIA) en conjunto con el Colegio Americano de Cirujanos (ACS) establecieron algunos criterios con los que deben contar los quirófanos para su buen funcionamiento, estas especificaciones como dimensiones, pisos, iluminación se describen a fondo en los siguientes apartados (Philips, 2017).

2.3.1 Dimensiones

Las dimensiones de las salas de operaciones son determinadas según el tipo de intervenciones quirúrgicas que se realicen ahí así como el equipo fijo (instalado permanentemente) y móvil (portátil) que se encuentre dentro de ellas como microscopios, rayos X, monitoreo, etc.

Sala de procedimientos quirúrgicos

En este tipo de quirófano el paciente recibe solamente anestesia local y se requiere una cantidad mínima de equipo para realizar las cirugías. Sus dimensiones son aproximadamente con un área de piso de 150 pies cuadrados (13.93 metros cuadrados) con áreas libres mínimas de 12 pies (3.65 metros) en la cabeza, laterales y pies de la mesa de operaciones.

Quirófanos de cirugía general

En estos quirófanos se le suministra al paciente anestesia local, regional y general, son procedimientos más complejos, a causa de esto las dimensiones del área de piso aumentan entre los 250 y 400 pies cuadrados (23.22 y 37.16 metros cuadrados respectivamente) y las áreas libres que rodean a la mesa de operaciones de 15 a 18 pies (4.57 y 5.48 metros respectivamente).

Otros requerimientos

Algunos quirófanos son construidos para realizar procedimientos más específicos como una endoscopia gastrointestinal, otros cuentan con áreas especiales donde personas observan mientras se realiza la cirugía o espacios donde se encuentran monitores o dispositivos de rayos X.

Quirófanos especializados

Existe otro tipo de quirófanos en los que los pacientes requieren atención muy especializada y los procedimientos son de riesgo muy alto por ejemplo una cirugía cardiopulmonar o cardiaca (Fig. 2.13), se hace uso de robots y equipo médico más grande que incluso se puede encontrar montado en el techo. Para cumplir este tipo de necesidades las dimensiones van de 600 a 650 pies cuadrados (55.74 y 60.38 metros cuadrados respectivamente) del área de piso y áreas libres de 24 a 25 pies (7.31 y 7.62 metros cuadrados respectivamente).

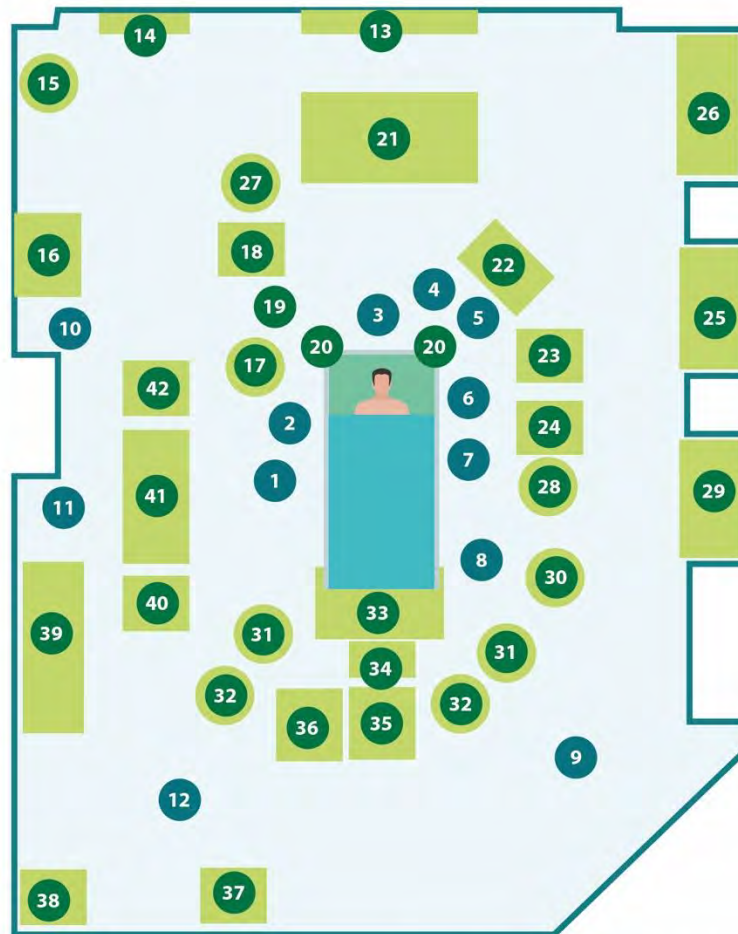
2.3.2 Paredes y techos

Las paredes de la sala de operaciones deben ser totalmente lisas, sin uniones entre azulejos para evitar la acumulación de bacterias en estos lugares, impermeables, fáciles de limpiar resistentes y de colores pastel no reflectantes.

Los muros de los quirófanos modernos se encuentran fabricados de un polímero acrílico llamado Corian, un material que aunque es muy caro es fácil de limpiar y libre de poros en su superficie (Gofrit et al., 2016) Otras alternativas de materiales son el poliéster laminado o el yeso pintado.

En cuanto al techo se recomienda que sea de color blanco para una mejor dispersión de la luz, reforzados con vigas de acero para soportar el peso de dispositivos instalados sobre él aunque no es recomendable instalar aparatos sobre la mesa de operaciones debido a la acumulación de polvo y por último debe contar con 10 pies (3.048 metros) de altura como mínimo (Philips, 2017).

Ubicación de instrumental y equipo dentro de una cirugía cardiaca



Personal quirúrgico

1. Primera enfermera perioperatoria
2. Cirujano
3. Anestésista
4. Residente de anestesia
5. Enfermera de anestesia de alto riesgo
6. Primer ayudante
7. Segundo ayudante
8. Segunda enfermera perioperatoria
9. Enfermera circulante
10. Primer perfusionista
11. Segundo perfusionista
12. Enfermera circulante

Equipo e Instrumental

13. Bomba de succión
14. Control de temperatura
15. Tanque de aire
16. Unidad de refrigeración del calentador principal
17. Faro quirúrgico
18. Recuperación celular
19. Soporte intravenoso
20. Pantallas
21. Máquina de anestesia
22. Carro de anestesia
23. Unidad de refrigeración del calentador
24. Desfibrilador
25. Suturas para el corazón y suministros para cirugía
26. Armario para cirugía cardiaca
27. Recipiente de succión
28. Lavabo de la sierra esternal
29. Armario de provisiones generales
30. Tanque de nitrógeno
31. Cubeta de esponjas
32. Lavabo de agua
33. Mesa auxiliar
34. Máquina de cauterización
35. Tabla de historial o datos médicos
36. Mesa instrumental
37. Bote de basura
38. Cesto de ropa para lavandería
39. Cubetas de hielo
40. Calentador/enfriador
41. Máquina de Bypass cardiopulmonar
42. Oxigenador

Figura 2.13: Ubicación de instrumental y equipo de una cirugía cardiaca.

2.3.3 Puertas

Philips (2017) sugiere que las dimensiones de la puerta sean de 4 pies (1.2 metros) de ancho para permitir el traslado de pacientes. Se recomienda mantenerlas cerradas en todo momento y limitar el uso de las puertas corredizas solo en el corredor principal ya que el movimiento al abrirlas causa el esparcimiento de las bacterias acumuladas en ellas (Fig. 2.14).



Figura 2.14: Puertas de quirófano.

2.3.4 Pisos

El tipo de piso más utilizado es el cloruro de polivinilo sin pliegues el cual sube a la pared de 4 a 6 pulgadas (12 a 15 centímetros). Debe eliminar la estática tanto del equipo como del personal para evitar accidentes, contar con propiedades antiderrapantes y que faciliten su limpieza (Fig. 2.15).



Figura 2.15: Piso de quirófano.

2.3.5 Temperatura

La temperatura dentro de la sala de operaciones debe tener un rango entre los 64 a 70 °F lo que equivale a 18 y 21°C respectivamente. Cuando se está atendiendo a pacientes pediátricos o que han sufrido quemaduras en el cuerpo es importante aumentar la temperatura a un rango aproximado de 68 a 75°F (20 a 24°C) (Adam et al., 2015).

Es necesario contar con un termostato para regular la temperatura, esto se va a determinar de acuerdo al tipo de intervención quirúrgica que se vaya a realizar no a la comodidad del personal médico.

2.3.6 Humedad

La humedad dentro del quirófano es un factor muy importante a considerar debido a que una mala calibración puede generar cargas estáticas que produzcan chispas. Se debe mantener entre un 15% y 60%. La humedad mayor al rango mencionado puede causar condensación en los envases que se encuentren dentro del área (Domingo, 2000).

2.3.7 Iluminación

La iluminación dentro del quirófano está compuesta por lámparas que se encuentran suspendidas en el techo y algunos focos móviles, estos deben iluminar a la perfección el área para evitar que se produzcan sombras. Philips (2017) menciona en su trabajo algunos aspectos a considerar para la iluminación de un espacio quirúrgico que se describen a continuación.

Color

Para mejor claridad en los colores de órganos y tejidos durante la operación la luz debe contar con tonalidades azules y blancas a una temperatura de 5000°K para hacer una simulación de la luz del medio día y de esta manera evitar la fatiga visual en el personal.

Ajuste

Las luces de operación suspendidas en el techo cuentan con herramientas que hacen posible la manipulación directa del cirujano para mejorar la posición y evitar sombras en el área que se está interviniendo. Estos ajustes se realizan por medio de controles o mangos (Fig.



Figura 2.16: Ajuste manual de lámparas.

2.16) que están adheridos a las lámparas aunque se recomienda evitar el exceso de movimientos debido a que puede causar la dispersión de bacterias sobre el paciente y causar infecciones.

Producción de calor

Normalmente las lámparas producen calor al iluminar, las lámparas quirúrgicas deben evitar que esto suceda debido a que puede secar o incluso quemar tejidos expuestos durante la operación. Las luces de tipo halógena normalmente utilizadas se calientan fácilmente y es necesario contar con una buena ventilación y cuidar la intensidad de la luz para prevenir posibles incendios dentro del quirófano es por esto que se recomienda el uso de luz LED (Fig. 2.17) que no se calientan y además cuenta con una larga duración de 20,000 horas en promedio.



Figura 2.17: Lámpara quirúrgica LED.

2.3.8 Equipo de monitoreo

Estas pantallas ayudan al personal quirúrgico a obtener datos sobre el estado de salud del paciente durante la operación. Estos aparatos pueden estar suspendidos de una superficie o bien sobre carros móviles para facilitar su traslado hacia distintas áreas del quirófano.

Los equipos de monitoreo cuentan con pantallas de plasma o LCD, estas últimas son más ligeras y duran por más tiempo. Sus dimensiones van de las 20 a 22 pulgadas (50.8 y 55.8 centímetros respectivamente) aunque existen quirófanos que requieren pantallas de hasta 42 pulgadas (121.92 centímetros).

2.3.9 Relojes

Se recomienda que dentro del área de quirófano existan dos relojes, el primero de ellos muestra el tiempo real y el otro se puede usar para avisar acerca del término de periodo de algún tiempo, en este tipo de relojes los botones de inicio o término tienen que estar al alcance de las enfermeras para que puedan modificar manualmente los tiempos.

2.3.10 Sistemas de comunicación

Dentro del quirófano existen diversos sistemas que comunican al quirófano con otros departamentos como el banco de sangre en caso de que el paciente presente complicaciones durante la operación o solicitar la ayuda y asistencia del personal de otras áreas. Dentro del área quirúrgica pueden existir teléfonos, computadoras y equipos de video.

2.3.11 Equipos en salas de procedimientos especializados

Existen salas en los que el espacio puede estar diseñado para un procedimiento



Figura 2.18: Equipo de cirugía laparoscópica.

quirúrgico en específico como endoscopías, laparoscopías, entre otras. Estas deben encontrarse cerca del quirófano principal en caso de que el paciente necesite un tratamiento abierto poder trasladarlo rápidamente. A continuación se explican brevemente algunos de ellos (Philips, 2017).

Salas de radiografías

En este tipo de salas se realizan procedimientos que requieren de fluoroscopia la cual es una secuencia de imágenes que funciona como una radiografía en movimiento que se transmite por medio de un monitor.

En un procedimiento como el cateterismo cardiaco se utiliza este tipo de salas en donde la mesa de operaciones es más grande debido a que el instrumental utilizado suele ser más largo de lo normal. Los monitores se encuentran cerca de la cabecera para que el cirujano vea en todo momento la superficie que está operando.

Salas de cirugía mínimamente invasivas

Existen salas en donde se realizan tratamientos laparoscópicos (Fig. 2.18) y endoscópicos que están equipadas con fuentes de luz suspendidas en el techo, insufladores, una gran variedad de monitores de video, rayos X, etc.

Todo este equipo normalmente está montado sobre carros móviles para facilitar el transporte en caso de presentarse alguna complicación.

Salas de partos

Esta área se encuentra equipada para el nacimiento de un bebé por cesárea, cuenta con equipos de reanimación y camas especiales para utilizarlas durante el traslado del bebé a la sala de cuidados especiales.

2.3.12 Consideraciones de espacio

Los componentes de un quirófano así como sus dimensiones pueden ser un factor importante que influye directamente en el desempeño laboral del personal médico. Visto desde la perspectiva de diseño, en ocasiones el equipo dentro de este espacio no es fácil de configurar por ejemplo las lámparas o el equipo de monitoreo cuando necesitan ser transportados hacia otro lugar causa distracción en el médico o bien debido a su tamaño resulta complicado moverlos ocasionando lesiones.

Para la configuración del espacio es de vital importancia tomar en cuenta al médico ya que él y su equipo de trabajo son los que pasan muchas horas dentro de esta área. Sería importante que al momento de acomodar el equipo dentro del quirófano o incluso desde su construcción incluir aquellas sugerencias realizadas por los médicos para que ellos trabajen en las mejores condiciones posibles como modificar el tamaño del espacio y aumentar sus dimensiones para exista una mejor movilidad y no permanezcan en posiciones estáticas durante largos periodos de tiempo, un control de la temperatura para que no trabajen con frío entre otras cosas que ayuden a mejorar su entorno laboral.

2.4 Interrupciones y problemas dentro de quirófano

Una de las zonas más complejas y de mayor demanda de los hospitales es el quirófano, en él participa un equipo médico multidisciplinario muy grande integrado por médicos, enfermeras, anestesistas, entre otros.

Debido a esto es común que se presenten problemas dentro de este como el congestionamiento de la sala por exceso de personal, distractores, problemas con la iluminación, el instrumental, el diseño del espacio (Fig. 2.19), etc. Todo esto puede causar accidentes que no solo ponen en peligro al paciente, también al personal médico (Cohen et al., 2016).



Figura 2.19: Congestionamiento dentro del quirófano.

Dentro de los factores que pueden afectar en el desempeño laboral del personal médico dentro del quirófano se encuentran los siguientes (Henriksen, Dayton, Keyes, Carayon, & Hughes, 2008):

- **Factores del individuo:** habilidades, conocimiento, fatiga, motivación, etc.
- **Naturaleza del trabajo:** trabajo individual o en equipo, flujo de personal, interrupciones, requerimientos físicos y tecnológicos.

- **Factores relacionados al área de trabajo:** iluminación, temperatura, dimensiones del espacio y ventilación.
- **Factores relacionados a la interacción con el equipo médico:** localización del equipo, controles y pantallas y controles de ajuste.

2.4.1 El ruido como factor de distracción del personal

El quirófano es un área en donde el ruido es extremo en la mayoría de las ocasiones, esto debido a factores como el intercambio de instrumental, sonidos de equipos como sierras o taladros, apertura de puertas , alarmas, sistemas de comunicaciones e incluso conversaciones innecesarias del personal.

Existe también otra causa de ruido dentro del quirófano: la música. Estudios demuestran que la música dentro de esta área produce distracción e incrementa el estrés de la mayoría del personal además de disminuir la atención y la capacidad de respuesta ante una situación de emergencia que se pueda presentar durante una operación (Hasfeldt, Laerkner, & Birkelund, 2010). Un estudio demostró que los anestesistas son los más afectados y el 26% de estos sintieron pérdida de atención y experimentaron problemas de comunicación a causa de la música dentro del quirófano (Hawksworth, Asbury, & Millar, 1997).

Por otra parte el ruido producido por los monitores como las alarmas es una de las principales fuentes de ruido dentro del quirófano, en ocasiones estas alarmas son falsas o indican cosas que no tienen mucha relevancia, sin embargo al sonar causa que el personal médico pierda la concentración o sufra sobresaltos debido al repentino sonido. A largo plazo este tipo de sonidos puede causar problemas graves de audición y aquellos relacionados al sistema cardiovascular.

Todos estos factores relacionados al ruido dentro del quirófano tienen como consecuencia una mala comunicación verbal entre el médico cirujano y su equipo derivando en errores que afectan directamente al paciente (Katz, 2014). Existe un estudio que demuestra que el 43% de los errores cometidos durante una cirugía se

deben a la mala comunicación entre el equipo médico a causa de factores de ruido (Gawande, Zinner, Studdert, & Brennan, 2003).

Sugerencias de mejora para eliminar el ruido

Kahn (1998) hace una aportación sobre un programa de modificación de comportamiento para reducir el ruido dentro de un quirófano el cual consiste en un curso para todo el personal médico involucrado en una intervención quirúrgica para hacerles notar las consecuencias que el ruido tiene tanto en ellos como en el paciente, también se aportaron sugerencias para reducirlo (Kahn et al., 1998).

También se hacen sugerencias acerca de la utilización de materiales que absorban el ruido pero el quirófano es un área que requiere de una estricta esterilización y muchos de estos materiales pueden ser acumuladores de bacterias (Joseph, Bayramzadeh, Zamani, & Rostenberg, 2018).

2.4.2 Problemas de circulación del personal

Durante una intervención quirúrgica el flujo de circulación del personal médico puede verse afectado debido a varios factores como la cantidad de personas dentro del área, el equipo que con el avance de la tecnología algunos han aumentado de tamaño, esto va de la mano con el diseño de espacio por ejemplo el tamaño de algunas salas quirúrgicas que no se han modificado y sin embargo han incluido más dispositivos al espacio reduciendo así el área en donde pueden caminar los médicos y enfermeras, incluso las normativas ya establecidas por instituciones gubernamentales, todo esto en conjunto suele ocasionar problemas que puede afectar la salud del paciente (Ahmad et al., 2016).



Figura 2.20: Exceso de cables en dispositivos.

Un estudio realizado en la Universidad de Carolina del Sur en donde se analizaron las interrupciones ocurridas durante procedimientos cardiacos detectó que el diseño del entorno del área quirúrgica influía considerablemente en el flujo del personal, el equipo médico no hacía uso adecuado del espacio, había enredos y tropiezos con cables (Fig. 2.20) y tubos (conocido como Síndrome de Espagueti)



Figura 2.21: Falta de iluminación.

además se detectó una ubicación incorrecta del mobiliario y caídas de artículos que en algunas ocasiones causaron resbalones (Palmer et al., 2013).

Por otra parte, el aumento en el uso de monitores dentro del quirófano ocasiona que los médicos tengan que disminuir repentinamente la iluminación para tener más claridad de imagen (Fig. 2.21), esto provoca que el personal tenga problemas para caminar al no ver con claridad la superficie que están pisando, el proceso de adaptación del ojo humano de una luz brillante a una casi inexistencia de luz es tardado, por consecuencia los periodos de traslado son más lentos y puede haber congestionamiento de personas en una misma área (Brogmus, Leone, Butler, & Hernández, 2007).

Sugerencias de mejora para el flujo de personal

En un estudio realizado dentro de quirófanos se hace mención a la necesidad de tener un acceso cercano a los botes de basura y las áreas de monitoreo y suministros, mesas de operaciones con variedad de controles para evitar traslados innecesarios y tener mejor eficacia de movimientos (Ahmad et al., 2016).

Además el diseño de aparatos inalámbricos o con conexión bluetooth podría ayudar a evitar estos tropiezos mencionados anteriormente, además de agilizar el flujo del personal aportaría también a un mejor diseño del entorno laboral porque así el equipo podría ubicarse de mejor manera y moverse de acuerdo con el tipo de intervención que se esté realizando (Ofek, Pizov, & Bitterman, 2006).

2.4.3 Problemas relacionados al diseño de espacio

Con el paso del tiempo se han creado procedimientos para conservar la salud del paciente en el mejor estado posible, sin embargo no se han estudiado lo suficiente los problemas que se producen a causa del diseño del espacio quirúrgico. Se estima que existen quirófanos construidos hace más de 30 años que siguen en funcionamiento y no cumplen con los requerimientos necesarios en la actualidad (Wahr et al., 2013).

Un problema relacionado al espacio es la iluminación, se han hecho estudios respecto a estos en donde los cirujanos, y las enfermeras dicen haber presentado interrupciones en el procedimiento debido a la dificultad para mover las lámparas debido a que son muy pesados y no fueron



Figura 2.22: Ajuste de lámparas.

diseñados con los elementos que faciliten su ajuste (Fig. 2.22) o los mangos eran demasiado pequeños

(Patkin, 2003), incluso algunos médicos han golpeado su cabeza tan fuerte con las lámparas que han sufrido lesiones de consideración (Matern & Koneczny, 2007). Otro problema es el ajuste de la intensidad de la luz debido a la proyección de sombras o a falta de visión de los médicos cirujanos cuando estos son de avanzada edad (Knulst, Mooijweer, Jansen, Stassen, & Dankelman, 2011).

Por otra parte la ubicación del equipo también puede influir en el desempeño del personal, en un estudio realizado en cirugías de tipo cardiovascular se detectaron problemas con el perfusionista debido a la ubicación de la máquina de circulación extracorpórea o derivación cardiopulmonar, esta se encontraba detrás del cirujano lo que ocasionó una obstrucción visual de la mesa de operaciones, el perfusionista no pudo reaccionar cuando se presentaron situaciones de riesgo o se requería de acción inmediata debido a que no sabía que era lo que estaba ocurriendo en la intervención (ElBardissi & Sundt, 2012).

Otro inconveniente que puede presentarse y ser causa de accidentes es el diseño del equipo o instrumental, las patas de la mesa de mayo por ejemplo que

aunque si brindan soporte a la superficie de la mesa son un factor muy importante en la causa de tropiezos del personal (Brogmus et al., 2007).

En un estudio realizado por Patkin (2003) se les preguntó a 40 cirujanos acerca de los problemas que experimentaban dentro del quirófano, ellos argumentaron que la mayoría de los dispositivos no se cambian a menos que ya no funcionen, el tamaño del equipo como los monitores es demasiado grande, en relación al instrumental laparoscópico opinaron que es muy complejo de usar y esto dificulta las actividades al personal nuevo además la manera de usarlo varía dependiendo del proveedor, sugieren que esto se estandarice y se les entregue un manual con instrucciones para manejarlo a la perfección.

Respecto a los pedales comentaron que sufrieron distracciones a causa de ellos debido a que no los encontraban fácilmente, normalmente los pedales se movían del lugar donde estaban en un principio además que algunos argumentaron que carecían de principios ergonómicos en su diseño al estar hechos solo para personas con pies pequeños.

Sugerencias de mejora para el diseño del espacio

Para tener un mejor entorno laboral se hace la sugerencia de establecer un diseño participativo, es decir que para la construcción de salas de operación se tome en cuenta a un equipo multidisciplinario integrado por diseñadores, arquitectos, ingenieros, administrativos y el personal quirúrgico, todo esto para tener distintos puntos de vista y tener en cuenta también las necesidades del usuario para tener un área de trabajo en la mejor condición posible.

También se sugiere el rediseño de instrumental y equipo que tome en cuenta la opinión del médico por ejemplo mesas de operaciones que puedan ser ajustadas mediante la voz.

Algunas recomendaciones para un mejor diseño de espacio sería estandarizar la ubicación de la cabecera de la mesa de operaciones, contar con el espacio adecuado

para que el personal pueda trasladarse libremente en el quirófano, asegurar un área de visión del paciente para todos los miembros del equipo médico, paredes con esquinas redondeadas para evitar la acumulación de bacterias (Brogmus et al., 2007) la ubicación de los apagadores junto a la puerta del quirófano, una correcta identificación con etiquetas de todos los controles para facilitar su uso al personal nuevo (Patkin, 2003).

2.5 Normativas

En los hospitales, específicamente dentro de los quirófanos a diario se presentan diferentes situaciones que tienen que ser controladas por el personal médico de forma inmediata. Para esto diversas organizaciones oficiales han creado normas, protocolos o procedimientos que se deben seguir y pretenden establecer una estandarización en el funcionamiento de estas instituciones de salud aunque en ocasiones estos no se cumplen o sufren modificaciones de acuerdo a las necesidades del hospital lo que puede causar accidentes o fallas en el desempeño laboral del personal.

2.5.1 Objetivos de normativas de quirófanos

Las normativas y estandarización dentro del quirófano tienen como finalidad mejorar el funcionamiento de esta área y garantizar la seguridad y bienestar del personal médico y los pacientes además de mejorar el desempeño laboral. En la Figura 2.23 se muestran algunos de ellos (Philips, 2017).



Figura 2.23: Objetivos de las normativas dentro del quirófano.

2.5.2 Normativas y estándares a nivel internacional

Alrededor del mundo existen organizaciones oficiales que se encargan de establecer estas normativas y estándares para las instituciones de salud, a continuación se muestran algunas de ellas (Philips, 2017):

Normativas de enfermería perioperatoria

Estas normativas tienen su origen en 1975 en la Asociación Americana de Enfermería (ANA, por sus siglas en inglés) y fueron aprobadas por la Asociación de Enfermeras Perioperatorias (AORN, por sus siglas en inglés) en 1981.

Este tipo de normativas se basan en tres cosas principalmente: estructura, proceso y resultados. Tienen diferentes áreas de aplicación como la enfermería administrativa, práctica clínica, práctica profesional perioperatoria, mejoras de calidad y rendimiento. Estas normativas son revisadas anualmente.

Normativas para la sala de operaciones de enfermería práctica y auditoría de aseguramiento de la calidad

Normativas propuestas por la Asociación de Enfermeras de Quirófano en Canadá (ORNAC por sus siglas en inglés) en las cuales se abarcan temas como seguridad perioperatoria, esterilización e instalaciones de atención médica, los miembros voluntarios del Comité de Normas de ORNAC revisan estas normas cada 2 años.

Asociación de tecnólogos quirúrgicos

La Asociación de tecnólogos quirúrgicos (AST por sus siglas en inglés) emite una serie de estándares que incluyen información acerca del bienestar del paciente y del personal médico además de aspectos relacionados a procedimientos quirúrgicos y la seguridad del ambiente laboral.

Estándares emitidos por la Joint Commission

Esta organización está encargada de conservar la seguridad del paciente y del personal médico, dentro de sus investigaciones realizadas se ha podido determinar que los trabajadores del sector salud son parte de las tasas más altas de accidentes laborales, enfermedades y lesiones músculo esqueléticas, debido a esto los pacientes también puede verse afectados.

En la Tabla 2.3 se muestra una serie de recomendaciones para lograr un descenso en estas lesiones de los médicos y su equipo que fueron emitidas por la Joint Commission (Braun, Riehle, Donofrio, Hafiz, & Loeb, 2012). Estas normativas se basan en distintos factores dentro del quirófano como la eficiencia, efectividad, seguridad y adecuación. Esta organización evalúa también el cumplimiento de estos estándares que son publicados en el manual de acreditación para los hospitales.

Normativas de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego

Las normativas emitidas por esta asociación van más enfocadas al entorno laboral respecto a la prevención de incendios así como la instalación y manejo de dispositivos.

Tabla 2.3: Estrategias para la disminución de lesiones en el personal médico		
Área de intervención	Estrategias recomendadas	Beneficios obtenidos
Prevención de caídas entre el personal médico	<ul style="list-style-type: none"> • Transferencia segura de pacientes. • Materiales antiderrapantes para los pisos. • Alfombras absorbentes. 	Disminución de lesiones y reducción de días no trabajados.
Lesiones provocadas por objetos punzocortantes	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar agujas de sutura con punta roma. • Disminución de transferencias manuales de instrumental quirúrgico. • Instrumental diseñado con protección para evitar lesiones punzocortantes. 	Disminución de la exposición a patógenos transmitidos por la sangre.
Prevención de infecciones	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar el equipamiento adecuado y vestimenta. 	Disminución de transmisión de organismos contaminantes de pacientes a empleados.
Ergonomía	<ul style="list-style-type: none"> • Vestimenta ajustable y elevación mecánica de equipo. 	Disminución de errores y lesiones. Incremento de eficiencia y satisfacción.
Carga de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer restricciones en cuanto a horas trabajadas además de la rotación de personal y períodos de descanso. 	Disminución del estrés y agotamiento.
Diseño de un entorno laboral seguro	<ul style="list-style-type: none"> • Ventilación mejorada, diseño de salas privadas de descanso, además de una proximidad en la ubicación de equipo e instrumental. • Jerarquía de controles. 	Disminución del estrés, aumento de factores de seguridad y un incremento de eficiencia.

Normativas de la Asociación para el Avance de la Instrumentación Médica

La Asociación para el Avance de la Instrumentación Médica propone una serie de normas que ayudan a establecer mejores formas de uso en cuanto a temas de seguridad, manipulación, cuidados, rendimiento y eficacia de dispositivos médicos se refiere. Es importante mencionar que estas normativas establecidas por esta institución hacen mención a no tomar en cuenta aspectos de diseño debido a que pueden “obstaculizar el avance tecnológico” (“Association for the Advancement of Medical Instrumentation,” n.d.)

Las normativas que aquí se presentan se encuentran acreditadas por el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI).

Normativas según la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA)

Esta agencia es la encargada de regular lo relacionado a los dispositivos médicos. En 1988 se encargó de plantear una clasificación de dispositivos médicos (Fig. 2.24) divididos en 3 clases (Philips, 2017):

Dispositivos de Clase 1	Dispositivos de Clase 2	Dispositivos de Clase 3
<ul style="list-style-type: none">• Los dispositivos sometidos a una evaluación para demostrar que cumplen con las funciones de otros equipos que ya se encuentran en uso y fueron aprobados previamente.	<ul style="list-style-type: none">• Estos deben de cumplir con los estándares de seguridad, manejo y funcionalidad cuando son clasificados como nuevos productos.	<ul style="list-style-type: none">• En este tipo de dispositivos debe existir una aprobación previa al periodo de prueba de funcionamiento y manejo.

Figura 2.24: Clasificación de dispositivos médicos por la FDA.

También es la encargada de rastrear y revisar aquellos dispositivos que fueron causantes de lesiones o accidentes tanto en pacientes como en el personal médico por medio de datos que obligatoriamente tienen que proporcionar los proveedores, estos

datos pueden incluir lote, modelos, números de serie, fecha de adquisición del producto, entre otros.

Tiempo después la FDA implementó un programa denominado MedWatch en el que invitaban a todo el personal médico a reportar cualquier problema que experimentaran al momento de hacer uso de cualquier producto médico, de esta manera se buscaba reducir lesiones o posibles accidentes que pudieran presentarse si no se le daba seguimiento al problema.

Organización de las Naciones Unidas

En septiembre de 2015, más de 150 jefes de Estado y de Gobierno se reunieron en la histórica Cumbre del Desarrollo Sostenible en la que aprobaron la Agenda 2030. Esta Agenda contiene 17 objetivos de aplicación universal que, desde el 1 de enero de 2016, rigen los esfuerzos de los países para lograr un mundo sostenible en el año 2030 (“La Agenda de Desarrollo Sostenible,” 2015). El objetivo 3, “Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades”, en su apartado 3.c busca aumentar sustancialmente la financiación de la salud y la contratación, el desarrollo, la capacitación y la retención del personal sanitario en los países en desarrollo, especialmente en los países menos adelantados y los pequeños estados insulares en desarrollo.

Organización Mundial de la Salud

Un hospital requiere una amplia gama de recursos humanos, económicos, materiales y tecnológicos, lo que afecte a uno de ellos tiene repercusión en los demás y en el resultado final: la calidad de la atención y la seguridad tanto de los usuarios como los trabajadores de estas instituciones. En octubre del 2004 la Organización Mundial de la Salud (OMS) creó la Alianza Mundial para la Seguridad del Paciente que promueve la sensibilización y el compromiso político para mejorar la seguridad de la atención además de apoyar a los Estados Miembros en la formulación de políticas y prácticas para la seguridad de los pacientes (Organización Mundial de la Salud, 2008).

Normativas de iluminación por la Comisión Electrotécnica Internacional

La Comisión Electrotécnica Internacional es una organización cuya función es estandarizar las cuestiones eléctricas y electrónicas, expertos trabajan en conjunto para establecer las necesidades que requieren en sus proyectos y así lograr una estandarización que sea aplicable para la mayoría de los casos.

En la normativa IEC 60598-2-25 Luminaires- Part 2: particular requirements. Section 25: *Luminaires for use in clinical areas of hospitals and health care buildigs* se establecen los requerimientos necesarios para la iluminación en todas las áreas de los establecimientos de salud aplicable a lámparas de tungsteno, incandescentes y fluorescentes, no están incluidas las áreas administrativas (International Electrotechnical Commission, 2004).

Colaboración del diseño con instituciones oficiales

El diseño ha sido tomado en cuenta por distintas organizaciones e instituciones oficiales para mejorar los centros de salud en cuestiones arquitectónicas, de seguridad, distribución de equipos, factores ergonómicos, entre otros (Braun et al., 2012)

Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional

El Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH por sus siglas en inglés) está tomando en cuenta aspectos del diseño a través de la iniciativa “Prevention through Design” (PtD) para cubrir las necesidades de seguridad en el área laboral respecto a la construcción, manipulación de equipos, diseño de instrumentos, etc. Todo esto se toma en cuenta desde el inicio del proceso de diseño.

Coalición Salud sin daño

Salud sin daño (HCWH) es una coalición formada por hospitales y diversas organizaciones relacionadas al cuidado y atención de la salud que trabaja en conjunto con el Centro para Sistemas de Máximo Potencial de Construcción lanzaron un documento llamado “Green Guide for Health Care” el cual ofrece un conjunto de herramientas para la construcción de hospitales que sean totalmente seguros para los trabajadores y que además no dañen el medio ambiente.

Centro para el Diseño de la Salud

En el centro para el Diseño de la Salud (CHD por sus siglas en inglés) trabajan en conjunto diseñadores, arquitectos y profesionales de la salud para ofrecer instalaciones médicas de calidad y un mejor entorno laboral para el personal. Toman en cuenta aspectos de iluminación y seguridad como la reducción de caídas.

En su sitio web proporcionan diversas herramientas, algunas de ellas gratuitas que pueden ayudar al diseñador en su labor, por ejemplo el conjunto de herramientas de Riesgos de Seguridad Operacional (SRA por sus siglas en inglés) (Fig. 2.25) (The Center for Health Design, 2017) que abarca áreas de seguridad como caídas, errores de medicación, seguridad, lesiones de la salud del comportamiento, entre otras.

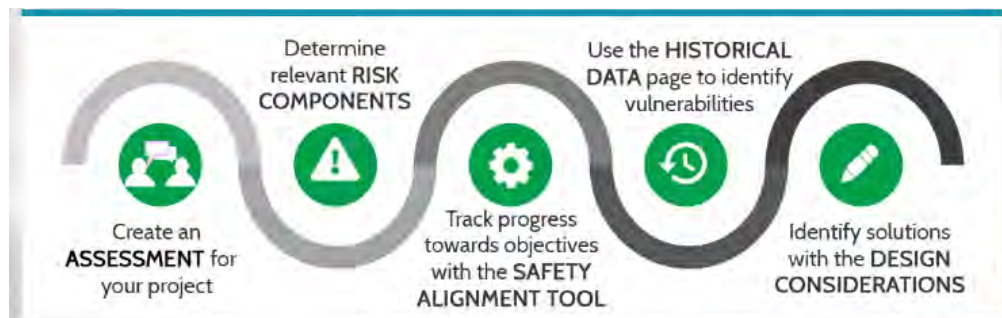


Figura 2.25: Proceso de aplicación del conjunto de herramientas SRA.

2.5.3 Normativas y estándares a nivel nacional

Norma Oficial Mexicana NOM-016-SSA3-2012

En México las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas expedidas por las dependencias oficiales y autorizadas cuyo propósito es establecer las características que deben reunir los procesos o servicios para la seguridad de los pacientes. Actualmente se cuenta con la Norma Oficial Mexicana NOM-016-SSA3-2012 cuyo objetivo es establecer las características mínimas de infraestructura y equipamiento de hospitales (Tabla 2.4) aplicable a los establecimientos hospitalarios de los sectores público, social y privado que atiendan a pacientes que se internen para su diagnóstico, tratamiento médico, quirúrgico o rehabilitación; así como para los

consultorios de atención médica especializada (Cofepris, 2017; Diario Oficial de la Federación, 2012).

Tabla 2.4: Ubicación de requerimientos del quirófano NOM-016-SSA3-2012

Requerimiento	Apartado
Áreas de circulación de personal	6.6.2.1
	6.6.2.2
	6.6.2.2.1
	6.6.2.2.9
Forma requerida para ángulos entre pared y suelos	6.6.2.2.4
Requerimientos relacionados a los materiales utilizados para paredes y muros	5.1.7
	6.6.2.2.4
Requerimientos relacionados a los pisos	5.1.7
Requerimientos relacionados a la ventilación	6.6.2.2.4.1
	6.6.2.2.4.2
Mobiliario requerido dentro del quirófano	6.6.2.2.8
	6.6.3.4
Equipo requerido dentro del quirófano	6.6.2.2.8
	6.6.2.2.5.1

Norma Oficial Mexicana NOM-006-SSA3-2017 para la práctica de la anestesiología

Durante una intervención quirúrgica uno de los procedimientos más importantes es brindar anestesia al paciente, en México existe la NOM-006-SSA3-2017 que regula todo lo relacionado a esta actividad como el apartado 7.6 que establece los requerimientos necesarios para el equipo médico el cual debe estar en constante mantenimiento y en caso de presentarse alguna falla o accidente provocado por estos debe reportarse inmediatamente. Así mismo también establece la cantidad de equipo e instrumental que debe existir en la zona donde se está aplicando la anestesia (DOF, 2017).

Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo

Dentro del quirófano existen muchos riesgos para todo el personal médico, en México existe un reglamento federal que se encarga de regular las condiciones en las que las personas realizan sus actividades laborales con la finalidad de que no se ponga en riesgo su vida o su salud, toma en cuenta las instalaciones, procesos, maquinaria, equipo, herramientas o materiales que puedan perjudicar al trabajador (Secretaría del trabajo y previsión social, 2014).

NOM-137-SSA1-2008 Etiquetado de dispositivos médicos

En ocasiones el personal médico puede sufrir lesiones a causa de un mal manejo de equipo médico, para ello se recomienda que todo dispositivo médico e instrumental cuente con instructivos de uso. La NOM-137-SSA1-2008 establece en el apartado 4.1.1.9 que todo aparato médico que requiera de un manejo especial debe incluir instrucciones de uso específicas para evitar accidentes (Diario Oficial de la Federación, 2008).

2.5.4 Consideraciones de las normativas

Aunque todas estas normativas mencionadas anteriormente deben cumplirse ya que son establecidas por instituciones oficiales y pretenden estandarizar los procesos en todo el mundo aunque en ocasiones los hospitales no cumplen o presentan fallas lo que deriva en una serie de problemas para el personal médico como lesiones músculo esqueléticas por un mal manejo de equipo o accidentes laborales, esto a su vez causa problemas al paciente.

De las normas analizadas anteriormente, la Norma Oficial Mexicana NOM-016-SSA3-2012 se considera una parte fundamental para este trabajo debido a su implementación en México y su amplia cobertura en el área de quirófano. Deben tomarse en cuenta también aquellas que tienen una mayor cobertura en el mundo como las emitidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), Joint Commission, Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA).

Por otra parte el Centro para el Diseño de la Salud es una clara muestra de lo que el diseño puede lograr si se aplicara en el área médica y los beneficios que podría tener su consideración, es por esto que también es de mucha importancia tomarlo en cuenta como referencia para este trabajo.

2.6 Trastornos músculo esqueléticos y sobrecarga postural

Las lesiones músculo esqueléticas son muy comunes entre el personal del sector salud debido a la carga de trabajo a la que son sometidos, se estima que un 25% de ellos padecen lesiones lumbares (Sanz, González, Navarrete, & Martínez, 2002). Algunos integrantes del personal médico permanecen de pie y con el tronco flexionado por periodos de tiempo muy largos.

Rosenblatt (2013) menciona en su trabajo los tres errores posturales más comunes: inclinación de cabeza hacia adelante la cual por cada pulgada de

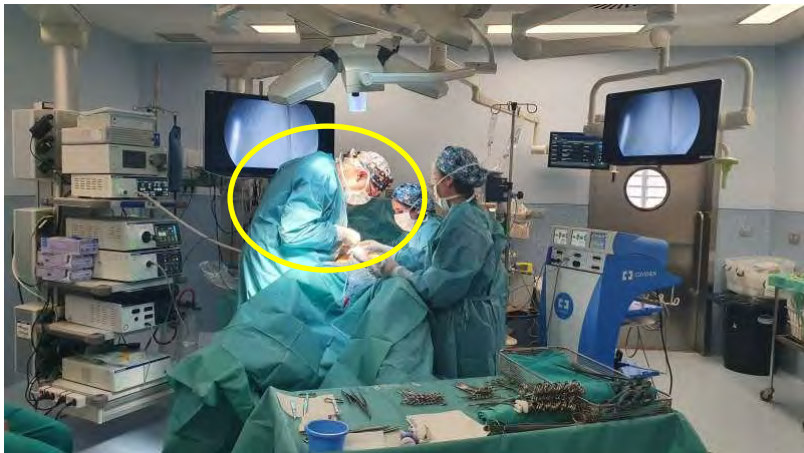


Figura 2.26: Inclinación de cabeza del médico cirujano.

inclinación el peso en la columna aumenta 10 libras

(Fig. 2.26), elevaciones excesivas y cargas de peso mal distribuidas como el apoyo en una sola pierna (Rosenblatt, McKinney, & Adams, 2013). Las posturas estáticas, trabajar bajo una vibración constante o movimientos repetitivos y de torsión ocasionan una gran cantidad de problemas en la salud como la disminución del flujo sanguíneo afectando su desempeño laboral.

2.6.1 Lesiones músculo esqueléticas y sobrecarga postural en cirujanos

Un mal ajuste del equipo y todos los elementos que conforman un entorno laboral tan importante como el quirófano puede causar lesiones tan graves que con el tiempo provocan una discapacidad en el médico. La tensión a la que el cirujano está expuesto, posiciones incómodas, forzadas o estáticas suelen ser las causas principales de contracturas en distintos músculos de la columna cervical y dorsal, se estima que más del 80 % de ellos han sufrido molestias o lesiones músculo esqueléticas, en intervenciones de larga duración la postura se va inclinando poco a poco hacia adelante con el paso del tiempo aumentando la compresión en la columna vertebral y por consecuencia existe una disminución en el desempeño laboral (Schlussel & Maykel, 2019).

Este tipo de lesiones varían dependiendo del tipo de intervención quirúrgica que el cirujano realice, en el caso de la cirugía abierta las tasas de problemas músculo esqueléticos van del 66 al 94%, en laparoscopia de 73 a 100%, para la cirugía ginecológica va de 54 a 87% y por último de 23 a 80 % en cirugía asistida por robots (Catanzarite, Tan-Kim, Whitcomb, & Menefee, 2017).

La cirugía laparoscópica es un procedimiento en donde se presentan muchos de estos problemas mencionados, en este caso la mayoría de las molestias se presentan en las manos y brazos a causa del instrumental utilizado, el síndrome del túnel carpiano (Fig. 2.27) suele ser muy común entre los médicos que practican este tipo de cirugías debido al exceso de movimientos repetitivos, movimientos forzados de la mano y una presión sobre la palma de la mano por largos periodos de tiempo.



Figura 2.27: Síndrome del túnel carpiano.

A menudo los cirujanos se quejan de la presión y el dolor que estos instrumentos les provocan y aunque la tecnología esté avanzando rápidamente los diseñadores se centran en que el instrumental cumpla su función y olvidan los detalles ergonómicos para el bienestar del usuario, al ocurrir esto el médico tiene que adaptarse al instrumento cuando debería ser al contrario, es decir, el instrumental debe adaptarse a las necesidades del médico (Dąbek, Piotrkowicz, Korzeń, & Gąsior, 2019; A; González, Rodríguez, & García, 2009).

Estudios realizados por Van Veelen (1999) y el Centro de Cirugía de Mínima Invasión (CCMI) y el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) demuestran que los principios ergonómicos no se encuentran lo suficientemente estandarizados para aplicarlos en el diseño de instrumental. Un ejemplo de esto son los retractores quirúrgicos (Fig. 2.28), suelen causar molestias en los brazos y manos a causa de tener que adoptar posturas forzadas para manejarlos debido a la dificultad para sostenerlos causándole al médico calambres y neuropraxia debido a la compresión de algún nervio.



Figura 2.28: Retractor quirúrgico.

Otros trastornos musculares como la epicondilitis y el síndrome del túnel radial y cubital se deben al peso de los instrumentos, algunos de ellos son muy grandes y pesados.

Existen herramientas que tienen elementos que ayudan a sostenerlas, por ejemplo los mangos de las lámparas, pero estos carecen de

aspectos ergonómicos, errores que son detectados cuando el objeto ya está siendo utilizado por el personal médico en vez de tener en cuenta estos criterios ergonómicos desde el proceso de diseño (A; González et al., 2009; Velasco, 2013). Otros instrumentos mencionados por los médicos que les han causado molestias son tijeras, porta agujas, pinzas y endoscopios (Soueid, Oudit, Thiagarajah, & Laitung, 2010).

Por otra parte, el equipo médico también es causante de malestares entre los cirujanos, En un estudio realizado en el hospital Centro Médico Militar de Otorrinolaringología de San Antonio los cirujanos encuestados expresaron fatiga visual, dolor de cuello, y hombros a causa de los monitores de visualización de video utilizados durante la cirugía de endoscopía nasal (Fig. 2.29) (Kelts, McMains, Chen, & Weitzel, 2015).



Figura 2.29: Monitores de cirugía endoscópica nasal.

Los pedales y la mesa de operaciones también son causa de dolores musculares debido a que en ocasiones obligan al médico a pararse en una sola pierna, es por esto que la mayoría prefiere controles manuales. En el caso de la mesa de operaciones, la altura de esta normalmente es ajustada por el cirujano y en la mayoría de la veces no es la correcta, si está ubicada a una altura superior a los codos obliga al personal médico a elevar sus brazos y si está muy abajo se tienen que inclinar obligándolos a adoptar posturas forzadas e incómodas (Matern & Koneczny, 2007; Velasco, 2013).

Pero no solo el equipo e instrumental afectan al médico, incluso la vestimenta puede ser un factor importante, para los médicos cirujanos que realizan procedimientos ortopédicos es necesario llevar un tipo de chaleco (Fig. 2.30) que los protege de las radiaciones, este chaleco tiene un peso considerable que exige al cuerpo utilizar un poco más de fuerza de para moverse además de producir incomodidad (Velasco, 2013).

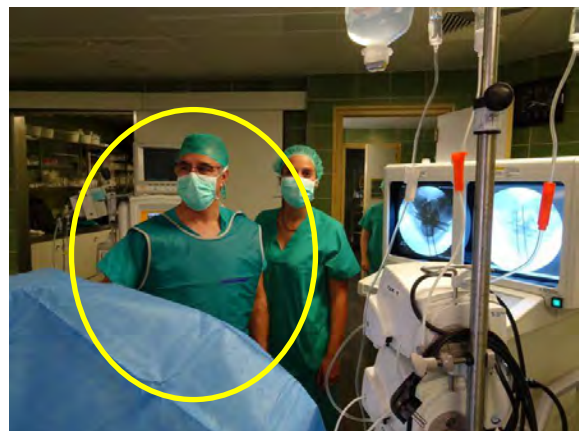


Figura 2.30: Chaleco de protección contra radiaciones.

2.6.2 Lesiones músculo esqueléticas y sobrecarga postural en personal de enfermería

Día a día el personal de enfermería se enfrenta a distintos tipos de problemas dentro del quirófano que afectan su desempeño laboral como exceso de ruido, riesgos por el uso de sustancias tóxicas, riesgo constante de contagio, estrés, agotamiento, etc. Sin embargo, uno de los principales inconvenientes son las lesiones músculo esqueléticas. Entre las más comunes se encuentran el dolor lumbar (Azizpour, Delpisheh, Montazeri, & Sayehmiri, 2017).

En un estudio realizado con personal de enfermería en hospital en Grecia se reveló que el 54.4% experimentaron lesiones y molestias en la zona lumbar, el 47.7% en el cuello y 45.5% en los hombros (Bakola, Zyga, Stergioulas, Kipreos, & Panoutsopoulos, 2017).

Las posturas inadecuadas y las lesiones músculo esqueléticas que sufren este colectivo dentro del quirófano se deben a que en su trabajo levantan o mueven equipos muy grandes y pesados, ayudan en el traslado de los pacientes, trabajan durante largas jornadas, alcanzan o alejan objetos del área quirúrgica, movimientos repetitivos y constantemente realizan sus actividades laborales en posiciones muy incómodas.

Se hace mucho hincapié en la necesidad de la intervención de áreas de diseño para una configuración más ergonómica de los quirófanos y contar con un entorno laboral más favorable para el personal médico (Abdollahzade et al., 2016; Tinubu, Mbada, Oyeyemi, & Fabunmi, 2010).

2.6.3 Aportaciones ergonómicas al diseño de quirófanos

Para que el personal de un área laboral realice sus actividades de la mejor manera posible es necesario contar con condiciones de trabajo óptimas que brinden seguridad al usuario a la hora de interactuar con los elementos que componen esta área y libertad de movimiento para prevenir lesiones físicas que pueden afectar su desempeño laboral. En el quirófano esto resulta muy importante ya que los pacientes pueden verse afectados.

Se han hecho aportaciones importantes para mejorar las condiciones de trabajo del personal médico dentro del quirófano, una de ellas fue la de establecer la distancia óptima a la que deben estar ubicados los monitores de video en una cirugía, se demostró que a una distancia de entre 80 cm y 120 cm el cirujano disminuye considerablemente la fatiga visual que experimenta además de una disminución de tensión cuando se ubica el monitor 18 cm abajo del plano horizontal de Frankfort (Jaschinski-Kruza, 1991), esto depende también del tipo de cirugía que se esté realizando. Así mismo se hace hincapié en la necesidad de contar con monitores que se puedan ajustar de acuerdo con la estatura del cirujano.

Schlusssel (2019) también realizó una serie de sugerencias para las condiciones de trabajo dentro del quirófano (Fig. 2.31), específicamente para mejorar la postura y disminuir la fatiga, menciona que es necesario mantener la espalda recta para evitar deformaciones en la columna, codos en dirección hacia afuera y los omóplatos hacia abajo (Schlusssel & Maykel, 2019).

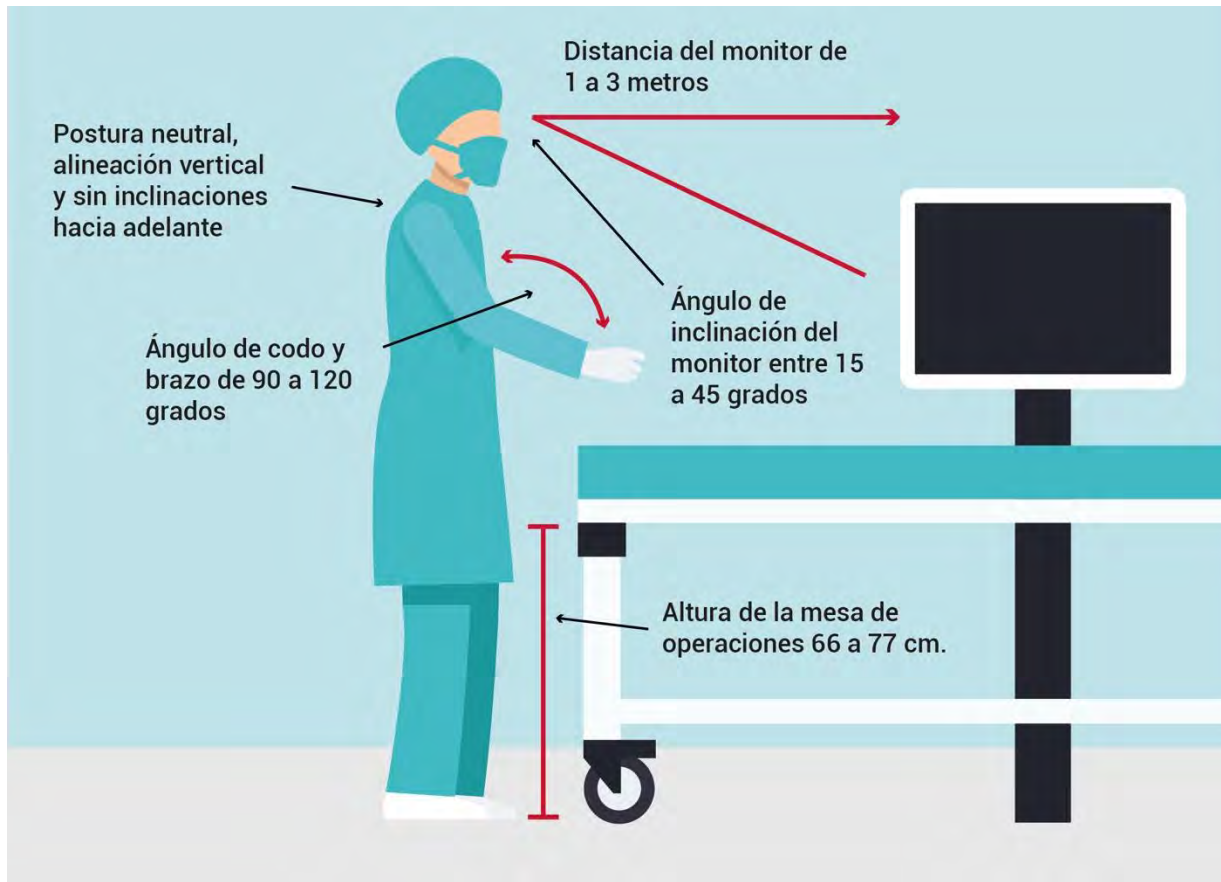


Figura 2.31: Recomendaciones para mantener una mejor postura dentro del quirófano.

Por otra parte, en la cirugía laparoscópica donde se presentan innumerables problemas relacionados a la falta de aspectos ergonómicos a causa del equipo utilizado también se han realizado aportaciones importantes. En un estudio realizado con el personal médico que realiza cirugías laparoscópicas en la parte superior del abdomen se utilizó un software de simulación 3D para determinar algunos requerimientos que pueden ayudar a un mejor ajuste del equipo en donde se concluyó que la posición más cómoda para observar el monitor para el cirujano fue ubicarlo en diagonal con respecto a la cabeza del paciente (Marcos, Seitz, Bubb, Wichert, & Feussner, 2006).

Schlussel (2019) también desarrolló una serie de principios ergonómicos para su aplicación en este tipo de cirugía en donde la fuerza que el cirujano necesita para sostener este tipo de instrumentos aumenta seis veces en comparación con otros tipos de cirugías debido a la longitud (Tabla 2.5).

Tabla 2.5: Principios ergonómicos para el ajuste de quirófano en cirugía laparoscópica	
Postura de trabajo	Estar de pie y evitar posiciones estáticas
	Ángulo de codo y brazo entre 90 y 120 grados
	Antebrazo en posición neutral y horizontal
	Ligera aducción hacia adentro de brazos
	Extensión de la muñeca y flexión de dedos.
Mesa de operaciones	Altura de la mesa de operaciones entre 66 y 77 cm del suelo
	Mesas de operaciones que tengan elementos de ajuste
	Establecer ajuste que permita mantener los codos alineados
Ajuste de monitor	Ubicación de pantallas en el techo
	Eliminar elementos que obstaculicen la vista
	Ubicación del monitor de 15 a 45 grados por debajo de la vista del cirujano
Manejo de instrumental	Disminuir las zonas de presión en los anillos de los instrumentos
	Disminuir movimientos de desviación radial y cubital de muñecas
	Mecanismos de bloqueo en instrumental para evitar movimientos accidentales.
	Uso de manijas giratorias
	Manipulación del instrumental de 40 a 60 grados respecto a la mesa de operaciones

Van Veelen (1999) realizó algunos aportes ergonómicos especialmente para el diseño de la pinza de disección como mantener la muñeca en posición neutral, una apertura de agarre de 60 a 80 centímetros, un mango de 10 milímetros de espesor y anillos con longitud y anchura interna mínima de 30 y 24 milímetros respectivamente (Van Veelen & Meijer, 1999).

También se han diseñado instrumentos y equipo médico que ayuda al personal médico a reducir estos problemas músculo esqueléticos y ejecutar mejor sus actividades, por ejemplo la silla quirúrgica ETHOS, diseñada para ayudar al cirujano en procedimientos laparoscópicos, esta silla le permite operar sentado con soportes en brazos y en la zona lumbar que reducen las molestias en estas áreas además cuenta con un asiento ajustable a distintas medidas antropométricas (Huh et al., 2011).

2.6.4 Recomendaciones para mejorar el diseño del quirófano

De acuerdo con la información revisada en los capítulos anteriores en la Tabla 2.6 se realizan las siguientes recomendaciones que tienen como objetivo mejorar las condiciones de trabajo para los médicos y su equipo en el área de quirófano.

Tabla 2.6: Recomendaciones para mejorar el entorno laboral del área de quirófano

Área de aplicación	Recomendaciones
Entorno laboral	Estandarización de los niveles de ruido dentro del quirófano.
	Eliminación de alarmas innecesarias.
	Mayor utilización de softwares de simulación en 3D para detectar problemas de circulación dentro del quirófano.
	Eliminación de elementos que obstaculicen la visibilidad.
	Inclusión de equipo ergonómico que permita al médico operar sentado cuando el procedimiento quirúrgico a realizar lo permita.
	Suelos un poco más blandos para disminuir la presión en los pies en procedimientos de larga duración.
	Contar con espacios lo suficientemente grandes para que el personal médico pueda desplazarse sin problema.
	Modificación o rediseño de aquellos quirófanos que son antiguos para adaptarlos a las necesidades actuales.
	Definir la ubicación y acomodo del equipo para evitar traslados y posibles golpes durante una intervención que requiera de poca iluminación.
	Establecer una señalización fácil de comprender.
Equipo	Eliminación de pedales en distintos equipos para evitar que el peso del médico se cargue en una sola pierna.
	Configuración mediante la voz.
	Estandarizar rangos de altura de la mesa de operaciones de acuerdo a distintas alturas de los médicos.
	Estandarizar el ángulo de inclinación y la longitud a la que deben estar ubicados los monitores para disminuir la fatiga visual.
	Identificación visual rápida de los elementos, botones o valores importantes en los equipos.
	Mecanismos de bloqueo para evitar movimientos accidentales en dispositivos móviles.
	Diseño de equipo inalámbrico para evitar tropiezos durante la intervención quirúrgica.
	Elementos que ayuden a un ajuste rápido e intuitivo.
	Utilización de materiales que sean capaces de absorber el ruido.
	Consideraciones de principios ergonómicos durante el proceso de diseño del instrumental.
	Entrevistas a médicos para conocer su experiencia en el manejo de instrumentos.
	Establecer procesos de estandarización que incluyan aspectos ergonómicos.
	Disminuir al máximo el peso de los instrumentos.
	Reducir las dimensiones de longitud del instrumental

Instrumental	laparoscópico para disminuir la fuerza ejercida por el médico.
	Disminuir las zonas de presión en los anillos de los instrumentos.
	Diseño de instrumental para personal médico zurdo.
	Considerar aspectos ergonómicos para el mecanismo de agarre del instrumental.
Vestimenta	Tener en cuenta las diferentes medidas antropométricas de hombres y mujeres.
	Vestimenta que proteja del frío en procedimientos que requieren de bajas temperaturas dentro del quirófano.
Reducción de lesiones musculo esqueléticas	Mantener la espalda recta.
	Codos en dirección hacia afuera.
	Omóplatos hacia abajo.
	Reducción de posiciones estáticas por largos periodos de tiempo.
	Reducción de movimientos repetitivos.

Al aplicar estas recomendaciones vistas desde una perspectiva del diseño el desempeño laboral del personal médico involucrado en una intervención quirúrgica puede mejorar considerablemente, un claro ejemplo de esto se presenta en la cirugía laparoscópica en donde los instrumentos causan graves problemas a los médicos debido a su longitud y peso, si estos se rediseñaran y se hicieran estas modificaciones los médicos trabajarían en mejores condiciones en largas jornadas de trabajo. Beneficios como este se pueden obtener no solo en el instrumental también en el diseño del espacio, entre otros elementos que componen al quirófano, si todo funciona de la manera correcta tanto el personal médico como el paciente se encontrarán en las mejores condiciones para el desarrollo del procedimiento quirúrgico.

Capítulo 3 Metodología

3.1 Diseño Metodológico

En este capítulo se presentan aquellos elementos que guían la investigación. Además se explica la metodología utilizada (Fig. 3.1) para el desarrollo del proyecto así como las técnicas utilizadas en la recolección de información y su posterior análisis.

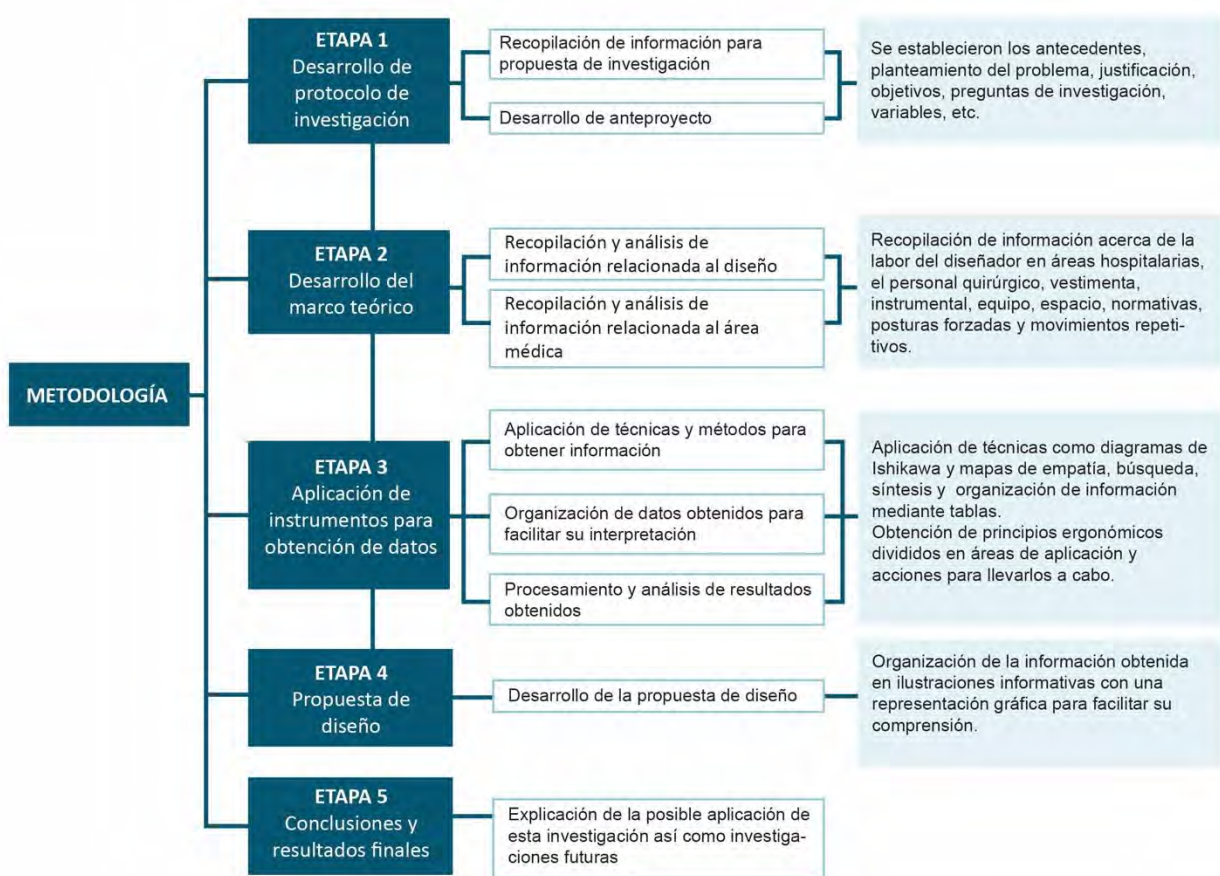


Figura 3.1: Diseño metodológico.

3.2 Esquema metodológico

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó la metodología de Diseño Centrado en el Usuario con ayuda de métodos y técnicas que se describen a continuación (Fig. 3.2):

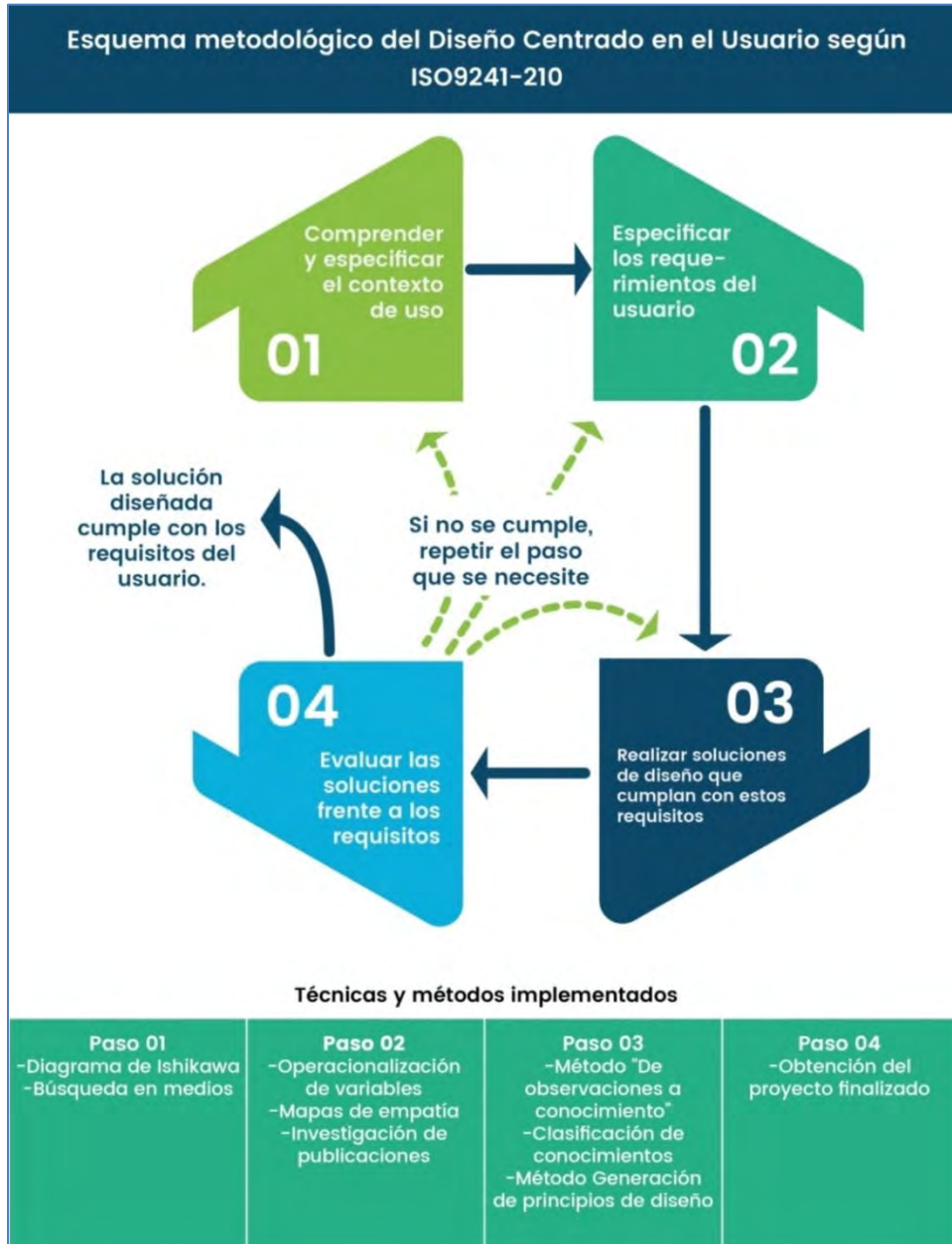


Figura 3.2: Esquema metodológico

Diseño centrado en el usuario

El Diseño Centrado en el Usuario (UCD), término usado por primera vez por Donald Norman es una metodología multidisciplinar empleada comúnmente para el desarrollo de productos basados en las necesidades humanas, con el propósito de comprender al usuario permitiendo diseñar, evaluar y mejorar las propuestas de diseño (Norman, 1988; Vredenburg, Isensee, & Righi, 2001).

Su importancia radica en que ayuda a entender y relacionarse mejor con el usuario para transformar esas necesidades en ideas factibles (IDEO, n.d.).

Esta metodología tiene como base algunos estándares como el ISO 13407: Human-centred design process y el ISO9241-210: Standard for the human-centred design of interactive systems. Estos lo definen como un enfoque para el desarrollo de sistemas interactivos, haciendo que los sistemas sean utilizables y útiles, centrándose en los usuarios, sus necesidades y requerimientos, mediante la aplicación de los factores humanos, la ergonomía, el conocimiento y las técnicas de usabilidad, mejorando la efectividad y eficiencia, el bienestar, seguridad y salud humana, la satisfacción del usuario, la accesibilidad, la sostenibilidad y contrarresta posibles efectos adversos de su uso en la salud humana, la seguridad y el rendimiento (International Organization for Standardization, 2006).

Esta metodología fue seleccionada debido a que el sector salud está enfocado en conservar el bienestar del paciente en todo momento pero no se toma en cuenta las necesidades del usuario, en este caso los médicos y su equipo quirúrgico los cuales a diario se ven afectados por distintos factores en su entorno laboral, por ejemplo trabajan con instrumental muy avanzado que protegen más al paciente pero carecen de aspectos ergonómicos causando problemas en su salud.

El Diseño Centrado en el Usuario permite tomar en cuenta al usuario al máximo, conocer sus necesidades, su entorno, las actividades que realiza y en base a esto poder ofrecer una mejor solución de lo que se esté diseñando.

3.3 Técnicas y métodos empleados en la metodología

Para poder desarrollar la metodología mencionada anteriormente es necesario tomar en cuenta algunos métodos y herramientas. A continuación se hace una breve explicación de aquellos que fueron considerados para esta investigación.

3.3.1 Técnicas y métodos empleados en la fase 1: Comprender y especificar el contexto de uso.

Durante la primera etapa de la investigación fue necesario conocer el contexto que se está analizando, el estado actual de la situación y aquellos factores que afectan directamente, entre otros. Para esto se seleccionaron una serie de técnicas que van a ayudar a recabar datos acerca de esto, entre ellas se encuentran el diagrama de Ishikawa, y búsquedas en medios. Más adelante se explican a detalle las técnicas utilizadas en esta etapa así como su uso en la investigación.

Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado (por su forma similar a la de un pez), creada por Kaoru Ishikawa es una representación gráfica muy sencilla en la que puede verse una especie de espina o línea central en horizontal la cual representa el problema concreto a analizar y posteriormente se determinan una serie de categorías que pueden influir en el problema que se está analizando.

El diagrama de Ishikawa se desarrolla con los siguientes pasos:

1. Dibujar el mapa.
2. En la parte derecha o cabeza del pez se ubica el problema que se está analizando.
3. Se identifican las categorías de acuerdo con la situación.
4. Se sugiere hacer un *brainstorming* para determinar las causas del problema y posteriormente acomodarlas en cada categoría.
5. Por último se puede hacer un análisis de aquellos factores que están influyendo en el problema y hacer un primer acercamiento a soluciones.

Uso en la investigación

En la Fig. 3.3 se muestra el diagrama desarrollado para este trabajo.

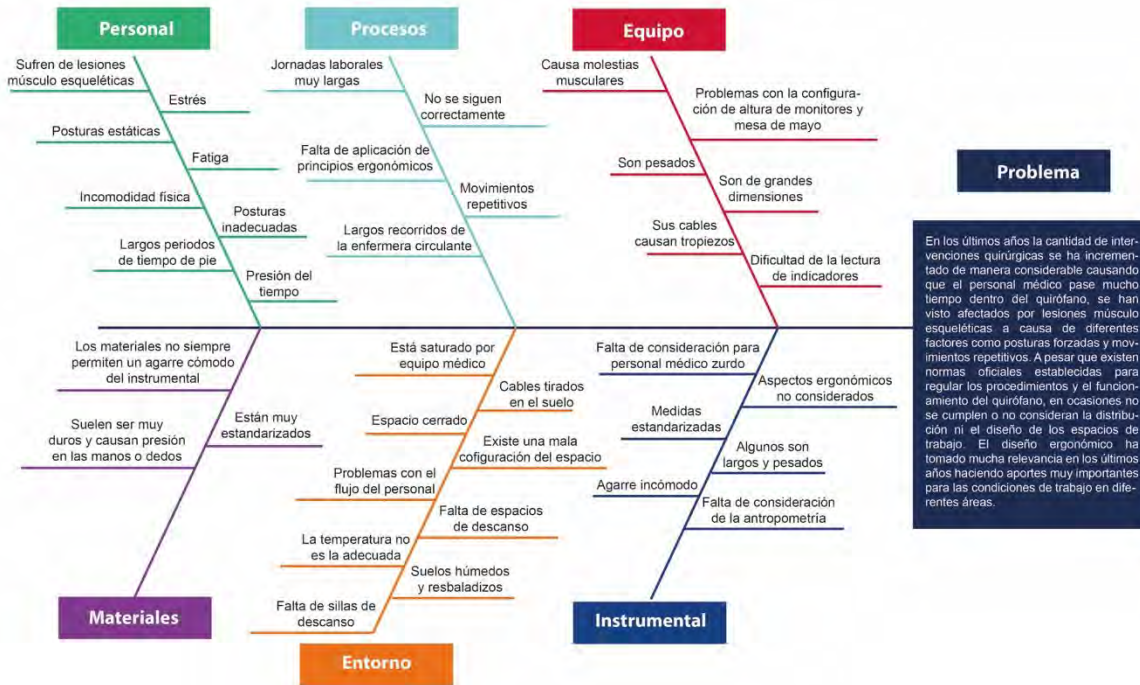


Figura 3.3: Diagrama de Ishikawa.

Con ayuda del diagrama de Ishikawa se puede observar de manera más rápida y resumida aquellos factores que están afectando al personal médico durante la cirugía.

Búsqueda en medios

Este método es utilizado para obtener datos nuevos de lo que se esté investigando. Para realizar la búsqueda se examinan diferentes fuentes de información como artículos científicos de conferencias y revistas especializadas, páginas web, especificaciones técnicas, bases de datos, entre otros. También se comparan las

empresas, productos o asociaciones que estén relacionados al tema de investigación (Kumar, 2013).

Los pasos de este método son los siguientes:

1. Identificar los temas más relevantes para el proyecto.
2. Identificar las fuentes de información valiosa.
3. Realizar las búsquedas.
4. Revisar, extraer y documentar las observaciones.
5. Citar las fuentes.

Uso en la investigación

Este método se utilizó para la recopilación de información para saber el estado actual de la problemática que se está estudiando, se utilizaron palabras clave como ergonomía, ergonomía laboral, lesiones músculo esqueléticas, posturas forzadas, quirófano, cirugía laparoscópica, diseño ergonómico, etc.

Posteriormente se realizó una búsqueda en bases de datos (Google Académico, Redalyc, SciElo, ScienceDirect, PubMed) de donde se extrajeron artículos científicos que después se revisaron a detalle y se extrajeron datos importantes.

3.3.2 Técnicas y métodos empleados en la fase 2: Especificar los requerimientos del usuario

Para esta etapa es indispensable conocer las necesidades de los usuarios a los que está dirigido el proyecto así como las dificultades a las que se enfrentan diariamente en su entorno para dar una mejor solución al problema. Para esto se utilizaron técnicas enfocadas en el usuario como mapas de empatía e investigación en publicaciones previamente realizadas.

Mapas de empatía

El Mapa de Empatía fue desarrollado por una empresa llamada XPLANE dedicada al pensamiento visual la cual ayuda cuando se requiere conocer un poco más del entorno, comportamientos, deseos, preocupaciones y problemas a los que se enfrenta el usuario. Esto ayudará a que la propuesta de diseño que se va a realizar cumpla con las expectativas y necesidades del cliente ya que de alguna manera ayuda a ponerse “en los zapatos” del cliente (Rodríguez Macías, 2018).

Los pasos a seguir son los siguientes:

Paso 1: ¿Qué ve? (describe qué ve el cliente en su entorno).

- ¿Qué aspecto tiene?
- ¿Qué lo rodea?
- ¿Quiénes son sus amigos?
- ¿A qué problemas se enfrenta?

Paso 2: ¿Qué oye? (describe cómo afecta el entorno al cliente).

- ¿Qué dicen sus amigos?
- ¿Quién es la persona que más le influye?
- ¿Cómo le influye?
- ¿Qué canales multimedia le influyen?

Paso 3: ¿Qué piensa y siente en realidad?, intenta averiguar qué pasa en la mente del cliente.

- ¿Qué es lo más importante para el cliente (aunque no lo diga explícitamente)?
Imagina sus emociones ¿Qué lo conmueve?
- ¿Qué le quita el sueño? Intenta describir sus sueños y aspiraciones.

Paso 4: ¿Qué dice y hace?, imagina qué diría o cómo se comportaría el cliente en público.

- ¿Cuál es su actitud?
 - ¿Qué podría estar contando a los demás?
- Presta especial atención a las posibles incongruencias entre lo que dice un cliente y lo que piensa o siente en realidad.

Paso 5: ¿Qué esfuerzos hace el cliente?

¿Cuáles son sus mayores frustraciones?

¿Qué obstáculos se interponen entre el cliente y sus deseos o necesidades?

¿Qué riesgos teme asumir?

Paso 6: ¿Qué resultados obtiene el cliente?

¿Qué desea o necesita conseguir en realidad?

Piensa en algunas estrategias que podría utilizar para alcanzar sus objetivos

Uso en la investigación:

Los mapas de empatía fueron utilizados para conocer a los tres principales usuarios, en este caso el personal médico involucrado en una cirugía: El cirujano (Fig. 3.4), el anestesista (Fig. 3.5) y las enfermeras (Fig. 3.6).

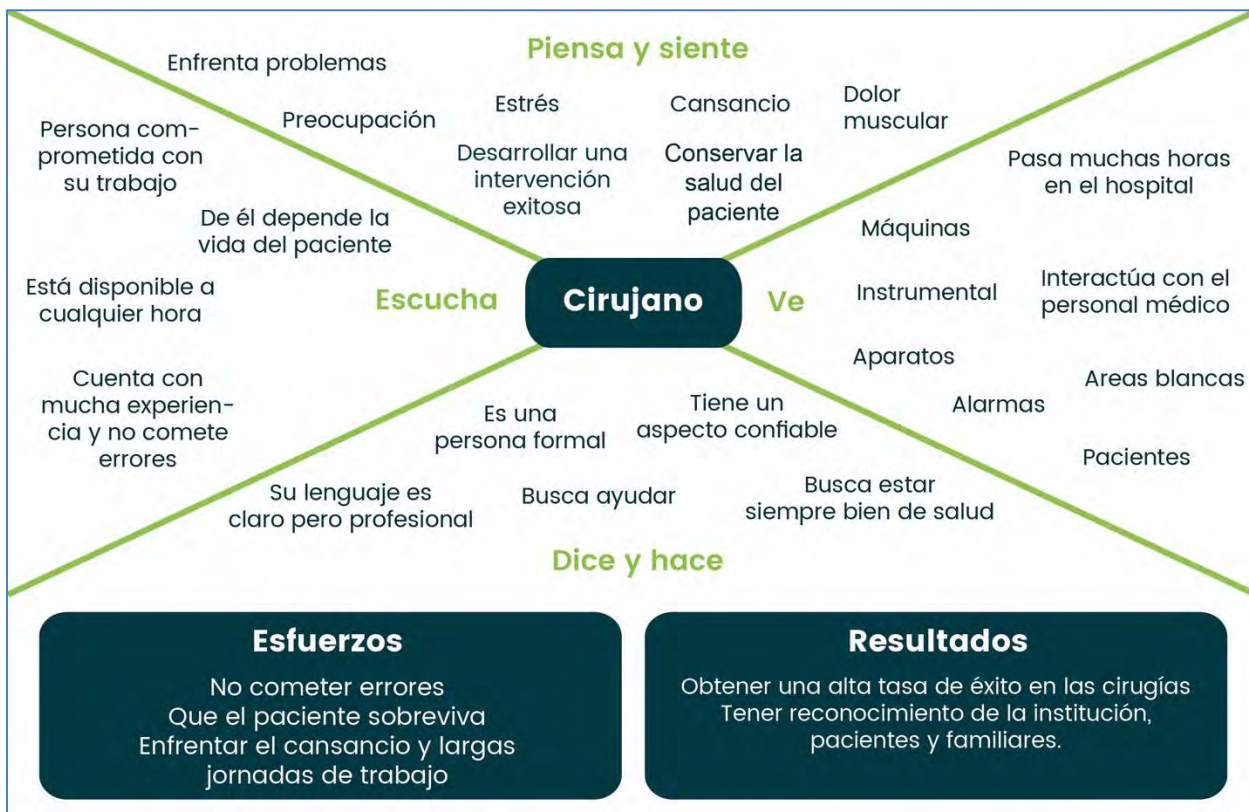


Figura 3.4: Mapa de empatía del cirujano.



Figura 3.6: Mapa de empatía del anestesiólogo.



Figura 3.5: Mapa de empatía del personal de enfermería.

Como se observa en los mapas de empatía anteriores, la mayoría del personal quirúrgico siente molestias musculares, cansancio, estrés y pasa largas horas trabajando, expresan que su mayor preocupación es el paciente, sometiéndose en ocasiones a largas jornadas de trabajo que pueden provocar lesiones.

Investigación de publicaciones

La investigación de publicaciones es un método para comprender lo que se está escribiendo sobre un tema de interés relacionado con un proyecto. Al realizar una búsqueda en las diferentes publicaciones se puede obtener una idea del estado de la problemática que ha sido estudiada anteriormente por profesionales.

Después que se realiza la búsqueda se extraen los datos importantes para analizarlos y posteriormente encontrar patrones de comportamiento (Kumar, 2013).

Los pasos a seguir son los siguientes:

Paso 1: Defina el tema de interés.

Utilizar el resumen y los objetivos del proyecto para definir los temas.

Paso 2: Buscar publicaciones.

Buscar en las colecciones de bibliotecas públicas y universitarias, informes de noticias, revistas académicas, informes de empresas, libros, publicaciones comerciales, publicaciones de conferencias, publicaciones gubernamentales y enciclopedias.

Paso 3: Estudiar publicaciones relevantes y extraer conocimientos.

Ordenar de varias formas (por título, tema y autor) para tener una idea de las categorías generales posteriormente identificar y seleccionar una cantidad manejable de publicaciones para su posterior revisión y estudio.

Paso 4: Crear y administrar un repositorio.

El repositorio debe tener una estructura básica que organice los hallazgos en forma de hoja de cálculo con columnas básicas como títulos, calificaciones y resúmenes.

Uso en la investigación:

Con el repositorio creado en el archivo de Excel se hizo un análisis de los movimientos repetitivos y posturas forzadas que se presentaron en cirugías laparoscópicas y cirugías abiertas.

3.3.3 Técnicas y métodos empleados en la fase 3: Realizar soluciones de diseño que cumplan con estos requisitos

Una vez que se conoce el contexto y las necesidades del usuario se pueden proponer soluciones al problema, para lograr lo anterior se desarrollaron algunas técnicas que permiten obtener datos y organizarlos de tal manera que facilite la interpretación de resultados, detectar patrones de comportamiento y con base a esto finalmente poder obtener las soluciones.

De observaciones a conocimiento

En el método de observaciones a conocimiento (*observations to insights*) mediante el proceso de investigación se extrae una gran cantidad de información sobre distintos temas como el usuario y el contexto en el que se desarrolla. Un *insight* es el acto de “ver” una situación o comprender la “naturaleza interna” de lo que observamos, entonces sería la interpretación de todos los datos obtenidos (Kumar, 2013).

Pasos a seguir:

Paso 1: Reúna las observaciones y descríbalas

Descripción de lo que está sucediendo.

Paso 2: Pregunte por qué y encuentre un fundamento

Adoptar un punto de vista o una interpretación bien fundamentada.

Paso 3: Describa los conocimientos.

Escribir una declaración concisa y objetiva para cada idea.

Paso 4: Organizar las ideas

Organizar todas las declaraciones de observación y las declaraciones de información correspondientes en una hoja de cálculo.

Paso 5: Discutir y perfeccionar.

Analizar los resultados y determinar si es suficiente lo que se obtuvo.

Uso en la investigación: con los artículos recopilados anteriormente se realizó un análisis de todos los movimientos repetitivos y las posturas forzadas que se presentan en la cirugía abierta y cirugía laparoscópica. Los datos extraídos se organizaron en una hoja de cálculo (Tabla 3.1).

Tabla 3.1: Análisis de movimientos repetitivos y posturas forzadas.

Autor	Tipo de cirugía	Personal afectado	Movimiento repetitivo detectado	Posturas forzadas
Aitshison 2015	Cirugía laparoscópica	Cirujano	1. Rotaciones de cuello para ver el monitor. 2. Movimientos repetitivos del hombro para extraer instrumental. 3. Movimiento excesivo de la muñeca para manipular instrumental.	1. El brazo no dominante fue sometido a posturas extremas. 2. Carga asimétrica de hombros. 3. Ángulos extremos del cuello durante la inserción del trocar
Albayrak 2006	Cirugía laparoscópica y cirugía abierta	Cirujano y enfermera perioperatoria	1. Movimientos repetitivos de las extremidades superiores	1. Posturas estáticas de la cabeza y la espalda que generaron dolor en hombros, cuello y espalda baja
Nguyen 2001	Cirugía laparoscópica y cirugía abierta	Cirujano y enfermera auxiliar	1. Rotación interna constante de los hombros. 2. Flexión del codo 3. Desviación radial y cubital de la muñeca 4. Flexión constante del tronco debido al ajuste de la altura de la mesa	1. Posturas muy estáticas del cuello y el tronco
Szeto 2010	Cirugía laparoscópica y cirugía endovascular	Cirujano	1. El trapecio superior derecho mostró una mayor actividad que el izquierdo 2. Movimiento del cuello para ver el monitor. 3. Movimiento repetitivo de la muñeca por manipulación de instrumental	1. El delantal de plomo suele causar una carga extra en cuello y hombro
Szeto 2012	Cirugía laparoscópica y cirugía abierta	Cirujano	1. Aunque en cirugía laparoscópica la postura del cuello es estática, las manos están en constante movimientos repetitivos por la manipulación de instrumental. 2. Los movimientos repetitivos también se presentan en los hombros para ambos procedimientos	1. Los cirujanos mantienen una flexión del cuello durante una cirugía abierta mientras que en cirugía laparoscópica el cuello permanece extendido
Van Det 2009	Cirugía laparoscópica	Cirujano	1. Se produce una rotación de la columna cuando el monitor no está ubicado justo enfrente del médico y alineado con el antebrazo	1. Malestar físico en el cuello, hombros y las extremidades superiores debido a la posición estática del tronco.

Berguer 1998	Cirugía laparoscópica	Cirujano	<p>1. Los instrumentos laparoscópicos provocan una flexión excesiva y una desviación cubital de la muñeca del cirujano durante la manipulación del tejido.</p> <p>2. Se produce un arco externo de movimiento del brazo debido a la longitud de los instrumentos.</p>	<p>1. El diseño de mango de instrumento tipo pistola con anillos obliga a la mano a entrar en los anillos casi perpendicularmente, lo que resulta en una flexión excesiva de la muñeca. Esta desviación forzada disminuye la eficacia de la acción de los músculos del antebrazo, aumenta la presión del túnel carpiano.</p>
Berguer 1997	Cirugía laparoscópica y cirugía abierta	Cirujanos y residentes quirúrgicos	<p>1. Voltean su cabeza hacia adelante y hacia atrás con frecuencia entre la pared abdominal y el monitor de video durante los periodos de entrada y cierre de las operaciones laparoscópicas.</p> <p>2. En las cirugías abiertas el tronco se flexiona constantemente</p>	<p>1. La espalda pasa largos periodos de tiempo en una postura estática en los procedimientos laparoscópicos y generalmente causan fatiga.</p>
Berguer 1996	Cirugía laparoscópica	Cirujanos	<p>1. Movimientos repetitivos de las manos para la manipulación de cámaras</p>	<p>1. Postura estática del cuello y la espalda durante un periodo prolongado para permanecer en su lugar.</p>
Stucky 2017	Cirugía laparoscópica y cirugía abierta	Cirujanos	<p>1. Las molestias que experimentan los cirujanos puede deberse a procesos crónicos y repetitivos</p>	<p>1. La presión de las fuerzas estáticas provocan tensión musculoesquelética y lesiones.</p>
Forst 2006	Cirugía abierta de columna	Cirujanos, anesthesiólogos y enfermeras	<p>1. La gubia de Kerrison es una herramienta manual que se utiliza para extraer fragmentos de hueso durante una laminectomía o laminotomía, y requiere apretar repetidamente un mango y extraer espículas óseas.</p>	<p>1. El personal encuestado coincidió en que en ocasiones el instrumental los obliga a adoptar posturas forzadas.</p>
Cass 2014	Cirugía laparoscópica	Cirujanos	<p>1. Los movimientos repetitivos se presentan en su mayoría en las manos por manipulación de instrumental el cual también carece de principios ergonómicos y a las mujeres les cuesta más trabajo su manipulación</p>	<p>1. La mayoría de los cirujanos experimentó dolor y rigidez en el hombro, la espalda y el cuello.</p>
Esposito 2013	Cirugía laparoscópica	Cirujanos	<p>1. Movimientos repetitivos de las extremidades superiores</p>	<p>1. En la cirugía laparoscópica los cirujanos experimentan posturas muy restringidas por largos periodos de tiempo</p>

Hemal 2001	Cirugía laparoscópica	Cirujanos	1. Los movimientos repetitivos se observaron mayormente en la flexión de la muñeca y los dedos provocando entumecimientos	1. Las posturas son muy estáticas en comparación con la cirugía abierta
Kaya 2008	Cirugía laparoscópica	Cirujanos, residentes, anesthesiólogos, enfermeras y técnicos	1. Movimientos repetitivos en la mano, específicamente en el dedo pulgar por la manipulación de instrumental el cual causa presión y temblores. 2. El pie sufre una flexión y extensión constante debido al uso de pedales.	1. Se adoptan posturas forzadas debido al diseño de instrumental el cual es muy largo y en ocasiones impiden una buena configuración de la altura de la mesa de operaciones
Liang 2013	Cirugía laparoscópica	Cirujanos	1. Movimientos repetitivos de la mano y en menor medida pero existentes en el pie a causa de los pedales	Posiciones forzadas debido a la posición del paciente durante la operación
Miller 2012	Cirugía laparoscópica	Cirujanos	1. Los cirujanos están expuestos a una manipulación constante y repetitiva de instrumentos .	1. Sufren posturas forzadas e inadecuadas debido a la mala configuración del monitor
Plerhoples 2011	Cirugía laparoscópica, abierta y robótica	Cirujanos	1. Los movimientos repetitivos no se han estudiado lo suficiente en el área laparoscópica	1. Los médicos de cirugía laparoscópica experimentan más posturas estáticas que los de cirugía abierta y más molestias musculares que la cirugía robótica
Santos Carreras 2011	Cirugía laparoscópica, abierta y robótica	Cirujanos	1. El mango da Vinci permite a los cirujanos controlar el instrumento quirúrgico con solo 2 dedos pero aunque permite un control fino, para manipulaciones que requieran movimientos repetitivos y extensos, puede inducir tensión muscular adicional	1. Los cirujanos se quejan de dolor de cuello debido a la postura estática que deben adoptar para mantener sus ojos alineados con el monitor 3D
Soueid 2010	Cirugía abierta	Cirujanos	1. Muchas tijeras están diseñadas con pocas consideraciones ergonómicas por ejemplo, algunas tienen un rango de arco corto para minimizar los movimientos del pulgar lo que lastima a largo plazo.	1. Los movimientos mínimos del cuello y el tronco en la cirugía laparoscópica aumentarán el riesgo de rigidez
Hubert 2013	Laparoscopia estándar y laparoscopia asistida por robot	Cirujanos	1. Las flexiones del tronco se hicieron mucho más frecuentes en la laparoscopia estándar que en la asistida por robot al igual que la abducción del hombro	1. Las posturas forzadas se dieron en la espalda, el cuello y los hombros del cirujano en posición vertical al momento de optimizar su vista de las pantallas en la consola en la cirugía asistida por robot

Clasificación de conocimientos:

El método consiste en la recopilación de todos los conocimientos que se generaron en la investigación, incluyendo las conclusiones obtenidas anteriormente. Posteriormente se hace una clasificación para encontrar una lógica, hacer patrones de comportamiento y finalmente generar los conceptos o soluciones al problema que se está investigando (Kumar, 2013).

Pasos a seguir:

Paso 1: Reunir las declaraciones de información o *insights*.

Escriba declaraciones de información como una o dos frases u oraciones

Paso 2: Realice una ordenación de muestra en la lógica de agrupación.

Paso 3: Definir los grupos.

Discuta los grupos de conocimientos y reconozca por qué están agrupados de esa manera.

Paso 4: Discuta los próximos pasos

Con la información obtenida de estas agrupaciones se pueden obtener conclusiones y soluciones al problema que se está analizando.

Generación de principios de diseño

Este método es una forma de hacer una transición de las ideas que se han obtenido a generar conceptos de una manera disciplinada, de modo que los conceptos que se desarrollen se basen completamente en datos de investigación objetivos en lugar de sesgarlos por suposiciones subjetivas.

Pasos a seguir:

Paso 1: Reúna todos los grupos de información generados a partir de otros métodos.

Paso 2: Normalizarlos en una lista finita de conocimientos.

Paso 3: Generar principios de diseño.

Paso 4: Encontrar de tres a diez principios de diseño de alto nivel.

Paso 5: Resumir los principios de diseño.

3.4 Operacionalización de variables

La operacionalización de una variable especifica qué actividades u operaciones deben realizarse para medirla (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2006). La operacionalización de las variables en esta investigación va a permitir medirlas con exactitud y obtener resultados más acertados para el proyecto, dicho procedimiento puede ser observado en la Tabla 3.2.

Definición teórica: Concepto de diccionario.

Definición operacional: Formas en las que se puede medir.

Tipo de variable: Según el tipo de estudio: dependiente e independiente.

Nivel de medición: según el nivel de medición:

Nominal: cuando un dato identifica una etiqueta.

Ordinal: cuando los datos muestran las propiedades de los datos nominales, pero además tiene sentido el orden.

De intervalo: este tipo de datos siempre es numérico, y el valor cero no indica la ausencia de la propiedad.

De razón: los datos tienen todas las propiedades de los datos de intervalo, y la proporción entre ellos tiene sentido. Para esto se requiere que el valor cero de la escala indique la ausencia de la propiedad a medir.

Tabla 3.2: Operacionalización de variables.

Variable	Definición teórica	Definición operacional	Tipo de variable	Nivel de medición
Procedimientos quirúrgicos	Operaciones realizadas por un cirujano para solucionar cualquier trastorno o enfermedad que padezca el paciente	Revisar la cantidad de procedimientos quirúrgicos realizados al día	Independiente Cuantitativa	De intervalo
Complejidad	Hace referencia a algo que se encuentra constituido por diferentes elementos que se interrelacionan. La palabra deriva de "complejo", que a su vez proviene del latín complexus, que significa 'enlazar'.	Influye las características del paciente, características de la enfermedad a tratar, la técnica de la intervención y la experiencia del cirujano. Se puede medir a través del Índice de clasificación de complejidad quirúrgica (ICCQ)	Dependiente Cualitativa	Ordinal
Duración	Tiempo que transcurre entre el principio y el fin de algo.	Revisar la cantidad de horas que tarda el cirujano en realizar el procedimiento quirúrgico	Dependiente Cuantitativa	De intervalo
Configuración del área quirúrgica	Es el acomodo de instrumental, equipo y personal médico dentro del quirófano	Se puede medir por estándares ya establecidos como la NOM 016 SSA3 2012	Independiente Cualitativa	Nominal
Posturas forzadas	Posiciones del cuerpo fijas o restringidas que sobrecargan los músculos y los tendones, cargan las articulaciones de una manera asimétrica y las posturas que producen carga estática en la musculatura	Influye las flexiones o extensiones de músculos, giros o desviaciones de articulaciones y el tiempo. Se puede medir mediante el método OWAS o REBA	Dependiente Cuantitativa	De intervalo
Ubicación y circulación del personal médico	Se refiere a la asignación del personal a un puesto determinado y el recorrido que hace al realizar sus actividades	El diagrama de espaguetti es un método de representación gráfica de flujos dentro de un espacio	Dependiente Cualitativa	Nominal

Ubicación de equipo	Localización del equipo médico dentro del quirófano	Se puede medir por estándares ya establecidos como la NOM 016 SSA3 2012	Dependiente Cualitativa	Nominal
Ergonomía en el quirófano	La ergonomía en el quirófano es una disciplina que tiene como objetivo la optimización de los tres elementos del sistema (humano-máquina-ambiente), para lo cual elabora métodos de la persona, de la técnica y de la organización	En la ergonomía del quirófano se hace análisis de herramientas manuales, diseño de puestos de trabajo, iluminación, riesgos ambientales, equipo de protección, etc. Para hacer análisis ergonómicos de espacios de trabajo se puede utilizar la Lista de Comprobación Ergonómica (LCE) o el método LEST	Independiente	De intervalo
Diseño de instrumental	Es el proceso que se sigue para la creación de objetos diseñados con el fin técnico de desarrollo de cirugías de acuerdo al procedimiento al que va dirigido	En el diseño de instrumental influyen factores antropométricos (determinados por mediciones de usuario o tablas antropométricas) y factores ergonómicos La electromiografía puede apoyar para el diseño y evaluación del diseño. El método RULA permite evaluar la manipulación de este instrumental para verificar si es correcto el diseño	Dependiente	
Movimientos repetitivos	Grupo de movimientos continuos mantenidos durante un trabajo que implica la acción conjunta de los músculos, los huesos, las articulaciones y los nervios de una parte del cuerpo	El tiempo y la frecuencia de movimientos influyen sobre esto. Se puede evaluar mediante el método OCRA Checklist	Dependiente Cuantitativa	Ordinal

3.5 Requerimientos de diseño

De acuerdo con las variables detectadas se obtuvieron los siguientes requerimientos de diseño.

Los requerimientos de diseño (Tabla 3.3) son variables que deben cumplir una solución dependiendo de una decisión, por la naturaleza, por requisitos legales, o por cualquier otra disposición que tenga que cumplir el solucionador del problema. El término requerimiento es sinónimo de restricción, especificación, y consideración de la variable (Gerardo-Rodriguez, 1983).

Tabla 3.3: Requerimientos de diseño.

Requerimientos de diseño		
Uso	Practicidad	Debe tomarse en cuenta la adaptabilidad para diferentes tipos de procedimientos quirúrgicos
		Debe considerarse la facilidad de configuración de alturas del equipo médico
	Seguridad	Considerar que el instrumental no sea causante de lesiones
		Debe considerarse que el quirófano esté libre de cableado en el piso para evitar tropiezos
		El piso debe encontrarse totalmente seco para evitar caídas
	Manipulación	Mejoramiento de la forma de manejo de instrumental en cuanto a ángulos de inclinación se refiere
	Antropometría	Tomar en cuenta las dimensiones antropométricas tanto de hombres como de mujeres
	Ergonomía	Debe contemplarse la regulación de temperatura de acuerdo a los estándares establecidos
		Se debe tomar en cuenta la iluminación mencionada en los estándares
		Debe reducirse la cantidad de movimientos repetitivos
		Debe considerarse la disminución de posturas forzadas
		Deben tomarse en cuenta elementos que faciliten el agarre de instrumental
		Debe contemplarse el acomodo del espacio para mejorar la circulación del personal
	Transporte	Tomar en cuenta las dimensiones adecuadas para el instrumental
		Debe contemplarse que el equipo pueda moverse de lugar con facilidad

Capítulo 4 Resultados

4.1 Resultados

En este capítulo se presentan los resultados y el análisis de la información obtenida durante el proceso de investigación. Los datos obtenidos se presentan con ayuda de apoyos visuales para una mejor comprensión.

4.1.1 Principios generados por autores

Una vez que se conoció el contexto de aplicación del proyecto mediante la recopilación de información presentada en el marco teórico y con ayuda de técnicas especializadas en detectar las necesidades de usuario se realizó una investigación bibliográfica de autores que han planteado una serie de principios ergonómicos aplicables en diferentes contextos para después trasladarlos al área de quirófano, estos principios se muestran en la Tabla 4.1 (Bestratén et al., 1974; Cruz & Garnica, 2010; Flores, 2001; Mondelo, Gregori, & Barrau, 1999). Estos principios fueron divididos en áreas de aplicación propuestas por los mismos autores.

Tabla 4.1: Principios de diseño

Área de aplicación	Principio ergonómico
Antropometría	Rangos percentiles
	Amplitud de movimientos
	Zonas de alcance óptimas
Carga física	Reducción de posturas forzadas
	Reducción de fatiga
Máquinas y herramientas	Diseño funcional
	Diseño ergonómico de agarres
	Adaptación al contexto de uso
Diseño del área de trabajo	Dimensiones de espacio
	Organización de espacio
	Contar con la infraestructura necesaria
	Factores ambientales adecuados
Ergonomía organizacional	Prevención de accidentes
	Mejorar estrategias de comunicación entre el personal
	Implementar programas de formación y mejora

4.1.2 Justificación de principios ergonómicos

Una vez que se obtuvieron los principios ergonómicos el paso siguiente fue su justificación, esto se realizó mediante la revisión de artículos científicos en los que se realizaron trabajos similares a este. En la Tabla 4.2 se puede observar los autores que mencionaron estos principios en sus trabajos de investigación.

Tabla 4.2: Principios de diseño según autores

Principio	Autores
Rangos percentiles	(Tan & Rao, 2019) (A. G. González et al., 2015) (Alfonso González, Rodríguez, García, & Sánchez, 2018) (Sánchez-Margallo et al., 2020) (Stellon, Seils, & Mauro, 2017) (Wiggermann, Bunnell, Hildebrand, Jones, & Bradtmiller, 2017) (Li et al., 2016) (Steinhilber et al., 2017)
Amplitud de movimientos	(Tan & Rao, 2019) (Alaqeel & Tanzer, 2020) (Aitchison, Cui, Arnold, Nesbitt-Hawes, & Abbott, 2016) (Cardenas-Trowers, Kjellsson, & Hatch, 2018) (Schlussel & Maykel, 2019) (Vaisbuc, Moore, Jackler, & Vaughan, 2018) (Betsch, Gjerde, Lewis, Tresidder, & Gupta, 2020) (Tamburaci & Mülayim, 2020) (Yeola, Gode, & Bora, 2019) (Manasnayakorn, Cuschieri, & Hanna, 2009) (Catanzarite et al., 2017) (Steinhilber et al., 2017)
Zonas de alcance óptimas	(Tan & Rao, 2019) (Alaqeel & Tanzer, 2020) (Kelts et al., 2015) (Janki, Mulder, IJzermans, & Tran, 2016) (Schlussel & Maykel, 2019) (Vaisbuc et al., 2018) (Tamburaci & Mülayim, 2020) (Manasnayakorn et al., 2009) (Quinn & Moohan, 2015) (Rao, 2016)
Reducción de posturas	(Alaqeel & Tanzer, 2020) (Cardenas-Trowers et al., 2018) (Vural & Sutsunbuloglu, 2016) (Schlussel & Maykel, 2019) (Vaisbuc et al., 2018) (Betsch et al., 2020)

forzadas	(Yeola et al., 2019) (Papaspnyros, Kar, & O'Regan, 2015) (Aguirre-Ospina, González-Maldonado, & Ríos-Medina, 2015) (Steinheilber et al., 2017)
Reducción de fatiga	(Tan & Rao, 2019) (Cohen-Gadol, 2020) (Alaqeel & Tanzer, 2020) (Vural & Sutsunbuloglu, 2016) (Janki et al., 2016) (Betsch et al., 2020) (Yeola et al., 2019) (Catanzarite et al., 2017) (Seagull, 2012) (Lakhiani, Fisher, Janhofer, & Song, 2018) (Papaspnyros et al., 2015)
Diseño funcional	(Surma-aho et al., 2020) (Tan & Rao, 2019) (Cardenas-Trowers et al., 2018) (Quinn & Moohan, 2015) (Rao, 2016) (Catanzarite et al., 2017) (Li et al., 2016) (Sancibrian et al., 2014) (Steinheilber et al., 2017)
Diseño ergonómico de agarres	(Alaqeel & Tanzer, 2020) (Schlussel & Maykel, 2019) (Tamburaci & Mülayim, 2020) (Tung, Shorti, Downey, Bloswick, & Merryweather, 2014) (Papaspnyros et al., 2015) (Sánchez-Margallo et al., 2020) (Maciel, Millen, Xavier, Morrone, & Silva-Júnior, 2012) (Li et al., 2016) (Sancibrian et al., 2014) (Steinheilber et al., 2017)
Adaptación al contexto de uso	(Surma-aho et al., 2020) (Schlussel & Maykel, 2019) (Quinn & Moohan, 2015) (Morton, 2012) (Yamada, Fuerch, & Halamek, 2019) (Maciel et al., 2012) (Stellon et al., 2017)
Dimensiones de espacio	(Surma-aho et al., 2020) (Tan & Rao, 2019) (Ahmad et al., 2016) (Joseph et al., 2018) (Rao, 2016)
	(Tan & Rao, 2019) (Cardenas-Trowers et al., 2018)

Organización de espacio	(Ahmad et al., 2016) (Vural & Sutsunbuloglu, 2016) (Schlussel & Maykel, 2019) (Vaisbuc et al., 2018) (Eglseder, 2018) (Grozdanovic & Grozdanovic, 2018) (Aguirre-Ospina et al., 2015)
Contar con la infraestructura necesaria	(Schlussel & Maykel, 2019) (Joseph et al., 2018) (Quinn & Moohan, 2015) (Rao, 2016) (Yamada et al., 2019)
Factores ambientales adecuados	(Tan & Rao, 2019) (Vural & Sutsunbuloglu, 2016) (Arabaci & Önler, 2021) (Joseph et al., 2018) (Rao, 2016) (Nastase, Croitoru, Vartires, & Tataranu, 2015) (Morton, 2012)
Prevención de accidentes	(Tan & Rao, 2019) (Cardenas-Trowers et al., 2018) (Ahmad et al., 2016) (Vural & Sutsunbuloglu, 2016) (Quinn & Moohan, 2015) (Rao, 2016) (Grozdanovic & Grozdanovic, 2018) (Kurmann et al., 2012) (Morton, 2012)
Mejorar estrategias de comunicación entre el personal	(Vural & Sutsunbuloglu, 2016) (Hallbeck & Paquet, 2019) (Yeola et al., 2019) (Grozdanovic & Grozdanovic, 2018) (Kurmann et al., 2012) (Whittaker, Abboudi, Khan, Dasgupta, & Ahmed, 2015) (Al-Hakim, Xiao, & Sengupta, 2017) (Yamada et al., 2019)
Implementar programas de formación y mejora	(Vural & Sutsunbuloglu, 2016) (Janki et al., 2016) (Schlussel & Maykel, 2019) (Vaisbuc et al., 2018) (Kurmann et al., 2012) (Morton, 2012) (Seagull, 2012) (Lakhiani et al., 2018)

4.1.3 Determinación de acciones para llevar a cabo los principios ergonómicos

Los autores mencionados anteriormente aportan también acciones que se pueden llevar a cabo para lograr un mejor ambiente de trabajo e incrementar la seguridad del personal quirúrgico. Para integrarlos al proyecto se realizó una lista de todas ellas y posteriormente se clasificaron de acuerdo a los principios ergonómicos.

Acciones para cumplir el principio de rangos percentiles:

(A. G. González et al., 2015; Alfonso González et al., 2018; Li et al., 2016; Sánchez-Margallo et al., 2020; Steinhilber et al., 2017; Stellan et al., 2017; Tan & Rao, 2019; Wiggermann et al., 2017).

- El diseño de la sala de operaciones debe poder adaptarse al quinto percentil femenino y al percentil 95 masculino del personal médico.
- El centro del monitor debe estar entre 93 y 162 cm para incluir el quinto percentil femenino y el percentil 95 de la altura del ojo masculino.
- Para incluir el quinto percentil femenino y el percentil 95 de la altura del codo masculino, la mesa de operaciones debe ser ajustable de 85 a 120 cm.
- En el diseño de instrumental y herramientas manuales se debe considerar tanto el percentil 95 como el 5 y realizar las siguientes mediciones para determinarlos: longitud de la mano, de la palma, ancho de mano, longitud y ancho del dedo índice, y del pulgar.
- Considerar diseños escalables de instrumental para adaptar el tamaño del mango al tamaño de la mano de cada cirujano.
- Al diseñar guantes es necesario que se tomen medidas tanto de hombres como de mujeres para reducir la incomodidad que éstas experimentan al usar guantes más grandes.
- Deben ser consideradas las medidas de masa corporal para aquellas personas que se encuentran fuera de las medidas promedio y proponer soluciones de diseño para estos casos.

Acciones para cumplir el principio de amplitud de movimientos:

(Aitchison et al., 2016; Alaqeel & Tanzer, 2020; Betsch et al., 2020; Cardenas-Trowers et al., 2018; Catanzarite et al., 2017; Manasnayakorn et al., 2009; Schlussek & Maykel, 2019; Steinhilber et al., 2017; Tamburaci & Mülâyim, 2020; Tan & Rao, 2019; Vaisbuc et al., 2018; Yeola et al., 2019).

- Mantener la articulación del codo lo más cercana a los 90 ° de flexión para una mejor funcionalidad.
- El monitor debe colocarse directamente enfrente del cirujano y con el centro de la pantalla justo por debajo del nivel de los ojos para evitar extensión o flexión excesiva del cuello, preferentemente en un ángulo de inclinación de menos de 15°.
- La abducción del hombro debe mantenerse a 30 grados o menos.
- El cuello puede flexionarse aproximadamente 20 grados.
- El ángulo de brazo y antebrazo (codo) se recomienda entre 90 y 120 grados para trabajos continuos.
- Ángulo ideal de manipulación del instrumento: 45 a 70 grados en referencia al paciente.
- Las sillas deben estar a una altura cómoda y ajustarse de modo que las rodillas estén a 90 grados o cerca de ellos, además los pies deben estar planos en el suelo.
- Evitar las desviaciones de la muñeca más allá de la extensión de 20 grados, la flexión de 40 grados, la desviación radial de 15 grados, y desviación cubital de 25 grados.
- La flexión dorsal del pie debe ser menor a 25 grados al controlar el interruptor de pie.

Acciones para cumplir el principio de zonas de alcance óptimas:

(Alaqeel & Tanzer, 2020; Janki et al., 2016; Kelts et al., 2015; Manasnayakorn et al., 2009; Quinn & Moohan, 2015; Rao, 2016; Schlusssel & Maykel, 2019; Tamburaci & Mülayim, 2020; Tan & Rao, 2019; Vaisbuc et al., 2018).

- Para procedimientos ligeros como la inserción de tornillos o la sutura, la altura de la mesa de operaciones debe estar aproximadamente de 5 a 10 cm por debajo de la altura del codo.
- Para procedimientos pesados como taladrar o golpear un componente con un mazo, la altura de la mesa se recomienda estar entre 20 y 40 cm por debajo de la altura del codo.
- Ubicar la altura de la mesa entre 66 y 77 cm sobre el suelo.
- Si el cirujano está de pie, la altura de la mesa de operaciones debe estar al nivel de los codos; si está sentado, las rodillas deben estar acomodadas debajo de la mesa.
- La altura óptima de la mesa de operaciones debe colocarse para permitir que los mangos del instrumento estén a 5 cm por encima del nivel del codo.
- Para mantener los instrumentos a la altura del codo o ligeramente arriba, la altura de la superficie de trabajo debe estar entre 70% y 80% de la distancia del suelo al codo del cirujano, generalmente es de 65 cm a 1m.
- La distancia preferible entre el monitor y el cirujano es entre 80 cm y 120 cm, nunca debe estar más allá de 300 cm.
- La visualización de material impreso en el equipo como números y letras deben ser legibles a una distancia de 30 cm.

Acciones para cumplir el principio de reducción de posturas forzadas:

(Aguirre-Ospina et al., 2015; Alaqeel & Tanzer, 2020; Betsch et al., 2020; Cardenas-Trowers et al., 2018; Papaspyros et al., 2015; Schluskel & Maykel, 2019; Steinhilber et al., 2017; Vaisbuc et al., 2018; Vural & Sutsunbuloglu, 2016; Yeola et al., 2019).

- El paciente debe colocarse lo más cerca posible del cirujano en la cama del quirófano para minimizar la necesidad de inclinarse sobre el paciente.
- Minimizar la torsión del tronco.
- Mantener las muñecas en una posición neutra y evitar la flexión o extensión prolongada
- Evitar levantar objetos pesados, especialmente con la columna girada, es decir evitar levantar y girar simultáneamente para prevenir lesiones.
- Educar y entrenar repetidamente sobre la postura y el manejo de cargas físicas, técnicas de movimiento, empuje y levantamiento más seguros.
- Cambiar de postura regularmente y hacer pequeñas pausas: equilibrio entre actividad y descanso.
- La columna debe permanecer recta para mantener el lordótico natural y curvas de las vértebras.
- Colocar los pies separados a la altura de los hombros.
- El antebrazo debe estar en posición horizontal neutra.
- Contar con una ligera rotación hacia adentro de los brazos.
- Extensión leve de la muñeca y flexión de los dedos.
- Evite el exceso de desviación cubital o radial al utilizar instrumental.
- Se deben mantener el cuello y la espalda del cirujano en una posición cómoda y erguida mirando hacia adelante sin inclinar excesivamente la cabeza ya que esto aumenta los cambios degenerativos en la columna cervical.
- Uso de pedales con reposapiés incorporado, para que el cirujano no mantenga el pie en el aire o moverlo hacia adelante y hacia atrás en el suelo.
- La posición sentada adecuada (cuando el procedimiento lo permite) elimina la desigualdad de carga de peso de las extremidades inferiores.

Acciones para cumplir el principio de reducción de fatiga:

(Alaqeel & Tanzer, 2020; Betsch et al., 2020; Catanzarite et al., 2017; Cohen-Gadol, 2020; Janki et al., 2016; Lakhiani et al., 2018; Seagull, 2012; Tan & Rao, 2019; Vural & Sutsunbuloglu, 2016; Yeola et al., 2019).

- Uso de reposabrazos para descansar manos y brazos.
- Deben evitarse los zapatos planos, ya que aumentan la tensión en el tendón de Aquiles, se recomienda usar zapatos con tacón entre 1 y 2,5 cm de alto.
- Uso de alfombras anti fatiga para minimizar las molestias al estar de pie durante un período prolongado de tiempo sobre una superficie dura.
- Limitar el número de veces que se pueden usar delantales de plomo debido a su peso.
- Uso de sillas de soporte para descanso.
- Un reposamuñecas puede ayudar a proporcionar apoyo y estabilidad y disminuir la tensión.
- El cirujano debe recordar que moverse y aflojar las manos de forma intermitente es esencial para prevenir la acumulación de ácido láctico y evitar la fatiga.
- Las pausas intraoperatorias de 20 segundos cada 20 minutos ayudan a descansar los músculos y reducir la fatiga.
- Periodos de calentamiento de músculos antes de las intervenciones quirúrgicas ayudan a reducir las molestias musculares.

Acciones para cumplir el principio de diseño funcional:

(Cardenas-Trowers et al., 2018; Catanzarite et al., 2017; Li et al., 2016; Quinn & Moohan, 2015; Rao, 2016; Sancibrian et al., 2014; Steinhilber et al., 2017; Surma-aho et al., 2020; Tan & Rao, 2019).

- El tamaño de los dispositivos no debe obstaculizar el desempeño de los médicos.
- Su diseño debe ser minimalista y eliminar todo elemento innecesario para una comprensión rápida.

- Visibilidad de estado del sistema.
- Reacción a entrada de datos.
- Mensajes de error comprensibles.
- Permitir acciones reversibles.
- Control completo del usuario.
- Minimizar la necesidad de memoria por parte del usuario.
- Facilidad de interacción dispositivo/usuario.
- Lenguaje claro y comprensible para el usuario.
- La altura de la mesa de operaciones debe considerar en su diseño elementos de ajuste para posturas neutrales de codos, hombros y espalda.
- La altura del monitor debe poder ajustarse para evitar la extensión del cuello.
- Analizar las dimensiones de instrumental, por ejemplo: usar instrumentos con 250 mm de longitud del eje resulta en un tiempo de ejecución más corto que la misma tarea realizada con un estándar de 330 mm de longitud.
- Los instrumentos laparoscópicos con punta articulada permiten al operador lograr movimientos que generalmente no son posibles sin colocar los dedos, la mano, la muñeca o la extremidad superior en posiciones incómodas.
- Redactar un protocolo de estandarización para el estilo de impresión y fuente que sea más fácil de leer y también para la redacción del texto colocado en el equipo.
- Información no urgente, como el nombre del fabricante, el modelo y los números de serie del equipo no deben estar en la cara frontal.
- Los controles que son fundamentales para la vida del paciente deben ser más manejables y estar protegidos contra la activación o desactivación accidental.
- El estado del sistema se muestra mejor mediante luces indicadoras codificadas en verde, ámbar o rojo, parpadeando de 3 a 5 veces por segundo.
- El uso de instrumentos de muñeca controlados con 7 grados de libertad transforma tareas que involucrarían una posición corporal incómoda y abducción del hombro.

- Los instrumentos no deben requerir fuerza de más de 15 N para cerrarse completamente.

Acciones para cumplir el principio de diseño ergonómico de agarres:

(Alaqeel & Tanzer, 2020; Li et al., 2016; Maciel et al., 2012; Papaspyros et al., 2015; Sánchez-Margallo et al., 2020; Sancibrian et al., 2014; Schlusssel & Maykel, 2019; Steinhilber et al., 2017; Tamburaci & Mülayim, 2020; Tung et al., 2014).

- Las herramientas de tareas pesadas con un agarre de poder (power grip), como un mazo, deben contar con un diámetro del mango entre 3.17 y 5.08 cm.
- Las herramientas de precisión de un solo mango con un agarre de pellizco deben contar con un diámetro de mango entre 0.63 y 1.27 centímetros.
- Herramientas de precisión de doble mango como fórceps deben tener un espacio de agarre con un ancho mínimo de 2.54 centímetros cuando esté completamente cerrado, y no más de 7.62 centímetros cuando está completamente abierto.
- Herramientas de doble mango utilizado para tareas de potencia, como alicates, debe tener un espacio de agarre abierto de no más de 8.89 centímetros, y un espacio de agarre cerrado no menos de 5.08 centímetros.
- La longitud del mango debe ser más larga que la parte más ancha de la mano, generalmente de 10.16 a 15.24 centímetros.
- Tratar de disminuir siempre la presión en la palma de la mano al manipular el instrumental.
- El mango del instrumento debe diseñarse de acuerdo a la tarea realizada: mangos tipo pistola para tareas que requieren fuerza y mangos de precisión para tareas que requieren más cuidado y delicadeza.
- La empuñadura tipo pistola en el diseño de instrumental ayuda a reducir la fatiga.
- Cambiar el diseño del tipo de agarre del porta agujas eliminando los anillos ayuda a reducir considerablemente la presión en el pulgar.

- Las tijeras deben sujetarse con un toque ligero, las articulaciones interfalángicas distales nunca deben pasar por los agujeros y preferiblemente las tijeras deben mantenerse en la pulpa de los dedos.
- El uso de un tamaño adecuado del mango del instrumento permite mejoras en el rendimiento, los cirujanos requieren menos tiempo para completar la tarea de coordinación ojo-mano y reduce la presión de contacto en la palma de la mano.
- El mango debe permitir un contacto seguro pero no adhesivo con la mano enguantada del cirujano.

Acciones para cumplir el principio de adaptación al contexto de uso:

(Maciel et al., 2012; Morton, 2012; Quinn & Moohan, 2015; Schluskel & Maykel, 2019; Stellan et al., 2017; Surma-aho et al., 2020; Yamada et al., 2019).

- Capacidad de adaptación a diferentes áreas del quirófano.
- Capacidad de adecuación a diferentes tipos de cirugías.
- Los instrumentos deben adaptarse para uso de ambas manos.
- La altura de la mesa de operaciones debe poder ser regulada tanto para hombres como mujeres.
- La tecnología inalámbrica permite que el equipo se mueva sin preocupaciones sobre cables que están conectados a un lugar fijo y pueda ser trasladado a distintas áreas.
- Los dispositivos médicos deben poder ser utilizados tanto por hombres como por mujeres al mismo tiempo.

Acciones para cumplir el principio de dimensiones de espacio:

(Ahmad et al., 2016; Joseph et al., 2018; Rao, 2016; Surma-aho et al., 2020; Tan & Rao, 2019).

- El quirófano debe contar con las dimensiones adecuadas y debe dejar suficiente espacio para las enfermeras y técnicos y ayudar al personal a circular sin problemas.
- Puerta de entrada/ salida de equipo con una medida estándar de 36 pulgadas.
- Puerta para el transporte de pacientes lo suficientemente ancha para acomodar camillas de hasta 43 pulgadas de ancho.
- Se debe proporcionar un ancho de pasillo mínimo de 30 pulgadas o 76 cm para permitir movimientos ambulatorios eficientes.
- Las dimensiones correctas de la puerta del quirófano ayudan en la facilidad de movimiento de personal y equipo.
- El tamaño recomendado de la sala de operaciones estándar es de 6,5 m x 6,5 m x 3,5 para facilitar el movimiento del personal, nunca deben ser menor a 35 metros cuadrados.

Acciones para cumplir el principio de organización de espacio:

(Aguirre-Ospina et al., 2015; Ahmad et al., 2016; Cardenas-Trowers et al., 2018; Eglseder, 2018; Grozdanovic & Grozdanovic, 2018; Schlusser & Maykel, 2019; Tan & Rao, 2019; Vaisbuc et al., 2018; Vural & Sutsunbuloglu, 2016).

- El espacio debe permitir acomodar al paciente, el personal, el equipo y los suministros.
- Los cirujanos deben sentarse muy cerca de otros para evitar tensiones en los cirujanos asistentes.
- El instrumentista debe estar cerca de los cirujanos para facilitar el paso cómodo de los instrumentos.
- Mejorar accesibilidad a los contenedores de basura y suministros.
- Eliminar el equipo innecesario o que no es utilizado de la sala.

- Vista directa y sin obstáculos del cirujano.
- Los monitores de TV / microscopio deben colocarse teniendo en cuenta la ubicación del paciente, el lugar de la operación y el lugar donde el cirujano debe pararse o sentarse.
- La torre de anestesia debe estar colocada para permitir un acceso adecuado a líneas y tubos.
- La luz debe estar sobre los extremos de la mesa o sobre el hombro del cirujano.
- El técnico quirúrgico debe tener siempre acceso al campo para poder pasar adecuadamente los instrumentos.
- Disminuir traslados innecesarios.

Acciones para cumplir el principio de contar con la infraestructura necesaria:

(Joseph et al., 2018; Quinn & Moohan, 2015; Rao, 2016; Schluskel & Maykel, 2019; Yamada et al., 2019).

- Contar con pantallas ubicadas en el techo.
- Uso de monitor extra para el asistente quirúrgico.
- Las lámparas montadas en el techo proporcionan el rango de alturas más flexible y se adaptan a los requisitos ergonómicos para los cirujanos en posiciones de pie y encaramadas.
- Contar con sillas con ruedas, regulables en altura, con respaldo y fácil maniobrabilidad.
- Las paredes y el techo deben ser estéticamente agradables sin poros, resistente al fuego, resistente al agua y a las manchas, sin costuras, no reflectante y fácil de limpiar.
- Se recomiendan las puertas corredizas a las de hoja de doble acción ya que son más fáciles de usar, ahorran espacio y evitan turbulencias de aire.
- El hospital debe contar con equipo necesario para llevar a cabo las distintas intervenciones quirúrgicas que se puedan presentar y no obligar al personal a trabajar "con lo que se tiene".

Acciones para cumplir el principio de factores ambientales adecuados:

(Arabacı & Önler, 2021; Joseph et al., 2018; Morton, 2012; Nastase et al., 2015; Rao, 2016; Tan & Rao, 2019; Vural & Sutsunbuloglu, 2016).

- La iluminación de la habitación debe estar controlada con un regulador de intensidad ajustable para permitir una visualización óptima de la pantalla sin deslumbramiento, las luces ambientales azules o verdes pueden ser utilizadas para reducir esto.
- Proporcionar una humedad óptima, calor y ventilación efectiva.
- Contar con una iluminación suficiente en el área de operaciones.
- La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que el nivel de ruido de fondo continuo en los hospitales no debe exceder los 35 dB durante el día para mantener la claridad del habla.
- Diseñar equipos más silenciosos para ayudar a prevenir la contaminación acústica.
- Los sistemas de ventilación adecuados pueden ayudar a diluir la concentración de partículas en el aire para reducir la contaminación bacteriana.
- Reducir los contrastes de la iluminación dentro del quirófano.
- El aire acondicionado central debe garantizar el rango de temperatura de 18-24 ° C con niveles de humedad de 50-60%.
- La luz debe ser lo suficientemente buena para apreciar los cambios de color en el campo de operación incluyendo cambios de color en el paciente (cianosis / palidez).
- Hay diferentes temperaturas sugeridas para el personal quirúrgico: 18 ° C para el cirujano y 22 ° C para el anestesiólogo y 22 a 24,5 ° C para enfermeras.
- Se recomienda para el quirófano una temperatura del aire de 20 a 22 ° C en invierno, y máximo 26 ° C en el verano para la velocidad del aire 0.275 m / s.

Acciones para cumplir el principio de prevención de accidentes:

(Ahmad et al., 2016; Cardenas-Trowers et al., 2018; Grozdanovic & Grozdanovic, 2018; Kurmann et al., 2012; Morton, 2012; Quinn & Moohan, 2015; Rao, 2016; Tan & Rao, 2019; Vural & Sutsunbuloglu, 2016)

- La cámara, la fuente de luz y el tubo de insuflación se pueden agrupar y sujetar el cableado para evitar tropiezos.
- Adopción de la transmisión inalámbrica como medio para eliminar alambres y cables.
- Limpiar inmediatamente los fluidos derramados en el suelo.
- Eliminar las superficies irregulares del piso para evitar tropiezos.
- Reducción de la congestión de cableado tubos y líneas para evitar caídas o tropiezos durante una operación.
- La superficie / piso debe ser antideslizante, fuerte e impermeable con uniones mínimas (por ejemplo, mosaico con placas de cobre para efecto antiestático).
- Debe haber suficientes puntos eléctricos en la pared para evitar enredos de cables.
- Eliminar factores de distracción que puedan terminar en cortes accidentales.
- El uso de equipos suspendidos en el techo permite que el equipo pueda trasladarse rápidamente y además quitar los cables del suelo minimiza el riesgo de resbalones y tropiezos.

Acciones para cumplir el principio de mejorar estrategias de comunicación entre el personal:

(Al-Hakim et al., 2017; Grozdanovic & Grozdanovic, 2018; Hallbeck & Paquet, 2019; Kurmann et al., 2012; Vural & Sutsunbuloglu, 2016; Whittaker et al., 2015; Yamada et al., 2019; Yeola et al., 2019).

- Asegurarse de que los directores de hospitales sean conscientes de que el apoyo a la salud y el bienestar del personal quirúrgico es una parte central de su desempeño laboral.

- Consultar regularmente con el personal sobre los procedimientos y problemas diarios que enfrentan para poder mejorar o darles solución.
- Implementar estrategias de comunicación entre el personal médico, una buena comunicación entre los miembros del equipo quirúrgico puede impactar el éxito, la eficiencia y la carga de trabajo de una operación.
- Implementar la comunicación entre los médicos y los diseñadores de los instrumentos para obtener mejores resultados.
- Implementar herramientas para evaluar las habilidades no técnicas del personal quirúrgico como liderazgo, comunicación y trabajo en equipo para mejorar el entorno laboral.
- Las sesiones informativas entre el equipo podrían ser útiles en la gestión de la ergonomía y analizar factores para mejorar la coordinación del equipo.
- Determinar rangos o posiciones de liderazgo dentro de una intervención quirúrgica puede ayudar a la comunicación interna.

Acciones para cumplir el principio de implementar programas de formación y mejora:

(Janki et al., 2016; Kurmann et al., 2012; Lakhiani et al., 2018; Morton, 2012; Schlussek & Maykel, 2019; Seagull, 2012; Vaisbuc et al., 2018; Vural & Sutsunbuloglu, 2016).

- Crear programas de actividad física como ejercicios de estabilización lumbar, entrenamiento físico y de fuerza.
- Asegurarse que las políticas de salud y bienestar del personal estén incluidas en cualquier inducción, capacitación y programas de desarrollo para personal nuevo.
- Organizar actividades físicas para reducir molestias músculo esqueléticas.
- Programas de rotación y activación de grupos musculares en el cuello, espalda, manos y extremidades inferiores durante procedimientos que duran entre 2 y 12 horas.

- Implementar periodos de descansos en intervalos de 1.5 a 2 min con una serie de ejercicios específicos que se centran en el cuello, la espalda, hombros y manos y extremidades inferiores.
- El equipo quirúrgico debe realizar algunos ejercicios postoperatorios, especialmente estiramientos para ayudar a los músculos a recuperarse de largos períodos de esfuerzo estático.
- La renovación o construcción de espacios quirúrgicos debe hacerse mediante un equipo de planificación multidisciplinario que integren tanto a diseñadores, arquitectos, ingenieros así como integrantes del equipo quirúrgico que aporten sugerencias de acuerdo a lo vivido.
- Mejorar el conocimiento del cirujano sobre los principios y prácticas ergonómicas básicas.
- La prevención de los trastornos músculo esqueléticos cervicales y la fatiga muscular se puede llevar a cabo mediante una planificación adecuada, coordinación de suministros y asignación de responsabilidades claros del equipo.

4.1.4 Normativas y estándares reguladores de los principios ergonómicos

Una vez que se pudo determinar los principios ergonómicos, sus áreas de aplicación y las acciones para poder aplicarlos correctamente dentro del quirófano se realizó una búsqueda de estándares y normativas tanto nacionales como internacionales reguladoras de estos (Tabla 4.3). A continuación se muestran los resultados encontrados.

ISO 7250-1:2010: Definiciones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño.

Proporciona una comparación de las medidas antropométricas que se pueden utilizar como base para la comparación de grupos de población (Normalización Española, n.d.-b).

ISO 16142-1: 2016: Dispositivos médicos - Principios esenciales reconocidos de seguridad y rendimiento de los dispositivos médicos - Parte 1: Principios esenciales generales y principios esenciales específicos adicionales para todos los dispositivos médicos que no sean DIV y orientación sobre la selección de estándares.

Incluye principios esenciales de seguridad y desempeño, identifica estándares y guías importantes que se pueden utilizar en la evaluación de la conformidad de un dispositivo médico con los principios esenciales reconocidos que, cuando se cumplen, indican que un dispositivo médico es seguro y funciona. También identifica y describe los principios esenciales adicionales de seguridad y rendimiento que deben tenerse en cuenta durante el proceso de diseño y fabricación (International Organization for Standardization, n.d.-a)

ISO 11226:2018: Evaluación de posturas de trabajo estáticas

Establece recomendaciones ergonómicas para diferentes tareas en el lugar de trabajo. Esta norma suministra información a quienes están involucrados en el diseño o rediseño del lugar de trabajo, tareas y productos para el trabajo, que están familiarizados con los conceptos básicos de ergonomía en general, y posturas de trabajo en particular. Especifica los límites recomendados para posturas de trabajo estáticas en las que no se ejerce ninguna fuerza externa, o la que se ejerce es mínima, y se tienen en cuenta los ángulos del cuerpo y los aspectos de tiempo (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, n.d.).

ISO 13485: 2016: Gestión de Calidad en Dispositivos Médicos

Especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad en el que una organización necesita demostrar su capacidad para proporcionar dispositivos médicos y servicios relacionados que cumplan de manera constante con los requisitos reglamentarios aplicables y del cliente. Estas organizaciones pueden participar en una

o más etapas del ciclo de vida, incluido el diseño y desarrollo, la producción, el almacenamiento y distribución, la instalación o el servicio de un dispositivo médico (International Organization for Standardization, n.d.-b).

ISO 16890: Guía para la nueva norma de filtración de aire

Proporciona un proceso normalizado para la clasificación de los filtros de aire utilizados en la ventilación general; es un nuevo método para agrupar los filtros de sistemas de climatización en función de su rendimiento (Mann + Hummel, n.d.).

NF S90-35: Instituciones de salud. Áreas de ambiente controlado-Requisitos para el control de la contaminación transmitida por el aire

Especifica los requisitos de salud y seguridad para el diseño, construcción, operación, mantenimiento y uso de las instalaciones de control y tratamiento de la calidad del aire en los establecimientos de salud. Su propósito es presentar los aspectos fundamentales del diseño y uso de locales que contienen áreas con un ambiente controlado (Association Française de Normalisation, n.d.).

UNE-EN 1005-5:2007: Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 5: Evaluación del riesgo por manipulación repetitiva de alta frecuencia.

Esta norma presenta pautas para el diseñador para la evaluación y el control de riesgos para la salud y la seguridad debido a la manipulación repetitiva, especifica datos de referencia para la frecuencia de acción de miembros superiores y presenta un método de evaluación del riesgo orientado hacia el análisis de las opciones para la reducción de riesgo (Normalización Española, n.d.-a).

UNE 100713:2005 Instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales.

Esta norma contiene los requisitos que deben cumplir las instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales u otros edificios con actividades similares (Normalización española, n.d.).

HTM 03-01: Calefacción y ventilación de edificios del sector sanitario

Proporcionan orientación sobre el diseño y la gestión de la calefacción y la ventilación especializada en los edificios del sector sanitario, se aplica a nuevas instalaciones y renovaciones importantes de instalaciones existentes (Department of health and social care, 2007).

DIN 1946-4: Suplemento 1 Ventilación y aire acondicionado. Parte 4: Ventilación en edificios y salas de atención médica.

Se aplica a la planificación, construcción, pruebas de aceptación y operación (incluido el mantenimiento) de los sistemas de ventilación y aire acondicionado en edificios y salas de atención médica, en los que se realizan exámenes médicos, tratamientos e intervenciones en personas, así como en habitaciones directamente conectadas por puertas o pasillos (Protechnik, 2018).

IEC 60598-2-25: 1994 Luminarias - Parte 2: Requisitos particulares - Sección 25: Luminarias para uso en áreas clínicas de hospitales y edificios sanitarios

Detalla los requisitos específicos para luminarias para uso con filamento de tungsteno, lámparas fluorescentes y otras lámparas de descarga con voltajes de suministro que no excedan los 1000 V para uso en áreas clínicas en las que el tratamiento médico, el examen y la atención médica se llevan a cabo en hospitales y edificios de atención médica (International Electrotechnical Commission, 2004).

Norma Oficial Mexicana NOM-137-SSA1-2008: Etiquetado de dispositivos médicos.

Establece los requisitos mínimos, que sirven para comunicar la información a los usuarios, que deberá contener el etiquetado de los dispositivos médicos (equipo médico, prótesis, órtesis, ayudas funcionales, agentes de diagnóstico, insumos de uso odontológico, materiales quirúrgicos, de curación y productos higiénicos) de origen nacional o extranjero, que se comercialicen o destinen a usuarios en el territorio nacional (Diario Oficial de la Federación, 2008).

Norma Oficial Mexicana NOM-016-SSA3-2012, Que establece las características mínimas de infraestructura y equipamiento de hospitales y consultorios de atención médica especializada.

Esta norma tiene por objeto establecer las características mínimas de infraestructura y equipamiento para los hospitales, así como para los consultorios de atención médica especializada. Es obligatoria para todos los establecimientos hospitalarios de los sectores público, social y privado, cualquiera que sea su denominación, que tengan como finalidad la atención de pacientes que se internen para su diagnóstico, tratamiento médico, quirúrgico o rehabilitación; así como para los consultorios de atención médica especializada de los sectores mencionados (Diario Oficial de la Federación, 2013).

Norma Oficial Mexicana NOM-006-SSA3-2017, Para la práctica de anestesiología.

Esta Norma establece las características que deberán tener los profesionales del área de la salud y los establecimientos para la atención médica que practican la anestesiología, así como los criterios mínimos de organización y funcionamiento que se deberán cumplir en la práctica de esta especialidad (Diario Oficial de la Federación, 2018).

Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo

Este reglamento tiene por objeto establecer las disposiciones en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo que deben observarse en los centros de trabajo, para contar con las condiciones que permitan prevenir riesgos y, de esta manera, garantizar a los trabajadores el derecho a desempeñar sus actividades en entornos que aseguren su vida y salud, con base en lo que señala la Ley Federal del Trabajo (Diario Oficial de la Federación, 2014).

Directrices para la prestación de servicios de anestesia de emergencia 2020: Royal College of Anaesthetists (RCOA)

En este documento se describen los requerimientos necesarios que debe tener un hospital para que el personal médico trabaje de la mejor manera posible y a la vez poder ofrecer atención de calidad al paciente durante una intervención quirúrgica (Royal College of Anaesthetists, 2020).

Directrices de la OMS para el desarrollo de hospitales

Las directrices de la OMS para el desarrollo de hospitales se enfocan en presentar una descripción general del proceso de planificación y diseño, para guiar al equipo de planificación del hospital. Proporciona también pautas para la selección de equipos relevantes para los hospitales de distrito y su mantenimiento (World Health Organization, 1996).

Lista de verificación de seguridad quirúrgica (OMS)

Tiene por objetivo reforzar las prácticas de seguridad ya aceptadas y fomentar la comunicación y el trabajo en equipo entre las distintas disciplinas así como garantizar que los equipos quirúrgicos adopten medidas de seguridad esenciales (WHO, 2008).

Normativas emitidas por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA)

Dentro del sitio web de la Administración de Alimentos y Medicamentos existen documentos de orientación para el personal de la FDA, la industria regulada y el público que describen la interpretación o la política de la agencia sobre un tema regulatorio. Los documentos de orientación incluyen, entre otros, documentos relacionados con: el diseño, producción, etiquetado, promoción, fabricación y prueba de productos regulados así como el procesamiento, contenido y evaluación o aprobación de presentaciones políticas de inspección y ejecución (U.S. Food and Drug Administration, n.d.)

Especificaciones técnicas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para dispositivos médicos

Estas especificaciones ayudan en adquisiciones y compras de equipos médicos, ya que proporciona características técnicas, características físicas, utilidad requisito, garantía y mantenimiento y documentación, regulan su fabricación adecuada, planificación, evaluación, adquisición, gestión y uso de dispositivos médicos que sean de buena calidad, seguros y compatibles con los entornos en los que se utilizan.

Estándares emitidos por la Joint Commission

Estos estándares están agrupados por funciones relacionadas con la atención al paciente: aquellas que se relacionan con ofrecer una organización segura, efectiva y bien administrada, y factores que se relacionan con la educación de profesionales médicos. Estos estándares se pueden aplicar a toda la organización así como también a cada departamento, unidad o servicio dentro de la misma (Joint Commission International, 2014).

Normativas de enfermería perioperatoria por la Asociación Americana de Enfermería (ANA, por sus siglas en inglés) aprobadas por la Asociación de Enfermeras Registradas Perioperatorias (AORN)

Se crearon guías, normativas y principios para ayudar a crear un ambiente seguro para pacientes y profesionales médicos por igual. Los informes incluyen diversos temas diseñados para informar e instruir, la organización dentro del área es uno de ellos (American Nurses Association, n.d.).

Tabla 4.3: Normativas aplicadas a principios ergonómicos.

Principio ergonómico	Normativas reguladoras
Rangos percentiles	ISO 7250-1:2010 ISO 16142-1: 2016
Amplitud de movimientos	ISO 11226:2018
Zonas de alcance óptimas	ISO 7250-1:2010
Reducción de posturas forzadas	ISO 11226:2018
Reducción de fatiga	ISO 11226:2018 Directrices para la prestación de servicios de anestesia de emergencia 2020: Royal College of Anaesthetists (RCOA)
Diseño funcional	Lista de verificación de seguridad quirúrgica (OMS) Normativas emitidas por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) NOM-137-SSA1-2008 Especificación técnica de la OMS para dispositivos médicos ISO 13485: 2016 ISO 15223-2: 2010 ISO 16142-1: 2016
Diseño ergonómico de agarres	UNE-EN 1005-5:2007
Adaptación al contexto de uso	Directrices para la prestación de servicios de anestesia de emergencia 2020: Royal College of Anaesthetists (RCOA). Directrices de la OMS para el desarrollo de hospitales. Especificación técnica de la OMS para dispositivos médicos. ISO 16142-1: 2016
Dimensiones de espacio	Directrices de la OMS para una cirugía segura Directrices de la OMS para el desarrollo de hospitales
Organización de espacio	NOM-016-SSA3-2012 Directrices de la OMS para el desarrollo de hospitales
Contar con la infraestructura necesaria	NOM-016-SSA3-2012 NOM-006-SSA3-2017 Directrices para la prestación de servicios de anestesia de emergencia 2020: Royal College of Anaesthetists (RCOA) Directrices de la OMS para una cirugía segura

<p>Factores ambientales adecuados</p>	<p>DIN 1946-4 ISO 16890 NF S90-351 UNE 100713:2005 HTM 03-01</p> <p>Estándares emitidos por la Joint Commission</p> <p>IEC 60598-2-25</p> <p>Directrices de la OMS para el desarrollo de hospitales</p>
<p>Prevención de accidentes</p>	<p>Estándares emitidos por la Joint Commission</p> <p>NOM-016-SSA3-2012 NOM-137-SSA1-2008</p> <p>Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo</p>
<p>Mejorar estrategias de comunicación entre el personal</p>	<p>Lista de verificación de seguridad quirúrgica (OMS)</p> <p>Directrices para la prestación de servicios de anestesia de emergencia 2020: Royal College of Anaesthetists (RCOA)</p>
<p>Implementar programas de formación y mejora</p>	<p>Normativas de enfermería perioperatoria por la Asociación Americana de Enfermería (ANA, por sus siglas en inglés) aprobadas por la Asociación de Enfermeras Perioperatorias (AORN)</p> <p>Directrices para la prestación de servicios de anestesia de emergencia 2020: Royal College of Anaesthetists (RCOA)</p>

4.1.5 Representación gráfica

Finalmente, con los datos recabados anteriormente se pudo realizar una propuesta de diseño que incluye la representación gráfica de estos principios para facilitar la comprensión de estos. En cada ficha informativa se asignó un color al área de aplicación: antropometría (Fig. 4.1, 4.2, 4.3), carga física (Fig. 4.4, 4.5), máquinas y herramientas (Fig. 4.6, 4.7, 4.8), diseño del área de trabajo (Fig. 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13) y ergonomía organizacional (Fig. 4.14, 4.15), las acciones a tomar para cada caso, ejemplos gráficos de cómo aplicarlos y las normativas correspondientes a cada principio.

También se realizó una comparación del entorno quirúrgico antes de la aplicación de los principios ergonómicos (Fig. 4.16) y después de la aplicación de estos (Fig. 4.17).

Categoría: Antropometría

Principio ergonómico: Rangos percentiles

Acciones para llevarlo a cabo

1. El diseño de la sala de operaciones debe poder adaptarse al quinto percentil femenino y al percentil 95 masculino del personal médico.
2. El centro del monitor debe estar entre 93 y 162 cm para incluir el quinto percentil femenino y el percentil 95 de la altura del ojo masculino.
3. Para incluir el quinto percentil femenino y el percentil 95 de la altura del codo masculino, la mesa de operaciones debe ser ajustable de 85 a 120 cm.
4. En el diseño de instrumental y herramientas manuales se debe considerar tanto el percentil 95 como el 5 y realizar las siguientes mediciones para determinarlos: Longitud de la mano, de la palma, ancho de mano, longitud y ancho del dedo índice, y del pulgar.
5. Considerar diseños escalables de instrumental para adaptar el tamaño del mango al tamaño de la mano de cada cirujano.
6. Al diseñar guantes es necesario que se tomen medidas tanto de hombres como de mujeres para reducir la incomodidad que éstas experimentan al usar guantes más grandes.
7. Deben ser consideradas las medidas de masa corporal para aquellas personas que se encuentran fuera de las medidas promedio y proponer soluciones de diseño para estos casos.

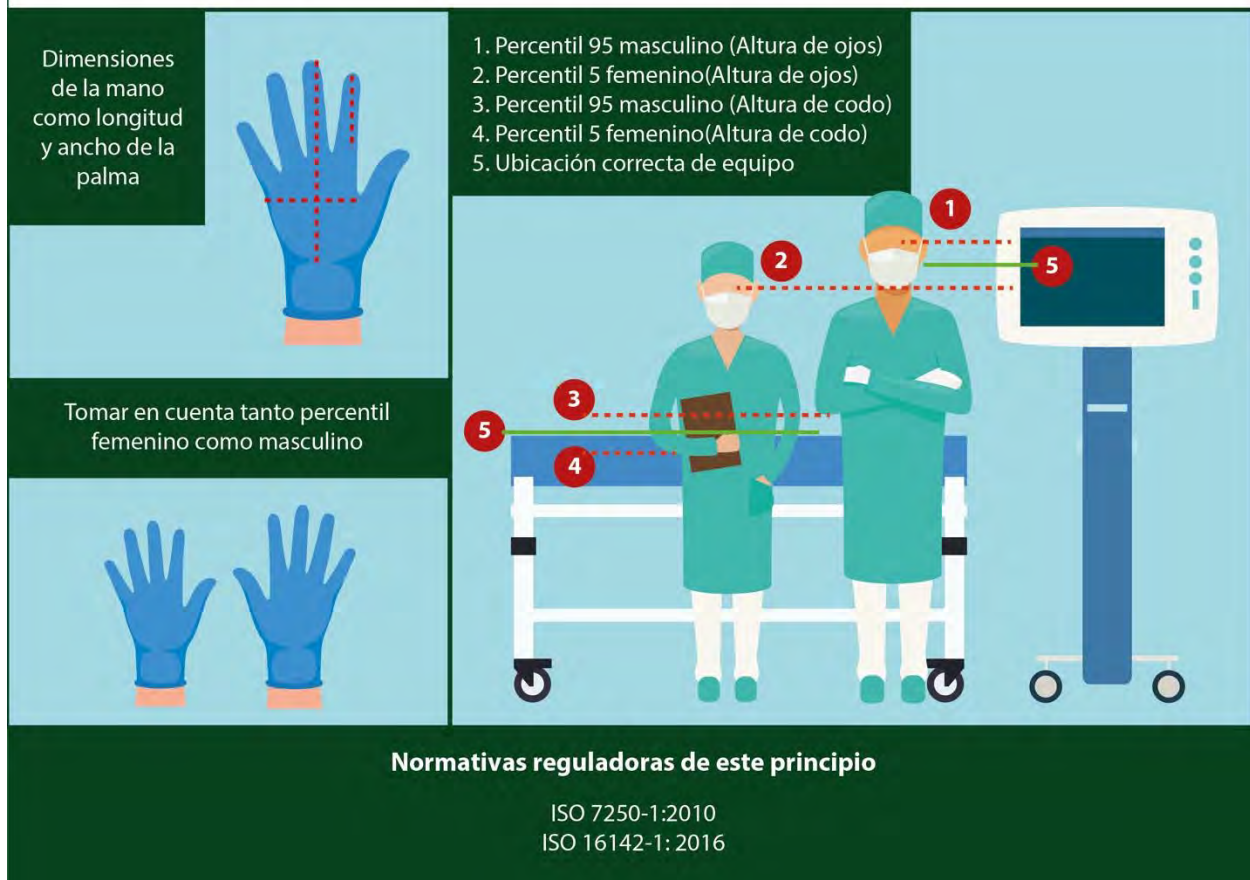


Figura 4.1: Rangos percentiles.

Categoría: Antropometría

Principio ergonómico: Amplitud de movimientos

Acciones para llevarlo a cabo

1. Mantener la articulación del codo lo más cercana a los 90 ° de flexión para una mejor funcionalidad.
2. El monitor debe colocarse directamente enfrente del cirujano y con el centro de la pantalla justo por debajo del nivel de los ojos para evitar extensión o flexión excesiva del cuello, preferentemente en un ángulo de inclinación de menos de 15 ° .
3. La abducción del hombro debe mantenerse a 30 grados o menos.
4. El cuello puede flexionarse aproximadamente 20 grados.
5. El ángulo de brazo y antebrazo (codo) se recomienda entre 90 y 120 grados para trabajos continuos.
6. Ángulo ideal de manipulación del instrumento: 45 a 70 grados en referencia al paciente.
7. Las sillas deben estar a una altura cómoda y ajustarse de modo que las rodillas estén a 90 grados o cerca de ellos, además los pies deben estar planos en el suelo.
8. Evitar las desviaciones de la muñeca más allá de la extensión de 20 grados, la flexión de 40 grados, la desviación radial de 15 grados, y desviación cubital de 25 grados.
9. La flexión dorsal del pie debe ser menor a 25 grados al controlar el interruptor de pie.

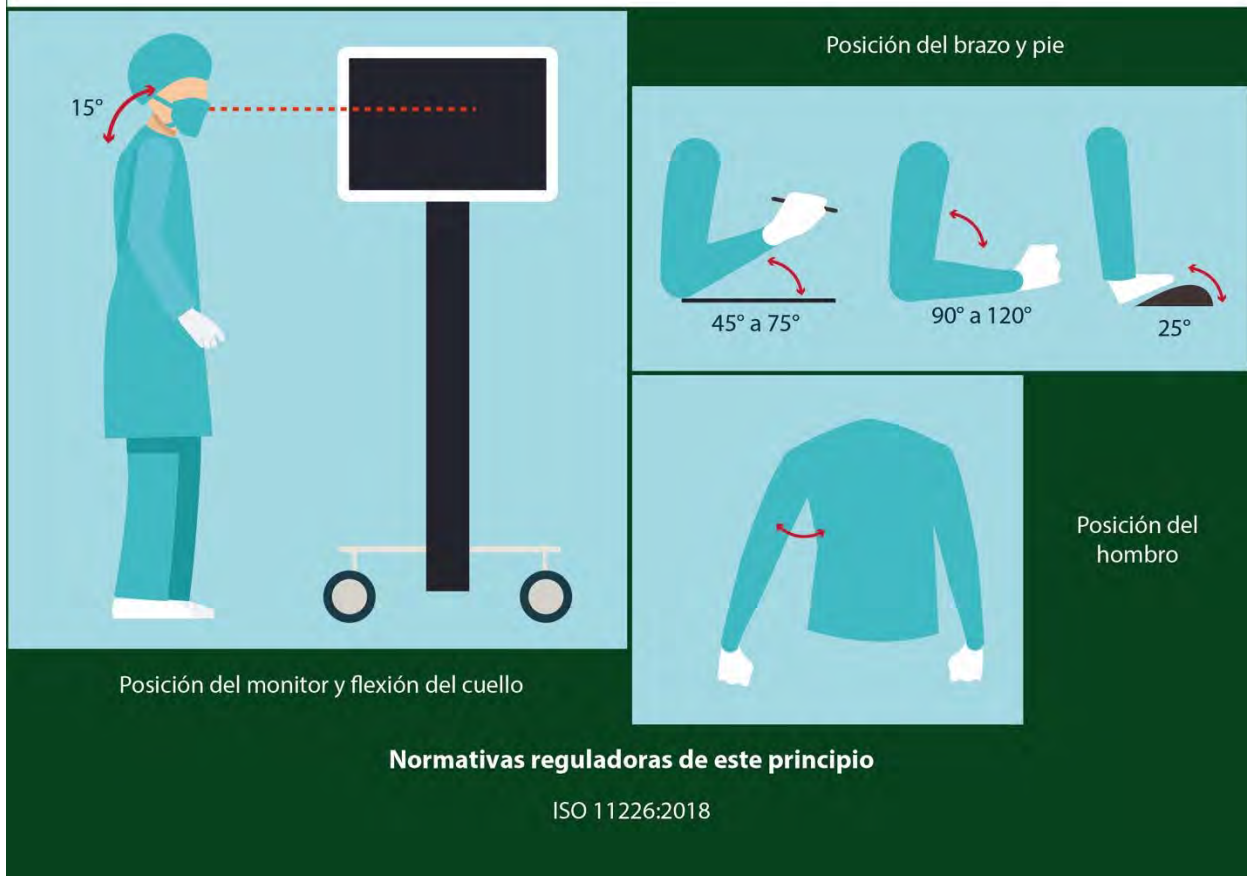


Figura 4.2: Amplitud de movimientos.

Categoría: Antropometría

Principio ergonómico: Zonas de alcance óptimas

Acciones para llevarlo a cabo

1. Para procedimientos ligeros como la inserción de tornillos o la sutura, la altura de la mesa de operaciones debe estar aproximadamente de 5 a 10 cm por debajo de la altura del codo.
2. Para procedimientos pesados como taladrar o golpear un componente con un mazo, la altura de la mesa se recomienda estar entre 20 y 40 cm por debajo de la altura del codo.
3. Ubicar la altura de la mesa entre 66 y 77 cm sobre el suelo.
4. Si el cirujano está de pie, la altura de la mesa de operaciones debe estar al nivel de los codos; si está sentado, las rodillas deben estar acomodadas debajo de la mesa.
5. La altura óptima de la mesa de operaciones debe colocarse para permitir que los mangos del instrumento estén a 5 cm por encima del nivel del codo.
6. Para mantener los instrumentos a la altura del codo o ligeramente arriba, la altura de la superficie de trabajo debe estar entre 70% y 80% de la distancia del suelo al codo del cirujano, generalmente es de 65 cm a 1 m.
7. La distancia preferible entre el monitor y el cirujano es entre 80 cm y 120 cm, nunca debe estar más allá de 300 cm.
8. La visualización de material impreso en el equipo como números y letras deben ser legibles a una distancia de 30 cm.

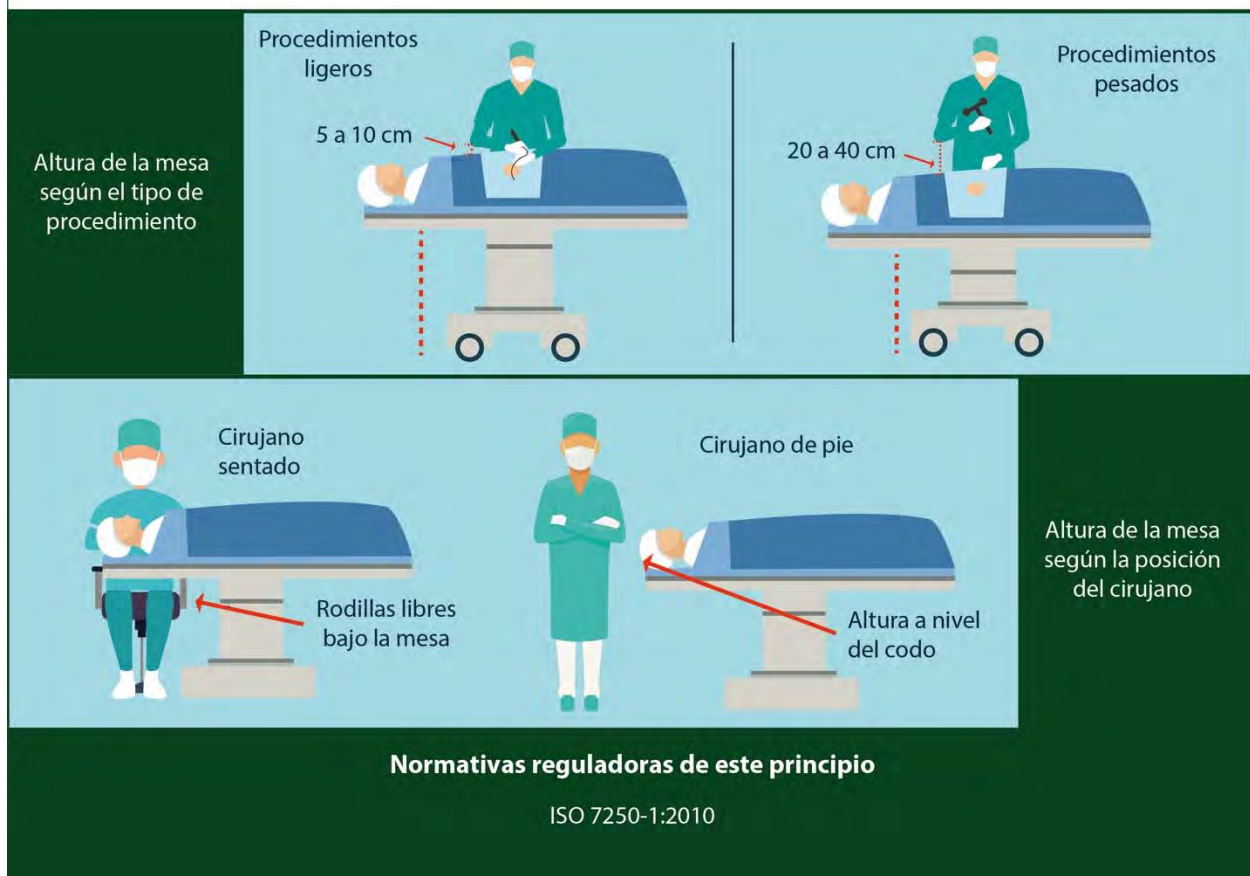


Figura 4.3: Zonas de alcance óptimas.

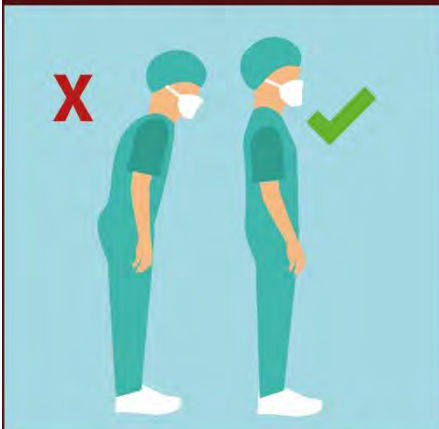
Categoría: Carga física

Principio ergonómico: Reducción de posturas forzadas

Acciones para llevarlo a cabo

1. El paciente debe colocarse lo más cerca posible del cirujano en la cama del quirófano para minimizar la necesidad de inclinarse sobre el paciente.
2. Minimizar la torsión del tronco.
3. Mantener las muñecas en una posición neutra y evitar la flexión o extensión prolongada.
4. Evitar levantar objetos pesados, especialmente con la columna girada, es decir evitar levantar y girar simultáneamente para prevenir lesiones.
5. Educar y entrenar repetidamente sobre la postura y el manejo de cargas físicas, técnicas de movimiento, empuje y levantamiento más seguros.
6. Cambiar de postura regularmente y hacer pequeñas pausas: equilibrio entre actividad y descanso.
7. La columna debe permanecer recta para mantener el lordótico natural y curvas de las vértebras.
8. Colocar los pies separados a la altura de los hombros.
9. El antebrazo debe estar en posición horizontal neutra.
10. Contar con una ligera rotación hacia adentro de los brazos.
11. Extensión leve de la muñeca y flexión de los dedos.
12. Evite el exceso de desviación cubital o radial al utilizar instrumental.
13. Se deben mantener el cuello y la espalda del cirujano en una posición cómoda y erguida mirando hacia adelante sin inclinar excesivamente la cabeza ya que esto aumenta los cambios degenerativos en la columna cervical.
14. Uso de pedales con reposapiés incorporado, para que el cirujano no mantenga el pie en el aire o moverlo hacia adelante y hacia atrás en el suelo.
15. La posición sentada adecuada (cuando el procedimiento lo permite) elimina la desigualdad de carga de peso de las extremidades inferiores.

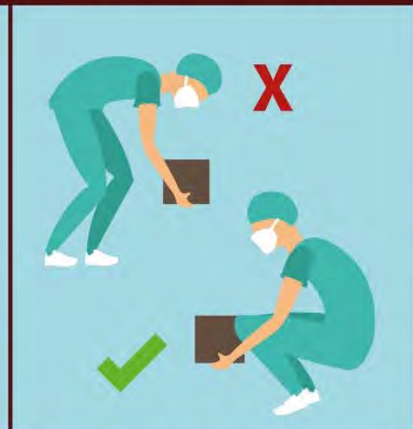
Posturas de la columna



Posturas de la muñeca



Levantamiento de cargas



Normativas reguladoras de este principio

ISO 11226:2018

Figura 4.4: Reducción de posturas forzadas.

Categoría: Carga física

Principio ergonómico: Reducción de fatiga

Acciones para llevarlo a cabo

1. Uso de reposabrazos para descansar manos y brazos.
2. Deben evitarse los zapatos planos, ya que aumentan la tensión en el tendón de Aquiles, se recomienda usar zapatos con tacón entre 1 y 2,5 cm de alto.
3. Uso de alfombras anti fatiga para minimizar las molestias al estar de pie durante un período prolongado de tiempo sobre una superficie dura.
4. Limitar el número de veces que se pueden usar delantales de plomo debido a su peso.
5. Uso de sillas de soporte para descanso.
6. Un reposamuñecas puede ayudar a proporcionar apoyo y estabilidad y disminuir la tensión.
7. El cirujano debe recordar que moverse y aflojar las manos de forma intermitente es esencial para prevenir la acumulación de ácido láctico y evitar la fatiga.
8. Las pausas intraoperatorias de 20 segundos cada 20 minutos ayudan a descansar los músculos y reducir la fatiga.
9. Periodos de calentamiento de músculos antes de las intervenciones quirúrgicas ayudan a reducir las molestias musculares.

Elementos que ayudan a reducir la fatiga



Normativas reguladoras de este principio

ISO 11226:2018

Directrices para la prestación de servicios de anestesia de emergencia 2020: Royal College of Anaesthetists (RCoA)

Figura 4.5: Reducción de fatiga.

Acciones para llevarlo a cabo

1. El tamaño de los dispositivos no debe obstaculizar el desempeño de los médicos.
2. Su diseño debe ser minimalista y eliminar todo elemento innecesario para una comprensión rápida.
3. Visibilidad de estado del sistema.
4. Reacción a entrada de datos.
5. Mensajes de error comprensibles.
6. Permitir acciones reversibles.
7. Control completo del usuario.
8. Minimizar la necesidad de memoria por parte del usuario.
9. Facilidad de interacción dispositivo/usuario.
10. Lenguaje claro y comprensible para el usuario.
11. La altura de la mesa de operaciones debe considerar en su diseño elementos de ajuste para posturas neutrales de codos, hombros y espalda.
12. La altura del monitor debe poder ajustarse para evitar la extensión del cuello.
13. Analizar las dimensiones de instrumental, por ejemplo: usar instrumentos con 250 mm de longitud del eje resulta en un tiempo de ejecución más corto que la misma tarea realizada con un estándar de 330 mm de longitud.
14. Los instrumentos laparoscópicos con punta articulada permiten al operador lograr movimientos que no son posibles sin colocar los dedos, la mano, la muñeca o la extremidad superior en posiciones incómodas.
15. Redactar un protocolo de estandarización para el estilo de impresión y fuente que sea más fácil de leer y también para la redacción del texto colocado en el equipo.
16. Información no urgente, como el nombre del fabricante, el modelo y los números de serie del equipo no deben estar en la cara frontal.
17. Los controles que son fundamentales para la vida del paciente deben ser más manejables y estar protegidos contra la activación o desactivación accidental.
18. El estado del sistema se muestra mejor mediante luces indicadoras codificadas en verde, ámbar o rojo, parpadeando de 3 a 5 veces por segundo.
19. El uso de instrumentos de muñeca controlados con 7 grados de libertad transforma tareas que involucrarían una posición corporal incómoda y abducción del hombro.
20. Los instrumentos no deben requerir fuerza de más de 15 N para cerrarse completamente.

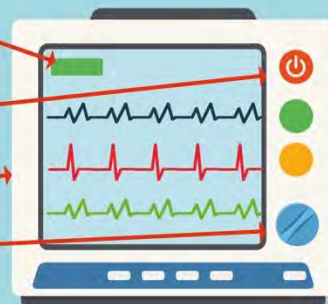
Diseño de equipo médico

Estado del sistema visible

Controles fundamentales identificados por colores

Diseño minimalista

Controles con diseño manejable



Etiquetado





Figura 4.6: Diseño funcional.

Categoría: Máquinas y herramientas

Principio ergonómico: Diseño ergonómico de agarres

Acciones para llevarlo a cabo

1. Las herramientas de tareas pesadas con un agarre de poder (power grip), como un mazo, deben contar con un diámetro del mango entre 1,25 y 2 pulgadas.
2. Las herramientas de precisión de un solo mango con un agarre de pellizco deben contar con un diámetro de mango entre 0,25 y 0,5 pulgadas.
3. Herramientas de precisión de doble mango como fórceps deben tener un espacio de agarre con un ancho mínimo de 1 pulgada cuando esté completamente cerrado, y no más de 3 pulgadas cuando está completamente abierto.
4. Herramientas de doble mango utilizado para tareas de potencia, como alicates, debe tener un espacio de agarre abierto de no más de 3,5 pulgadas, y un espacio de agarre cerrado no menos de 2 pulgadas.
5. La longitud del mango debe ser más larga que la parte más ancha de la mano, generalmente de 4 a 6 pulgadas.
6. Tratar de disminuir siempre la presión en la palma de la mano al manipular el instrumental.
7. El mango del instrumento debe diseñarse de acuerdo a la tarea realizada: mangos tipo pistola para tareas que requieren fuerza y mangos de precisión para tareas que requieren más cuidado y delicadeza.
8. La empuñadura tipo pistola en el diseño de instrumental ayuda a reducir la fatiga.
9. Cambiar el diseño del tipo de agarre del porta agujas eliminando los anillos ayuda a reducir considerablemente la presión en el pulgar.
10. Las tijeras deben sujetarse con un toque ligero, las articulaciones interfalángicas distales nunca deben pasar por los agujeros y preferiblemente las tijeras deben mantenerse en la pulpa de los dedos.
11. El uso de un tamaño adecuado del mango del instrumento permite mejoras en el rendimiento, los cirujanos requieren menos tiempo para completar la tarea de coordinación ojo-mano y reduce la presión de contacto en la palma de la mano.
12. El mango debe permitir un contacto seguro pero no adhesivo con la mano enguantada del cirujano.

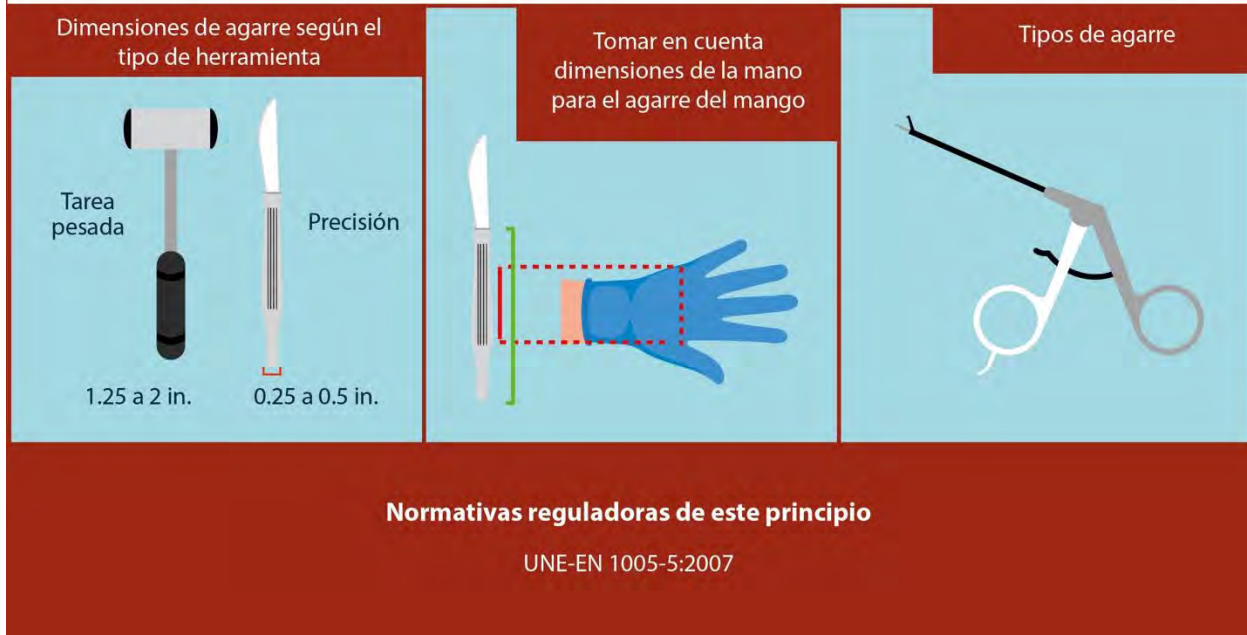


Figura 4.7: Diseño ergonómico de agarres.

Categoría: Máquinas y herramientas

Principio ergonómico: Adaptación al contexto de uso

Acciones para llevarlo a cabo

1. Capacidad de adaptación a diferentes áreas del quirófano.
2. Capacidad de adecuación a diferentes tipos de cirugías.
3. Los instrumentos deben adaptarse para uso de ambas manos.
4. La altura de la mesa de operaciones debe poder ser regulada tanto para hombres como mujeres.
5. La tecnología inalámbrica permite que el equipo se mueva sin preocupaciones sobre cables que están conectados a un lugar fijo y pueda ser trasladado a distintas áreas.
6. Los dispositivos médicos deben poder ser utilizados tanto por hombres como por mujeres al mismo tiempo.

Equipos con tecnología inalámbrica



Uso de instrumental para ambas manos



Uso para hombres y mujeres por igual



Normativas reguladoras de este principio

Directrices para la prestación de servicios de anestesia de emergencia 2020: Royal College of Anaesthetists (RCOA)

Directrices de la OMS para el desarrollo de hospitales

Especificación técnica de la OMS para dispositivos médicos

ISO 16142-1: 2016

Figura 4.8: Adaptación al contexto de uso.

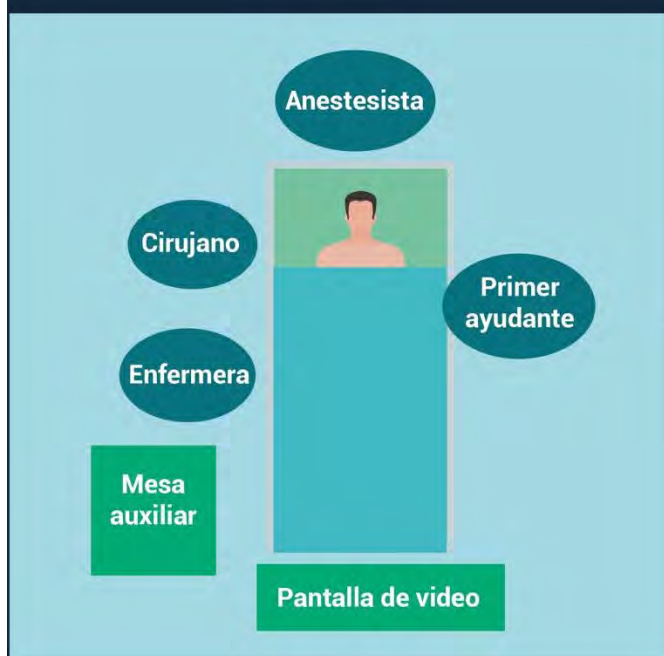
Categoría: Diseño del área de trabajo

Principio ergonómico: Dimensiones de espacio

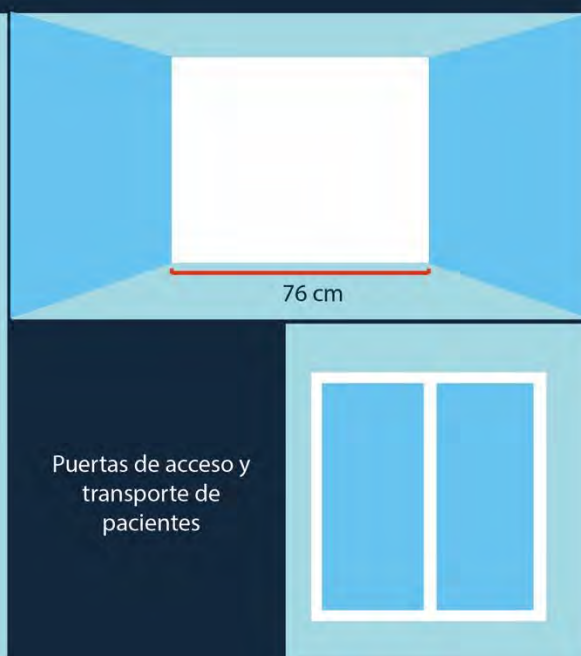
Acciones para llevarlo a cabo

1. El quirófano debe contar con las dimensiones adecuadas y debe dejar suficiente espacio para las enfermeras y técnicos y ayudar al personal a circular sin problemas.
2. Puerta de entrada/ salida de equipo con una medida estándar de 36 pulgadas.
3. Puerta para el transporte de pacientes lo suficientemente ancha para acomodar camillas de hasta 43 pulgadas de ancho.
4. Se debe proporcionar un ancho de pasillo mínimo de 30 pulgadas o 76 cm para permitir movimientos ambulatorios eficientes.
5. Las dimensiones correctas de la puerta del quirófano ayudan en la facilidad de movimiento de personal y equipo
6. El tamaño recomendado de la sala de operaciones estándar es de 6,5 m x 6,5 m x 3,5 para facilitar el movimiento del personal, nunca deben ser menor a 35 metros cuadrados.

Dimensiones de espacio suficiente



Dimensiones de pasillo



Normativas reguladoras de este principio

Directrices de la OMS para una cirugía segura
Directrices de la OMS para el desarrollo de hospitales

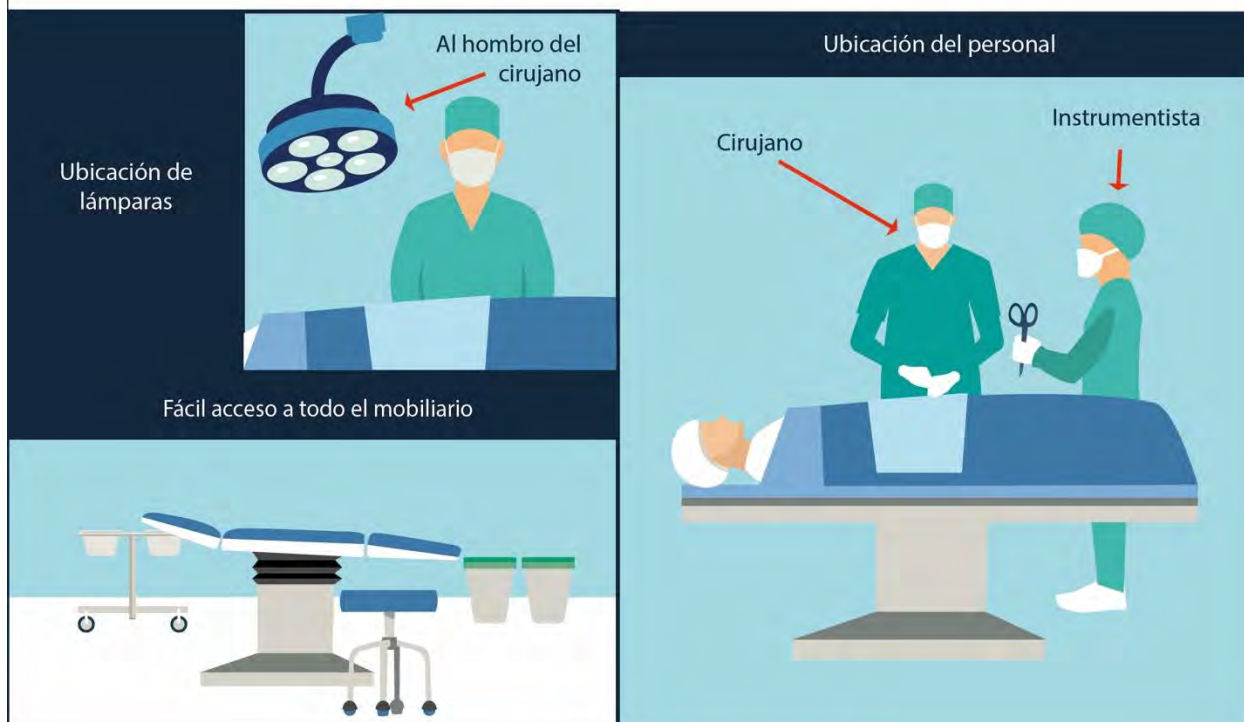
Figura 4.9: Dimensiones de espacio.

Categoría: Diseño del área de trabajo

Principio ergonómico: Organización de espacio

Acciones para llevarlo a cabo

1. El espacio debe permitir acomodar al paciente, el personal, el equipo y los suministros.
2. Los cirujanos deben sentarse muy cerca de otros para evitar tensiones en los cirujanos asistentes.
3. El instrumentista debe estar cerca de los cirujanos para facilitar el paso cómodo de los instrumentos.
4. Mejorar accesibilidad a los contenedores de basura y suministros.
5. Eliminar el equipo innecesario o que no es utilizado de la sala.
6. Vista directa y sin obstáculos del cirujano.
7. Los monitores de TV / microscopio deben colocarse teniendo en cuenta la ubicación del paciente, el lugar de la operación y el lugar donde el cirujano debe pararse o sentarse.
8. La torre de anestesia debe estar colocada para permitir un acceso adecuado a líneas y tubos.
9. La luz debe estar sobre los extremos de la mesa o sobre el hombro del cirujano.
10. El técnico quirúrgico debe tener siempre acceso al campo para poder pasar adecuadamente los instrumentos.
11. Disminuir traslados innecesarios.



Normativas reguladoras de este principio

NOM-016-SSA3-2012
Directrices de la OMS para el desarrollo de hospitales

Figura 4.10: Organización de espacio.

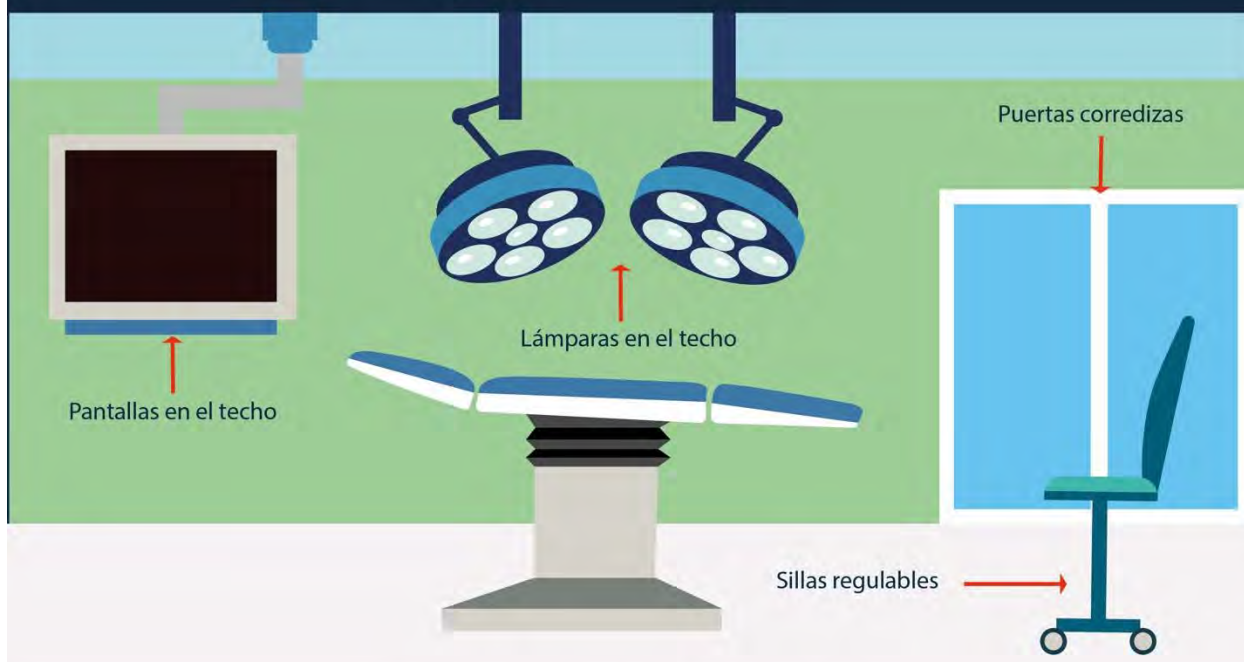
Categoría: Diseño del área de trabajo

Principio ergonómico: Contar con la infraestructura necesaria

Acciones para llevarlo a cabo

1. Contar con pantallas ubicadas en el techo.
2. Uso de monitor extra para el asistente quirúrgico.
3. Las lámparas montadas en el techo proporcionan el rango de alturas más flexible y se adaptan a los requisitos ergonómicos para los cirujanos en posiciones de pie y encaramadas.
4. Contar con sillas con ruedas, regulables en altura, con respaldo y fácil maniobrabilidad.
5. Las paredes y el techo deben ser estéticamente agradables sin poros, resistente al fuego, resistente al agua y a las manchas, sin costuras, no reflectante y fácil de limpiar.
6. Se recomiendan las puertas corredizas a las de hoja de doble acción ya que son más fáciles de usar, ahorran espacio y evitan turbulencias de aire.
7. El hospital debe contar con equipo necesario para llevar a cabo las distintas intervenciones quirúrgicas que se puedan presentar y no obligar al personal a trabajar "con lo que se tiene"

Equipo suficiente en la sala de operaciones



Normativas reguladoras de este principio

NOM-016-SSA3-2012

NOM-006-SSA3-2017

Directrices para la prestación de servicios de anestesia de emergencia 2020: Royal College of Anaesthetists (RCOA)

Directrices de la OMS para una cirugía segura

Figura 4.11: Contar con la infraestructura necesaria.

Categoría: Diseño del área de trabajo

Principio ergonómico: Factores ambientales adecuados

Acciones para llevarlo a cabo

1. La iluminación de la habitación debe estar controlada con un regulador de intensidad ajustable para permitir una visualización óptima de la pantalla sin deslumbramiento, las luces ambientales azules o verdes pueden ser utilizadas para reducir esto.
2. Proporcionar una humedad óptima, calor y ventilación efectiva.
3. Contar con una iluminación suficiente en el área de operaciones.
4. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que el nivel de ruido de fondo continuo en los hospitales no debe exceder los 35 dB durante el día para mantener la claridad del habla.
5. Diseñar equipos más silenciosos para ayudar a prevenir la contaminación acústica.
6. Los sistemas de ventilación adecuados pueden ayudar a diluir la concentración de partículas en el aire para reducir la contaminación bacteriana.
7. Reducir los contrastes de la iluminación dentro del quirófano.
8. El aire acondicionado central debe garantizar el rango de temperatura de 18-24 ° C con niveles de humedad de 50-60%
9. La luz debe ser lo suficientemente buena para apreciar los cambios de color en el campo de operación incluyendo cambios de color en el paciente (cianosis / palidez).
10. Hay diferentes temperaturas sugeridas para el personal quirúrgico: 18 ° C para el cirujano y 22 ° C para el anestesiólogo y 22 a 24,5 ° C para enfermeras.
11. Se recomienda para el quirófano una temperatura del aire de 20 a 22 ° C en invierno, y máximo 26 ° C en el verano para la velocidad del aire 0.275 m / s

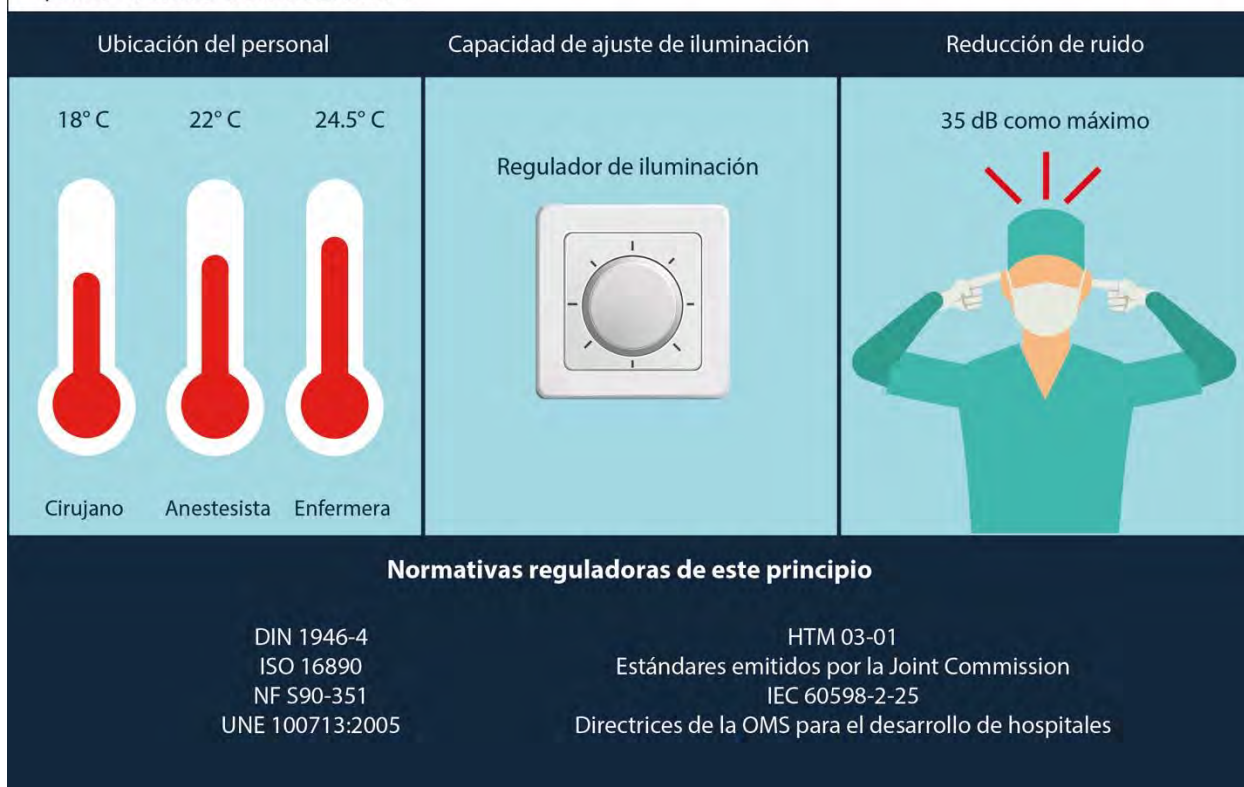


Figura 4.12: Factores ambientales adecuados.

Categoría: Diseño del área de trabajo

Principio ergonómico: Prevención de accidentes

Acciones para llevarlo a cabo

1. La cámara, la fuente de luz y el tubo de insuflación se pueden agrupar y sujetar el cableado para evitar tropiezos.
2. Adopción de la transmisión inalámbrica como medio para eliminar alambres y cables.
3. Limpiar inmediatamente los fluidos derramados en el suelo.
4. Eliminar las superficies irregulares del piso para evitar tropiezos.
5. Reducción de la congestión de cableado tubos y líneas para evitar caídas o tropiezos durante una operación.
6. La superficie / piso debe ser antideslizante, fuerte e impermeable con uniones mínimas (por ejemplo, mosaico con placas de cobre para efecto antiestático).
7. Debe haber suficientes puntos eléctricos en la pared para evitar enredos de cables.
8. Eliminar factores de distracción que puedan terminar en cortes accidentales.
9. El uso de equipos suspendidos en el techo permite que el equipo pueda trasladarse rápidamente y además quitar los cables del suelo minimiza el riesgo de resbalones y tropiezos.

Limpeza de pisos



Superficies Irregulares

Suficientes puntos de conexión



Evitar enredos de cables

Normativas reguladoras de este principio

Estándares emitidos por la Joint Commission
NOM-016-SSA3-2012
Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo
NOM-137-SSA1-2008

Figura 4.13: Prevención de accidentes.

Categoría: Ergonomía organizacional

Principio ergonómico: Mejorar estrategias de comunicación entre el personal

Acciones para llevarlo a cabo

1. Asegurarse de que los directores de hospitales sean conscientes de que el apoyo a la salud y el bienestar del personal quirúrgico es una parte central de su desempeño laboral.
2. Consultar regularmente con el personal sobre los procedimientos y problemas diarios que enfrentan para poder mejorar o darles solución.
3. Implementar estrategias de comunicación entre el personal médico, una buena comunicación entre los miembros del equipo quirúrgico puede impactar el éxito, la eficiencia y la carga de trabajo de una operación.
4. Implementar la comunicación entre los médicos y los diseñadores de los instrumentos para obtener mejores resultados.
5. Implementar herramientas para evaluar las habilidades no técnicas del personal quirúrgico como liderazgo, comunicación y trabajo en equipo para mejorar el entorno laboral.
6. Las sesiones informativas entre el equipo podrían ser útiles en la gestión de la ergonomía y analizar factores para mejorar la coordinación del equipo.
7. Determinar rangos o posiciones de liderazgo dentro de una intervención quirúrgica puede ayudar a la comunicación interna.

Comunicación entre el personal

Trabajo en equipo para el diseño de espacios

Herramientas de evaluación de habilidades



Normativas reguladoras de este principio

Lista de verificación de seguridad quirúrgica (OMS)
Directrices para la prestación de servicios de anestesia de emergencia 2020: Royal College of Anaesthetists (RCOA)

Figura 4.14: Mejorar estrategias de comunicación entre el personal.

Categoría: Ergonomía organizacional

Principio ergonómico: Implementar programas de formación y mejora

Acciones para llevarlo a cabo

1. Crear programas de actividad física como ejercicios de estabilización lumbar, entrenamiento físico y de fuerza.
2. Asegurarse que las políticas de salud y bienestar del personal estén incluidas en cualquier inducción, capacitación y programas de desarrollo para personal nuevo.
3. Organizar actividades físicas para reducir molestias músculo esqueléticas.
4. Programas de rotación y activación de grupos musculares en el cuello, espalda, manos y extremidades inferiores durante procedimientos que duran entre 2 y 12 horas.
5. Implementar periodos de descansos en intervalos de 1.5 a 2 min con una serie de ejercicios específicos que se centran en el cuello, la espalda, hombros y manos y extremidades inferiores.
6. El equipo quirúrgico debe realizar algunos ejercicios postoperatorios, especialmente estiramientos para ayudar a los músculos a recuperarse de largos períodos de esfuerzo estático.
7. La renovación o construcción de espacios quirúrgicos debe hacerse mediante un equipo de planificación multidisciplinario que integren tanto a diseñadores, arquitectos, ingenieros así como integrantes del equipo quirúrgico que aporten sugerencias de acuerdo a lo vivido.
8. Mejorar el conocimiento del cirujano sobre los principios y prácticas ergonómicas básicas.
9. La prevención de los trastornos músculo esqueléticos cervicales y la fatiga muscular se puede llevar a cabo mediante una planificación adecuada, coordinación de suministros y asignación de responsabilidades claros del equipo.

Implementar programas de entrenamiento físico



Períodos de descanso

1.5 a 2 min



Prevención de los trastornos músculo esqueléticos cervicales



Normativas reguladoras de este principio

Normativas de enfermería perioperatoria por la Asociación Americana de Enfermería (ANA, por sus siglas en inglés) aprobadas por la Asociación de Enfermeras Perioperatorias (AORN)

Directrices para la prestación de servicios de anestesia de emergencia 2020: Royal College of Anaesthetists (RCOA)

Figura 4.15: Implementar programas de formación y mejora.

Aplicación incorrecta de principios en el entorno quirúrgico

Antropometría

1. Rangos percentiles.
2. Amplitud de movimientos.
3. Zonas de alcance óptimas.

Carga física

4. Reducción de posturas forzadas.
5. Reducción de fatiga.

Máquinas y herramientas

6. Diseño funcional.
7. Diseño ergonómico de agarres.
8. Adaptación al contexto de uso.

Diseño del área de trabajo

9. Dimensiones de espacio.
10. Organización de espacio.
11. Contar con la infraestructura necesaria.
12. Factores ambientales adecuados.
13. Prevención de accidentes.

Ergonomía organizacional

14. Mejorar estrategias de comunicación entre el personal.
15. Implementar programas de formación y mejora.

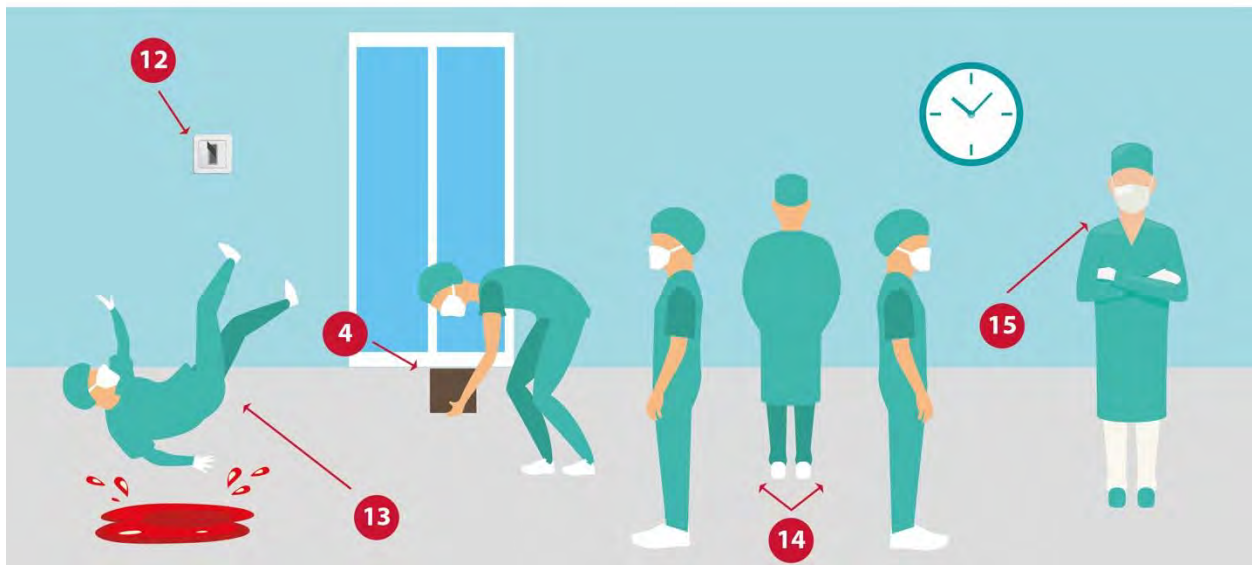


Figura 4.16: Entorno quirúrgico antes de la aplicación de principios ergonómicos

Aplicación correcta de principios en el entorno quirúrgico

Antropometría

1. Rangos percentiles.
2. Amplitud de movimientos.
3. Zonas de alcance óptimas.

Carga física

4. Reducción de posturas forzadas.
5. Reducción de fatiga.

Máquinas y herramientas

6. Diseño funcional.
7. Diseño ergonómico de agarres.
8. Adaptación al contexto de uso.

Diseño del área de trabajo

9. Dimensiones de espacio.
10. Organización de espacio.
11. Contar con la infraestructura necesaria.
12. Factores ambientales adecuados.
13. Prevención de accidentes.

Ergonomía organizacional

14. Mejorar estrategias de comunicación entre el personal.
15. Implementar programas de formación y mejora.

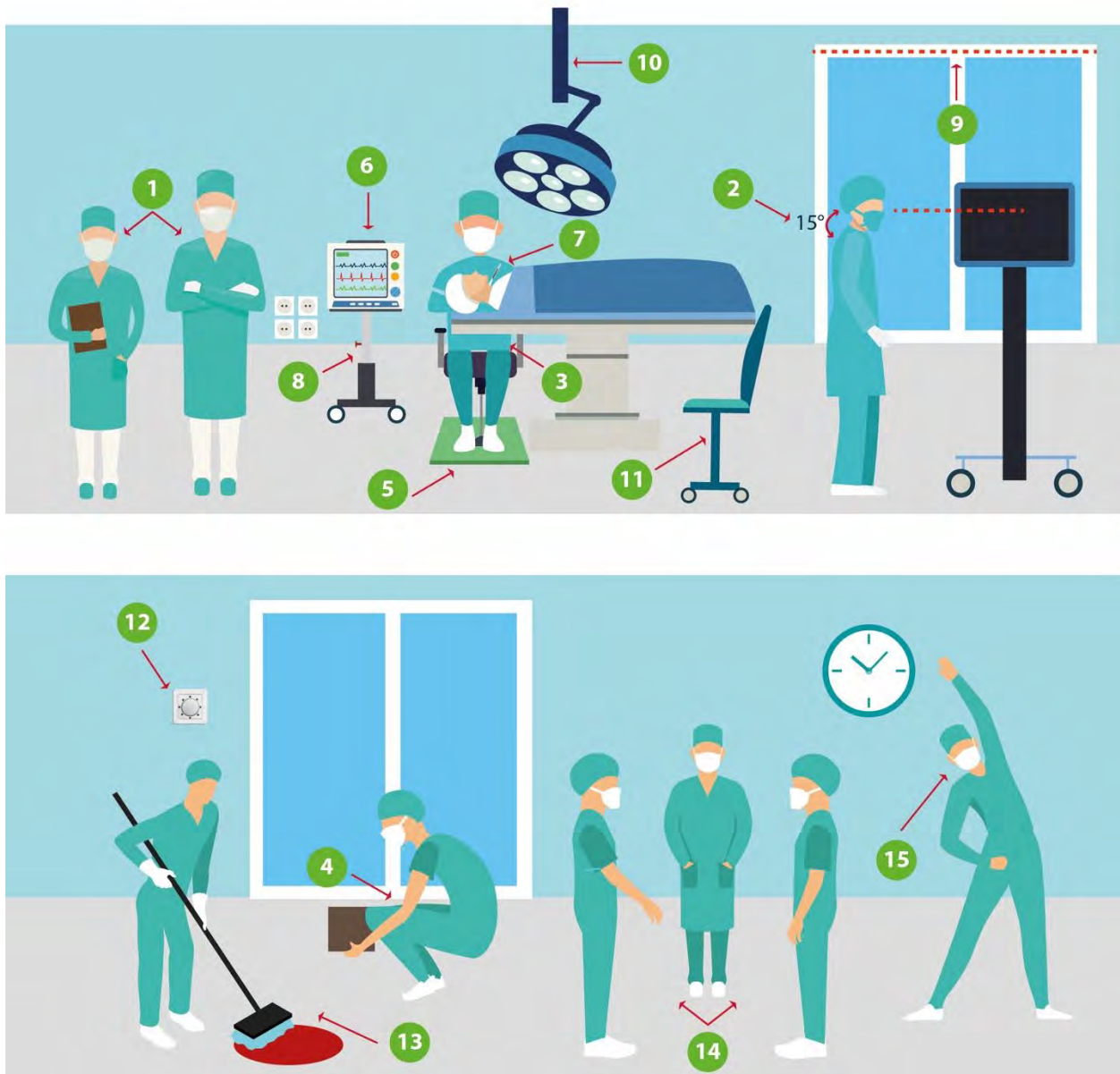


Figura 4.17: Entorno quirúrgico después de aplicación de principios quirúrgicos.

Capítulo 5 Conclusiones

La presente tesis tuvo como objetivo formular lineamientos ergonómicos para el diseño de quirófanos como apoyo en la disminución de problemas músculo esqueléticos de los médicos. Para poder cumplir con lo anterior se utilizó la metodología del Diseño Centrado en el Usuario según el ISO 9241-210 utilizada para el desarrollo de productos basados en las necesidades del usuario.

Primeramente se realizó una investigación acerca de todos los elementos que componen el área quirúrgica como personal involucrado, vestimenta e instrumental, tomando en cuenta las variaciones que pudieran darse según el procedimiento quirúrgico que se esté realizando. Posteriormente mediante una búsqueda bibliográfica y artículos científicos en donde se habían realizado investigaciones en distintos hospitales se logró identificar los movimientos repetitivos y posturas forzadas que experimenta el personal durante una intervención quirúrgica así como los factores causantes de esto. Asimismo, se descubrió la necesidad que tienen los médicos de expresar o apoyar con sus ideas en el proceso de construcción de los hospitales específicamente en el área de quirófano así como en el diseño de instrumental y equipo médico ya que es importante tener en cuenta la experiencia de usuario para así evitar estos problemas en un futuro.

Posteriormente, con la información recopilada se logró establecer una relación entre los componentes del entorno quirúrgico, los movimientos repetitivos y posturas forzadas que experimenta el personal médico. Por ejemplo, se encontró una asociación entre el diseño de agarre del instrumental quirúrgico y molestias en las extremidades del médico durante su manipulación, esto debido a factores como el peso de los instrumentos o su falta de adaptación a distintas dimensiones corporales.

Una vez que se estableció la relación entre estos factores se estudió el tema desde un punto de vista ergonómico en donde aquellos principios que son aplicados en otras áreas laborales para mejorar el desempeño laboral del trabajador y conservar su seguridad se trasladaron al quirófano para así poder ofrecer una mejor área de trabajo al personal.

Finalmente estos principios ergonómicos fueron divididos según su área de aplicación como la antropometría, carga física, máquinas y herramientas, diseño del área del trabajo y ergonomía organizacional. Posteriormente fueron validados por medio del análisis de diversos artículos científicos que los han aplicado en el área médica y se realizó también la aportación de acciones para poder aplicarlos correctamente. Por último estos datos fueron representados gráficamente mediante ilustraciones informativas que recopilaron toda la información obtenida de una manera clara y resumida para facilitar su comprensión.

La implementación de estos principios ergonómicos puede darse desde la formación profesional para en vez de corregir, se evita que los médicos adopten malas posturas.

Esta investigación hace énfasis en la importancia de tomar en cuenta al diseño en la creación de espacios quirúrgicos, así como no centrarse solamente en las necesidades del paciente sino considerar también las de los médicos para ofrecer mejores condiciones de trabajo y por consecuencia mejorar la atención a los pacientes. Por esto, debido a las aportaciones que se hacen en este trabajo sería importante que sea tomado en cuenta por las organizaciones correspondientes dedicadas a la regularización de procesos, instituciones educativas, construcción, diseño de instrumental y equipo, salubridad, instalaciones eléctricas, etc.

Para investigaciones futuras se recomienda poner en práctica estos principios ergonómicos y realizar una evaluación en un periodo de tiempo considerable para analizar los cambios obtenidos con la aplicación de estos.

Referencias

- Abdollahzade, F., Mohammadi, F., Dianat, I., Asghari, E., Asghari- Jafarabadi, M., & Sokhanvar, Z. (2016). Working posture and its predictors in operating room nurses. *Health Promotion Perspectives*, 6(1), 17–22. <https://doi.org/10.15171/hpp.2016.03>
- Adam, M., Agulló de Andrés, V., Gomes, J., Kelly, C., & Pozo, A. (2015). *Quirófano Modular* (Universitat Politècnica de Catalunya). Retrieved from <http://hdl.handle.net/2117/83289>
- Aguirre-Ospina, O. D., González-Maldonado, J. F., & Ríos-Medina, Á. M. (2015). Ergonomics in ultrasound-guided nerve blocks. *Colombian Journal of Anesthesiology*, 43(4), 331–339. <https://doi.org/10.1016/j.rcae.2015.06.005>
- Ahmad, N., Hussein, A. A., Cavuoto, L., Sharif, M., Allers, J. C., Hinata, N., ... Guru, K. A. (2016). Ambulatory movements, team dynamics and interactions during robot-assisted surgery. *BJU International*, 118(1), 132–139. <https://doi.org/10.1111/bju.13426>
- Aitchison, L. P., Cui, C. K., Arnold, A., Nesbitt-Hawes, E., & Abbott, J. (2016). The ergonomics of laparoscopic surgery: a quantitative study of the time and motion of laparoscopic surgeons in live surgical environments. *Surgical Endoscopy*, 30(11), 5068–5076. <https://doi.org/10.1007/s00464-016-4855-4>
- Al-Hakim, L., Xiao, J., & Sengupta, S. (2017). Ergonomics perspective for identifying and reducing internal operative flow disruption for laparoscopic urological surgery. *Surgical Endoscopy*, 31(12), 5043–5056. <https://doi.org/10.1007/s00464-017-5568-z>
- Alaqeel, M., & Tanzer, M. (2020). Improving ergonomics in the operating room for orthopaedic surgeons in order to reduce work-related musculoskeletal injuries. *Annals of Medicine and Surgery*, 56, 133–138. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2020.06.020>
- American Nurses Association. (n.d.). ANA Principles. Retrieved April 4, 2021, from <https://www.nursingworld.org/practice-policy/nursing-excellence/official-position-statements/ana-principles/>
- Arabacı, A., & Önler, E. (2021). The Effect of Noise Levels in the Operating Room on the Stress Levels and Workload of the Operating Room Team. *Journal of Perianesthesia Nursing*, 36(1), 54–58. <https://doi.org/10.1016/j.jopan.2020.06.024>
- Association for the Advancement of Medical Instrumentation. (n.d.). Retrieved April 6, 2020, from <https://www.aami.org/home>
- Association Française de Normalisation. (n.d.). NF S90-351. Retrieved April 4, 2021, from <https://www.normadoc.com/spanish/nf-s90-351-04-2013.html>

- Azizpour, Y., Delpisheh, A., Montazeri, Z., & Sayehmiri, K. (2017). Prevalence of low back pain in Iranian nurses: A systematic review and meta-analysis. *BMC Nursing*, 16(1), 1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s12912-017-0243-1>
- Bakola, H., Zyga, S., Stergioulas, A., Kipreos, G., & Panoutsopoulos, G. (2017). Musculoskeletal Problems Among Greek Perioperative Nurses in Regional Hospitals in Southern Peloponnese: Musculoskeletal Problems in Perioperative Nurses. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 989, 21–37. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57348-9_3
- Berguer, R. (1998). Surgical technology and the ergonomics of laparoscopic instruments. *Surgical Endoscopy*, 12(5), 458–462. <https://doi.org/10.1007/s004649900705>
- Bestratén, M., Hernández, A., Luna, P., Nogareda, C., Nogareda, S., Oncins, M., & Solé, M. D. (1974). Ergonomia. In I. N. de S. e H. en el Trabajo (Ed.), *Rev.Bras.Odont.* (Quinta edi). Madrid: Casariego.
- Betsch, D., Gjerde, H., Lewis, D., Tresidder, R., & Gupta, R. R. (2020). Ergonomics in the operating room: it doesn't hurt to think about it, but it may hurt not to! *Canadian Journal of Ophthalmology*, 55(3), 17–21. <https://doi.org/10.1016/j.cjco.2020.04.004>
- Bordignon, M., & Monteiro, M. I. (2018). Problemas de salud entre profesionales de enfermería y factores relacionados. *Enfermería Global*, 17(51), 435–469.
- Braun, B., Riehle, A., Donofrio, K., Hafiz, H., & Loeb, J. (2012). Improving Patient and Worker Safety. *The Joint Commission*, 28(2), 171. <https://doi.org/10.1097/ncq.0b013e3182849f4a>
- Brogmus, G., Leone, W., Butler, L., & Hernández, E. (2007). Best Practices in OR Suite Layout and Equipment Choices. *AORN Journal*, 86(3), 397–398.
- Burr, C., Piñó, A., Quiroz, L. A., & Martín-Lunas, E. (2011). *Guía para el paciente participativo atrevete a saber. atrevete a exigir.* 140. Retrieved from <http://cc Ciudadano.org.mx/cc Ciudadano2/wp-content/uploads/2017/02/Guia-paciente-participativo-final.pdf>
- Bustamante, L., Restrepo, N., & Velez, M. (2007). *Normas y procesos técnicos en el quirófano. Manual para personal de enfermería* Google Libros (Primera ed). Retrieved from <https://books.google.es/books?id=d0ZfXiM6HPEC&pg=PA81&lpg=PA81&dq=mang uer#v=onepage&q&f=false>
- Cardenas-Trowers, O., Kjellsson, K., & Hatch, K. (2018). Ergonomics: making the OR a comfortable place. *International Urogynecology Journal*, 29(7), 1065–1066. <https://doi.org/10.1007/s00192-018-3674-7>
- Catanzarite, T., Tan-Kim, J., Whitcomb, E., & Menefee, S. (2017). Ergonomics in surgery: A review. *Female Pelvic Medicine & Reconstructive Surgery*, 24(1), 01–12.

<https://doi.org/10.1097/SPV.0000000000000456>

CENETEC. *Guía Tecnológica No. 39 Sistema de Fluoroscopia*. , (2006).

Cofepris. *Guía de buenas prácticas para establecimientos de atención médica hospitalaria*. , (2017).

Cohen-Gadol, A. A. (2020). Surgeon's Philosophy and Ergonomic Operating Position: Advancing Efficiency and Minimizing Fatigue During Microsurgery. *World Neurosurgery*, 141, 580–582. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.06.073>

Cohen, T. N., Cabrera, J. S., Sisk, O. D., Welsh, K. L., Abernathy, J. H., Reeves, S. T., ... Boquet, A. J. (2016). Identifying workflow disruptions in the cardiovascular operating room. *Anaesthesia*, 71(8), 948–954. <https://doi.org/10.1111/anae.13521>

Cruz, A., & Garnica, A. (2010). *Ergonomía aplicada* (Cuarta). Bogotá: ECOE Ediciones.

Dąbek, J., Piotrkowicz, J., Korzeń, D., & Gašior, Z. (2019). Knowledge and use of ergonomic principles in physicians and nurses with low back pain. *Health Problems of Civilization*, 13(3), 217–224. <https://doi.org/10.5114/hpc.2019.81342>

Department of health and social care. (2007). Heating and ventilation of health sector buildings (HTM 03-01). Retrieved April 4, 2021, from <https://www.gov.uk/government/publications/guidance-on-specialised-ventilation-for-healthcare-premises-parts-a-and-b>

Diario Oficial de la Federación. *NORMA Oficial Mexicana NOM-137-SSA1-2008, Etiquetado de dispositivos médicos*. , (2008).

Diario Oficial de la Federación. *Norma Oficial Mexicana NOM-016-SSA3-2012*. , (2012).

Diario Oficial de la Federación. (2013, January 8). Norma Oficial Mexicana NOM-016-SSA3-2012. Retrieved April 4, 2021, from https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5284306&fecha=08/01/2013

Diario Oficial de la Federación. (2014, November 13). Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo. Retrieved April 4, 2021, from http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5368114&fecha=13%2F11%2F2014

Diario Oficial de la Federación. (2018, January 31). NOM-006-SSA3-2017, Para la práctica de anestesiología. Retrieved April 4, 2021, from https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5511877&fecha=31/01/2018

DOF. *Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-006-SSA3-2017, Para la práctica de anestesiología. Al.* , (2017).

Domingo, J. (2000). Diseño de salas de cirugía. *Rev. Colomb. Anestesiol*, 28(2), 117–125.

Eglseder, W. A. (2018). Operating Room Principles. *Atlas of Upper Extremity Trauma*,

- 5–16. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66857-4_2
- ElBardissi, A. W., & Sundt, T. M. (2012). Human Factors and Operating Room Safety. *Surgical Clinics of North America*, 92(1), 21–35. <https://doi.org/10.1016/j.suc.2011.11.007>
- Flores, C. (2001). *Ergonomía para el diseño* (Primera ed). Editorial Designio.
- Gawande, A. A., Zinner, M. J., Studdert, D. M., & Brennan, T. A. (2003). Analysis of errors reported by surgeons at three teaching hospitals. *Surgery*, 133(6), 614–621. <https://doi.org/10.1067/msy.2003.169>
- Gerardo-Rodriguez, M. (1983). Manual de diseño industrial. In *Rodríguez, Gerardo* (3a. Edició). Retrieved from <http://www.cua.uam.mx/pdfs/conoce/libroselec/16ManualDI.pdf>
- Gofrit, O., Weissman, C., Peleg, E., Lifshits, N., Pinchover, R., & Weiss, Y. (2016). Designing a modern surgical facility. *Perioperative Care and Operating Room Management*, 3, 12–20. <https://doi.org/10.1016/j.pcorn.2016.05.007>
- Gómez, O., Sesma, S., Becerril, S., Knaul, F., Arreola, H., & Frenk, J. (2011). Sistema de salud de México. *Salud Pública de México*, 53(1), 220–232. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6705-2_7
- González, A., Rodríguez, D., & García, L. (2009). Análisis ergonómico del diseño actual del instrumental empleado en cirugía laparoscópica y propuestas del rediseño para un diseño optimizado. *XIII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos*, 1834–1843. Retrieved from https://www.aepro.com/files/congresos/2009badajoz/ciip09_1834_1843.2728.pdf
- González, A. G., Sanz-Calcedo, J. G., López, O., Salgado, D. R., Cambero, I., & Herrera, J. M. (2015). Guide Design of Precision tool Handle Based on Ergonomics Criteria Using Parametric CAD Software. *Procedia Engineering*, 132, 1014–1020. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.590>
- González, Alfonso, Rodríguez, D., García, L., & Sánchez, A. (2018). An ergonomic customized-tool handle design for precision tools using additive manufacturing: A case study. *Applied Sciences (Switzerland)*, 8(7), 13. <https://doi.org/10.3390/app8071200>
- Grozdanovic, D., & Grozdanovic, M. (2018). Research on Key Indicators in Modern Surgical Practice Assessment: Ergonomic Approach. *Surgical Innovation*, 25(4), 323–332. <https://doi.org/10.1177/1553350618772720>
- Hallbeck, M. S., & Paquet, V. (2019). Human Factors and Ergonomics in the Operating Room: Contributions that Advance Surgical Practice: Preface. *Applied Ergonomics*, 78, 248–250. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.04.007>
- Hasfeldt, D., Laerkner, E., & Birkelund, R. (2010). Noise in the Operating Room-What Do We Know? A Review of the Literature. *Journal of Perianesthesia Nursing*, 25(6),

380–386. <https://doi.org/10.1016/j.jopan.2010.10.001>

Hawksworth, C., Asbury, A. J., & Millar, K. (1997). Music in theatre: not so harmonious. *Anaesthesia*, 52(1), 79–83. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.1997.t01-1-012-az012.x>

Henriksen, K., Dayton, E., Keyes, M. A., Carayon, P., & Hughes, R. (2008). Understanding Adverse Events: A Human Factors Framework. *Patient Safety and Quality: An Evidence-Based Handbook for Nurses*, 67–86. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21328766>

Hernández, Fernández, & Baptista. (2010). *Metodología de la Investigación*.

Hernandez, C. de P. (2016). Bases fundamentales de quirófano I. *Perfeccionamiento En Quirofano Para Personal Sanitario*, 11–33. Retrieved from <https://www.faeditorial.es/capitulos/perfeccionamiento-quirofano-personal-sanitario.pdf>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación* (cuarta edi). Retrieved from <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Hortal Alonso, R. M., Salido Olivares, M., Navarro Alonso, P., & Candelas Rodríguez, G. (2005). Epicondilitis. *Seminarios de La Fundacion Espanola de Reumatologia*, 6(2), 79–88. [https://doi.org/10.1016/S1577-3566\(05\)74488-2](https://doi.org/10.1016/S1577-3566(05)74488-2)

Hosking, S., & Haggard, L. (2003). Healing the Hospital Environment: Design, Management and Maintenance of Healthcare Premises. In *Healing the Hospital Environment: Design, Management and Maintenance of Healthcare Premises*. <https://doi.org/10.4324/9780203015780>

Huh, J., Sehrt, D., Molina, W. R., Kim, H. J., Turner, C. D., & Kim, F. J. (2011). A novel ergonomic surgical chair for laparoscopic pelvic surgery: Initial experience. *Journal of Urology*, 37(4), 455–460. Retrieved from <http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L70295592%5Cnhttp://dx.doi.org/10.1089/end.2010.2003.suppl%5Cnhttp://link.kib.ki.se/?sid=EMBASE&issn=08927790&id=doi:10.1089%2Fend.2010.2003.suppl&atitle=A+novel+ergonomic+surgical+cha>

IDEO. (n.d.). *Diseño centrado en las personas* (2 edición). Retrieved from <http://www.designkit.org/resources/1>

Imss, E. (2016). *El IMSS realiza más de cinco mil cirugías*. (241), 1–6. Retrieved from <http://www.imss.gob.mx/prensa/archivo/201612/241>

Indramohan, V. P., Ashford, R., Khan, S., & Lintern, M. (2012). Are surgeon's content with the current surgical headgear systems. *Journal of Medical Engineering and Technology*, 36(7), 366–371. <https://doi.org/10.3109/03091902.2012.712203>

- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (n.d.). INTE/ISO 11226:2018. Retrieved April 1, 2021, from <https://www.inteco.org/shop/inte-iso-11226-2018-ergonomia-evaluacion-de-posturas-de-trabajo-estaticas-2927>
- Instituto Mexicano del Seguro Social. *Guía de Referencia Rápida Laparotomía y / Laparoscopia Diagnóstica en Abdomen Agudo no Traumático en el Adulto Guía de Práctica Clínica GPC.* , Pub. L. No. IMSS-509-11 (2011).
- International Electrotechnical Commission. *IEC 60598-2-25 Luminaires- Part 2: particular requirements. Section 25: Luminaires for use in clinical areas of hospitals and health care buildigs.* , (2004).
- International Organization for Standardization. (n.d.-a). ISO - ISO 16142-1:2016 - Medical devices — Recognized essential principles of safety and performance of medical devices — Part 1: General essential principles and additional specific essential principles for all non-IVD medical devices and guidance on the. Retrieved April 1, 2021, from <https://www.iso.org/standard/63939.html>
- International Organization for Standardization. (n.d.-b). ISO 13485:2016 - Medical devices — Quality management systems — Requirements for regulatory purposes. Retrieved April 4, 2021, from <https://www.iso.org/standard/59752.html>
- International Organization for Standardization. *ISO 9241-110: 2006 Ergonomía de la interacción humano-sistema.* , Pub. L. No. Part. 110: Dialogue Principles (2006).
- Janki, S., Mulder, E. E. A. P., IJzermans, J. N. M., & Tran, T. C. K. (2016). Ergonomics in the operating room. *Surgical Endoscopy*, 31(6), 2457–2466. <https://doi.org/10.1007/s00464-016-5247-5>
- Jaschinski-Kruza, W. (1991). Eyestrain in VDU users: Viewing distance and the resting position of ocular muscles. *Human Factors*, 33(1), 69–83. <https://doi.org/10.1177/001872089103300106>
- Jensen, M. J., Liao, J., Van Gorp, B., Sugg, S. L., Shelton, J., Corwin, C., & Lal, G. (2020). Incorporating Surgical Ergonomics Education into Surgical Residency Curriculum. *Journal of Surgical Education*. <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2020.11.004>
- Joint Commission International. (2014). *Estándares de acreditación para hospitales de Joint Commission International* (5ta edición; Joint Commission Resources, Ed.).
- Joseph, A., Bayramzadeh, S., Zamani, Z., & Rostenberg, B. (2018). Safety, Performance, and Satisfaction Outcomes in the Operating Room: A Literature Review. *Health Environments Research and Design Journal*, 11(2), 137–150. <https://doi.org/10.1177/1937586717705107>
- Kahn, D. M., Cook, T. E., Carlisle, C. C., Nelson, D. L., Kramer, N. R., & Millman, R. P. (1998). Identification and modification of environmental noise in an ICU setting. *Chest*, 114(2), 535–540. <https://doi.org/10.1378/chest.114.2.535>

- Katz, J. D. (2014). Noise in the operating room. *Anesthesiology*, 121(4), 894–898. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000000319>
- Kelts, G. I., McMains, K. C., Chen, P. G., & Weitzel, E. K. (2015). Monitor height ergonomics: A comparison of operating room video display terminals. *Allergy & Rhinology*, 6(1), 28–32. <https://doi.org/10.2500/ar.2015.6.0119>
- Knulst, A. J., Mooijweer, R., Jansen, F. W., Stassen, L. P. S., & Dankelman, J. (2011). Indicating shortcomings in surgical lighting systems. *Minimally Invasive Therapy and Allied Technologies*, 20(5), 267–275. <https://doi.org/10.3109/13645706.2010.534169>
- Kumar, V. (2013). *101 Design Methods*. New Jersey: John Wiley & Son.
- Kurmann, A., Tschan, F., Semmer, N. K., Seelandt, J., Candinas, D., & Beldi, G. (2012). Human factors in the operating room - The surgeon's view. *Trends in Anaesthesia and Critical Care*, 2(5), 224–227. <https://doi.org/10.1016/j.tacc.2012.07.007>
- La Agenda de Desarrollo Sostenible. (2015). Retrieved November 7, 2019, from Objetivos de Desarrollo Sostenible website: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>
- Lakhiani, C., Fisher, S. M., Janhofer, D. E., & Song, D. H. (2018). Ergonomics in microsurgery. *Journal of Surgical Oncology*, 118(5), 840–844. <https://doi.org/10.1002/jso.25197>
- Li, Z., Wang, G., Tan, J., Sun, X., Lin, H., & Zhu, S. (2016). Building a framework for ergonomic research on laparoscopic instrument handles. *International Journal of Surgery*, 30, 74–82. <https://doi.org/10.1016/j.ijso.2016.04.027>
- Lloret, G. (2007). Descontaminación y pasivación de aceros inoxidables. *Observatorio Tecnológico Del Metal*, 1–13. Retrieved from http://www.aimme.es/archivosbd/observatorio_oportunidades/descontaminacion_y_pasivacion_aceros.pdf
- López, J. L., Trejo, S., Ramírez, N., Manuel, F., & Obeso, J. (2007). La electrocirugía en el tratamiento de las lesiones intraepiteliales del cérvix. *Medigraphic Artemisa En Línea*, 1(1), 31–35. Retrieved from <https://www.medigraphic.com/pdfs/enfrac/et-2007/et071g.pdf>
- Maciel, D. P., Millen, R. A. M., Xavier, C. A., Morrone, L. C., & Silva-Júnior, J. S. (2012). Musculoskeletal disorder related to the work of doctors who perform medical invasive evaluation. *Work*, 41(SUPPL.1), 1860–1863. <https://doi.org/10.3233/WOR-2012-0398-1860>
- Manasnayakorn, S., Cuschieri, A., & Hanna, G. B. (2009). Ergonomic assessment of optimum operating table height for hand-assisted laparoscopic surgery. *Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques*, 23(4), 783–789. <https://doi.org/10.1007/s00464-008-0068-9>

- Mann + Hummel. (n.d.). La norma ISO 16890. Retrieved April 4, 2021, from <https://airfiltration.mann-hummel.com/es/conocimiento-sobre-el-aire/estandares-de-filtracion/iso-16890/hagase-con-la-informacion-clave-sobre-la-iso-16890-en-solo-tres-minutos/>
- Marcos, P., Seitz, T., Bubb, H., Wichert, A., & Feussner, H. (2006). Computer simulation for ergonomic improvements in laparoscopic surgery. *Applied Ergonomics*, 37(3), 251–258. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2005.09.003>
- Matern, U., & Koneczny, S. (2007). Safety, hazards and ergonomics in the operating room. *Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques*, 21(11), 1965–1969. <https://doi.org/10.1007/s00464-007-9396-4>
- Medline Plus. (n.d.). Cateterismo cardiaco. Retrieved April 15, 2020, from Enciclopedia Médica A.D.A.M website: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003419.htm>
- Mondelo, P. R., Gregori, E., & Barrau, P. (1999). *Ergonomía 1: Fundamentos* (Tercera ed). Retrieved from <http://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=nqipsDjjsekC&pgis=1>
- Moreno, V., Busto, J. M., & Murguía, G. (2018). *Manual de CEyE y quirófano*. Retrieved from <http://www.cufcd.edu.mx/calidad/v20/documentacion/CM/CEMA-MN-ENF-CEYE-01 V.3.0 Manual de CEyE y quirofono.pdf>
- Morton, P. J. (2012). Implementing AORN Recommended Practices for MIS: Part II. *AORN Journal*, 96(4), 378–395. <https://doi.org/10.1016/j.aorn.2012.07.010>
- Nastase, I., Croitoru, C., Vartires, A., & Tataranu, L. (2015). Indoor Environmental Quality in Operating Rooms: An European Standards Review with Regard to Romanian Guidelines. *Energy Procedia*, 85(November 2015), 375–382. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.12.264>
- Normalización española. (n.d.). UNE 100713:2005 Instalaciones de acondicionamiento de aire en ... Retrieved April 4, 2021, from <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0034264>
- Normalización Española. (n.d.-a). UNE-EN 1005-5:2007 Seguridad de las máquinas. Comportamiento f... Retrieved April 4, 2021, from <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0040129>
- Normalización Española. (n.d.-b). UNE-EN ISO 7250-1:2010 Definiciones de las medidas básicas del... Retrieved April 1, 2021, from <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0046047>
- Norman, D. (1988). *The Design of Everyday Things*. Retrieved from <https://vahiidl.ir/wp-content/uploads/2019/04/The-Design-of-Everyday-Things-Revised-and-Expanded-Edition.pdf>
- Ofek, E., Pizov, R., & Bitterman, N. (2006). From a radial operating theatre to a self-contained operating table. *Anaesthesia*, 61(6), 548–552.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2006.04622.x>

- Organización Mundial de la Salud. (2008). La Investigación en Seguridad del Paciente. *Organización Mundial de La Salud*, 11. Retrieved from http://www.who.int/patientsafety/information_centre/documents/ps_research_brochure_es.pdf
- P, R., & J, M. (2003). Intubación, sedación y adaptación a la ventilación mecánica. *Ventilación Mecánica En Pediatría (VI)*, 59(Vi), 462–472.
- Palmer, G., Abernathy, J. H., Swinton, G., Allison, D., Greenstein, J., Shappell, S., ... Reeves, S. T. (2013). Realizing improved patient care through humancentered operating room design: A human factors methodology for observing flow disruptions in the cardiothoracic operating room. *Anesthesiology*, 119(5), 1066–1077. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e31829f68cf>
- Papaspyros, S. C., Kar, A., & O'Regan, D. (2015). Surgical ergonomics. Analysis of technical skills, simulation models and assessment methods. *International Journal of Surgery*, 18, 83–87. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2015.04.047>
- Patkin, M. (2003). What surgeons want in operating rooms. *Minimally Invasive Therapy and Allied Technologies*, 12(6), 256–262. <https://doi.org/10.1080/13645700310021133>
- Petrovic, M. (2016). Analysis: Experts reveal how healthcare design has developed over the years. Retrieved March 21, 2020, from Comercial Interior Design website: <https://www.commercialinteriordesign.com/insight/analysis-experts-reveal-how-healthcare-design-has-developed-over-the-years>
- Philips, N. M. (2017). *Berry & Kohn's operating room technique* (13 edición). St. Louis, Missouri: Elsevier.
- Protechnik. (2018). DIN 1946-4 . Retrieved April 4, 2021, from <https://www.protechnik.com.pe/recursos/normativas/din-1946-4/>
- Quinn, D., & Moohan, J. (2015). Optimal laparoscopic ergonomics in gynaecology. *The Obstetrician & Gynaecologist*, 17(2), 77–82. <https://doi.org/10.1111/tog.12176>
- Rao, R. (2016). Ergonomical aspects of anaesthetic practice. *Indian Journal of Anaesthesia*, 60(5), 306–311. <https://doi.org/10.4103/0019-5049.181590>
- Real Academia Española. (n.d.). Diccionario de la lengua española. Retrieved April 15, 2020, from versión 23.3 en línea website: <https://dle.rae.es>
- Rodríguez Macías, M. (2018). *Programa de Entrenamiento para Innovadores. Entender la oportunidad: comprende a tus clientes*. Retrieved from <https://elcaminoparainnovar.com/wp-content/uploads/2018/09/Mapa-de-Empatía.pdf>
- Rodríguez Patricia, V. S. (2011). *Posición del equipo quirúrgico en la enseñanza*. 865–

869. Retrieved from http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/raci/v15/v15_a12.pdf
- Rosenblatt, P. L., McKinney, J., & Adams, S. R. (2013). Ergonomics in the operating room: Protecting the surgeon. *Journal of Minimally Invasive Gynecology*, 20(6), 744. <https://doi.org/10.1016/j.jmig.2013.07.006>
- Royal College of Anaesthetists. (2020, January 31). Chapter 5: Guidelines for the Provision of Emergency Anaesthesia Services 2020 | The Royal College of Anaesthetists. Retrieved April 1, 2021, from <https://rcoa.ac.uk/gpas/chapter-5>
- Salud, O. M. de la. (2008). Lista OMS de verificación de la seguridad de la cirugía manual de aplicación: la cirugía segura salva vidas. In *La cirugía segura salva vidas*. https://doi.org/https://www.who.int/patientsafety/safesurgery/sssl_brochure_spanish.pdf
- Salud, M. D. E., Del, P., Normatización, D. D. E., Msp, D. E. L., M, M. C. V., Ruilova, D. M., & Aguinaga, D. G. (2013). *Nacional de salud*. 1–49.
- Sánchez-Margallo, J. A., González, A., García, L., Gómez, C., Pagador, B., & Sánchez-Margallo, F. (2020). Comparative study of the use of different sizes of an ergonomic instrument handle for laparoscopic surgery. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(4), 14. <https://doi.org/10.3390/app10041526>
- Sánchez, O., González, Y., Hernández, C., & Dávila, E. (2015). *Manual de instrumental quirúrgico*. 1–9. Retrieved from <http://www.medigraphic.com/pdfs/medisur/msu-2014/msu145n.pdf>
- Sancibrian, R., Gutierrez-Diez, M. C., Torre-Ferrero, C., Benito-Gonzalez, M. A., Redondo-Figuero, C., & Manuel-Palazuelos, J. C. (2014). Design and evaluation of a new ergonomic handle for instruments in minimally invasive surgery. *Journal of Surgical Research*, 188(1), 88–99. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2013.12.021>
- Sanz, L., González, J., Navarrete, F., & Martínez, E. (2002). Estudio ergonómico del cirujano durante la colecistectomía por vía abierta y laparoscópica. *Cirugía Española*, 82(4), 192–196. [https://doi.org/10.1016/S0009-739X\(02\)71959-3](https://doi.org/10.1016/S0009-739X(02)71959-3)
- Schlüssel, A. T., & Maykel, J. A. (2019). Ergonomics and Musculoskeletal Health of the Surgeon. *Clinics in Colon and Rectal Surgery*, 32(6), 424–434. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1693026>
- Seagull, F. J. (2012). Disparities between industrial and surgical ergonomics. *Work*, 41, 4669–4672. <https://doi.org/10.3233/WOR-2012-0107-4669>
- Secretaria de Salud de Chihuahua. (2016). *Lineamientos del plan de trabajo en regiones y redes integradoras*. Retrieved from <http://www.chihuahua.gob.mx/atach2/ss/uploads/Estadisticas/LINEAMIENTOS DEL PLAN DE TRABAJO EN REGIONES Y REDES INTEGRADAS.pdf>
- Secretaría del trabajo y previsión social. *Reglamento Federal de Seguridad y Salud en*

el Trabajo. , (2014).

Simmedica Endoscopy & Surgery. (n.d.). Insuflador CO2. Retrieved April 15, 2020, from Accesorios Endoscópicos website: <https://simmedica.com/endoscopia/accesorios-endoscopicos/insuflador-co2/>

Singh, R., & Suri, A. (2020). Three-Dimensional Printed Ergonomically Improved Microforceps for Microneurosurgery. *World Neurosurgery*. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.05.105>

Soueid, A., Oudit, D., Thiagarajah, S., & Laitung, G. (2010). The pain of surgery: Pain experienced by surgeons while operating. *International Journal of Surgery*, 8(2), 118–120. <https://doi.org/10.1016/j.ijso.2009.11.008>

Steinhilber, B., Reiff, F., Seibt, R., Rieger, M. A., Martus, P., Kraemer, B., & Rothmund, R. (2017). Ergonomic Benefits from a Laparoscopic Instrument with Rotatable Handle Piece Depend on the Area of the Operating Field and Working Height. *Human Factors*, 59(7), 18. <https://doi.org/10.1177/0018720817712597>

Stellon, M., Seils, D., & Mauro, C. (2017). Assessing the importance of surgeon hand anthropometry on the design of medical devices. *Journal of Medical Devices, Transactions of the ASME*, 11(4), 5–10. <https://doi.org/10.1115/1.4037257>

Suárez, R. (2017). Pensar y diseñar en plural. Los siete principios del diseño universal. *Revista Digital Universitaria*, 18, 01–12. Retrieved from <http://www.revista.unam.mx/vol.18/num4/art30>

Surma-aho, A., Hölttä-Otto, K., Nelskylä, K., & Lindfors, N. C. (2020). Usability issues in the operating room – Towards contextual design guidelines for medical device design. *Applied Ergonomics*, 90. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2020.103221>

Tamburaci, E., & Mülayim, B. (2020). Awareness and practice of ergonomics by gynecological laparoscopists in Turkey. *Ginekologia Polska*, 91(4), 175–180. <https://doi.org/10.5603/GP.A2020.0036>

Tan, G., & Rao, S. S. C. (2019). Part I: How to ergonomically design a modern endoscopic suite. *Techniques in Gastrointestinal Endoscopy*, 21(3), 133–139. <https://doi.org/10.1016/j.tgie.2019.07.001>

Texas Heart Institute. (n.d.). ¿Qué es un perfusionista? Retrieved from Heart Information Center website: <https://www.texasheart.org/heart-health/heart-information-center/topics/que-es-un-perfusionista/>

The Center for Health Design. (2017). Safety Risk Assessment Toolkit | A Process to Mitigate Risk [CHD Tools]. Retrieved from The Center for Health Design SRA website: <https://www.healthdesign.org/sra>

Tinubu, B. M., Mbada, C. E., Oyeyemi, A. L., & Fabunmi, A. A. (2010). Work-related musculoskeletal disorders among nurses in Ibadan, South-west Nigeria: A cross-sectional survey. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 11, 6–13.

<https://doi.org/10.1186/1471-2474-11-12>

- Toxqui, J., Sánchez, A., Velasco, C., & Monroy, M. (2014). *Manual de procedimientos de enfermería quirúrgica*.
- Tung, K. D., Shorti, R. M., Downey, E. C., Bloswick, D. S., & Merryweather, A. S. (2014). The effect of ergonomic laparoscopic tool handle design on performance and efficiency. *Surgical Endoscopy*, 29(9), 2500–2505. <https://doi.org/10.1007/s00464-014-4005-9>
- U.S. Food and Drug Administration. (n.d.). Guidance Documents (Medical Devices and Radiation-Emitting Products) | FDA. Retrieved April 4, 2021, from <https://www.fda.gov/medical-devices/device-advice-comprehensive-regulatory-assistance/guidance-documents-medical-devices-and-radiation-emitting-products>
- Universidad de Navarra. (n.d.). Neuropraxia. Retrieved from Diccionario Médico website: <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/neuroapraxia>
- Vaisbuc, Y., Moore, J. M., Jackler, R. K., & Vaughan, J. (2018). Operating room ergonomics: A practical approach for reducing operating room ergonomic hazards. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 590, 462–468. https://doi.org/10.1007/978-3-319-60483-1_48
- Van Veelen, M. A., & Meijer, D. W. (1999). Ergonomics and design of laparoscopic instruments: Results of a survey among laparoscopic surgeons. *Journal of Laparoendoscopic and Advanced Surgical Techniques - Part A*, 9(6), 481–489. <https://doi.org/10.1089/lap.1999.9.481>
- Velasco, K. (2013). Ergonomía en instrumentación quirúrgica Introducción. *Repertorio de Medicina y Cirugía*, 22(3), 168–176. Retrieved from https://www.fucsalud.edu.co/sites/default/files/2017-09/168-176_0.pdf
- Vredenburg, K., Isensee, S., & Righi, C. (2001). *User-Centered Design: An Integrated Approach* (1st. ed.). Prentice Hall.
- Vural, F., & Sutsunbuloglu, E. (2016). Ergonomics: an important factor in the operating room. *Journal of Perioperative Practice*, 26(7–8), 174–178. <https://doi.org/10.1177/1750458916026007-804>
- Wahr, J. A., Prager, R. L., Abernathy, J. H., Martinez, E. A., Salas, E., Seifert, P. C., ... Nussmeier, N. A. (2013). Patient safety in the cardiac operating room: Human factors and teamwork: A scientific statement from the american heart association. *Circulation*, 128(10), 1139–1169. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e3182a38efa>
- Whittaker, G., Abboudi, H., Khan, M. S., Dasgupta, P., & Ahmed, K. (2015). Teamwork Assessment Tools in Modern Surgical Practice: A Systematic Review. *Surgery Research and Practice*, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2015/494827>
- WHO. (2008). *Lista De Verificación De La Seguridad De La Cirugía*. 1.

- Wiggermann, N., Bunnell, S., Hildebrand, C., Jones, M. L. H., & Bradtmiller, B. (2017). Anthropometric data for medical equipment design: a sample of patients with high body mass. *Surgery for Obesity and Related Diseases*, 13(10), 152. <https://doi.org/10.1016/j.soard.2017.09.335>
- World Health Organization. (1996). District Hospitals: Guidelines for Development WHO. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Second edi). WHO Regional Publications.
- Yamada, N., Fuerch, J., & Halamek, L. (2019). Ergonomic Challenges Inherent in Neonatal Resuscitation. *Indian Journal of Critical Care Medicine*, 11(2), 81–89. <https://doi.org/10.4103/0972-5229.33390>
- Yeola, M., Gode, D., & Bora, A. (2019). Ergonomics in Laparoscopy. *International Journal of Recent Surgical and Medical Sciences*, 3(2), 102–108. https://doi.org/10.5005/jp/books/14174_6

Referencias de figuras

- Amico. *Sistema de Lámparas Quirúrgicas iCE LED* [Figura]. Retrieved from <http://www.amico.com/es/products/lamparas-para-salas-de-operacion/sistema-de-lamparas-quirurgicas-ice-led-sistemas-de-suspension/sistema-de-lamparas-quirurgicas-ice-led>
- Casas, O. (2020). *Hospitales no están preparados para la crisis por Covid-19* [Figura]. Retrieved from <https://www.elheraldodejuarez.com.mx/local/hospitales-no-estan-preparados-para-la-crisis-por-covid-19-lorenzo-soberanes-5044628.html>
- De Aquí el periódico. (2020). *Imagen del quirófano del Hospital Provincial de Castellón.-EPDA* [Figura]. Retrieved from <https://www.elperiodicodeaqui.com/epda-noticias/el-provincial-de-castello-actualiza-sus-quirofanos-inteligentes-con-tecnologia-de-ultima-generacion/199687>
- Dh material médico. *Mesa de Mayo* [Figura]. Retrieved from <https://www.dhmaterialmedico.com/mesa-mayo>
- Draeger. *Primus Infinity Empowered* [Figura]. Retrieved from https://www.draeger.com/es_es/Hospital/Products/Anaesthesia-Workstations/Anaesthesia-Machines/Primus-Infinity-Empowered
- Freepik. *Concepto de cirugía, medicina y personas* [Figura]. Retrieved from <http://www.freepik.com>
- INDURA Grupo Air Products. *Mesa Quirúrgica Motorizada Bf683 TD* [Figura]. Retrieved from <https://www.indura.cl/Mobile/CL/1049149/mesa-quirurgica-motorizada-bf683-td/6>
- J&D CALVER. (2018). *Pisos Epoxicos* [Figura]. Retrieved from <https://jdcilver.negocio.site/posts/3040313479722604666>
- Leboriz. (2020). *Mangos y Hojas de Bisturí* [Figura]. Retrieved from <https://www.leboriz.com/producto/mango-de-bisturi/>
- Made in China Connecting buyers with Chinese Suppliers. (2020). *Los retractores de retención automática Plester Otoscopy* [Figura]. Retrieved from https://es.made-in-china.com/co_wanhemedical/product_Otoscopy-Plester-Self-Retaining-Retractors_rrnheyug.html
- Made in China Connecting Buyers with Chinese Suppliers. *Sala de Cirugía de la puerta de quirófano con la función de bajada de blindaje* [Figura]. Retrieved from https://es.made-in-china.com/co_shmeiman/product_Hermetic-Airtight-Air-Sealed-Surgery-Room-Operating-Room-Door-with-Shielding-Down-Function_rguggoyig.html

- Medline Plus. *Síndrome del túnel carpiano* [Figura]. Retrieved from <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000433.htm>
- Reddit. (2018). *Fiancé's Dad had open heart surgery, these were the machines and cables in his room the next day* [Figura]. Retrieved from https://www.reddit.com/r/cablefail/comments/81gwn0/fianc%C3%A9s_dad_had_op_en_heart_surgery_these_were_the/
- Review of system. (2015). *What it looks like during an open heart operation* [Figura]. Retrieved from <https://reviewofsystems.wordpress.com/tag/open-heart-surgery/>
- Petrovic, M. (2016). *Experts reveal how healthcare design has developed over the years* [Figura]. Retrieved from <https://www.commercialinteriordesign.com/insight/analysis-experts-reveal-how-healthcare-design-has-developed-over-the-years>
- Pignata, M. *Centro de iluminación quirúrgica* [Figura]. Retrieved from <https://freepik.com>
- The Center for Health Design. (2017). *How do we use this SRA toolkit* [Figura]. Retrieved from <https://www.healthdesign.org/sra>
- Trull Ahuir, C. (2017). *Cristina desempeñando las funciones de enfermera de quirófano* [Figura]. Retrieved from <https://blog.uchceu.es/enfermeria/experiencias-en-quiroyano/>