

UNIVERSIDAD DON BOSCO

FACULTAD DE INGENIERIA



TRABAJO DE GRADUACION

**ELABORACION DE UN PLAN DE
CAPACITACION PARA LA
CONSERVACION DE EQUIPOS
MEDICOS EN UN HOSPITAL.**

Trabajo elaborado para optar al grado de:

Ingeniero Biomédico

Presentado por:

Alejandro Díaz Arteaga.



Ciudadela Don Bosco

Soyapango, 1999



Universidad Don Bosco

Rector:

Ing. Federico Miguel Huguet rivera.

Secretario General:

Pbro. Pedro José García García.

Decano Facultad de Ingeniería:

Ing Carlos Guillermo Bran.

Asesor del Proyecto de Graduación:

Ing. Ernesto Godofredo Girón.



Ing. Boris Adalberto Chavez.
Jurado Evaluador

Ing. Carlos Edgardo Osorio
Jurado Evaluador

Ciudadela Don Bosco

Noviembre de 1999



Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Biomédica



Jurado Evaluador del Proyecto de Graduación.

“ELABORACION DE UN PLAN DE
CAPACITACION PARA LA CONSERVACION DE
EQUIPOS MEDICOS EN UN HOSPITAL”

Ing. Boris Adalberto Chavez.
Jurado Evaluador

Ing. Carlos Edgardo Osorio
Jurado Evaluador

Ing Ernesto Godofredo Girón.
Asesor del Proyecto.

AGRADECIMIENTOS.

Es interesante poder agradecer algo que de verdad has querido y lo cual no se te permitió obtenerlo en tu tiempo, sin embargo deseo agradecer este trabajo de graduación a mi padre adoptivo el cual me recogió cuando mis padres me despreciaron y borraron de sus corazones, y que a pesar de mis múltiples defectos y sinsabores me ama y me dio el regalo más grande que cualquier humano desearía en esta vida. Quiero agradecer en esta humilde nota al dueño de todo lo que existe, de la plata y el oro, a *Jesucristo*.

Además deseo agradecer muy especialmente a:

- Ing. Ernesto Girón, por demostrarme que un amigo es el que se preocupa por ayudar al otro, y creer en mi.
- Ing. Víctor Cuchillac, por ser además de un verdadero amigo, el hermano que quize tener.
- A mi esposa Hazel, la cual me apoyó en todo momento y ser mi ayuda idónea.
- A mi hijo Ale, al que podré enseñarle que un padre debe creer en su hijo no importando que posea muchos defectos.
- A mi suegra Hazel Molina, la cual me adopto como su hijo.
- A Juan Carlos Rivas, el cual fue la herramienta que utilizó Dios para emprender este trabajo.
- A mi pastor Carlos Veliz, quien me dio una palabra de sabiduría y aliento para seguir adelante en todo momento.

Alejandro.



INTRODUCCION.

A medida el desarrollo tecnológico fue avanzando alrededor del mundo, los países industrializados en el área biomédica, comenzaron en una era de competitividad y desarrollo muy acelerado, lo que repercutió en cada uno de los sectores productivos y de servicio a ese nivel y de esa especialidad. Poniendo en el mercado una cantidad de tecnología de vanguardia, la cual fue haciendo mas complejo los sistemas, con el fin de hacer “mas eficientes, mas efectivos y mas sencillos en su uso”; Sin embargo estos sistemas al hacerse cada vez mas complicados requirieron de mayor y mejor mano de obra tecnicada para poder operar y dar soporte de mantenimiento a dichos aparatos. Esa fue la razón por la cual desarrollar planes de capacitación fueron necesarios, de allí la necesidad de implementar un plan de capacitación para el mantenimiento de equipos médicos toma validez en un contexto de un débil proceso de enseñanza a nivel nacional.

En algunos países, hasta el 60% del equipo biomédico puede encontrarse inactivo en cualquier momento por sufrir averías de importancia. Sin embargo, en muchos casos las averías podrían haberse evitado si los operadores del equipo hubieran respetado determinadas reglas básicas de prevención y aplicado procedimientos rutinarios de mantenimiento. Desafortunadamente, a menudo el personal del hospital ignora esos procedimientos, y hasta ahora se ha publicado poca información sobre este tema.

Este manual pretende colmar esa laguna facilitando orientaciones prácticas sobre el mantenimiento y la reparación de 8 equipos básicos de acuerdo a las necesidades actuales en que nuestro país se encuentra, en el diario vivir dentro de los hospitales. Está destinado a las instituciones de atención sanitaria que carecen de técnicos o ingenieros con experiencia de especialistas y expone tanto las precauciones necesarias en la operación cotidiana como los problemas más comunes que suelen presentarse. Su información resultará inestimable para el personal de mantenimiento del equipo durante su utilización diaria y para quienes dirigen programas de formación.

Además este plan presenta la necesidad de capacitación actual que nuestro país necesita, dentro de todos los niveles de salud, ya sea a nivel público como privado; junto con el desarrollo del programa de capacitación, incluyendo todos los puntos que esto encierra.

Se desarrollaron los 8 manuales de uso y mantenimientos de los equipos que calificaron prioritarios dentro de la tabulación de resultados del desarrollo de detección de las necesidades de capacitación.

INDICE.

| TEMA | PAGS. |
|--|-------|
| Agradecimientos. | |
| Objetivos. | |
| Introducción | |
| Capitulo 1 Análisis de Capacitación. | |
| 1.1 Análisis de capacitación | 1 |
| 1.1.1 Proceso de la investigación | 3 |
| 1.1.1.a Detección de necesidades de capacitación para técnicos de mantto. | 4 |
| 1.1.1.b Detección de necesidades de capacitación para operadores del equipo | 5 |
| 1.1.2 Priorizar necesidades de capacitación | 6 |
| 1.1.3 Elaboración de un formulario de encuesta | 7 |
| 1.1.4 Recopilación de Información | 9 |
| 1.1.5 Tabulación de resultados | 9 |
| Conclusiones | 14 |
| Capitulo 2 Elaboración de un plan de Capacitación. | |
| 2.1 Partes del plan de capacitación | 16 |
| 2.1.1 Que capacitación se dará | 16 |
| 2.1.2 Cuando ocurrirá | 17 |
| 2.1.3 Cuantos participarán | 17 |
| 2.1.4 Donde se efectuará | 18 |
| 2.1.5 Quien lo impartirá | 20 |
| 2.2.1 Perfiles de los instructores | 20 |
| 2.2.2 Perfil de los operadores | |
| 2.3 Elaboración de un presupuesto para las actividades del programa de capacitación. | 22 |
| 2.4 Listado de verificación del programa de capacitación. | 24 |
| 2.5 Seguimiento y evaluación del plan de capacitación. | 27 |
| 2.6 Cronograma de actividades | 30 |

Capítulo 3 Manuales de Capacitación.

| | | |
|----------|--|-----------|
| | Introducción General. | 31 |
| | 1. Microscopio | 32 |
| | Indice | 34 |
| I | Introducción | 35 |
| II | Objetivos | 35 |
| 3.1.1 | Fundamentos de operación | 36 |
| 3.1.1.11 | Sistema óptico | 36 |
| 3.1.1.12 | Lente objetivo | 37 |
| 3.1.1.13 | Ocular | 38 |
| 3.1.1.14 | Aumento del sistema | 38 |
| 3.1.1.2 | Sistema de iluminación | 39 |
| 3.1.1.3 | Sistema mecánico | 40 |
| 3.1.1.31 | Empleo del microscopio | 41 |
| 3.1.1.32 | Forma de coger y transportar el microscopio | 41 |
| 3.1.1.33 | Colocación del microscopio | 41 |
| 3.1.1.34 | Instalación del microscopio | 42 |
| 3.1.1.35 | Enfoque del microscopio | 42 |
| 3.1.2 | Rutinas de mantenimiento preventivo | 44 |
| 3.1.3 | Diagrama de bloques del microscopio | 46 |
| 3.1.4 | Tabla de fallos posibles | 46 |
| 3.1.5 | Características técnicas | 47 |
| 3.1.6 | Seguridad e Higiene | 47 |
| 3.1.6.2 | Precauciones a tomar para los Climas Cálidos | 48 |
| 3.1.7 | Programa de Capacitación | 49 |
| | -Contenido | |
| | -Prácticas a desarrollar | |
| | Bibliografía. | 52 |

| | | |
|-------|--|-----------|
| | 2. Desfibrilador | 54 |
| | Indice | 55 |
| I | Introducción | 56 |
| II | Objetivos | 56 |
| 3.2.1 | Fundamentos fisiológicos y anatómicos | 57 |
| 3.2.2 | Fundamentos de operación | 59 |
| | - Modos de operación | |
| | - Procedimiento y cuidados en la utilización | |
| | - Operación del equipo | |
| | - Corrección de la energía ajustada | |
| 3.2.3 | Rutinas de mantenimiento preventivo | 65 |
| 3.2.4 | Diagrama de bloques | 66 |
| 3.2.5 | Tabla de fallas posibles | 67 |
| 3.2.6 | Características técnicas | 68 |
| 3.2.7 | Programa de capacitación | 70 |
| | -Contenido. | |
| | -Prácticas a desarrollar. | |
| | Bibliografía | 72 |
| | 3. Electrocauterio | 73 |
| | Indice | 75 |
| I | Introducción | 76 |
| II | Objetivos | 76 |
| 3.3.1 | Principios Físicos | 75 |
| 3.3.2 | Fundamentos de operación | 78 |
| | - Modos de operación | |
| | - Procedimiento y cuidados en la utilización | |
| | - Operación del equipo | |
| | - Corrección de la energía ajustada | |
| 3.3.3 | Rutinas de mantenimiento preventivo | 81 |
| 3.3.4 | Diagrama de bloques | 82 |
| 3.3.5 | Tabla de fallas posibles | 83 |
| 3.3.6 | Características técnicas | 84 |

| | | |
|-------|--|------------|
| 3.3.7 | Seguridad e higiene en la operación de un electrobisturí | 85 |
| 3.3.8 | Programa de capacitación | 87 |
| | -Contenido | |
| | -Prácticas a desarrollar | |
| | Bibliografía | 89 |
| | 4. Máquinas de Anestesia. | 90 |
| | Índice | 92 |
| I | Introducción | 93 |
| II | Objetivos | 93 |
| 3.4.1 | Fundamentos de operación | 94 |
| | - El vaporizador. | |
| | - Reguladores de presión | |
| | - Descripción del equipo | |
| | - Monitores | |
| | - Ventilador | |
| | - Sistema de abastecimiento | |
| 3.4.2 | Mantenimiento preventivo | 103 |
| 3.4.3 | Diagrama neumático del equipo | 105 |
| 3.4.4 | Tabla de fallas posibles | 107 |
| 3.4.5 | Características técnicas | 109 |
| 3.4.6 | Seguridad e higiene | 112 |
| 3.4.7 | Programa de capacitación | 117 |
| | -Contenido | |
| | -Prácticas a desarrollar | |
| | Bibliografía | 119 |
| | 5. Monitores. | 120 |
| | Índice | 122 |
| I | Introducción | 123 |
| II | Objetivos | 123 |
| 3.5.1 | Fundamentos de operación | 124 |
| | Operación del monitor | 125 |
| | Módulo de ECG | 126 |
| | Alarmas | 127 |

| | | |
|---------|--|------------|
| | Módulo para presión sanguínea | 127 |
| | Medición indirecta o no-invasiva | 128 |
| | Operación | 128 |
| | Módulo termométrico | 128 |
| | Modulo SpO2 / SaO2 % | 129 |
| 3.5.2 | Tabla de fallos posibles | 130 |
| 3.1.3 | Características técnicas | 131 |
| 3.1.4 | Diagrama de bloques del equipo | 134 |
| 3.1.5 | Seguridad e higiene | 135 |
| 3.1.6 | Programa de capacitación | 138 |
| | -Contenido | |
| | -Prácticas a desarrollar | |
| | Bibliografía | 140 |
| | 6. Centrífugas | 141 |
| | Indice | 143 |
| I | Introducción | 144 |
| II | Objetivos | 144 |
| 3.6.1 | Fundamentos fisiológicos y anatómicos de la sangre | 145 |
| 3.6.2 | Principios físicos | 146 |
| 3.6.3 | Fundamentos de operación | 147 |
| 3.6.3.1 | Precauciones con el cargado de la centrífuga | 150 |
| 3.6.3.2 | Cuidados en la operación | 151 |
| 3.6.4 | Diagrama de bloques | 152 |
| 3.6.5 | Rutinas de mantenimiento preventivo | 152 |
| 3.6.6 | Tabla de fallas posibles | 154 |
| 3.6.7 | Características Técnicas | 155 |
| 3.6.8 | Seguridad e higiene | 158 |
| 3.6.9 | Programa de capacitación | 159 |
| | -Contenido | |
| | -Prácticas a desarrollar | |
| | Bibliografía | 161 |

| | | |
|-------|---|------------|
| | 7. Electrocardiógrafo. | 162 |
| | Indice | 164 |
| I | Introducción | 165 |
| II | Objetivos | 165 |
| 3.7.1 | Antecedentes históricos | 166 |
| 3.7.2 | Fundamentos fisiológicos y anatómicos del corazón | 168 |
| 3.7.3 | Principios físicos | 170 |
| 3.7.4 | Fundamentos de operación | 172 |
| 3.7.5 | Rutinas de mantenimiento preventivo | 177 |
| 3.7.6 | Tabla de fallas posibles | 179 |
| 3.7.7 | Características técnicas | 180 |
| 3.7.8 | Programa de capacitación | 181 |
| | -Contenido | |
| | -Prácticas a desarrollar | |
| | Bibliografía | 183 |
| | 8. Mesas de Operación. | 184 |
| | Indice | 186 |
| I | Introducción | 187 |
| II | Objetivos | 187 |
| 3.8.1 | Fundamentos de operación | 188 |
| 3.8.2 | Rutinas de mantenimiento preventivo | 191 |
| 3.8.3 | Características técnicas | 193 |
| 3.8.4 | Tabla de fallas posibles | 195 |
| 3.8.5 | Programa de capacitación | 196 |
| | -Contenido | |
| | -Prácticas a desarrollar | |
| | Bibliografía | 197 |
| | Bibliografía General. | 199 |

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL.

- Elaborar un plan de capacitación para la conservación de equipos médicos en un hospital.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Determinar las necesidades prioritarias de capacitación en lo referente a equipos médicos, existentes en nuestro país, tanto a nivel privado como gubernamental.
- Poder determinar la población objetivo a capacitar, así como los perfiles de todos los elementos que conformen dicho programa.
- Proporcionar las guías, fichas, mecanismos, horarios, etc, de todos aquellos elementos necesarios para poder llevar a cabo su implementación.
- Proporcionar un manual de capacitación con el contenido básico necesario para la capacitación de cada uno de los equipos detectados como necesidades de mayor prioridad.
- Determinar los mecanismos de medición que determinen el impacto posterior obtenido por dicho programa.
- Poder proporcionar el método de implementación, que sea óptimo para la realización del mismo.

CAPITULO 1.

Dentro del desarrollo del proceso de detección de necesidades se pudieron determinar que existen muchas debilidades en cuanto a la obtención de las mismas y pruebo de ello sería el que la muestra que se tomó como representativa fue de tan solo 22 personas encuestadas (de las cuales 12 pertenecen al área de mantenimiento y los 10 restantes al área médica y paramédica), cuando debería ser de un 25% de la población total, sin embargo, como el plan de capacitación al cual nos referimos va en caminado a una población grande, se recomienda poder hacer una nueva determinación de necesidades, tomando en cuenta por lo menos del 20% de la población objetivo, dentro del hospital o centro de salud al cual se dirija dicho plan.

Por otro lado el personal sometido a dicha encuesta de necesidades fue prejuiciada de alguna manera al momento de responder debido al hecho de encontrarse en algún momento cuestionado de su capacidad por las repuestas vertidas y a las cuales no tenían la completa seguridad de ser proporcionadas para un trabajo de investigación

1.1 ANALISIS DE CAPACITACION

Un plan de capacitación como tal esta fundamentado en cuatro etapas de operatividad las cuales son:

1. *Determinación de las necesidades de capacitación.*
2. *Preparación de un plan de capacitación.*
3. *Ejecución del plan de capacitación.*
4. *Evaluación y seguimiento del plan de capacitación.*

El proceso de capacitación es un ciclo cerrado de cuatro actividades consecutivas y unidireccionales las cuales tienen un punto de partida, pero no un punto de finalización; ya que al comenzar el primer ciclo de capacitación es necesario continuar el proceso una y otra vez, siendo un proceso constante de entrenamiento dado por diferentes factores como son:

- Reemplazo de equipos y tecnología.
- Rotación de personal.
- Variaciones en Infraestructura.

En la figura A podemos ver el proceso del ciclo de capacitación de una manera más clara y sencilla:

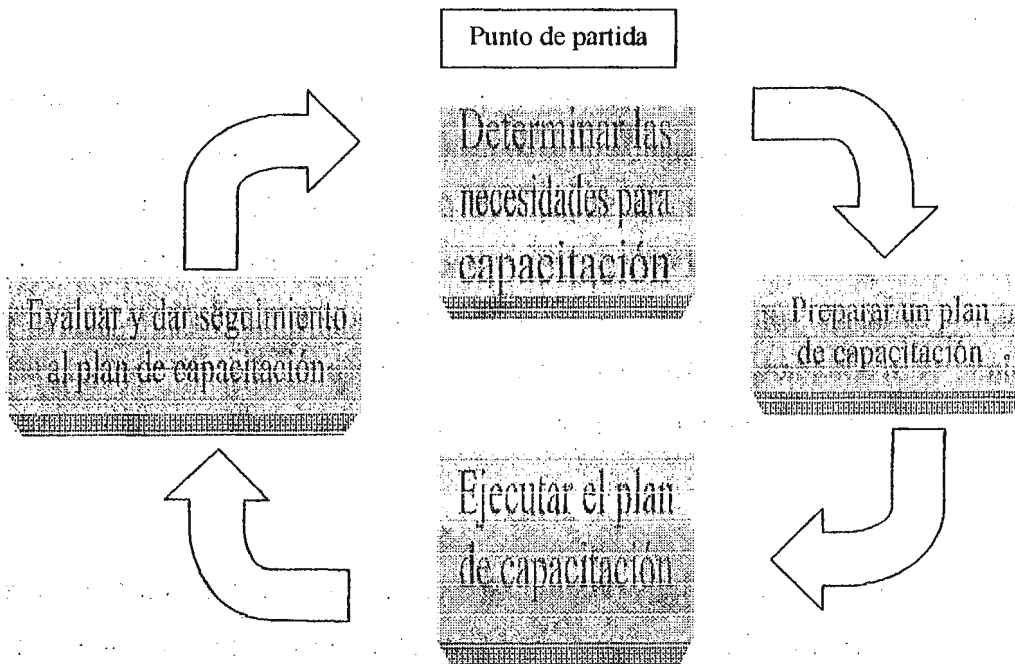


Fig. A Ciclo de Capacitación

Dentro del área de mantenimiento hospitalario el jefe del mismo es la persona idónea para implementar, desarrollar, mantener y llevar cabo el desarrollo de dicho plan, sin embargo elaborar un plan como tal, es un proceso largo y complejo que requiere muchas horas de trabajo y programación por parte de la persona, por lo cual se ha tratado de proporcionar una herramienta práctica y apegada a nuestra realidad que permita poder facilitar la implementación del plan de capacitación.

Según *LA GUIA PARA EL DISEÑO, EJECUCION Y EVALUACION DE LA CAPACITACION EN UN DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD*, del Proyecto de *Mantenimiento Hospitalario* elaborado por la GTZ en conjunto con El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de El Salvador; y el cual sirvió de guía y referencia en la elaboración del plan que se desarrollará a continuación; el jefe del Departamento de Mantenimiento es responsable de hacer el diseño, la planificación y la capacitación propiamente dicha, es decir que el jefe de mantenimiento debe utilizar y dedicar tiempo para:

- Determinar la necesidad individual de capacitación de los recursos humano.

- Establecer los requerimientos generales de capacitación que demanda el departamento
- Preparar el plan de capacitación.
- Gestionar fondos para realizar el plan de capacitación.
- Apoyar la logística de la capacitación.
- Supervisar el desarrollo de las capacitaciones.
- Evaluar el desarrollo de las capacitaciones.
- Velar para que se dé seguimiento al personal capacitado después de que termine la capacitación.

Sin embargo como se mencionó anteriormente se tratará de proporcionar al jefe de mantenimiento las herramientas necesarias para poder optimizar aun más los resultados de la capacitación, brindándole los primeros tres apartados antes mencionados de una forma completa, y proporcionarle las estrategias, formatos, guías, etc. para poder realizar los siguientes cinco puntos posteriores.

1.1.1 PROCESO DE LA INVESTIGACION.

El primer paso en el ciclo de la capacitación es “Detectar las necesidades de capacitación”, el cual es el procedimiento que permite identificar la carencias o deficiencias de conocimientos, destrezas y actitudes que impiden que los trabajadores desarrollen efectivamente las actividades de su puesto de trabajo.

Así todas las necesidades de capacitación se basan en todo aquello *que es* vs. *lo que debería ser* , por esa razón es necesario verificar las fallas y vacíos que se tienen dentro de un departamento y poder así ser mas efectivos en el enfoque y consecución de objetivos, que a la larga lo que se logra es una mejor atención al paciente.

El plan de capacitación se dirigirá para dos tipos de población objetivo, los cuales son:

1. **Operadores**, definiéndose como tal, toda aquella persona dentro del hospital, que utiliza y opera un equipo para proporcionar tratamiento, curación ó soporte de vida a un paciente. Entre los que podemos encontrar médicos, enfermeras, personal paramédico, etc.
2. **Técnicos de mantenimiento**. Definiéndose como tal, toda aquella persona que esta supuesta a instalar, calibrar, ajustar, mantener y reparar todo aquel equipo utilizado por los operadores.

Por otro lado la capacitación dirigida al operador es básica y fundamental, con el único objetivo de alargar la vida útil del equipo, sin embargo esta parte la debe conocer el encargado de mantenimiento ya que si va a alargar la vida del equipo deberá saber también como repararlo y mantenerlo en operación a pesar de los fallos que puedan ocurrir. Por consiguiente es importante conocer si la capacitación va dirigida solo a operadores ó a operadores y técnicos ya que de ello dependerá el contenido de la capacitación.

Es por esta razón que existen varias técnicas y métodos para detectar y evaluar dichas necesidades, entre estas se tienen:

- a) La supervisión y observación en el trabajo.
- b) Análisis de tareas.
- c) Encuesta o entrevista personal

1.1.1.a Detección de Necesidades de Capacitación para Técnicos de Mantenimiento.

Las necesidades de capacitación para el técnico de mantenimiento puede detectarse a través de:

1. La Supervisión y observación del trabajo

Durante la observación cotidiana al trabajo del personal de mantenimiento, hay que detectar quien realiza con dificultad o incorrectamente tareas específicas, y determinar si se debe a no entender o no tener la habilidad para llevar a cabo dicha tarea.

2. Analisis de tareas

Para realizar este análisis, hay que elaborar una lista de todas las tareas grandes y pequeñas que un técnico realiza durante su trabajo, y escribir en detalle todas las actividades que componen cada tarea, determinar las habilidades, conocimientos, actitudes y riesgos que comprenda cada actividad.

Luego habrá que comparar con las habilidades y conocimientos particulares de los técnicos para identificar posibles deficiencias.

3. Encuesta o Entrevista al personal

Es conveniente preguntar al personal si tiene necesidades de capacitación relacionadas con el desempeño en su puesto actual de trabajo. Esto puede establecerse mediante entrevistas o a través de encuestas que determinen con precisión diferentes tipos de necesidades para fortalecer la capacidad del departamento o servicio.

1.1.1.b Detección de las Necesidades de Capacitación para Operadores del Equipo.

Las necesidades de capacitación para este grupo objetivo pueden detectarse a través de:

1. Análisis de fallas frecuentes en los equipos

Al revisar el historial de los equipos, especialmente, de los críticos para el hospital, se pueden detectar aquellas fallas frecuentes debidas probablemente al mal uso ó descuido de los equipos.

2. Entrevista o encuesta a los jefes de los servicios del hospital

Es conveniente preguntar a los jefes de servicios acerca de su percepción de los problemas y necesidades en la operación de los equipos que pueden mejorarse mediante la capacitación. Previo a la entrevista es recomendable que el jefe de cada servicio haya tomado algún tiempo para analizar y registrar las debilidades de su personal en la operación y cuidado de los equipos, para ello una semana antes de la entrevista el jefe de mantenimiento deberá hacer repartir entre los jefes de servicio un formato que facilite el registro de esta información.

También debe prepararse estadísticas basadas en la frecuencia de ocurrencia de fallos del servicio específico y presentarlas al jefe respectivo y de esta manera se podrá determinar con mayor facilidad las necesidades de capacitación.

3. Entrevista ó encuesta a los operadores de equipo

La opinión del personal que está directamente operando los equipos e instalaciones es muy importante en esta etapa, ya que son ellos quienes pueden detallar cuales son los problemas que tienen con el uso y cuidado de los equipos.

Lograr respuestas sinceras en este grupo puede ser que no sea tarea fácil, por lo que quien realice la encuesta o conduzca la entrevista debe aclarar el objetivo que se persigue con sutileza y diplomacia, tratando de obtener la confianza del entrevistado, a efectos de evitar malos entendidos, ya que al operador debe quedarle claro que lo que se pretende es aumentar la vida útil del equipo a través de una adecuada operación y un buen cuidado al equipo.

1.1.2 Priorizar necesidades de capacitación

Muchas de las necesidades de capacitación hacia la correcta operación y conservación de equipos médicos hasta ahora determinadas pueden no ser de mayor trascendencia para mejorar el accionar del mantenimiento en el establecimiento de salud. Por ello es necesario definir criterios que nos indiquen el nivel de importancia y nos ayuden a clasificar el grupo de necesidades de acuerdo a prioridades dentro del hospital.

Entre estos criterios pueden mencionarse:

a) *Para el personal operador de equipos*

- Costo de reinversión del equipo
- Frecuencia de la falla
- Seguridad para el paciente y operador
- El equipo sea clasificado como crítico
- Cantidad de Equipos
- Tecnología en el diseño del equipo

b) *Para el personal técnico de mantenimiento*

- Respuesta inadecuada del servicio (demora en la solución, repetitividad de la misma falla, repuestos malogrados o desperdicios excesivos de material, etc.)
- Mantenimiento del equipo crítico
- Seguridad

Todo lo anterior proporciona un método práctico y eficiente de “Determinación de necesidades de capacitación”, sin embargo existieron varias limitaciones en la aplicación de dicha propuesta, entre las que encontramos:

- a) Recelos por parte del personal y jefe de mantenimiento como del personal operador al verse cuestionados y observados en su trabajo por un agente externo a la institución.
- b) No poder permanecer el tiempo necesario dentro de cada institución, para poder monitorear los problemas y deficiencias en la operación de los equipos.
- c) Diferencias grandes en cuanto a las necesidades de capacitación entre instituciones.
- d) La no disponibilidad de los historiales de los equipos.

Por tales razones se decidió elaborar una encuesta que pudiese ser contestada por ambos sectores de la población objetivo y que reuniese todos los aspectos necesarios para poder obtener, tabular y priorizar todas aquellas necesidades de capacitación comunes en los diferentes sectores de salud de nuestro país.

Dicho proceso de investigación pasó por diferentes etapas las cuales llevaron a determinar cuales son las necesidades de capacitación en nuestro medio.

De esta manera se detalla el proceso de la siguiente forma:

1.1.3 ELABORACION DE UN FORMULARIO DE ENCUESTA.

Se diseñó un formulario el cual pudiese ser desarrollado de una manera sencilla y rápida en diferentes tipos de centros de salud y hospitales así como a diferentes tipos de encuestados. (fig. B)

Los diferentes tipos de centros de salud y hospitales se refiere tanto a instituciones de salud privadas como a instituciones de salud pública.

El personal a cual fue dirigida la encuesta se dividió en dos grupos:

-Personal Técnico ó de mantenimiento.

-Personal operador.

NECESIDADES DE CAPACITACION.

DIRIGIDO A: USUARIOS DE EQUIPOS MEDICOS.

UNIVERSIDAD DON BOSCO.

FACULTAD DE INGENIERIA.

1. Enliste 10 equipos en los cuales desearía ser capacitado:

| | |
|-------|-------|
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |

2. De acuerdo a lo anterior, sobre que temas desearía ser capacitado.

| | |
|-------|-------|
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |

3. Que conocimientos posee sobre los equipos que a enlistado:

- _____ Poco
- _____ Regular
- _____ Bastante
- _____ Conocimientos Básicos.

4. Como desearía que fuese las capacitaciones:

- _____ Expositivas
- _____ Practicas
- _____ Pasantías.
- _____ Otras (Explique) _____

5. Que horarios y tiempo consideraría conveniente para desarrollar cada capacitación:

6. Ponga una marca en los cursos que ha recibido:

- _____ Bachillerato Técnico.
- _____ Técnico en alguna especialidad. (Explique: _____)

- Estudios Universitarios. (Explique: _____)

- Otros. (Explique: _____)

7. Que otro Personal cree Ud. Que debería recibir esta capacitación:

- _____

- _____

- _____

- _____

- _____

(fig. B)

1.1.4 RECOPIACION DE INFORMACION.

Este proceso se realizó de acuerdo a las limitaciones que cada centro de salud ofrece en cuanto a tiempo, disponibilidad de personal, ubicación geográfica, etc.

Se tomó una muestra representativa conformada por 7 centros de salud de los cuales 5 pertenecen al sector público y dos al sector privado.

Dentro del sector público encontramos 3 centros pertenecientes al Instituto Salvadoreño del Seguro Social los cuales son: Hospital de Especialidades, Hospital 1° de Mayo, Hospital Medico Quirúrgico, y 2 del área del Ministerio de Salud publica, en el Hospital Nacional Nueva Guadalupe en San Miguel y en la unidad de salud Barrios de San Salvador.

Dentro del sector privado tenemos al Hospital Metropolitano y Hospital de la Mujer. Se realizaron 22 encuestas a lo largo de este proceso de los cuales 12 se realizaron en los mencionados hospitales del Seguro Social, 5 en los dos centros de salud del respectivo Ministerio y 5 en los hospitales del sector privado.

1.1.5 TABULACION DE RESULTADOS.

Los resultados obtenidos se tabularon de acuerdo al nombre del equipo respectivo vrs. El numero de veces que fue mencionado en las encuestas.

De esta manera podemos concluir los siguientes resultados:

| EQUIPO | FRECUENCIA | | PRIORIDAD |
|----------------------------------|------------|---------|-----------|
| | OPERADOR | TECNICO | |
| <i>-MICROSCOPIOS</i> | 6 | 2 | * |
| <i>-DESFIBRILADORES</i> | 4 | 3 | * |
| <i>-UNIDAD ELECTROQUIRURGICA</i> | 2 | 5 | * |
| <i>-MAQUINAS DE ANESTESIA</i> | 6 | 0 | * |
| <i>-MONITORES</i> | 2 | 4 | * |
| <i>-CENTRIFUGAS</i> | 5 | 1 | * |
| <i>-E.C.G.</i> | 5 | 1 | * |
| <i>-MESAS DE OPERACIONES</i> | 5 | 0 | * |
| <i>- BOMBAS DE INFUSION</i> | 1 | 3 | |
| <i>-SUCCIONADORES</i> | 4 | 0 | |
| <i>-E.E.G.</i> | 3 | 1 | |
| <i>-LAMPARAS CIALITICAS</i> | 0 | 3 | |
| <i>-MAQUINA DE LIPTOTRICA</i> | 1 | 2 | |
| <i>-VENTILADORES</i> | 2 | 0 | |

| | | |
|----------------------|---|---|
| -LASER OFTALMOLOGICO | 0 | 2 |
| -MICROPROCESADORES | 0 | 2 |
| -OTROS | @ | |

Notas:

@ (Todo aquel equipo que fue seleccionado o mencionado solo una vez y no representa una cantidad significativa)

* (Equipos que por su frecuencia dentro de las encuestas, fue clasificado como prioritario.)

Siguiendo con el desarrollo de la encuesta se pudo observar además que con mayor frecuencia tanto el personal técnico como el personal operador poseen solo conocimientos básicos sobre los equipos, ya que al realizar la tabulación se encontraron los siguientes resultados:

| | | |
|---|------------------|-----|
| 6 personas respondieron POCO, | equivalente a un | 27% |
| 4 personas respondieron REGULAR, | equivalente a un | 18% |
| 2 personas respondieron BASTANTE, | equivalente a un | 10% |
| 10 personas respondieron CONOCIMIENTOS BASICOS, | equivalente a un | 45% |

De lo anterior se deduce que la mayoría del personal encuestado, poseen conocimientos básicos, por lo que se ha decidido que en el plan de capacitación, se complementen estos conocimientos que son los que necesitan estos operadores y técnicos para usar y mantener los equipos.

Continuando con el proceso de detección de necesidades, se tuvo que analizar el tipo de capacitación que sería la más conveniente dentro de la realidad hospitalaria nacional, por lo que se tuvo que analizar los tipos de modalidades de capacitación propuesta por el "Proyecto de Mantenimiento Hospitalario" de la GTZ, las cuales son:

- a. Adiestramiento.
- b. Conferencia.
- c. Curso.

d. Jornada de Estudio.

e. Pasantía.

Sin embargo al cuestionar a los encuestados acerca de cómo les parecería un mejor método de capacitación, se trato de preguntarles acerca de la dinámica a seguir, es decir que se pregunto si deseaban fueran expositivas, prácticas, pasantías ó algún otro método sugerido; A lo cual respondieron de la siguiente manera:

1. Expositivas 5
2. Practicas 7
3. Pasantías 2
4. Otros 8

Los que respondieron dentro de la casilla de otros, sugirieron desarrollar un método mixto de capacitación, es decir la combinación de dos ó de tres de los métodos arriba mencionados.

Por lo que se concluye que el mejor método a utilizar en la realización del plan de capacitación será:

El Curso, que es una un tipo de capacitación en la que se pretende conocer con relativa profundidad algún tópico del saber. Normalmente en esta modalidad da capacitación se desarrollan varios temas teóricos y se tiene la oportunidad de llevar los mas importantes a la práctica y su duración no debe ser menor a 40 horas efectivas de capacitación.

Sin embargo, no podemos descartar la posibilidad de incluir en el método a utilizar para la realización del mismo, el conocido como *Pasantía*, La cual es una modalidad en la que el capacitando, bajo la supervisión de una persona con experiencia, tiene la oportunidad de observar y practicar en condiciones normales de trabajo los métodos y técnicas sobre una tarea en específico. La efectividad de esta opción depende que las prácticas se realicen en condiciones similares a las del lugar de origen del pasante.

Además que los temas a tomar en cuenta en este método serán los mismos que los que abordaría en la modalidad de curso, con la diferencia que tratará los mismos con mayor tiempo y profundidad (quince días calendario), sin embargo una de las limitantes de esta modalidad es el numero muy reducido de participantes o capacitandos, el cual no puede exceder a dos. Por otro lado se encuentra la limitante de poder alojar y alimentar al capacitando en las instalaciones del hospital cede (el hospital en el cual se realizara la pasantía), lo cual dependerá de los recursos del mismo.

Seguendo con el desarrollo de la encuesta, se desarrollo como siguiente punto, los horarios mas accesibles o idóneos a ser tomados para la realización del mismo, lo cual arrojó los siguientes resultados:

1. 8 opinaron que podía realizarse en horarios normales de trabajo, preferentemente por la mañana
2. 4 opinaron que podría realizarse en horarios de trabajo.
3. 4 opinaron que sería conveniente en fines de semana.
4. 3 opinaron que podría realizarse cualquier día de lunes a sábado.
5. 2 opinó que podría realizarse cualquier día de la semana.
6. 1 opinó que podría realizarse el día domingo.

Lo cual concluye que el mejor tiempo para realizar dicha capacitación seria de lunes a viernes, en horas de la mañana.

Al ser interrogados acerca del grado o nivel académico obtenido se obtuvo los siguiente resultados;

| | |
|---|---|
| 1. Bachilleres Técnicos en Eléctrica | 5 |
| 2. Bachilleres Técnicos en Electrónica | 6 |
| 2. Bachilleres en Salud | 8 |
| 3. Tecnicado en alguna especialidad (*) | 3 |
| 4. Otros: | |
| - Ingeniero Eléctrico | 1 |
| - Doctor en Medicina | 2 |

(*) (llámese especialidad cualquier tipo de estudios técnicos, seminarios, capacitaciones, relacionadas con el área hospitalaria y que son estudios fuera de su grado ó nivel académico.)

Finalmente se cuestionó, acerca de que otro tipo de personal, consideraba sería necesario dirigir e incluir en la capacitación; lo cual simplemente arrojó como resultado el hecho de que el personal de mantenimiento o técnico desea que todo el personal operador debería recibir dicha capacitación y viceversa.

CONCLUSIONES:

De acuerdo a lo anterior podemos concluir que:

1. Las prioridades en cuanto a necesidades de capacitación viene dada para los siguientes equipos:

- Microscopios,
- Desfibriladores.
- Unidades Electroquirúrgicas.
- Maquinas de Anestesia.
- Monitores
- Centrífugas.
- E.C.G.
- Mesas de Operación

2. Los conocimientos a capacitar tienen que ser de carácter general y básico.

3. Que el tipo de capacitación debe ser Teórico-practico.

4. El Horario más conveniente sería de lunes a viernes en horas de la mañana, para poder obtener la mayor atención posible.

5. Se tiene un nivel académico muy elemental.

Tanto el personal operador como el personal Técnico necesitan desarrollar un plan de capacitación a estos niveles.

De acuerdo a las necesidades encontradas y a las conclusiones obtenidas anteriormente se puede determinar que los temas de mayor envergadura en los que se desarrollará el contenido de las capacitaciones serán los siguientes:

| <i>TEMA</i> | <i>TECNICO</i> | <i>OPERADOR</i> |
|--|----------------|-----------------|
| <i>1.FUNDAMENTOS FISIOLÓGICOS Y</i> | | |
| <i>ANATOMICOS</i> | <i>X</i> | <i>X</i> |
| <i>2.PRINCIPIOS FÍSICOS.</i> | <i>X</i> | |
| <i>3.FUNDAMENTOS DE OPERACIÓN</i> | <i>X</i> | <i>X</i> |
| <i>4.RUTINAS DE MANTENIMIENTO</i> | | |
| <i>PREVENTIVO</i> | <i>X</i> | |
| <i>5.DIAGRAMA EN BLOQUE DEL EQUIPO</i> | <i>X</i> | |
| <i>6.TABLA DE FALLAS POSIBLES</i> | <i>X</i> | |
| <i>7.CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.</i> | <i>X</i> | <i>X</i> |
| <i>8.SEGURIDAD E HIGIENE</i> | <i>X</i> | <i>X</i> |

fig. C

Cada equipo en particular contendrá un desarrollo básico de cada uno de los contenidos antes mencionados a excepción de algunos en particular que por la magnitud de su simplicidad se obviarán ciertos de ellos.

CAPITULO 2. ELABORACION DEL PLAN DE CAPACITACION.

El primer elemento a tomar en cuenta en la estructuración del plan de capacitación es el enfoque hacia una población objetivo la cual en este caso estará definida de la siguiente manera:

1. **OPERADORES.** Toda persona autorizada por el centro de salud respectivo, que pueda utilizar un equipo para la curación, tratamiento, diagnóstico ó medición de algún parámetro fisiológico de un paciente y dentro de este rango estarán médicos, enfermeras, etc.
2. **TECNICOS.** Toda persona autorizada por el centro de salud respectivo, capacitado para reparar, dar mantenimiento ó instalar cualquier equipo dentro del hospital y que se encuentre dentro de su campo de trabajo.
3. **INSTRUCTOR.** Persona que reúne ciertos requisitos de experiencia y/o estudios en un área técnica (perfil), capaz de poder desempeñar con efectividad en el proceso de transmitir conocimientos en base a un programa pre-elaborado.

Para ser efectivo en el proceso de capacitación y lograr que el curso se desarrolle con éxito se recomienda que el contenido a desarrollar en el plan de capacitación sea realizado con dos instructores: a) *uno que pertenezca al grupo capacitando ó grupo meta*, que sea un operador de equipo con amplios conocimientos en el uso y la aplicación clínico-médica del equipo en cuestión, es decir que tenga una amplia experiencia en la instrumentación de equipo, b) *otro que pertenezca al personal de mantenimiento*, para explicar los cuidados y la buena práctica que los operadores deben tomar en cuenta en el uso de los equipos, como también algunos procedimientos de mantenimiento preventivo, fallos mas comunes y posibles alternativas de solución.

2.1 PARTES DEL PLAN DE CAPACITACION.

Un plan de capacitación está conformado por varias etapas las cuales se irán explicando individualmente a continuación.

2.1.1 QUE CAPACITACION SE DARA.

En esta parte del plan se desarrollará el contenido requerido acerca de los ocho equipos definidos como necesidades prioritarias en la previa detección de necesidades, especificados en la encuesta relacionada con la capacitación.

Los equipos a considerar en esta etapa son:

1. Microscopios.
2. Desfibriladores.
3. Unidades Electroquirúrgicas
4. Maquinas de Anestesia.
5. Monitores..
6. Centrifugas.
7. Electrocardiógrafos.
8. Mesas de operaciones.

El instructor expositivo deberá tener el cuidado de poder organizar el material y el grupo meta para poder proporcionar la información a capacitar, de acuerdo a la tabla de la figura C, en el capítulo anterior; en la cual se definen los temas a tratar para cada uno de los grupos de la población objetivo ó capacitandos.

2.1.2 CUANDO OCURRIRA

El plan de capacitación estará regido por un programa, el cual se realizara en un período de tiempo de un año (NUEVE MESES),a partir de la fecha de inicio. Este programa lo podrá hacer efectivo en cuanto a fecha y hora, la institución que lo implemente

2.1.3 CUANTOS PARTICIPARAN

Dado que la metodología a utilizar es la del Curso de capacitación, en la cual se desarrolla un temario teórico junto a una serie de prácticas fundamentales, se enfocará la capacitación a un grupo máximo de 8 personas. Ya que es la cantidad ideal de personas en las cuales el instructor podrá tener

incidencia directa. Y también que esta es la cantidad adecuada para que haya eficiencia en la receptividad de conocimientos con el propósito o de lograr los objetivos del curso.

2.1.4 DONDE SE EFECTUARA.

El plan de capacitación esta diseñado para ser implementado de dos maneras:

- a) *Interna.* En la cual se utilizará un local dentro de la institución que reúna los requisitos mínimos necesarios tanto en espacio como en material y recursos. Donde se capacitará al personal de la misma institución.
- b) *Externa.* Todo aquel lugar fuera de la institución, el cual pueda ofrecer un espacio ideal para la exposición de los temas y la realización de las prácticas necesarias. Podrá ser dentro de una institución educativa como el Instituto Técnico Centroamericano (ITCA) ó algún salón especial dentro de un hotel o salón de conferencias, ó un mismo hospital que se utilice como sede, en el caso de una capacitación a nivel regional.

Dentro del programa a realizar se tendrá un documento el cual se aplicará a cada uno de los temas a capacitar.

El contenido del programa será:

1. *Objetivo del Curso.* Este será (n) la(s) meta(s) a alcanzar en la realización de cada capacitación individualmente por equipo.
2. *Población Objetivo.* Serán los grupos de personas a las cuales irá dirigida las capacitaciones, las cuales podrán ser:
 - a) Técnicos
 - b) técnicos y operadores
3. *Requisito.* Es el perfil técnico mínimo que el capacitando debe reunir.
4. *Fecha.* Fecha en la cual se va a impartir la capacitación.
5. *Horario.* Las horas a las que se va a realizar la capacitación.
6. *Lugar.* Será el local, sala de conferencias o reuniones donde se impartirá la capacitación. Especificando la dirección, numero y/o nombre del salón donde se realizará en caso de ser una capacitación externa a la institución.
7. *Duración.* Tiempo que tardará el desarrollo de la capacitación.
8. *Cupo.* Cantidad mínima y máxima de personas asistentes a la capacitación. La cual por la modalidad de capacitación en que se efectuará, **no será mayor a 8 personas**

9. *Tipo de Certificado.* Este podrá ser de tipo “aprovechamiento ó participación” .
10. *Instructor.* Nombre de la persona que estará(n) a cargo de la realización del plan de capacitación, previa precalificación.
11. *Contenido.* Serán los temas a tratar, practicas, y evaluaciones que se tratarán dentro del desarrollo de contenidos del equipo a tratar.
12. *Método.* Será la modalidad a emplear en el plan de capacitación, el cual será de tipo CURSO (capacitación en la que se pretende conocer con relativa profundidad algún tópico del saber. Normalmente en esta modalidad de capacitación se desarrollan varios temas teóricos y se tiene la oportunidad de llevar los más importantes a la práctica. Su duración no debe ser menor a 40 horas efectivas de capacitación.
13. *Materiales.* Serán todos aquellos recursos que servirán para el mejor desarrollo del plan de capacitación, entre los que mencionamos:
 - Acetatos.
 - Alfileres
 - borradores
 - Cámara fotográfica.
 - Carteles.
 - Cartulina.
 - Cassette
 - Computadora
 - Data Show
 - Diplomas
 - Fotocopias
 - Lapiceros
 - Lápices
 - Libretas
 - Papel Bond
 - Papel rotafólio
 - Pegamento
 - Pizarra
 - Plumoneš

- Puntero Láser.
- Radiograbadora
- Retroproyector
- Rotafolio
- Tarjetas
- Tirro
- Tiza
- Televisor
- V.H.S.
- Video
- Equipo médico a utilizar según la capacitación

14. *Prácticas a realizar.* Serán todas aquellas actividades en las cuales el capacitando pondrá en practica los conocimientos recibidos durante el curso de capacitación.

2.1.5 QUIEN LO IMPARTIRA

El plan de capacitación será impartido por dos instructores.

- El instructor Expositivo. La persona que impartirá los conocimientos teóricos o contenido de la capacitación.
- El instructor para las prácticas. El cual llevará a cabo las diferentes practicas programadas dentro de la capacitación, además deberá realizar las diferentes pruebas o evaluaciones durante el desarrollo de la capacitación.

2.2.1 PERFILES DE LOS INSTRUCTORES.

Dentro del plan de capacitación se requerirá de dos tipos de instructores o capacitadores para poder llevar a cabo el desarrollo del mismo.

Como este plan de capacitación esta elaborado para poder ser impartido por personal o por recurso humano calificado "local", se ha establecido un perfil para cada uno; con un mínimo efectivo requerido

dentro de nuestra realidad nacional, es decir que las personas idóneas a impartir cada uno de las etapas del plan de capacitación se podrán obtener dentro del personal de cualquiera de las instituciones de salud de las cuales se obtuvieron las necesidades de capacitación detalladas en la sección anterior.

Por lo que los perfiles de los instructores son los siguientes:

Instructor Expositivo.

- Estudiante de cuarto año de Ingeniería Biomédica, Eléctrica ó Electrónica, o Técnico en alguna de las ramas de ingeniería antes mencionadas.
- 5 años de experiencia en el mantenimiento de equipos médicos.
- Con facilidad de expresión.
- Dinámico.
- Sexo masculino o femenino.
- Con conocimientos de Inglés técnico. (No Indispensable)
- Con capacidad para análisis de diagramas.
- Con capacidad de desarrollar tareas de mantenimiento preventivo.
- Con conocimientos en instrumentación de equipos médicos.

Instructor para realizar las prácticas.

- Técnico Industrial, especialidad en Electrónica, mecánica, electricidad ó técnico en ingeniería biomédica, eléctrica ó electrónica.
- Técnico de mantenimiento con estudios previos a cada equipo a impartir dichas prácticas
- 2 años de experiencia en el campo de mantenimiento biomédico.
- Con habilidad manual.
- Sexo masculino o femenino.
- Que tenga capacidad para ejecutar tareas de mantenimiento preventivo.
- Que pueda leer inglés técnico.
- Que pueda analizar diagramas.
- Con capacidad para resolver fallas en equipos.
- Con capacidad en la utilización de herramientas adecuadas

2.2.2 PERFIL DEL OPERADOR

El operador del equipo puede ser: médicos, enfermeras o todo aquel personal paramédico en contacto con un equipo médico. Y para poder proporcionar el perfil general de los mismos se presenta de la siguiente manera:

- Empleado activo de una institución de salud del sector privado o público.
- Profesional en salud graduado de la carrera de medicina o enfermería.
- Sexo masculino o femenino.

2.3 ELABORACION DEL PRESUPUESTO PARA LAS ACTIVIDADES DEL PROGRAMA DE CAPACITACION.

Dentro del presupuesto para la realización de actividades del plan de Capacitación, tomaremos en cuenta los siguientes gastos:

- Reproducción de manuales.
- Materiales didácticos.
- Diplomas de participación.
- Alimentación.
- Viáticos y transporte.
- Local (en caso de ser un evento externo)
- Honorarios a instructores Externos.

Cada uno de estos puede involucrar subgrupos de gastos como por ejemplo, materiales didácticos, ya que puede incluir:

- Alquiler o arrendamiento de equipo como es retroproyector, pantalla gigante, etc.
- Compra de plumones, acetatos, lápices, etc.

Por lo que dicho presupuesto toma en cuenta todo aquello que sea de necesidad en la realización del mismo, dando siempre un valor promedio del precio pagado actualmente por dichos servicios y productos; sin embargo no se mencionará los lugares donde se pueden obtener ese tipo de servicios de

arrendamiento de equipo dando la libertad de solicitarlos en el lugar más cercano o viable al lugar de realización de cada evento.

El plan de capacitación consta de 8 eventos en los cuales se tomará un equipo para ser desarrollado de acuerdo a programación por reunión, cada evento en particular requerirá de materiales y equipos diferentes, sin embargo otros gasto como son alimentación, viáticos, transporte, local y los honorarios de los instructores serán hasta cierta medida un valor constante; por lo que el presupuesto esta acorde a las necesidades de cada evento.

El presupuesto total podrá servir a la persona que desee implementarlo a poder gestionar los fondos que necesita para poner en marcha dicho plan de capacitación, además se toma un 10% del valor final del presupuesto para todos aquellos gastos imprevistos o alguna variación inesperada en los precios de los productos y/o servicios que se detallaron anteriormente.

| No. | Item | Cantidad | Unidad métrica | Precio Unitario (Colones) | Valor total (colones) |
|-----|--------------------------|----------|----------------|---------------------------|-----------------------|
| | Compra de: | | | | |
| 1 | Reproducción de manuales | 64 | C/U | 4.50 | 288.00 |
| 2 | Acetatos | 80 | C/U | 1.50 | 120.00 |
| 3 | Plumones para pizarra | 6 | C/U | 5.25 | 31.50 |
| 4 | Cartulina | 24 | pl | 3.50 | 84.00 |
| 5 | lápices | 10 | C/U | 1.00 | 10.00 |
| 6 | lapiceros | 10 | C/U | 1.25 | 12.50 |
| 7 | Libretas de anotaciones | 8 | C/U | 4.50 | 36.00 |
| 8 | tirro | 1 | C/U | 4.50 | 4.50 |
| | Alquiler de: | | | | |
| 9 | Videocasetera | 22 | P/evento | 75.00 | 1,650.00 |
| 10 | Televisor 21" | 22 | P/evento | 75.00 | 1,650.00 |
| 11 | Retroproyector | 22 | P/evento | 125.00 | 2,750.00 |

| | | | | | |
|----|--|-----|-----------|--------|-----------|
| 12 | Pantalla para Proyección | 22 | P/evento | 125.00 | 2,750.00 |
| 13 | Pizarra para plumón | 22 | P/ evento | 25.00 | 550.00 |
| 14 | Local | 22 | P/evento | 400.00 | 8,800.00 |
| 15 | Refrigerios (Gaseosa y pan dulce) | 220 | C/U | 4.00 | 880.00 |
| 16 | Transporte | 220 | C/U | 20.00 | 4,400.00 |
| 17 | Diplomas de participación | 64 | C/U | 20.00 | 1,280.00 |
| 18 | Almuerzo de cierre. | 10 | C/U | 50.00 | 500.00 |
| 19 | Honorarios del instructor expositivo | 88 | P/hora | 150.00 | 13,200.00 |
| 20 | Honorarios del instructor para las prácticas | 88 | P/hora | 50.00 | 4,400.00 |

Sub Total 43,396.50

Imprevistos 10% 4,339.65

Total 47,736.15

Se asume que los equipos médicos a utilizar serán prestados por alguna institución, lo que no significará algún gasto que deberá presupuestarse.

En este presupuesto hay que hacer notar que se encuentran todos los gastos necesarios para la realización del mismo; sin embargo, al llevarse a cabo la ejecución del mismo en un hospital ó centro de salud en específico, pueden omitirse algunos de estos gastos por las condiciones en que pueda realizarse.

Lo cual podría reducir significativamente dicho presupuesto.

2.4 Lista de verificación del programa de Capacitación para el mantenimiento de equipo médico.

Dentro del desarrollo del plan de capacitación, se vuelve muy fácil olvidar en algún momento un determinado elemento indispensable para la realización del mismo por lo que se hace necesario una lista de verificación del programa, en la cual se puedan colocar y encontrar fácilmente cada uno de estos recursos y poder confirmarlos de tal manera que al encontrarnos en una de las capacitaciones en específico tengamos todo a tiempo y en su lugar.

Por esta razón se detallan a continuación una lista general que contiene todos los materiales y recursos necesarios para implementarlo.

El detalle es el siguiente:

| LISTA DE VERIFICACION DE MATERIALES Y RECURSO PARA LA CAPACITACION | | | | | |
|---|--|--------------------------|---|---|-----|
| CAPACITACION: | | FECHA DEL EVENTO: | | | |
| | | EXPOSITOR: | | | |
| | | RESPONSABLE | | | |
| No | DESCRIPCION | FECHA LIMITE PARA EVENTO | P | R | N/A |
| 1 | Tener el programa de capacitación | 2 semanas (antes) | | | |
| 2 | Seleccionar e invitar a los participantes | 2 semanas (antes) | | | |
| 3 | Coordinar la participación de los instructores | 2 semanas (antes) | | | |
| 4 | Complementar el material de apoyo | 1 semana (antes) | | | |
| 5 | Reservar el local para la capacitación | 2 semanas (antes) | | | |
| 6 | Coordinar préstamo de equipo para las demostraciones y practicas | 2 semanas (antes) | | | |
| 7 | Coordinar la disponibilidad de accesorios repuestos y materia gastable a utilizar en el evento | 1 semana (antes) | | | |
| 8 | Hacer arreglos de hospedaje o alojamiento | 1 semana (antes) | | | |
| 9 | Confirma la asistencia de los participantes | 5 días (antes) | | | |
| 10 | Hacer arreglos para las comida y refrigerios. | 5 días (antes) | | | |
| 11 | Realizar los arreglos de transporte | 2 días (antes) | | | |
| 12 | Reproducir el material bibliográfico de apoyo | 5 días (antes) | | | |
| 13 | Coordinar disponibilidad de equipos o materiales a ser utilizados | 2 días (antes) | | | |
| 13.1 | acetatos | | | | |
| 13.2 | carteles | | | | |
| 13.3 | computadora | | | | |
| 13.4 | diplomas | | | | |
| 13.5 | lapiceros | | | | |
| 13.6 | lápices | | | | |

| | | | | | |
|-------|--|--------------------|--|--|--|
| 13.7 | libretas | | | | |
| 13.8 | papel bond | | | | |
| 13.9 | pizarra | | | | |
| 13.1 | plumones | | | | |
| 13.11 | puntero láser | | | | |
| 13.12 | Retroproyector | | | | |
| 13.13 | Tirro | | | | |
| 13.14 | Tiza | | | | |
| 13.15 | Herramientas para prácticas | | | | |
| 13.16 | Equipos para prácticas. | | | | |
| 14 | Preparar programa de inauguración y clausura | 1 día (antes) | | | |
| 15 | Completar arreglos de hospedaje | 1 día (antes) | | | |
| 16 | Inspeccionar el local | 1 día (antes) | | | |
| 17 | Confirmar la disponibilidad de todos los equipos solicitados | 1 día (antes) | | | |
| 18 | preparar la documentación a utilizar durante el evento | 1 día (antes) | | | |
| 18.1 | Lista de asistencia | | | | |
| 18.2 | Formato de evaluaciones | | | | |
| 18.3 | Material bibliográfico | | | | |
| 18.4 | Programa de inauguración | | | | |
| 19 | Hacer seguimiento de los gastos en relación con el presupuesto establecido | Durante el evento | | | |
| 20 | Coordinar el servicio de alimentación | Durante el evento | | | |
| 21 | Coordinar el transporte | Durante el evento | | | |
| 22 | Coordinar el alojamiento | Durante el evento | | | |
| 23 | Procesar las evaluaciones | 2 días (después) | | | |
| 24 | Enviar cartas de agradecimiento a los colaboradores | 1 semana (después) | | | |
| 25 | Elaborar informe del evento de capacitación | 1 semana (después) | | | |
| 26 | Dar seguimiento al impacto de la capacitación | 3 meses (después) | | | |

P: PENDIENTE

R: REALIZADO

N/A: NO APLICA

Cada evento de capacitación contendrá un formulario de este tipo ya que no podemos generalizar el uso de un documento único para el plan de capacitación completo, debido a que cada formulario contendrá elementos no comunes a todas los eventos, como los son los materiales y recursos enunciados dentro del

numeral 13 de la tabla anterior; además que cada evento tendrá su propio seguimiento o evaluación posterior (numeral 26 de la tabla anterior), lo cual impedirá que exista una fecha en común para cada período de evaluación, es decir que el seguimiento del primer evento será tres meses después de haber terminado, sin embargo en ese mismo mes, se estará realizando otro evento de capacitación el cual no tiene nada que ver con el primero.

2.5 SEGUIMIENTO Y EVALUACION DEL PLAN DE CAPACITACION.

Dentro del seguimiento y evaluación al plan de capacitación, se tendrán 4 diferentes métodos de evaluación los cuales son:

1. *Evaluación pre-capacitación.* La cual será presentada y llevada a cabo por el instructor para la realización de prácticas. Esta constará de un promedio de 15 a 20 preguntas de selección múltiple junto con algunas 5 de desarrollo, las preguntas serán tomadas a consideración de acuerdo al criterio del instructor expositivo y será presentada a los capacitandos antes de iniciada la capacitación.

2. *Evaluación durante la capacitación.* La cual será presentada y llevada a cabo por el instructor para la realización de prácticas. Esta constará de 3 a 5 preguntas de selección múltiple, que podrán ser tomadas de un tema en específico; esta prueba puede ser realizada mas de una vez durante la capacitación de un equipo específico y no durará mas de 10 minutos la realización de la misma. Se recomienda realizar una prueba por sesión de cada 4 horas de capacitación.

Además esta prueba puede ser autocalificada por el participante, para poder verificar si él esta asimilando el contenido del programa.

3. *Evaluación al final de la capacitación.* Esta prueba será la misma evaluación pre-capacitación. La cual será realizada por el instructor de prácticas. Y proporcionará un parámetro del grado porcentual de asimilación de conocimientos del contenido de la capacitación de parte de los capacitandos.

Todos estos porcentajes individuales serán tabulados en una tabla resumen de evaluación. Para obtener un parámetro final y representativo del grado de asimilación de conocimientos durante el programa total de capacitación.

Para poder cuantificar los resultados logrados en cada una de las capacitaciones, como en el plan en su totalidad; se han elaborado dos formatos que servirán al responsable del programa de capacitación, para poder hacer un reporte final sobre resultados y poder dar parámetros de asimilación y aprendizaje.

Para cada sesión de capacitación (se entenderá como sesión de capacitación a un periodo de horas de adiestramiento que se ejecutará semanalmente), se ha elaborado el formato C, el cual contiene los datos necesarios básicos, como las notas porcentuales de los resultados obtenidos por los capacitandos en su sesión.

| | | | |
|---------------------------------|-------------------------------|---|--|
| Capacitación: | | Fecha: | Hora: |
| Instructor Expositivo: | | Semana de Capacitación #: | |
| Instructor de Prácticas: | | Hospital: | |
| 1 | Nombre del Capacitando | Nota Evaluación Pre-capacitación | Nota Evaluación al final de la capacitación |
| 1. | | | |
| 2. | | | |
| 3. | | | |
| 4. | | | |
| 5. | | | |
| 6. | | | |
| 7. | | | |
| 8. | | | |
| | | PromedioFinal= C/N= | |

Formato C.

Por otro lado se tendrá un formato D, que servirá para poder controlar el programa de capacitación en su totalidad y dar un porcentaje cuantitativo del nivel de asimilación de conocimientos por los capacitandos.

Este formato solamente promediará el total de valores porcentuales.

| Semana: | Equipo: | Promedio: |
|---------|------------------------|-----------|
| 3. | | |
| 6. | | |
| 9. | | |
| 12. | | |
| 14. | | |
| 17. | | |
| 20. | | |
| 22. | | |
| | Promedio final: | |

Formato. D

En cada línea se numera la semana final de la capacitación de cada equipo y en la cual se irán colocando los promedios obtenidos en la tabla del formato C junto con la información del equipo capacitado; para poder así, obtener un promedio final.

4. *Seguimiento post-capacitación.* Este será presentado y desarrollado por:

- El jefe de mantenimiento local.
- Un supervisor de mantenimiento con visitas periódicas al hospital.

Y los indicadores a evaluar en dicha capacitación son:

- **Frecuencias de fallo en los equipos.** Cada equipo reporta una cantidad de fallos en sus registros o historiales en un período de tiempo establecido. Si la frecuencia de fallos en ese equipo a disminuido desde el período de capacitación, ello indicará que el equipo está siendo mejor mantenido y operado.
- **Ordenes de trabajo.** Si el número de ordenes de trabajo de índole correctivo del mismo equipo se reduce, implica que el equipo se encuentra menos tiempo detenido por falla.
- **Frecuencia del Soporte del departamento de mantenimiento central.** Cada unidad médica depende del mantenimiento central en la reparación de ciertos tipos de fallas. Si el mantenimiento central es requerido en menor frecuencia, indicará que el técnico local ha podido resolver mayor cantidad de problemas de fallas de los equipos.

- **Disminución en la demanda de contratación de empresas externas al hospital.** Para el mantenimiento de ciertos tipos de equipos y fallas así como de la urgente reparación, se requiere de agencias o empresas externas que den servicio de mantenimiento y soporte, por lo que al reducir este parámetro de necesidad podremos cuantificar el resultado de la capacitación.
- **Disminución en el gasto de compra de repuestos.** Los cuales pueden ser de dos tipos:
 1. Repuestos equivocados. Toda aquella pieza de reemplazo que es comprada por orden del departamento de mantenimiento, y que no era la pieza realmente fallida dentro del instrumento.
 2. Repuestos innecesarios. Todos aquellos repuestos que no presentan mayor historial de falla y que son comprados por el departamento de mantenimiento.
- **Disminución de reporte de fallas de parte del operario.** Este reporte irá haciéndose cada vez más pequeño ya que el operario sabrá manipular con mayor eficiencia y efectividad el instrumento.

2.6 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PLAN DE CAPACITACION.

| EQUIPO/SEMANA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | | |
|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|--|
| MICROSCOPIOS | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DESFIBRILADORES | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| UNIDAD ELECTROQUIRURGICA | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MAQUINAS DE ANESTESIA | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MONITORES | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CENTRIFIGAS | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ECG | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| MESAS DE OPERACIONES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | |
| SEGUIMIENTO POST-CAPACITACION | | | | | | | | | | | | | ■ | | | ■ | | | | ■ | | ■ | | | ■ | | ■ | | | | | ■ | | ■ | |

CAPITULO 3.

MANUALES DE CAPACITACION.

A continuación se presentan los manuales que servirán de referencia a los capacitadores para poder llevar a cabo el plan de capacitación. Estos si bien es cierto proporcionan un contenido adecuado a las necesidades de capacitación planteadas en el capítulo uno de este documento, no significa que el capacitador no tenga la libertad de ampliar y complementar los mismos con información que encuentre o tenga a su alcance.

Los ocho manuales siguientes fueron elaborados cumpliendo con un formato pre-establecido y dentro de los requerimientos contemplados en los capítulos anteriores.

Objetivo del Curso

Brindar a los participantes los conocimientos necesarios para que operen adecuadamente y brinden el mantenimiento preventivo al equipo del microscopio.

Población Objetivo

Personal Operador.
Personal de Mantenimiento.

Requisito

Empleados del Ministerio de Salud Pública y Asistencial Social, Instituto Salvadoreño del Seguro Social y/o Instituciones Privadas de salud

Fecha

Mes #1 de Capacitación.

Horario

8:00 A.M.-12:00 M

Lugar

-Salón de reuniones ó conferencias dentro de la institución de salud.
-Local externo a la institución de salud.

Duración

12 horas

Cupo

8 Personas

Tipo de Certificado

Aprovechamiento

Instructores

Técnico Expositivo
Técnico para Prácticas

Contenido

Fundamentos de operación
Rutinas de Mantenimiento Preventivo
Tabla de Fallas Posibles
Características Técnicas
Seguridad e Higiene
Cronograma de actividades



INDICE.

| TEMA | PAGS. | |
|-------------|--|----|
| I | Introducción | 35 |
| II | Objetivos | 35 |
| 3.1.1 | Fundamentos de operación | 36 |
| 3.1.1.11 | Sistema Optico | 36 |
| 3.1.1.12 | Lente Objetivo | 37 |
| 3.1.1.13 | Ocular | 38 |
| 3.1.1.14 | Aumento del sistema | 38 |
| 3.1.1.2 | Sistema de Iluminación | 39 |
| 3.1.1.3 | Sistema Mecánico | 40 |
| 3.1.1.31 | Empleo del Microscopio | 41 |
| 3.1.1.32 | Forma de coger y transportar el Microscopio | 41 |
| 3.1.1.33 | Colocación del Microscopio | 41 |
| 3.1.1.34 | Instalación del Microscopio | 42 |
| 3.1.1.35 | Enfoque del Microscopio | 42 |
| 3.1.2 | Rutinas de Mantenimiento Preventivo | 44 |
| 3.1.3 | Diagrama de bloques del microscopio | 46 |
| 3.1.4 | Tabla de Fallos Posibles | 46 |
| 3.1.5 | Características Técnicas | 47 |
| 3.1.6 | Seguridad e Higiene | 47 |
| 3.1.6.2 | Precauciones a tomar para los Climas Cálidos | 48 |
| 3.1.7 | Programa de Capacitación | 49 |
| | -Contenido | |
| | -Prácticas a desarrollar | |
| | -Comentarios | |

I. INTRODUCCIÓN

El presente manual está dirigido a todo aquel personal que opera o proporciona mantenimiento preventivo a equipos de laboratorio clínico. En el manual se desarrolla el tema del microscopio y sus principales funciones, dando un panorama técnico en cuanto a todas aquellas cosas que se necesitan saber y poner en práctica para poder prolongar y optimizar dicho instrumento. Es importante hacer notar que este manual no pretende ser un sustituto del manual del fabricante, sino por el contrario un complemento de él.

II. OBJETIVOS

- A. Describir la operación del microscopio
- B. Mostrar al operador el uso adecuado del microscopio, fomentando el seguimiento de las recomendaciones del fabricante.
- C. Mostrar los procedimientos para el adecuado mantenimiento y cuidado del microscopio.
- D. Aprender a hacer reparaciones menores.

3.1 MICROSCOPIO

3.1.1 Fundamentos de Operación

El microscopio es un equipo que consta de un juego de lentes que permiten al ojo humano observar detalles que a simple vista es imposible observar. El uso de este equipo en los laboratorios clínicos, permite determinar la presencia de parásitos, larvas, cristales, restos de tejido, componentes de la sangre y otros cuerpos. En el Laboratorio de Anatomía Patológica, permite el estudio de tejidos para poder determinar enfermedades, malformaciones o deficiencias.

El microscopio se compone básicamente de tres partes las cuales son: (Ver figura 1.1)

1. Sistema óptico.
2. Sistema de iluminación.
3. Sistema mecánico.

3.1.1.11 Sistema Óptico

Constituido por lentes, espejos y prismas dispuestos en un tubo que amplían la imagen. Este incluye: Los oculares, el cuerpo binocular, y los objetivos.

La parte del tubo para observar se llama ocular y la cercana a la muestra objetivo. La luz proveniente del objeto en observación es recibida por el lente objetivo (un lente o un sistema) el cual en su punto focal forma una imagen virtual de 4.5 a 100 veces más grande. El lente ocular se encarga de enfocar sobre la retina esta imagen virtual, y por lo general la magnifica de 10 a 20 veces. En los microscopios modernos el tubo no es recto si no que presenta una inclinación de 30 o 45 grados (para comodidad del usuario), además de que son para los dos ojos (binoculares). Estos dos requerimientos han hecho necesario el uso de prismas y espejos para dividir la imagen y conducirla correctamente a los ojos.

Muchos son los problemas técnicos que se deben salvar para tener un microscopio de excelente imagen:

-**Aberraciones cromáticas**, provocadas por el índice de refracción a los colores que presenta el vidrio. Esto es corregido por el uso de vidrios con opuesto índice de refracción.

En la actualidad también se utilizan capas finas de metales que sumado a lo anterior dan excelentes resultados.

-Aberraciones esféricas, provocadas por la compresión o descompresión de la luz en los bordes de los lentes dando como resultado una mala formación de la imagen. Esto puede ser corregido al usarse la parte central de los lentes o lentes sin un cambio considerable de grosor en su construcción. En la práctica solo los lentes de alto poder presentan este problema.

-Astigmatismo, es la malformación hacia uno de los ejes de imagen y se debe a la imperfección de la curvatura del lente o a su construcción. Un lente de excelente calidad no presenta este problema.

3.1.1.12 Lente Objetivo.

Por lo general es una pieza movable y desmontable. Dependiendo de la técnica de corrección puede ser todo un sistema de lentes de posición precisa. Se puede clasificar como húmedos y secos, indicando si el medio es aceite o aire respectivamente. Los secos son de bajo poder: 2.5X, 10x, 20x, 50x, etc., y húmedos solo el de 100X por lo general.

Los lentes objetivos por lo general tienen marcados:

- el aumento, que es las veces que amplía la imagen real a la imagen virtual.
- la apertura numérica que indica la cantidad de luz que recoge en relación a el diámetro y el índice de refracción.
- la longitud del tubo mecánico.
- la distancia focal, lo que define el grosor del cubreobjetos.

Por ejemplo:

100X A.N:1,50

160/0.17

indica que es un lente de inmersión en aceite (A.N:1,50) con un aumento de 100X y un tubo de 160mm de espesor. El 0.17 indica que esta hecho para cubreobjetos no mas gruesos de 0.17 mm.

Por su calidad en el mercado se encuentran dos tipos de objetivo:

- Acromático: que tiene corregidas las aberraciones hasta un cierto grado.

-Apocromáticos: de excelente calidad donde se corrigen completamente las aberraciones. Por lo general son usados en investigación y para micrografías.

3.1.1.13 Ocular

El ocular examina y amplía la imagen producida por el objetivo. Por lo general (los acromáticos) se componen de dos lentes los cuales forman la imagen en la retina y corrige los defectos de color y forma. Existen los apocromáticos que se acoplan únicamente a objetivos de este tipo. Siempre traen indicado el aumento que tienen. En el laboratorio se utilizan los de 10X y con menos frecuencia los de 15x o 20X. También existen oculares especiales para personas que usan lentes.

3.1.1.14 Aumento del sistema Optico.

Esta dado por:

Aumento del objetivo X aumento del ocular = AUMENTO TOTAL

Por ejemplo si el ocular es de 10x y se tiene un lente objetivo de 50X, se obtiene un aumento total de $50 \times 10 = 500X$

La resolución es la capacidad de diferenciar dos puntos como tales, y esta definida por:

$$R = \frac{X}{NA \text{ objeto} + NA \text{ condensador}}$$

Donde:

R: resolución

X: Longitud de onda

NA Objeto: apertura numérica del objeto

NA condensador: apertura numérica del condensador

3.1.1.2 Sistema de Iluminación

Por lo general consta de un bombillo que puede ser de tungsteno (halógeno), el cual es controlado por un interruptor de encendido y un regulador de intensidad. Luego un sistema de conducción de la luz que puede tener espejos y reflectores para dirigir la luz al condensador. Por lo general es aquí donde hay filtros para que se corrija la fuente de manera que sea una luz más blanca. además consta de un condensador, que tiene como función concentrar y enviar un haz de luz perpendicular a la muestra y luego al objetivo. Al igual que el lente objetivo es importante que sea acromático y no presente deformaciones en la luz que proyecte. Por lo general su A.N. es de 1.30 pero los hay de 1.40 que son de mayor calidad y precio. Debe tener un sistema que permita desplazarlo y así obtener la intensidad deseada.

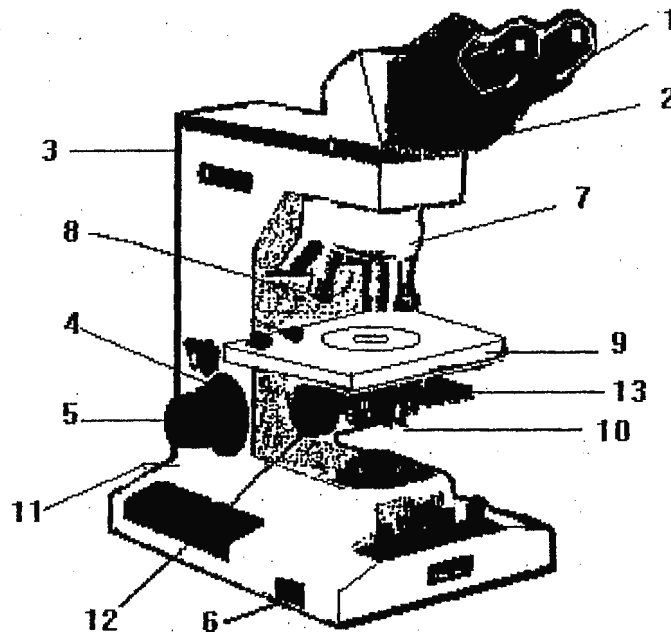


Figura 1.1 Microscopio Binocular

1. Oculares
2. Cuerpo Binocular

3. Brazo o Estativo
4. Macrométrico
5. Micrométrico
6. Interruptor de encendido
7. Revólver
8. Objetivos
9. Platina
10. Condensador de luz
11. Base
12. Perilla del portacondensador
13. Perilla de platina en cruz.

3.1.1.3 Sistema Mecánico

Es toda la estructura del microscopio y lo compone: el revolver, la base, el macrométrico y el micrométrico, la base de platina, la perilla de platina en cruz, la perilla del portacondensador y el brazo.

- a) **Revolver:** es el transporte de los lentes objetivos (de 3 a 5), tiene un sistema de prefijado que coloca en el centro el objetivo seleccionado y además, estos quedan preenfocados.
- b) **Brazo:** es el soporte mecánico del sistema óptico. Para transportar el microscopio se debe de tomar de esta parte.
- c) **Platina:** es el lugar donde se pone la muestra en observación, por lo general tiene un sistema de pinzas que sujetan el portamuestras y un par de comandos (X y Y) para mover la muestra.
- d) **Base:** contiene el sistema de iluminación y le da estabilidad al equipo.
- e) **Controles de foco:** son los que permiten mover la lente objetivo y la muestra para obtener el punto de enfoque. Se tienen dos, uno para movimientos gruesos llamado macro y otro de movimientos finos llamado micro. Primero se enfoca con el macro y luego se ajusta con el micro.

3.1.1.31 Empleo Del Microscopio

Los consejos sobre el empleo del microscopio no son superfluos. Las reglas más elementales para el mantenimiento del microscopio son frecuentemente ignoradas, incluso por observadores

consumados, y que por efectuar maniobras imprudentes, comprometen la duración de su instrumento o se ven privados de posibilidades que puede ofrecer el aparato.

3.1.1.32 Forma de Tomar y de Transportar el Microscopio.

Este punto es muy importante para no estropear el tornillo micrométrico horizontal deben tomarse por el asa de forma acodada. Los modelos antiguos con movimiento micrométrico vertical deben

cogerse por el pie. Muchas personas los cogen por el asa que aguanta el tubo: se trata de un hecho deplorable que más o menos pronto estropeará el tornillo micrométrico. Efectivamente, tomando de esta forma el microscopio, todo el peso del aparato descansa sobre el tornillo, cuyas muescas son lentamente erosionadas.

Es necesario decir que un microscopio no debe tomarse jamás por la platina, ni con mayor motivo por el tubo.

3.1.1.33 Colocación Del Microscopio

El buen rendimiento de un microscopio depende en gran parte de la instalación que se haya hecho de él, asimismo de ésta depende la longevidad y un manejo más o menos cómodo cuando se utiliza.

Generalmente los microscopios de laboratorio para la enseñanza y para la investigación son vendidos con un estuche para ser cuidadosamente guardado y también para que el microscopio pueda ser colocado en él a fin de transportarlo, así como para guardarlo cuando no se utilice durante un cierto tiempo. Efectivamente, el polvo es un gran enemigo de la óptica, y las campanas o las fundas que obligatoriamente deben cubrir los aparatos, cada tarde, después de haberlos utilizado son totalmente insuficientes.

Para escoger el sitio donde colocar el microscopio nos basaremos en las siguientes consideraciones: que haya el mínimo posible de vibraciones, una estantería en la pared, a ser posible sobre una mesa; que el aparato esté orientado de cara a la pared, mejor que de cara a una ventana, a no ser que quieran hacerse observaciones con luz diurna, el asiento en función de la altura de la observación o del visor. La lámpara de trabajo deberá tener un regulador de intensidad lumínica, a fin de poder

igualar la iluminación del campo observado y del papel sobre el que se dibuja o se toman notas. Esto es particularmente importante si se hacen dibujos con la cámara clara.

3.1.1.34 Instalación Del Microscopio

Tomado convenientemente se saca el microscopio de su caja y se coloca sobre una mesa. A fin de asegurar su estabilidad y evitar que se deslice es conveniente colocarlo sobre un fieltro, o sobre una plancha de caucho o sobre un cuadernillo de papel de filtro. Se colocan los objetivos en el portaobjetivos o revólver, tomando la precaución de colocarlos con un orden creciente. Normalmente los objetivos son parafocales, es decir que una vez enfocado con uno, al seleccionar el siguiente queda prácticamente enfocado.

Para la observación microscópica es preferible trabajar lejos de las ventanas y sobre una mesa negra, a fin de eliminar toda luz parásita que deslumbra y disminuye la buena definición de las imágenes; estas precauciones evitarán una fatiga absurda.

3.1.1.35 Enfoque Del Microscopio

Después de haber escogido un asiento de altura conveniente que permita observar sin fatigarse se coloca una preparación sobre la platina. Inicialmente se debe tener a la altura de la vista un pequeño esquema de las distancias frontales y de los aumentos de los objetivos. Antes de colocar la preparación sobre la platina debe tomarse la precaución de levantar el tubo microscópico con la cremallera a una altura superior a la distancia frontal del objetivo de menos aumentos. Hecho esto, se centra la preparación, contemplando desde fuera, colocando la muestra en el centro de la abertura de la platina, se pone el ojo en el ocular y se hace bajar lentamente el tubo mediante la cremallera accionando el tornillo

macrométrico. Cuando la imagen aparece se deja el tornillo macrométrico y se empieza a accionar el micrométrico con suma precaución, para ajustar la imagen.

micrométrico, con el que se sigue un correcto enfoque. Debe procederse con suma precaución al manejar el tornillo micrométrico, hay que recordar que su recorrido es limitado, por ello lo adecuado es dejarlo siempre en una posición central y únicamente accionarlo un poco hacia un lado y otro poco hacia el otro.

Si se llegara al extremo de su recorrido existe el riesgo de no poder volver a situarlo en posición correcta y al insistir pueden romperse las muescas y ello requiere cambiar todo el tornillo. Si la imagen no aparece debe accionarse el micrométrico con suma precaución de no tropezar el objetivo contra la lente. Este tropiezo puede conducir a la rotura de la preparación y estropear seriamente la lente frontal del objetivo. Es por ello que, si no aparece ninguna imagen, uno debe asegurarse mirando por fuera de acercar el objetivo a la preparación, sin que sobrepase la distancia frontal. En caso de acercarse excesivamente el objetivo para luego volver a bajar suavemente. En caso de que continúe sin aparecer la imagen será debido a que hay que desplazar lateralmente la preparación para situar el objeto exactamente con el eje óptico.

Si la preparación contuviera sólo escasas estructuras, y muy alejadas unas de otras, se puede intentar enfocar sobre una burbuja de aire o sobre el límite del cubreobjetos. De esta manera, podemos encontrar la distancia frontal del objetivo de menor aumento y desplazando metódicamente la preparación, y pronto se situará una de las estructuras en el centro del campo. Combinando todo este movimiento pronto se logrará enfocar con el objetivo de pequeño aumento.

Accionando el revólver se pasa de la utilización de un objetivo a otro de mayor aumento. Cuando el microscopio está bien ajustado basta con hacer girar el revólver y modificar ligeramente el enfoque con el tornillo micrométrico para que la preparación quede enfocada.

Siguiendo estas recomendaciones es seguro que el principiante no estropeará sus objetivos. Por otro lado, esta debe ser la forma de proceder de todo microscopista que se considere como tal. Cuando se tiene un poco de costumbre estos movimientos se hacen con rapidez, únicamente se trata de practicar

desde el principio y seguir este orden señalado hasta adquirir el hábito, con lo que se procederá a hacer un examen metódico de la preparación.

3.1.2 Rutinas de Mantenimiento Preventivo.

De los elementos que componen el microscopio, los sistemas de lentes son las partes que exigen mayor número de cuidados especiales. Los componentes mecánicos y de iluminación pueden ser reemplazados y ajustados sin que para ello se realicen grandes esfuerzos; en cambio el deterioro de un componente óptico es un hecho lamentable, cuyo costo es considerable y no puede compararse al de los otros tipos de fallas.

Debido a esto, a continuación se detalla el procedimiento para realizar un buen mantenimiento preventivo para mantener en óptimas condiciones los diferentes sistemas que forman el microscopio:

- a. Limpie la superficie del equipo con un trapo humedecido con agua, no use alcohol, acetona u otra sustancia demasiado fuerte, ya que la pintura puede desprenderse.
- b. Verifique que el cable de conexión no presente ningún deterioro en su aislante, especialmente en sus extremos, si se presenta cámbielo o repórtelo a Mantenimiento.
- c. Compruebe el buen funcionamiento de él o los diafragmas, y el correcto montaje del condensador. Céntrelo si es necesario.
- d. Verifique los desplazamientos mecánicos de la platina y el portaobjetos; limpie y lubrique con grasa fina las cremalleras o guías visibles.
- e. Es recomendable tener a la mano un bombillo de repuesto, para no interrumpir el trabajo cuando se quemé el que está en uso.
- f. Desmontar los objetivos y oculares para su limpieza, según se detalla:

Objetivos:

1. Con un ocular en posición invertida observar el lente externo del objetivo, conservando un ángulo de aproximadamente 30°, para detectar partículas de polvo o aceite, rayones u hongos.

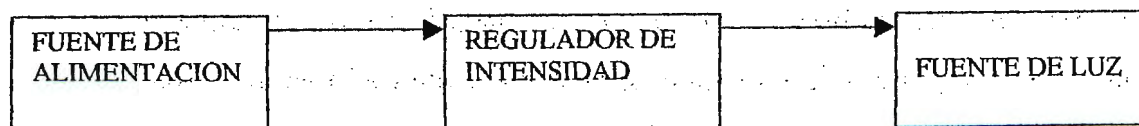
2. Con un hisopo humedecido ligeramente en agua destilada frotar el lente externo del objetivo en forma circular y luego pasarle un hisopo seco para secar el lente.
3. Con una perilla insufladora sopletear cualquier partícula de polvo o algodón interna y externamente del objetivo.
4. Por ningún motivo desarme el objetivo, porque puede dañarlo o hasta desajustarlo.
5. Si la suciedad persiste, repórtelo de inmediato al Departamento de Mantenimiento.

Oculares:

1. Para determinar si los oculares se encuentran sucios, montar una lámina con cualquier muestra en el portaobjeto de la platina y observarla con el objetivo 40x, una vez enfocado el objeto hacer girar un O ocular a la vez y si se observan partículas que giran, es signo de suciedad en los lentes de los oculares.
2. Cuando se retiren los oculares, cubrir los orificios donde estos se encuentran para que no entre polvo en los prismas del cuerpo binocular del microscopio.
3. Sobre una franela o pedazo de tela desarme cuidadosamente el ocular, teniendo especial cuidado de conservar el orden y posición en la que se encuentran los lentes y separadores.
4. Cada lente debe limpiarse con un pedazo de algodón ligeramente humedecido con agua destilada y luego secarlo con algodón seco, teniendo el cuidado de no tocar los lentes con la yema de los dedos, porque quedarán impresas sus huellas digitales.
5. Con la pera insufladora sopletear los lentes para retirar cualquier partícula de polvo o algodón.
6. Armar cuidadosamente de nuevo el ocular, conservando el orden, de manera inversa a la cual se desarmo.
7. Nunca use sustancias como acetona, xilol, alcohol 90°, éter u otro para limpiar los lentes; estas sustancias solamente son usadas por personal de Mantenimiento técnicamente capacitados.

Si la suciedad persiste y dificulta demasiado la visualización del objeto, repórtelo al Departamento de Mantenimiento del Hospital.

3.1.3 Diagrama de bloques del Microscopio.



1. Fuente de alimentación. Proporciona el voltaje de alimentación necesario para el funcionamiento de los dispositivos eléctricos y electrónicos del microscopio.
2. Regulador de intensidad de luz. Es el dispositivo electrónico que permite hacer ajustes graduados de la cantidad de luz a aplicar al objeto a observar.
3. Fuente de luz. Básicamente lo constituye el elemento generador y normalmente es un bombillo de alta potencia.

3.1.4 Tabla de fallas posibles.

| FALLA | POSIBLES SOLUCIONES |
|------------------------------------|--|
| a) No enciende | <ul style="list-style-type: none"> - Revise que el cordón está bien conectado al tomacorriente. - Remueva el foco, inspeccione visualmente si está quemado, si es así reemplácelo. |
| b) Luz parpadea | <ul style="list-style-type: none"> - La base está floja, cambiar. |
| c) No enfoca | <ul style="list-style-type: none"> - Revisar el mecanismo de enfoque |
| d) Hongos en los lentes y prismas. | <ul style="list-style-type: none"> - Cambiar si están muy dañados - Limpiar con líquido a base de alcohol o éter si no están muy dañados - Mejorar ubicación si es muy leve |

3.1.5 Características Técnicas.

1.Nombre del Equipo: Microscopio de laboratorio.

2.Características Eléctricas:

Voltaje: 120 Voltios

Fases: 1

Frecuencia de alimentación: 60 Hertz

3.Características Físicas y Mecánicas:

Microscopio versátil para uso en laboratorio, compacto,

4.Descripción técnica general:

Unidad compacta y robusta

5.Accesorios a incluirse:

Material y accesorios consumibles para la operación

Repuestos para mantenimiento preventivo

6.Información técnica requerida a suministrarse:

Manual de mantenimiento

Manual de operación

Manual de servicio

Manual de partes

3.1.6 Seguridad e Higiene.

A continuación indicaremos las principales reglas a seguir para poder trabajar confortablemente:

1. Es indispensable una máxima limpieza.

2. Anotar los tiempos requeridos para cada una de las operaciones o pasos de la técnica a seguir, anotando previamente las cantidades requeridas de cada uno de los reactivos. Estos serán preparados con antelación, a no ser que deban prepararse extemporaneamente.
3. Prever suficientes superficies de trabajo para efectuar todas las operaciones con el mínimo desplazamiento posible.
4. Protéjase de la contaminación de los productos tóxicos poniéndose una bata que será cambiada frecuentemente; conviene trabajar con guantes de goma finos para manipular reactivos corrosivos; es conveniente lavarse las manos después de haber manipulado productos tóxicos. Algunos son motivos de alergia.
5. Conserve las resinas, los medios de montaje, los colorantes y todos los reactivos en general, protegidos de la luz.
6. No vaya con prisas mientras está trabajando, no consienta que se le moleste.
7. Deben limpiarse la porta y cubreobjetos, incluso cuando son nuevos.
8. La limpieza de la porta y cubreobjetos puede hacerse en seco con un poco de magnesia, frotándolos hasta que desaparezca cualquier adherencia de polvo.
9. Para que la superficie del portaobjetos sea adhesiva, pásese rápidamente por la parte azul de la llama de un Bunsen.

3.1.6.1 Precauciones adicionales para los climas cálidos

Climas secos

En los Climas calurosos secos el problema principal es el polvo. Las partículas finas se introducen en las estrías de los tornillos y debajo de las lentes. Esto puede evitarse mediante las siguientes precauciones:

1. Cuando no se esté utilizando, manténgase siempre el microscopio tapado con una cubierta de plástico hermética al aire.
2. Al final de la jornada laboral, límpiase a fondo el microscopio soplando aire con una pera de goma.
3. Termínese la limpieza de las lentes con un cepillo de lentes o un pincel fino. Si quedan partículas de polvo sobre la superficie del objetivo, límpiense con un papel para gafas.

4. Si la estación húmeda dura más de un mes adopte las precauciones recomendadas más adelante para los climas calurosos húmedos.

Climas húmedos

En los climas calurosos húmedos pueden formarse hongos en el microscopio, en particular en la superficie de las lentes, en las estrías de los tornillos y debajo de la pintura, con lo cual el instrumento será pronto inutilizable. Ese problema puede evitarse como se describe a continuación.

Cuando no se esté utilizando, manténgase siempre el microscopio tapado con una cubierta de plástico hermética al aire, manteniendo debajo de la cubierta un plato con sílice azul para desecar el aire. (La sílice enrojecerá cuando pierda su capacidad de absorber la humedad del aire). El microscopio debe limpiarse diariamente para que esté libre de polvo.

Riesgos

Dado que los microscopios se utilizan para estudiar tejidos y líquidos biológicos, se deben descontaminar a intervalos regulares. Las partes mecánicas pueden descontaminarse con etanol al 70% y las partes ópticas deben limpiarse conforme a las instrucciones del fabricante. Estas operaciones han de efectuarse con regularidad, y son indispensable en asociación con los procedimientos de reparación y mantenimientos de reparación y mantenimiento.

3.1.7 PROGRAMA DE CAPACITACION

| | |
|--------------------------------------|--|
| MODALIDAD DEL EVENTO DE CAPACITACION | Curso. |
| DESCRIPCION DE LA CAPACITACION | Operación y cuidados del Microscopio. |
| OBJETIVOS | Los participantes al finalizar la capacitación serán capaces de: 1. Describir la operación del microscopio. 2. Practicar el manejo adecuado del microscopio. |

| | |
|------------|---|
| | 3. Practicar procedimientos para el adecuado mantenimiento y cuidado del microscopio. |
| DIRIGIDO A | Personal Técnico Operario de equipos de Laboratorio Clínico. |
| DURACION | 12 Horas |

CONTENIDO

| No. | Temas y Sub-temas | Tiempo (hrs.) |
|-----|---|---------------|
| 1. | <p>MICROSCÓPIO</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Fundamentos de operación ➤ Sistema Optico ➤ Lente Objetivo ➤ Ocular ➤ Aumento del sistema Optico ➤ Sistema de Iluminación ➤ Sistema Mecánico ➤ Empleo del Microscopio ➤ Forma de coger y transportar el Microscopio ➤ Colocación del Microscopio ➤ Instalación del Microscopio ➤ Enfoque del Microscopio ➤ Rutinas de Mantenimiento Preventivo ➤ Tabla de Fallos Posibles ➤ Características Técnicas ➤ Seguridad e Higiene ➤ Precauciones a tomar para los Climas Cálidos ➤ Mantenimiento Preventivo (120') (PRACTICA 1) | 10 |

PRACTICAS A DESARROLLAR

| No. | Descripción de práctica | Equipos, herramientas, repuestos u otros. | Duración (hrs.) |
|-----|--|---|-----------------|
| P1 | <p>MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL MICROSCÓPIO BINOCULAR:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Uso de herramienta y recomendaciones generales sobre el desarrollo de la práctica. 2. Efectuar la limpieza externa del equipo. 3. Revisión general del sistema de iluminación, verificando si se regula la intensidad de la lámpara. 4. Revisión del sistema mecánico; limpieza y lubricación de cremalleras y guías. 5. Revisión del sistema óptico: | <ul style="list-style-type: none"> 5 Microscopios Binoc. 3 Jgos. de destornillad. Tipo relojero 4 Destornillad. Planos 4 Destornillad. Phillips 51 Hisopos 4 Bot. de agua destil. 4 ydas, de franela 5 peras insufladoras - Grasa fina - Algodón 4 Brochas de 2" | 2 |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none">- Limpieza de oculares.- Limpieza de objetivos.- Limpieza de condensador. <p>6. Comprobar funcionamiento general de todos los sistemas del equipo.</p> | | |
|--|--|--|--|

BIBLIOGRAFIA.

- Introduction to Biomedical Equipment Technology. 1981. Joseph J. Carr , John M. Brown

- Training Manual for Biomedical Equipment Technicians. American Society for Hospital Engieenering of The American Hospital Association. Gary D. Slack, John W. McKinney.

- Manual de Operación y Cuidados del Equipo de Laboratorio Clínico. Proyecto de Mantenimiento Hospitalario. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social-GTZ. Diciembre 1998.

- Mantenimiento y reparación del equipo de laboratorio, diagnóstico por imagen y hospital. Organización Mundial de la Salud. Ginebra 1996

Objetivo del Curso

Brindar a los participantes los conocimientos necesarios para que operen adecuadamente y brinden el mantenimiento preventivo al equipo de desfibrilación.

Población Objetivo

Personal Operador.
Personal de Mantenimiento.

Requisito

Empleados del Ministerio de Salud Pública y Asistencial Social, Instituto Salvadoreño del Seguro Social y/o Instituciones Privadas de salud

Fecha

Mes #2 de Capacitación.

Horario

8:00 A.M-12:00 M

Lugar

-Salón de reuniones ó conferencias dentro de la institución de salud.
-Local externo a la institución de salud.

Duración

12 horas

Cupo

8 Personas

Tipo de Certificado

Aprovechamiento

Instructores

Instructor Expositivo
Instructivo para realizar prácticas

Contenido

Fundamentos Fisiológicos y Anatómicos de la sangre
Principios Físicos
Fundamentos de operación
Rutinas de Mantenimiento Preventivo
Tabla de Fallas Posibles
Características Técnicas
Seguridad e Higiene
Cronograma de actividades

2004-05-05

Método

Curso

Materiales

Acetatos

Lápices

Libretas

Pizarra

Plumones

Puntero Láser

Retroproyector

2 Desfibriladores

3020-1-35-1000

INDICE.

| TEMA | | PAGS. |
|-------------|--|--------------|
| I | Introducción | 56 |
| II | Objetivos | 56 |
| 3.2.1 | Fundamentos Fisiológicos y Anatómicos | 57 |
| 3.2.2 | Fundamentos de operación | 59 |
| | - Modos de operación | |
| | - Procedimiento y cuidados en la utilización | |
| | - Operación del equipo | |
| | - Corrección de la energía ajustada | |
| 3.2.3 | Rutinas de Mantenimiento Preventivo | 65 |
| 3.2.4 | Diagrama de bloques | 66 |
| 3.2.5 | Tabla de Fallas Posibles | 67 |
| 3.2.6 | Características Técnicas | 68 |
| 3.2.7 | Programa de Capacitación | 70 |

I. INTRODUCCION

El presente manual está dirigido a todo aquel personal que opera o proporciona mantenimiento preventivo a equipos de salas de emergencia y áreas de cuidados críticos. En el manual se desarrolla el tema del desfibrilador y sus principales funciones dando un panorama técnico en cuanto a todos aquellos temas que se necesitan saber y poner en práctica para poder prolongar y optimizar dicho instrumento. Es importante hacer notar que este manual no pretende ser un sustituto del manual del fabricante, sino por el contrario un complemento de él.

II. OBJETIVOS

- A. Describir la operación y las partes de un desfibrilador.
- B. Mostrar al operador el uso adecuado del desfibrilador, fomentando el seguimiento de las recomendaciones del fabricante.
- C. Mostrar los procedimientos para el adecuado mantenimiento, cuidado y algunas recomendaciones sobre el desfibrilador

3.2 EL DESFIBRIADOR

3.2.1 Principios fisiológicos y anatómicos.

Fibrilación cardíaca es una condición en donde las células del miocardio se contraen asincrónicamente sin ninguna relación de excitación de una célula con la próxima. Dado que el bombeo cardíaco resultante depende de la eficiencia, ritmicidad y coordinación de el sistema de cámaras, el caudal de sangre en la salida del corazón se vuelve nulo. Esta condición debe ser corregida tan pronto el estado se produce para evitar daños irreversibles en el cerebro del paciente. El desfibrilador produce un choque eléctrico que puede restablecer ese estado a un estado rítmico normal del corazón, logrando una contracción simultánea del máximo número de células posibles del miocardio, esperando que todas entren a la vez en su periodo refractario y el nodo sinusal vuelva a recuperar su control.

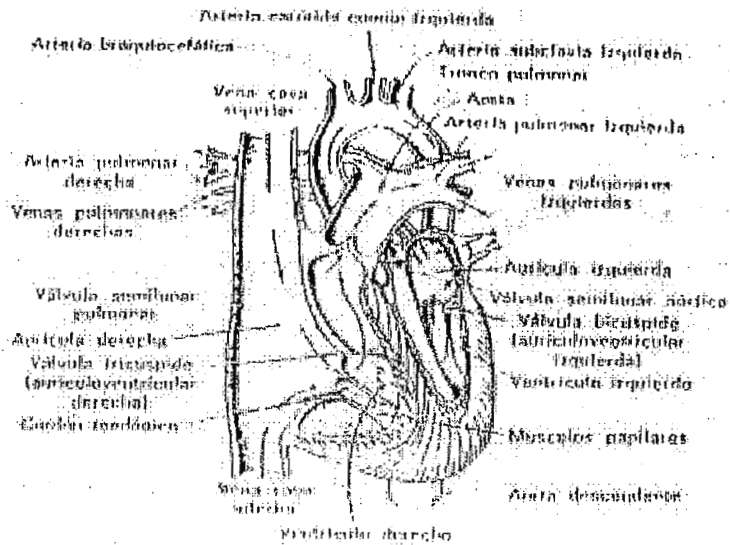
Existen dos tipos de desfibrilación:

1. *Desfibrilación no sincronizada.* En esta clase de régimen se aplica el impulso de desfibrilación en cualquier momento deseado de la acción cardíaca.
2. *Desfibrilación sincronizada.* En esta clase de régimen el desfibrilador es controlado ya sea por el amplificador de ECG interno o un impulso de sincronización externo, para que el impulso de desfibrilación pueda efectuarse en la fase de acción cardíaca correcta.

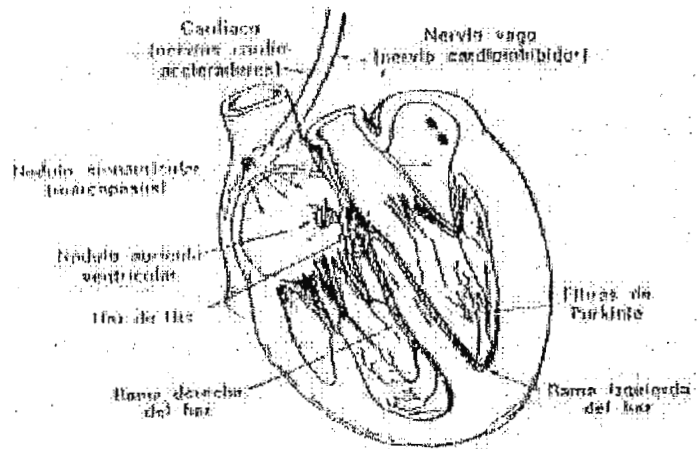
La desfibrilación sincronizada se controla mediante la onda R del ECG presentado en el monitor. El disparo del impulso de desfibrilación se produce aproximadamente 30 ms después de haber detectado un punta R. Con ello se evita que el disparo del impulso se produzca durante la fase vulnerable de la acción cardíaca.

Para comprender el funcionamiento del ECG es necesario estar familiarizado con la anatomía básica del corazón (fig. 2.1). El corazón está dividido en cuatro cámaras. Las dos cámaras superiores, las aurículas, están sincronizadas para actuar juntas, al igual que las inferiores, los ventrículos. La aurícula derecha recibe sangre de las venas del cuerpo y la bombea al ventrículo derecho. Este bombea la sangre a los pulmones, donde se oxigena. La sangre enriquecida en oxígeno pasa luego a la aurícula izquierda, desde donde es bombeada al ventrículo izquierdo. Este bombea la sangre a las

arterias para que circule por todo el cuerpo. Dado que son los ventrículos los que bombean realmente la sangre al cuerpo, son estos, y no las artículas, los de mayor y más fuerte musculatura. Para que el sistema cardiovascular funcione correctamente, tanto las aurículas como los ventrículos deben funcionar perfectamente sincronizados. Cada potencia de acción o impulso eléctrico en el corazón se origina cerca del extremo superior de la aurícula derecha en un punto denominado nodo sinoauricular". Este está formado por células miocárdicas de trabajo, dentro del grupo de las células automáticas especializadas. La mayoría de las células cardíacas presentan un potencial en reposo de -90mV . (Negativo el interior respecto al exterior) pero estas células poseen actividad eléctrica y un estímulo adecuado puede iniciar la desvalorización. El tejido cardíaco se distingue de los demás tejidos dotado de actividad eléctrica por la duración excepcional del intervalo que separa el inicio de la desvalorización del final del fenómeno, en el que las células recuperan la excitabilidad (Repolarización). La repolarización no se produce partiendo de células vecinas, sino que cada célula vuelve independientemente a su potencial de reposo. Para iniciar el latido cardíaco, el potencial de acción se propaga en todas direcciones a lo largo de la superficie de ambas aurículas. El frente de onda de activación viaja paralelo a la superficie de las aurículas hacia la unión entre varias aurículas y ventrículos. La onda termina en un punto cerca del centro del corazón denominado "nodo aurículo-ventricular" (nodo AV). En este punto, unas fibras nerviosas especiales actúan como "fibras de retardo" para lograr la "temporización" adecuada entre la actuación de aurículas y ventrículos. Una vez la activación eléctrica atraviesa la "línea de retardo", se inicia potencialmente la acción en la potente musculatura de los ventrículos. Sin embargo, el potencial de acción no sigue a lo largo de la superficie sino perpendicular a ella, y se mueve desde el interior al exterior de la pared ventricular terminando en el apex.



(a)



(b)

Fig. 2.1

3.2.2 Fundamentos de Operación

MODOS DE OPERACIÓN.

Los desfibriladores poseen típicamente tres modos básicos de operación:

- *Desfibrilación externa de emergencia.* Donde el operador del equipo, aplica los electrodos al tórax del paciente y descarga el desfibrilador presionando simultáneamente los botones de descarga que se encuentran en cada electrodo. La descarga eléctrica, la cual tiene una duración inferior a los 20 milisegundos, entre un choque de alto voltaje de aproximadamente 2,000 a 4,000 voltios al paciente; la gel utilizada en los electrodos es usada para mejorar la conductividad entre el equipo y el paciente. Los niveles de energía recomendados están entre los 20 y 360 Julios.
- *Desfibrilación Interna.* Es aquella que se realiza directamente al corazón y puede ser en cirugías de corazón abierto por ejemplo; en la cual la energía es directamente entregada al mismo, todos los desfibriladores están diseñados para entregar en este modo de operación, un máximo de 50 Julios para prevenir daños al músculo cardíaco. Los electrodos utilizados en esta modalidad son pequeños (cerca de 50 mm de diámetro), ligeramente cóncavos y diseñados para resistir la esterilización normal del hospital, como el óxido de etileno ó vapor.
- *La cardioversión forzada.* Se usa para la corrección de ciertas arritmias ventriculares como el aleteo atrial y taquicardia ventricular. Los electrodos de ECG se colocan de tal manera para obtener una onda R de máxima amplitud. Se detecta ésta con un filtro y al cabo de 30 ms se desconectan los electrodos y si se ha pulsado el control de la descarga, los electrodos se vuelve a conectar por sí solos al amplificador y el cardioscopio permite ver si la acción ha sido correcta. La entrega de energía es sincronizada con el pico de la onda R, para prevenir la descarga durante el periodo vulnerable de la repolarización ventricular, el cual está presentado por la onda T; la desfibrilación cardíaca puede causar la fibrilación del corazón.

La eficiencia en la desfibrilación depende de varios parámetros:

- La amplitud de la descarga. Si es demasiado pequeña es inefectiva por que solo afecta a un numero reducido de células; si por el contrario es demasiado grande es inefectiva por que produce daños en algunas células del miocardio.
- La duración de la descarga. debe ser suficientemente larga para que haya un número grande de células que no estén en el período de refracción absoluta o relativa, pero no tanto para que resulte daños físicos por la excesiva disipación de energía .

- Energía a suministrar. Los modelos comerciales ofrecen entre 0 y 400 julios, con distintos niveles intermedios fijos que debes estar bien calibrados.
- La forma de onda. Es otro parámetro que afecta la eficacia, por que no interesan los valores picos muy altos, ni colas de baja amplitud Para lograr la densidad de corriente necesaria a través del miocardio, hay que considerar el tamaño y peso del paciente y si la descarga es interna o externa. En este último caso basta una décima parte de energía necesaria para una aplicación externa.
- Los electrodos. En primer lugar, debe reducirse la impedancia electrodo-piel para evitar quemaduras y la disipación en ella de una cantidad de energía excesiva. Por esta razón se emplea gel conductora entre los electrodos y la piel, evitándose la interposición de otras sustancias que no sean buenas conductoras de la electricidad. El tamaño de los electrodos influye en la uniformidad de la corriente transtorácica, por lo que se ofrecen distintos diámetros, de 5 a 12 cms. La posición ideal de los electrodos sería la anterior-posterior, pues así la corriente atravesaría el corazón. No obstante, dado que es poco práctico, se emplea una posición anterior, con los electrodos bastante separados.

Para mantener un buen contacto, los electrodos deben colocarse firmemente contra el paciente. Interruptores activados por fuerza a menudo son incorporados en los electrodos, de este modo si la presión aplicada al electrodo no es lo suficientemente firme, el circuito es interrumpido y no es posible aplicar el pulso desfibrilador. Otro factor importante es la seguridad en el uso de los electrodos. Estos deben proporcionar un buen aislamiento para no permitir el paso de corriente a las manos del operario.

Procedimiento y cuidados en la utilización.

El equipo de desfibrilación usualmente se estructura en un aparato portátil diseñado para cardioterapia y vigilancia con registrador incorporado. Está integrado por dos unidades: el desfibrilador propiamente y el aparato de vigilancia.

Durante la desfibrilación se han de observar las siguientes indicaciones:

1. La desfibrilación de un paciente en lo posible ha de efectuarse en presencia de dos personas.
2. El operador que efectúa la desfibrilación informará a los presentes sobre la preparación y realización y, si procede, prestará la asistencia necesaria.
3. El paciente ha de colocarse de forma que esté eléctricamente aislado de las personas que realizan la desfibrilación y de todos los objetos metálicos que pudieran establecer una conexión a tierra, como la cama, mesa de operaciones, etc.

En caso necesario han de utilizarse esterillas aisladas.

Cualquier contacto con la desfibrilación del paciente puede ser peligrosos en caso de que el paciente esté colocado sobre una superficie con línea a tierra (por ejemplo el suelo) y el operador se encuentre a su vez también en un lugar con derivación a tierra.

4. En la cama el posicionamiento del paciente ha de efectuarse en el centro de la misma con los brazos colocados lateralmente para evitar un contacto con el marco de la cama. El emplazamiento es correcto, si el operador puede aplicar con fuerza y los brazos extendidos ambos electrodos desfibriladores sobre el tórax del paciente colocado en forma aislada eléctricamente. Ver fig. 2.2



Anterior-Posterior Anterior-Anterior

Fig. 2.2

5. Se debe limpiar y secar el pecho del paciente con una toalla. Es necesario eliminar todo vómito, sudor, sangre u otro líquido corporal entre los dos electrodos. A menos que se haga así, la corriente puede fluir a través de la piel y disipar la energía haciendo que la desfibrilación se ineficaz.
6. Se deberá aplicar crema o gel siempre a las superficies de los electrodos ver fig. 23

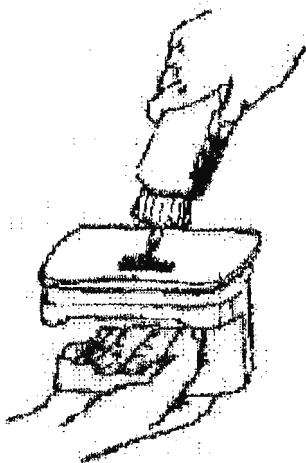


Fig. 2.3

7. Ni la gel, ni las superficies de los electrodos deberán hacer contacto bajo ninguna circunstancia con un electrodo de ECG (o su gel), ni con los terminales conductivos de caracteres de avance o presión. Este podría causar una concentración local de la corriente descargada con el consiguiente riesgo de quemaduras u otro daño a los tejidos.
8. En caso de haber limpiado con agentes inflamables el área de la piel, ha de secarse íntegramente la misma antes de efectuar la desfibrilación. Los electrodos del desfibrilador se deben presionar firmemente contra la superficie del pecho. No hacerlo si no se han limpiado ya que puede causar quemadura en la piel y/o disipación de la energía de desfibrilación.
9. Se han de evitar atmósferas propensas a inflamación, como por ejemplo las concentraciones de oxígeno en la región del tórax; en caso necesario ha de suprimirse la aplicación de oxígeno antes de iniciar la desfibrilación.
10. La respiración artificial del paciente practicada por asistentes(por ejemplo con bolsa o fuelle) ha de interrumpirse brevemente mientras se aplique la desfibrilación. El asistente se debe retirar del paciente.
Además se han de desconectar las conexiones de mangueras entre el paciente y el aparato de respiración artificial (ventilador).
11. Los aparatos conectados al paciente, como por ejemplo un ECG o transductores de presión, que no estén protegidos contra la desfibrilación, se ha de retirar durante la aplicación de los choques (desconectando los cables del paciente y transductor).
12. Se ha de tener especial precaución en los pacientes con marcapaso o electrodos implantados, dado que la desfibrilación puede ocasionar daños irreparables en el marcapaso o influir en la función del marcapaso durante la aplicación de la desfibrilación.

Para la desfibrilación se han de observar las siguientes reglas:

- Se han de ajustar la energía lo más pequeña posible para la aplicación.
- En lo posible los electrodos de desfibrilación no se han de situar en la proximidad de los electrodos de marcapasos.
- Es particularmente importante tener a disposición un marcapaso externo.
- El correcto funcionamiento del marcapaso debería controlarse lo antes posible después de la aplicación de la desfibrilación.

Operación del equipo.

Los pasos generales para la operación del equipo se detallan así:

- a) Seleccionar la intensidad de la energía a aplicar oprimiendo uno de los pulsadores de selección de energía.
- b) Aplicar suficiente crema a los electrodos sobre la superficie metálica de los mismos. No debe aplicarse gel a las partes aisladas de los electrodos. La gel ha de cubrir solamente la superficie metálica del electrodo.
- c) Unir las superficies metálicas de ambos electrodos de desfibrilación, distribuyéndolo en movimientos circulares. Verifique que la gel para electrodos cubra uniformemente las superficies metálicas de los electrodos. Ver fig. 2.4

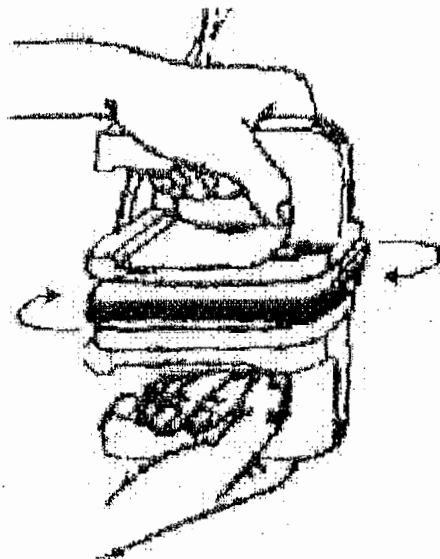


Fig. 2.4

- d) En ningún caso debe aplicarse crema de electrodos a las partes plásticas de los electrodos de mano.
- e) Oprima el pulsador de CARGA.
- f) Se ilumina la lámpara piloto del pulsador. Esperar hasta que la energía seleccionada se señale en el indicador de energía.
- g) El desfibrilador está ahora listo para efectuar la desfibrilación. En estos momentos está cargado con una peligrosa alta tensión. A partir de este momento no se debe tocar al paciente. Ninguno de los

presentes ha de estar en contacto con el paciente (Evítese el uso de ropa o paños húmedos así como la presencia de agua).

- h) Se ha de advertir a las personas situadas al entorno antes de iniciar la desfibrilación.
- i) El paciente debe descansar en decúbito dorsal sobre una superficie dura. El electrodo de desfibrilación se aplica sobre el vértice del corazón, y el electrodo de desfibrilación sobre la base del corazón a la altura de la segunda o tercera costilla en la proximidad del borde del esternón. Los electrodos se ha de presionar firmemente contra el tórax. Este método se emplea principalmente para la terapia de emergencia. La ventaja consiste en una aplicación sencilla y rápida de los electrodos.
- j) Para la descarga se oprimen simultáneamente ambos botones de disparo. Después de la descarga se cancela la indicación en el cuadro de indicación de energía apagándose la lámpara piloto en el pulsador de carga. Además se cancela la señal acústica.
- k) Cada vez que se repita la desfibrilación deberá comprobarse, no obstante la urgencia de este tratamiento, que la gel para electrodos cubra completamente la superficie de contacto de los electrodos de desfibrilación.

Corrección de la energía ajustada

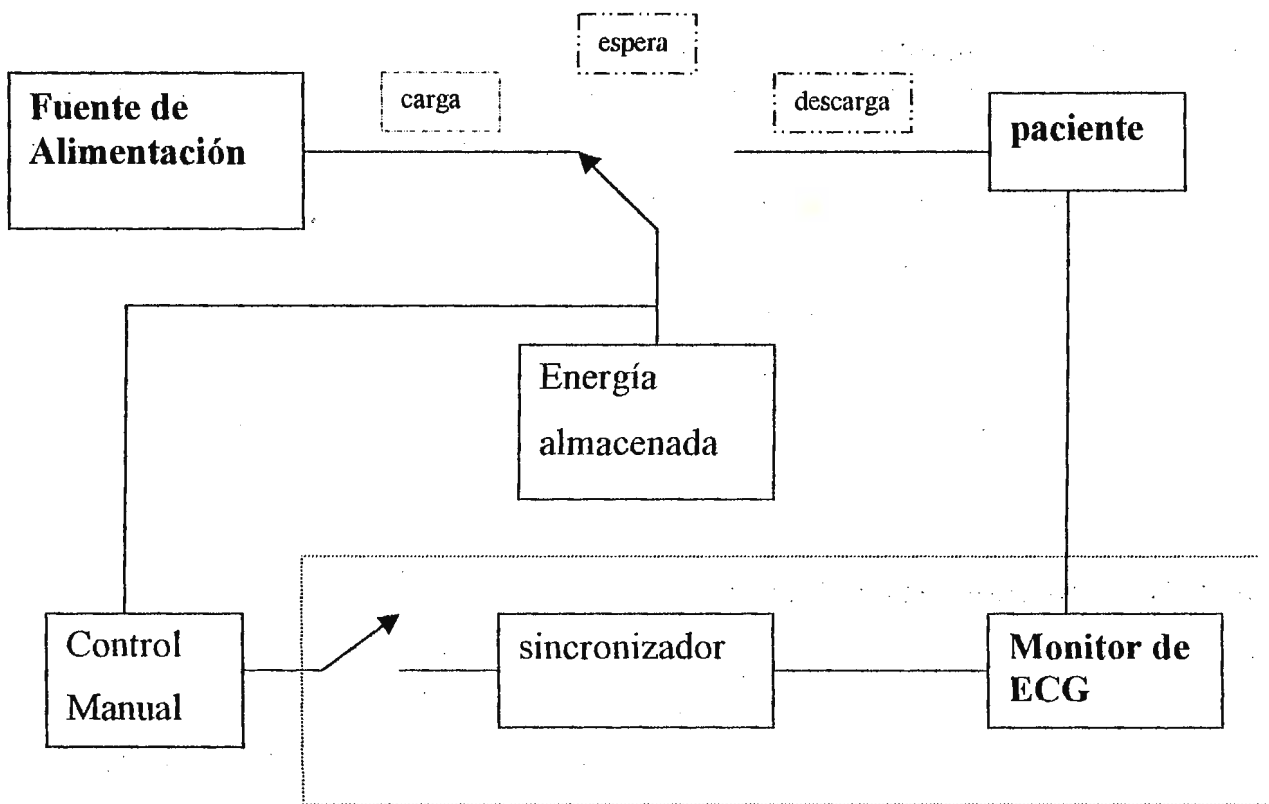
- a) al haber seleccionado inadvertidamente una energía demasiado elevada, se selecciona un valor más bajo con uno de los pulsadores de selección de energía. El acumulador de energía se descarga en el interior del aparato al valor deseado. Durante este proceso se interrumpe la indicación acústica y óptica de puesta a punto del desfibrilador.
- b) Si desea una energía superior a la ajustada, se selecciona un valor apropiado con uno de los pulsadores de selección de energía. A continuación se acciona nuevamente el pulsador de carga. Después de finalizada la carga del aparato indica nuevamente la condición de puesta a punto para efectuar la desfibrilación.

3.2.3 Rutinas de Mantenimiento Preventivo.

- a) Desconectar el servicio de energía eléctrica del aparato antes de iniciar cualquier limpieza.
- b) La cubierta del equipo se debe limpiar frotándole un paño húmedo. Para humedecer se utiliza agua, añadiéndole eventualmente un detergente doméstico. Se debe evitar el uso de solventes como éter, bencina, acetona, tetracloruro de carbono, etc.

- c) Para la desinfección de las superficies se debe utilizar una torunda de algodón con un desinfectante superficial sobre la base de aldehído par frotar los desinfectantes que contengan proporciones mayores de derivados fenólicos, alcoholes, ácidos paracéticos.
- d) Limpie el cable de monitoreo del paciente con un trapo suave humedecido con solución germicida y no permita que se tuerza. No se use acetona u otros solventes fuertes en el cable del paciente.
- e) La superficie de los electrodos de desfibrilación han de limpiarse después de cada uso con un paño humedecido con agua para eliminar los residuos de gel. Luego se frotran todas sus partes con una torunda de algodón humedecido con un desinfectante a base de ácidos.
- f) Por ninguna razón los electrodos ni cables deben de sumergirse en el líquido detergente. Al mismo tiempo no deben de ser esterilizados en caliente. Los electrodos de desfibrilación deben, preferentemente esterilizarse utilizando óxido de etileno o con vapor recalentado con una temperatura no mayor a 134 grados centígrados.

3.2.4 Diagrama de bloques de un equipo de desfibrilación.



El desfibrilador consta básicamente de una fuente de alimentación que suministra la energía externa necesaria para poder ser cargada la batería en el almacenador de energía, el cual será el responsable en un momento dado, de proporcionar la energía necesaria para la descarga. Este a su vez es controlado manualmente por el operador, dando el tiempo y la cantidad de energía en julios.

Existe además una fase de sincronización la cual por medio de un monitor de ECG se asegura de producir la descarga en el momento adecuado a fin de no entorpecer la efectividad de la descarga, y poder realizarla en el momento óptimo de la onda de lectura del ECG (onda R).

3.2.5 Tabla de fallas posibles.

| FALLA | CAUSAS Y POSIBLES SOLUCIONES |
|--|--|
| a) No enciende | <ul style="list-style-type: none"> - Verificar cable de alimentación, cambie el cable. - Fusible fundido, sustituir los fusibles. - Falla eléctrica, llamar al servicio de mantenimiento. |
| b) Al seleccionar energía no alcanza valores máximos | <ul style="list-style-type: none"> - Batería no alcanza carga, sustituir. - Circuito de carga no funciona correctamente, llamar a mantenimiento. |
| c) No entrega energía almacenada. | <ul style="list-style-type: none"> - Cable de electrodos, sustituir electrodos abiertos. |
| d) No carga la batería | <ul style="list-style-type: none"> - Interruptor de servicio de AC y batería en mala posición, poner el interruptor en posición adecuada. - Tiempo de carga inadecuada, dar tiempo de carga de acuerdo al manual del equipo. - Batería no almacena carga, sustituir batería.. |

3.2.6 Características Técnicas

1. Nombre del Equipo: Defibrilador/ monitor

2. Características Eléctricas:

| | |
|-----------------------------|---------------------------|
| Voltaje: | 120 Voltios |
| Fases: | 1 |
| Frecuencia de alimentación: | 60 Hertz |
| Toma eléctrico: | Grado Hospitalario |
| Corriente de fuga: | 100 Microamperios, máximo |
| Protección eléctrica: | Fusible |

3. Características Físicas y Mecánicas:

Desfibrilador/monitor con impresor, completamente portátil, con su carro, de peso ligero.

4. Descripción técnica general:

Unidad con los siguientes parámetros para cada uno de las partes:

Desfibrilador

Energía Desarrollada:

| | | |
|-----------------------|------------|--|
| Paletas externas: | de 5 a 360 | Joules, con selecciones intermedias |
| Paletas internas: | de 3 a 50 | Joules, con selecciones intermedias |
| Forma de onda: | | Sinusoidal (Damped) |
| Tiempo de carga: | | Máximo de 10 segundos para 360 Joules. |
| Descarga de seguridad | | automática después de 30 segundos. |

ECG

| | |
|----------------------------|--|
| Entrada: | Entradas separadas de las paletas, para 3 o 5 puntas de cable de paciente. |
| Selección de derivaciones: | I, II, III como mínimo. |
| Corriente de fuga: | <100 Microamperios a la cubierta del equipo. <20 Microamperios al paciente. |

Modo de rechazo común: >85 dB a 60 Hz
Ancho de banda: 0.05 a 40 Hz.

Monitor

Tamaño: 5" CRT, un solo canal.
Velocidad de barrido: 25 mm/seg.

Impresor:

Tipo: Impresión térmica.
Velocidad del papel: 25 mm/seg.

Frecuencia:

Visualización: Digital en pantalla
Rango: 30-250 bpm
Alarmas: Límites máximo y mínimos, fijados por el usuario.

Batería:

Tipo: Sellada., libre de mantenimiento.
Capacidad: 2.5 Horas de monitoreo ó 50 descargas del desfibrilador.
Tiempo de carga: 24 horas máximo.
Indicador de carga: incluido.

5. Accesorios a incluirse:

Carro para transporte y uso de la unidad.
Juegos de cables de electrodos reusables.
Cables de paciente.
Tubos de Gel
Electrodos de paciente
Rollos de papel térmico

6. Información técnica requerida a suministrarse:

Manual de mantenimiento

Manual de operación

Manual de servicio

Manual de partes

3.2.7 PROGRAMA DE CAPACITACION

| | | |
|--------------------------------------|--|----------------------|
| MODALIDAD DEL EVENTO DE CAPACITACION | Curso. | |
| DESCRIPCION DE LA CAPACITACION | Operación y cuidados del desfibrilador | |
| OBJETIVOS | Los participantes al finalizar la capacitación serán capaces de: 4. Describir la operación del desfibrilador 5. Practicar el manejo adecuado del desfibrilador. 6. Practicar procedimientos para el adecuado mantenimiento y cuidado del desfibrilador. | |
| DIRIGIDO A | Personal Técnico Operario de equipos de emergencias. | |
| DURACION | 12 Horas | |
| 2 CONTENIDO | | |
| No. | 3 Temas y Sub-temas | Tiempo (hrs.) |
| 1. | DESFIBRILADORES..... Fundamentos Fisiológicos y Anatómicos Fundamentos de operación Modos de operación Procedimiento y cuidados en la utilización Operación del equipo Corrección de la energía ajustada Rutinas de Mantenimiento Preventivo Diagrama de bloques Tabla de Fallas Posibles Características Técnicas | 11 |

| PRACTICAS A DESARROLLAR | | | |
|-------------------------|---|--|-----------------|
| No. | Descripción de práctica | Equipos, herramientas, repuestos u otros. | Duración (hrs.) |
| PI | <p>MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL DESFIBRILADOR:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Inspeccione la integridad física de los cables, controloes, electrodos,, interruptores, etc. Y la limpieza de la unidad. 2. Verifique la condición física del cable de alimentación y toma corriente. 3. Mida la resistencia del cable de tierra. (No debe exceder a un valor mayor a 0.15 Ohmios) 4. Mida la corriente de fuga del chasis a tierra. (No debe exceder a un valor de 100 microamperios) 5. Realice una prueba de funcionamiento. Uselo en el modo de batería. Use un medidor de potencia para verificar la energía de salida entregada en cada nivel del mismo. 6. Verifique el tiempo de carga de la batería, en el nivel mas alto de energía. 7. Si aplica, verifique la operación del circuito de sincronización. | <p>6 Desfibriladores. 6 Medidores de Joules. 6 Tester digitales. 6 Cronometros.</p> | 1 |

BIBLIOGRAFIA.

- Introduction to Biomedical Equipment Technology. 1981. Joseph J. Carr , John M. Brown.
- Training Manual for Biomedical Equipment Technicians. American Society for Hospital Engineering of The American Hospital Association. Gary D. Slack, John W. McKinney.
- Electrocardiografía. Curso Básico de Capacitación en Electromedicina. Francisco Carrera Magariño, 1991.
- Manual de Operación de Equipo de Desfibrilación. Proyecto de Mantenimiento Hospitalario. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social-GTZ. Enero 1997.

Objetivo del Curso

Brindar a los participantes los conocimientos necesarios para que operen adecuadamente y brinden el mantenimiento preventivo al equipo del electrocauterio.

Población Objetivo

Personal Operador.
Personal de Mantenimiento.

Requisito

Empleados del Ministerio de Salud Pública y Asistencial Social, Instituto Salvadoreño del Seguro Social y/o Instituciones Privadas de salud

Fecha

Mes #3 de Capacitación.

Horario

8:00 A.M-12:00 M

Lugar

-Salón de reuniones ó conferencias dentro de la institución de salud.
-Local externo a la institución de salud.

Duración

12 horas

Cupo

8 Personas

Tipo de Certificado

Aprovechamiento

Instructores

Instructor Expositivo
Instructor para realizar prácticas

Contenido

Fundamentos Fisiológicos y Anatómicos de la sangre
Principios Físicos
Fundamentos de operación
Rutinas de Mantenimiento Preventivo
Tabla de Fallas Posibles
Características Técnicas
Seguridad e Higiene
Cronograma de actividades



Método

Curso

Materiales

- Acetatos
- Lápices
- Libretas
- Pizarra
- Plumones
- Puntero Láser
- Retroproyector
- 2 electrocauterios



INDICE.

| TEMA | | PAGS. |
|-------------|--|--------------|
| I | Introducción | 76 |
| II | Objetivos | 76 |
| 3.6.1 | Fundamentos Fisiológicos y Anatómicos | 77 |
| 3.6.2 | Fundamentos de operación | 78 |
| | - Modos de operación | |
| | - Procedimiento y cuidados en la utilización | |
| | - Operación del equipo | |
| | - Corrección de la energía ajustada | |
| 3.6.3 | Rutinas de Mantenimiento Preventivo | 81 |
| 3.6.4 | Diagrama de bloques | 82 |
| 3.6.5 | Tabla de Fallas Posibles | 83 |
| 3.6.6 | Características Técnicas | 84 |
| 3.6.7 | Seguridas e Higiene en la operación de un electrobisturí | 85 |
| 3.6.8 | Programa de Capacitación | 87 |

I. INTRODUCCION

El manual desarrollado a continuación está dirigido a todas aquellas personas dentro del ambiente hospitalario que operan y dan mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos utilizados en cirugía ya sea menores o mayores. El manual desarrolla el tema del electrocauterio y sus principales funciones proporcionándonos un panorama técnico sobre todos aquellos puntos que se necesitan conocer y poner en práctica para poder optimizar y prolongar la vida de dicho instrumento, que al final repercutirá en beneficio al paciente. Es de importancia hacer notar que este manual no sustituirá el manual del fabricante, si no que por el contrario servirá de complemento al mismo

II.OBJETIVOS

- A. Describir la operación, propiedades eléctricas, físicas, médicas y las partes de un Electrocauterio
- B. Mostrar al operador el uso adecuado del electrocauterio, fomentando el seguimiento de las recomendaciones del fabricante.
- C. Mostrar los procedimientos para el adecuado mantenimiento preventivo, limpieza, cuidado y algunas recomendaciones sobre el electrocauterio.

3.3 El Electrocauterio.

3.3.1 Principios Físicos

Las corrientes de alta frecuencia son utilizadas para lograr o producir los efectos de corte y coagulación en los tejidos vivos, especialmente en un procedimiento quirúrgico. El rango de utilización de estas frecuencias está en el rango de 0.5 a 2.0 Mhz, las cuales son aplicadas a través de electrodos ya sea en un modo monopolar y bipolar. La electrocirugía posee ciertas ventajas en su utilización, como por ejemplo:

- Ahorro de tiempo
- Ausencia de sangramiento
- Asegura un estado muy efectivo de asepsia
- Elimina la posibilidad de transferir una infección desde un tejido enfermo a un tejido normal
- La curación de una electrodissección toma casi el mismo tiempo que un corte con el bisturí o escalpelo

El electrobisturí es un generador de corrientes en radiofrecuencias controladas, las cuales son aplicadas a un electrodo de punto (tipo hoja o lazo), para producir fulguración (tratamiento o extirpación por medio de chispas eléctricas), coagulación y corte. Las corrientes de radiofrecuencia dirigidas hacia el paciente, cierran el circuito a través de un electrodo de referencia (tierra) de dispersión de gran área (en el modo monopolar).

La función del electrodo de dispersión es el proporcionar una corriente con una despreciable alza en la temperatura de la piel. El tejido puede responder de diferentes formas dependiendo del modo de aplicación del electrodo activo y del tipo de corriente aplicada. Ver fig. 3.1

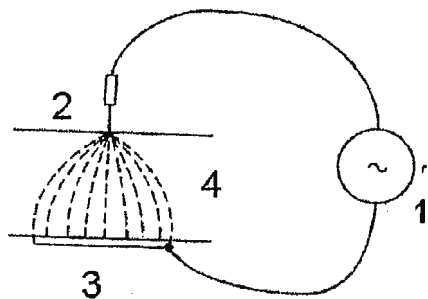


Fig. 3.1

1. Generador de radio frecuencia.
2. Electrodo activo.
3. Placa del paciente.
4. paciente

3.3.2 Fundamentos de operación

Todos los equipos de electrocirugía de alta frecuencia producen una onda oscilatoria conocida como onda seno. Existen dos tipos de ondas de este tipo, las cuales son:

- *Onda Seno amortiguada.* Es una forma de onda que ocurre como un grupo de oscilaciones, la primer oscilación del grupo presenta la máxima amplitud seguida de un tren de pequeñas ondas. Este tipo de ondas tienen un amplio efecto en el tejido vivo, que da como resultado una excesiva generación de calor y coagulación. Cuando la onda es más amortiguada, el efecto de coagulación y destrucción del tejido aumenta. Por lo que a mayor amortiguamiento en la onda, mayor coagulación de pequeños vasos se produce.
- *Onda de seno no amortiguada.* Esta es un onda pura, balanceada y simétrica en la cual la amplitud en todas las oscilaciones es la misma. Ver fig. 3.2

Una onda de seno pura produce efecto en el tejido altamente focalizado, dando como resultado la separación del tejido con muy poca coagulación. Ya que produce muy poco daño al tejido o coagulación, no existe una coagulación de vasos pequeños significativa.

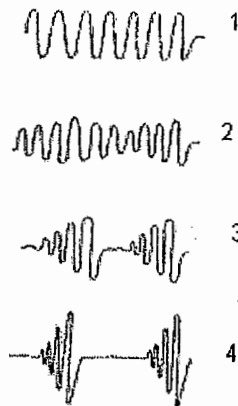


Fig. 3.2

1. Onda altamente amortiguada.
2. Onda moderadamente amortiguada.
3. Onda mezclada.
4. Onda senoidal pura.

Mezcla de Ondas.

La forma más común utilizada para la corriente de corte es usualmente una *mezcla* de una onda seno pura y una onda seno amortiguada. La combinación de estas formas de onda permite simultáneamente cortar con coagulación de vasos pequeños. Con el apropiado balance en la mezcla, el corte puede ser realizado con una satisfactoria hemostasis (coagulación de pequeños vasos), y un mínimo daño al tejido.

Modalidades

La terminología usada para describir las varias formas de electrocirugía es confusa y muchas veces mal utilizada. Muchas personas utilizan el término de “*electrocauterización*” para cualquier forma de electrocirugía. Sin embargo, el término es incorrecto, debido a que la cauterización se refiere únicamente a objetos muy calientes que se ubican contra el tejido para la destrucción directa por calor. En la aplicación de corriente a altas frecuencias, existe implícitamente la producción de calor, pero esto es resultado de la entrada de corriente a tejidos vivos.

Electrofulguración

Este término se deriva del latín *fulgur*, que significa iluminar. Por lo que electrofulguración se refiere al uso de energía eléctrica de muy alto voltaje, baja corriente y alta frecuencia capaz de producir un arco desde el electrodo al tejido, sin tocarlo. La cantidad de daño producido por esta técnica varía con la potencia suministrada pero normalmente tejidos profundos no son alterados.

Electrodesecación

Este otro término se deriva del latín *desiccare*, que significa secar. La electrodesecación es esencialmente lo mismo que electrofulguración con la diferencia que el electrodo activo está en contacto con el tejido, por lo que la corriente no necesita chispear a través de un arco.

Electrocoagulación

Esto se refiere a la generación de calor como resultado de la coagulación del tejido. Electrocoagulación ocurre tanto en electrofulguración como en electrodesecación. Sin embargo, el término electrocoagulación implica que el paciente es parte del circuito a través del electrodo de dispersión o por el uso de electrodos bipolares.

Corriente de Corte

La corriente de corte es relativamente una onda senoidal pura transmitida a través de un electrodo angosto. Una cantidad moderada de corriente se utiliza en una pequeña área. En esta modalidad el paciente debe ser incorporado dentro del circuito con un electrodo de dispersión. Debido a que la corriente de corte es comúnmente mezclada con algún amortiguamiento (corrientes de coagulación), existe muy poco sangramiento.

Formas de transferir energía

Existen tres maneras básicas de transferir la energía en alta frecuencia al paciente:

1. Un único electrodo activo es utilizado en conjunto con un electrodo de dispersión aplicado a la piel del paciente en un sitio diferente al área de tratamiento.
2. Un electrodo de dispersión puede ser idéntico al electrodo activo, y ambos son colocados muy cerca del área en tratamiento.
3. Energía es transferida al paciente utilizando un único electrodo activo sin el uso de un electrodo de dispersión o tierra.

Tratamiento Monopolar

El término "monopolar" se refiere al uso únicamente en un electrodo activo o de tratamiento. El electrodo activo o de tratamiento. El tratamiento es monopolar cuando se utiliza un único electrodo, ya sea que el paciente esté aterrizado con un electrodo de dispersión o no. Cuando el electrodo de dispersión es utilizado, se proporciona un contacto directo al paciente con el circuito. Para realizar un tratamiento monopolar sin el electrodo de dispersión, el voltaje debe ser alto y la corriente relativamente baja. Ver fig. 3.3

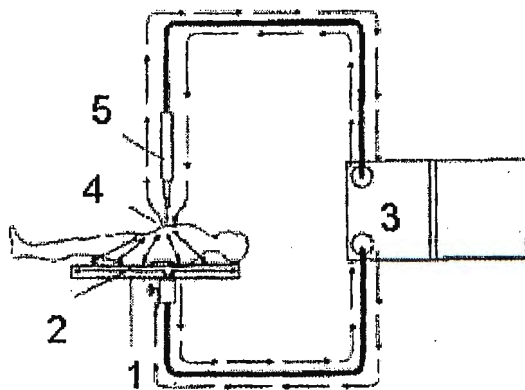


Fig. 3.3

1. Electrodo de Dispersión.
2. Superficie grande de contacto.
3. Generador de Salida del electrobisturí.
4. Focalización del punto de entrada y salida
5. Electrodo de tratamiento

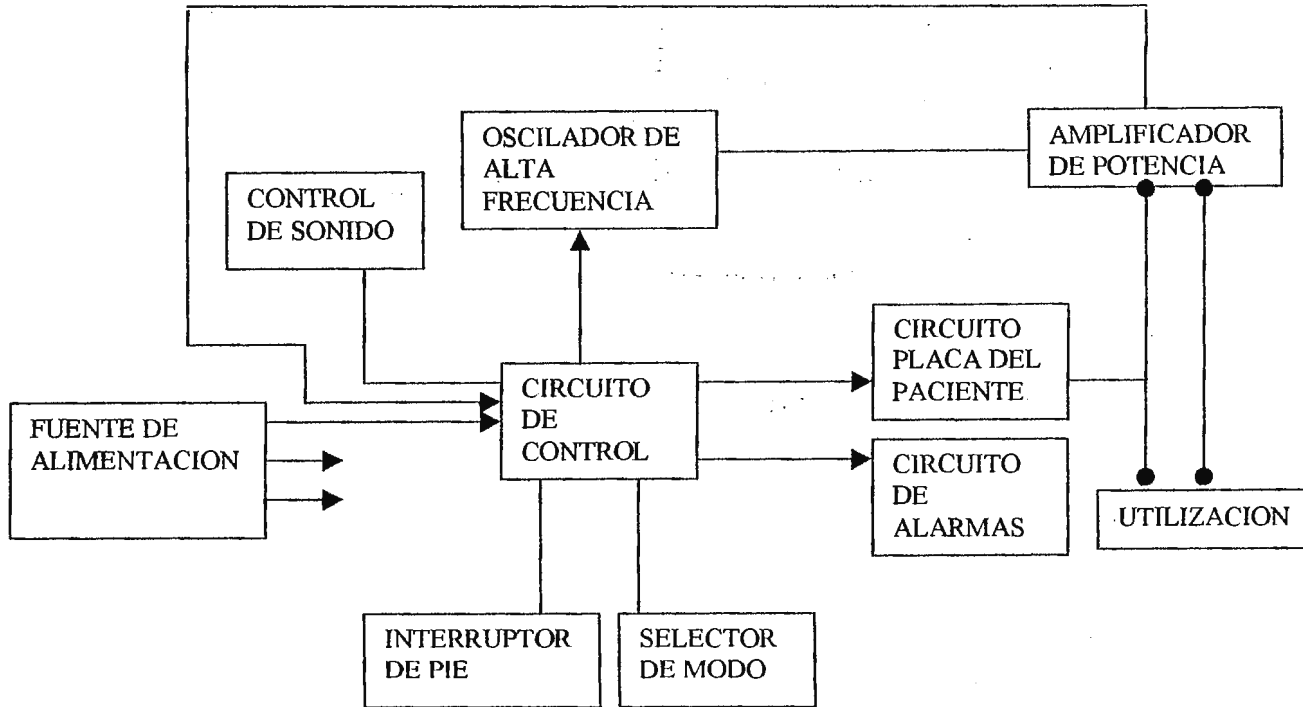
Tratamiento Bipolar

El tratamiento bipolar ocurre cuando dos electrodos, muy cerca uno del otro, son aplicados al área de tratamiento. El efecto primario en el tejido está limitado al área entre los dos electrodos.

3.3.3 Rutinas de Mantenimiento Preventivo.

1. Limpiar la superficie del equipo con un paño suave con un detergente suave.
2. Desalojar los residuos de gel acumulados en la placa del paciente y en el cable de conexión.
3. Verificar la continuidad del cable de la placa del paciente.
4. Chequea el funcionamiento de las alarmas visuales y audibles en todos los modos de operación.
5. Medir la salida de potencia del equipo en todos los modos de operación.
6. Realizar pruebas de seguridad eléctrica.

3.3.4 Diagrama de Bloques del Equipo.



- *Fuente de alimentación.* Tiene por función proporcionar todos los voltajes y niveles de energía para que funcione el equipo.
- *Circuito de control.* La función principal de este bloque es la de generar y controlar todas las señales de control y mando del equipo en los diferentes modos de operación de los diferentes etapas del equipo.
- *Circuito de alarmas.* La función de este circuito es la de activar el sistema de alarmas dependiendo del modo de operación y el problema ocurrido.
- *Circuito de placa del paciente.* Este circuito tiene por función controlar la impedancia del circuito de conexión de la placa del paciente de tal manera de reconocer si está conectada o no.
- *Circuito de control de sonido.* Tiene como función el general la señal de audio frecuencia y su correspondiente nivel y tono cuando es activado el equipo en algún modo de operación y así indicarlo al operador.
- *Oscilador de alta frecuencia.* Este genera la radiofrecuencia utilizada en el proceso quirúrgico, esta frecuencia está en el rango de 0.5 a 2.0 Mhz.
- *Amplificador de potencia.* Esta etapa aumenta el nivel de la radio frecuencia a efectos de elevar su potencia a un valor aproximado de 400 Watts para lograr el objetivo de cortar, coagular , etc.

- *Selector de modo.* Este circuito selecciona el modo de operación del equipo, es decir si se va a emplear en corte o coagulación. Además de acuerdo a la selección manda un pulso al circuito de control para que esta pueda definir si la onda a utilizar será continua, tren de pulsos, etc.
- *Interruptor de pie.* Este acciona el circuito de control cuando el equipo se utiliza en modo monopolar.

3.3.5 Tabla de fallas posibles.

| FALLA | CAUSAS Y POSIBLES SOLUCIONES |
|---|---|
| a) Alarma De placa de paciente no se apaga. | <ul style="list-style-type: none"> - Placa del paciente desconectada, conectar. - Cable de la placa del paciente roto, soldar cable o sustituir.. - Circuito de detección no funciona, reparar circuito por personal de mantenimiento. |
| b) Equipo no da salida en corte ni en coagulación | <ul style="list-style-type: none"> - Cable del electrodo activo, roto, soldar o sustituir cable del electrodo activo. - Problema en la circuiteria interna, reparar circuito internos por el personal de mantenimiento. |
| c) Equipo no enciende | <ul style="list-style-type: none"> - Cable de alimentación esto desconectado, con falso probablemente abierto, colocar bien el cable de alimentación o sustituirlo. - Fusible de protección abierto, reemplazar fusible. - Problemas en la fuente de alimentación, reparar circuitos dañados por el personal de mantenimiento. |

3.3.6 Características Técnicas.

1.Nombre del Equipo: Unidad de Electrocirugía

2.Características Eléctricas:

| | | |
|-----------------------------|---------------------------|-----------|
| Voltaje: | 120 | Voltios |
| Potencia nominal de salida: | Corte: | 300 Watts |
| | Coagulación: | 300 Watts |
| | Bipolar: | 100 Watts |
| Fases: | 1 | |
| Frecuencia de alimentación: | 60 | Hertz |
| Toma eléctrico: | Grado Hospitalario | |
| Corriente de fuga: | 100 Microamperios, máximo | |
| Tipo de Onda: | Sinusoidal de 500 KHz | |
| Protección eléctrica: | Fusible | |

3.Características Físicas y Mecánicas:

Unidad de electrocirugía con su carro para transporte acabado en pintura horneable, salida nominal del equipo de 300 Watts,

4.Descripción técnica general:

Unidad de electrocirugía de 300 Watts de salida, con indicadores y controles individuales para corte, coagulación y bipolar, indicador de potencia de salida en cada uno de los modos de operación.

Salida para cable de electrodo monopolar y bipolar, Interruptor de pie para el control del equipo, opción para el control desde el electrodo monopolar. Circuito detector de falla en el circuito del electrodo de placa Alarmas para la activación del generador de electrocirugía y para la falla en la conexión y circuito del electrodo de placa.

5.Accesorios a incluirse:

Carro para transporte y uso de la unidad.

Electrodos de placa reusables, con sus cables respectivos.
Cables para electrodo bipolar
Cables con electrodo monopolar descartables
Pinza bipolar aislada
Interruptor de pié
Repuestos para mantenimiento preventivo durante 2 años.

6. Información técnica requerida a suministrarse:

Manual de mantenimiento
Manual de operación
Manual de servicio
Manual de partes

3.3.7 Seguridad e Higiene en la operación de un electrobisturí.

Existen muchas razones por la cual el efecto de la corriente puede influir en el cuerpo humano, sin embargo sabiéndola utilizar puede ser una muy buena herramienta al igual que un aliado en el tratamiento de una patología.

Es por eso que debemos tomar en cuenta ciertas recomendaciones de seguridad al usar un equipo de electrocirugía:

1. El equipo de electrocirugía debe estar trabajando perfectamente en orden. Si la potencia de salida es intermitente o variable, un peligroso problema potencial puede existir en el circuito eléctrico, el equipo debe ser revisado por personal calificado.
2. Todo equipo de electrocirugía debe estar aterrizado apropiadamente.
3. El equipo debería de estar localizado convenientemente y lejos de cualquier fuente potencial de humedad.
4. Los cables de conexión de los electrodos deberían estar intactos y no mostrar ninguna muestra de daño, deben estar libres de torceduras o enrolladuras.
5. La punta del electrodo activo debe estar limpio y libre de cualquier material de desecho. Acumulación de material interferirá con la capacidad de dirigir la corriente con precisión y los niveles de potencia serán mayores.

6. Cuando se utilice el electrodo de dispersión, éste deberá estar limpio, liso y libre de cualquier dobladura. Deberá ser colocado sobre un área de piel limpia y seca con un uniforme contacto. Deberá estar lo más cerca posible del sitio de operación. Evite colocar el plato de dispersión sobre áreas huesudas o de abundante vello o tejidos cicatrizados.
7. El electrodo de dispersión no debería estar en contacto con ninguna superficie conductiva diferente de la piel del paciente, este electrodo nunca debe estar cerca de un aterrizaje a tierra.
8. Si la mesa de examen o de operación está equipada con tomas de corriente, la unidad de electrocirugía no debe estar conectadas a ninguna de estas salidas.
9. La mesa debería estar aislada de todo aterrizaje a tierra. El paciente debe evitar el contacto con cualquier otro equipo o mueble que este aterrizado.
10. Cuando se aplica energía para electrocirugía, el paciente nunca debe ser conectado a un equipo de monitoreo que use electrodos de aguja. Si se utilizan otras formas de electrodos conductivos (tales como los impregnados con gel), es preferible ubicar los electrodos más lejos del sitio de la cirugía que el electrodo de dispersión.
11. Alcohol o cualquier otro líquido inflamable nunca debería estar cerca al sitio de tratamiento con electrocirugía.
12. Un extintor de fuego tipo B, debería estar siempre cerca de donde se realice electrocirugía.
13. Electrocirugía nunca debe ser realizada en presencia de concentraciones altas de oxígeno u otros gases inflamables.
14. El operario del equipo de electrocirugía debe usar guantes aún para el tratamiento de lesiones superficiales.

Higiene.

La limpieza externa del equipo de electrocirugía, interruptores y cables, se debe realizar de la siguiente manera:

- Humedecer con una mezcla de agua y jabón un paño de tela.
- Limpiar todas las superficies externas con esta solución.
- Secar todas las superficies del equipo con un paño de tela limpio.

Estos dispositivos deben ser limpiados inmediatamente después de haber sido utilizados. Cualquier remanente de tejido carbonizado sobre la punta del electrodo debe ser retirado raspándolo contra el filo del escalpelo. El electrodo y manerales deben ser limpiados con una esponja con alcohol. Es importante asegurarse que todo residuo de alcohol haya sido retirado antes del uso del electrodo.

Para esterilizar con vapor los accesorios y electrodos se debe:

- Colocar todos los accesorios dentro del autoclave empaquetados con un pedazo de tela.
- Esterilizar a 121 grados centígrados.
- Retirar los accesorios del autoclave y permitir que se enfríen al menos 30 minutos.

El interruptor de conexión de potencia y los cables no debe ser esterilizado con autoclaves, se deberá de esterilizar usando óxido de etileno a menos de 140 grados Fahrenheit.

3.3.8 PROGRAMA DE CAPACITACION

| | | |
|--------------------------------------|--|----------------------|
| MODALIDAD DEL EVENTO DE CAPACITACION | Curso. | |
| DESCRIPCION DE LA CAPACITACION | Operación y cuidados del electrocauterio | |
| OBJETIVOS | Los participantes al finalizar la capacitación serán capaces de: 7. Describir la operación del electrocauterio 8. Practicar el manejo adecuado del electrocauterio. 9. Practicar procedimientos para el adecuado mantenimiento y cuidado del electrocauterio. | |
| DIRIGIDO A | Personal Técnico y Operador de equipos de emergencias. | |
| DURACION | 12 Horas | |
| 4 CONTENIDO | | |
| No. | 5 Temas y Sub-temas | Tiempo (hrs.) |
| 1. | ELECTROCAUTERIO..... Principios Físicos Fundamentos de operación Rutinas de Mantenimiento Preventivo Diagrama de bloques Tabla de Fallas Posibles Características Técnicas | 11.5 |

PRACTICAS A DESARROLLAR

| No. | Descripción de práctica | Equipos, herramientas, repuestos u otros. | Duración (hrs.) |
|-----|---|---|-----------------|
| PI | <p>MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL ELECTROCAUTERIO:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Inspeccione el estado físico del cable de alimentación y el toma polarizado. 2. Inspeccione la integridad mecánica del equipo. 3. Verifique el funcionamiento adecuado del interruptor de pie y el cable. 4. Inspeccione todos los accesorios en busca de señales de deterioro, rajaduras o cables defectuosos. 5. Mida la corriente de fuga del equipo y la polaridad. | <p>6 Electrocauterios.</p> <p>6 Tester digitales.</p> | 0.5 |

BIBLIOGRAFIA.

- Introduction to Biomedical Equipment Technology. 1981. Joseph J. Carr , John M. Brown.
- Training Manual for Biomedical Equipment Technicians. American Society for Hospital Engieenering of The American Hospital Association. Gary D. Slack, John W. McKinney.
- Manual de Operación de Equipo de Electrocirugía. Ing. Carlos E. Osorio, Septiembre 1995.

Objetivo del Curso

Brindar a los participantes los conocimientos necesarios para que operen adecuadamente y brinden el mantenimiento preventivo a la maquina de anestesia.

Población Objetivo

Personal Operador.
Personal de Mantenimiento.

Requisito

Empleados del Ministerio de Salud Pública y Asistencial Social, Instituto Salvadoreño del Seguro Social y/o Instituciones Privadas de salud

Fecha

Mes #4 de Capacitación.

Horario

8:00 A.M-12:00 M

Lugar

-Salón de reuniones ó conferencias dentro de la institución de salud.
-Local externo a la institución de salud.

Duración

12 horas

Cupo

8 Personas

Tipo de Certificado

Aprovechamiento

Instructores

Instructor Expositivo
Instructivo para realizar prácticas

Contenido

Fundamentos Fisiológicos y Anatómicos de la sangre
Principios Físicos
Fundamentos de operación
Rutinas de Mantenimiento Preventivo
Tabla de Fallas Posibles
Características Técnicas
Seguridad e Higiene
Cronograma de actividades

M
E
D
I
C
I
N
A
S
P
O
S
T
G
R
A
F
I
A

Método

Curso

Materiales

Acetatos

Lápices

Libretas

Pizarra

Plumones

Puntero Láser

Retroproyector

Máquinas de anestesia

Cilindros de O2.

Cilindros de N2O

**M
a
r
t
i
n
a
d
o
A
c
e
t
a
t
o
s**

INDICE.

| TEMA | PÁGS. |
|--|--------------|
| I Introducción | 93 |
| II Objetivos | 93 |
| 3.4.1 Fundamentos de operación | 94 |
| - El Vaporizador. | |
| - Reguladores de Presión | |
| - Descripción del equipo | |
| - Monitores | |
| - Ventilador | |
| - Sistema de Abastecimiento | |
| 3.4.2 Rutinas de Mantenimiento Preventivo | 103 |
| 3.4.3 Diagrama neumático del equipo | 105 |
| 3.4.4 Tabla de Fallas Posibles | 107 |
| 3.4.5 Características Técnicas | 109 |
| 3.4.6 Seguridad e Higiene | 112 |
| 3.4.7 Programa de capacitación | 117 |

I. INTRODUCCION

El manual desarrollado a continuación está dirigido al anestesista y el técnico de mantenimiento con el fin de lograr la correcta operación, cuidado, y funcionamiento de las maquinas de anestesia, de tal manera que pueda ser capaz de identificar los diferentes tipos de problemas que puedan darse así como también el estar capacitado para prevenirlos y corregirlos en el tiempo más corto y preciso.

Aquí se desarrollan los principales conocimientos como sus principales funciones, principios físicos, componentes, consejos, características técnicas, etc.

El técnico anestesista tiene la responsabilidad en la dosificación, mezcla y administración controlada de gases y vapores, manteniendo en forma segura los parámetros previamente definidos, para no poner en peligro la vida del paciente.

Existen peligros muy grandes a lo que la anestesia general se refiere, como es la fuga de oxígeno, la cual podría repercutir en daños cerebrales o provocar la muerte del paciente. Lo que hace prioritario y fundamental la capacitación en esta área.

Este manual no debe ser considerado como sustituto del manual original del fabricante, sino como complemento del mismo.

II.OBJETIVOS

- A. Describir la operación, propiedades eléctricas, físicas y las partes de una maquina de anestesia.
- B. Mostrar al operador el uso adecuado de la maquina de anestesia, fomentando el seguimiento de las recomendaciones del fabricante.
- C. Mostrar los procedimientos básicos al anestesista y al técnico de mantenimiento, de uso, cuidados, mantenimiento preventivo, limpieza, cuidado y algunas recomendaciones de la maquina de anestesia.

3.4 MAQUINA DE ANESTESIA.

3.4.1 Fundamentos de operación.

Muchos gases y líquidos poseen propiedades anestésicas; sin embargo las sustancias anestésicas usadas en cirugía son usualmente líquidos volátiles. Las propiedades bioquímicas son las que determinan su categoría como anestésico. Pero su condición física determina su manejo como agente anestésico. Estas propiedades físicas pueden variar dependiendo del tipo de gas utilizado en determinado procedimiento anestésico, ya que ello determina su poder de concentración y por ende su efecto sobre el paciente. Los líquidos anestésicos más comúnmente usados son:

1. Ethrane.
2. Sevofluorane
3. Pentrane
4. Isoflurane

Es de hacer resaltar que una característica importante de estos líquidos y sus procesos de vaporización y utilización, es la capacidad del paciente de poder metabolizarlos, ya que de ello depende el tiempo de accionamiento y el tiempo de recuperación del paciente.

También debemos de hacer notar que la utilización de las máquinas de anestesia no elimina el dolor, ya que lo que hacen es aumentar el umbral del dolor.

Debido a todo lo expresado anteriormente se vuelve importante tener una máquina y sus accesorios en buenas condiciones de operación ya que de lo contrario un procedimiento anestésico inadecuado puede conducir a un proceso de coma en el paciente.

Toda máquina de anestesia debe realizar las siguientes funciones:

- Proporcionar cantidades medidas de gas anestésico, Oxígeno y Oxido Nitroso.
- Remover el Bióxido de Carbono (CO₂) exhalado.
- Proporcionar una trayectoria de baja resistencia que permita una fácil inhalación de la mezcla de gases.

Un sistema anestésico consiste básicamente de 4 sistemas;

1. Sistema de Alimentación y control de gas.

2. Circuito de ventilación y respiración.
3. Sistema de purificación de gas.
4. Sistema de monitoreo (aunque el monitoreo no sea parte incorporada al equipo).

Normalmente las máquinas de anestesia utilizan un circuito cerrado, como el que se muestra en la fig. 4.1. Este sistema consiste de un *evaporizador* (VAP), la bolsa de inhalación, un arreglo de válvulas, un medidor múltiple de flujo (“manifold”), y las válvulas de control de flujo para el oxígeno y otros gases, que circulan por el evaporizador entrando al circuito pasando por el absorbedor de bióxido de carbono (CO_2).

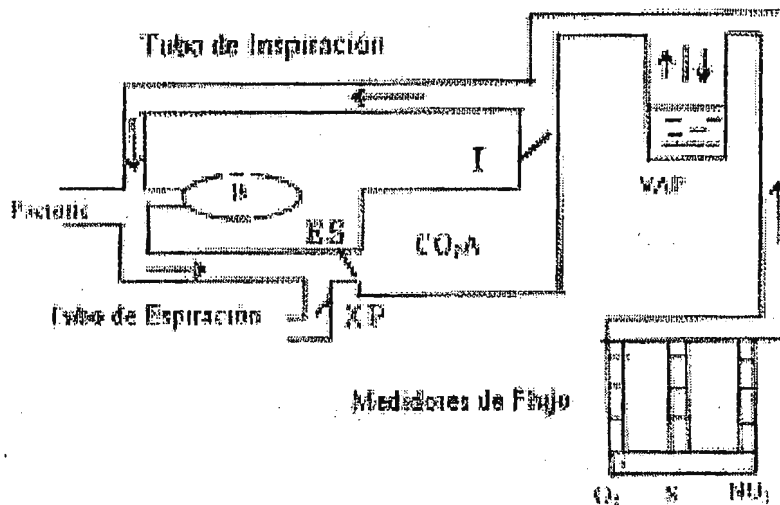


Figura 4.1

El caudal de oxígeno en mezcla con otros gases, como N_2O , pasa a través del vaporizador tomando la concentración deseada del anestésico volátil de acuerdo a la cantidad precalibrada de este; luego la mezcla de gases pasa dentro del tubo de inspiración. El paciente inhala estos gases y exhala parte de ellos junto con CO_2 hacia el absorbedor de CO_2 . El gas aspirado no fluye de regreso en el circuito, gracias a la válvula de inspiración (I). En el absorbedor de CO_2 es convertido a sólido. En esta reacción química calor es liberado y la cal sodada cambia de color en proporción a la cantidad de CO_2 atrapado. La intensidad de color indica cuando el absorbedor pierde sus propiedades e indica cuando debería ser cambiado (la cal sodada cambia de color). Después de pasar al absorbedor, la mezcla de gas es forzada a regresar al circuito a través de la válvula de espiración (ES). La bolsa de inhalación, en el lado de

inspiración del circuito, realiza varias funciones importantes; por ejemplo, en el sistema de circuito cerrado, el flujo de oxígeno y de los otros gases debe ser igual a la cantidad absorbida por el paciente más una pequeña cantidad por cualquier fuga.

El flujo de entrada del gas es constante y ocurre lentamente. Por otro lado, la inhalación requiere de un volumen de gas relativamente grande en un tiempo relativamente corto. Por lo que la bolsa de inhalación sirve como reservorio elástico que acomoda la demanda en la inspiración. Si acaso existe un excesivo flujo de entrada, la presión en el circuito se elevará y la válvula de exceso de presión (XP) se abrirá automáticamente para reducir la presión. La bolsa de inhalación actúa, a la vez, como un indicador de la respiración espontánea colapsando moderadamente durante la inhalación. Y lo que es importante, proporciona los medios para suministrar una respiración artificial. Apretando la bolsa, se obliga al gas a entrar en los pulmones, y al soltarla se permite que los pulmones realicen la espiración. Mecánicamente, la respiración es lograda colocando la bolsa dentro de un ambiente en el que intermitentemente se proporcione presión positiva al gas. Algunas máquinas de anestesia cuentan con los medios para detectar el esfuerzo en la inhalación, y usar esta información para accionar el suministro de gas al sistema.

El Vaporizador

La función de vaporizador es proveer un control cuantitativo del gas producido. Para apreciar esta función es importante comprender los factores que afectan la evaporación. La cantidad del gas evaporado depende de su presión de vapor y temperatura. El área de evaporación y la velocidad del gas al pasar a través del líquido. Cuando un líquido se evapora para producir un gas, la superficie del líquido es enfriada. Fenómenos de conducción y convección en el líquido causan una avalancha de enfriamiento. Debido a que la presión del vapor disminuye; por lo que es necesario proporcionar calor para mantener la misma razón de evaporación. Fuera de las diferencias individuales entre los vaporizadores, existen dos tipos generales:

1. El que ofrece una baja resistencia al flujo de gas, y solo una proporción del aire inhalado por el paciente pasa a través del vaporizador.
2. El otro, y más común, tiene una alta resistencia al flujo, y todo el oxígeno y óxido nitroso fluyen a través del vaporizador.

Aunque existen muchos tipos de vaporizadores, el objetivo de todos ellos es proporcionar un rango de selección de medidas de concentraciones del gas anestésico, sin importar el flujo y temperatura.

Algunas unidades anestésicas, tienen incorporados hasta tres vaporizadores, los cuales ya vienen con valores de vaporización precalibrados. Normalmente el rango de servicio del gas vaporizado a suministrar viene de 0% al 7%, el cual se selecciona de acuerdo a la necesidad.

Reguladores de Presión.

Oxígeno y óxido nitroso (u otros gases), son obtenidos de cilindros u otras fuentes externas a altas presiones. Para suministrar estos gases a la velocidad de flujo requerida por los procesos anestésicos, la presión debe ser reducida por un regulador de presión. La figura 4.2 muestra el principio de funcionamiento de un dispositivo como éste. Normalmente la regulación en las máquinas de anestesia va de 2200 psig en la entrada, a una presión de utilización de 50 psig.

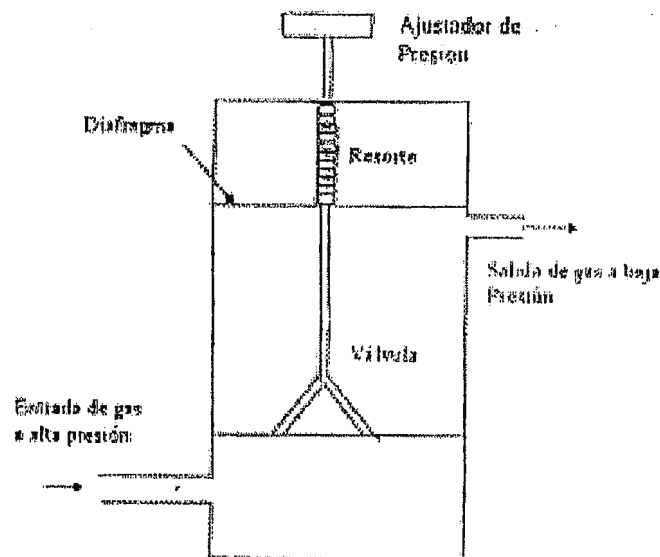


Figura 4.2

El gas a alta presión entra y pasa a través de una válvula dentro de un compartimento que está limitado por un diafragma (sistema resorte con carga), la apertura de la válvula (y por consiguiente el flujo hacia fuera del gas) depende de la fuerza hecha sobre el diafragma y la presión en el resorte. Un aumento en la presión del gas hará cerrar la válvula y reducir el flujo de salida a baja presión. Por otro lado, un incremento a la resistencia al flujo de salida causará que la válvula se cierre y reduzca la entrada del gas

a alta presión. Por lo que la presión y el flujo de salida pueden ser controlados ajustando la tensión aplicada en el sistema diafragma-resorte del regulador de presión.

Descripción del equipo.

Los equipos de anestesia modernos en general, constan de:

- Equipo de monitoreo, para controlar los parámetros controlatorios del sistema.
- Un sistema de ventilación.
- Vaporizadores.
- Máquina de gas anestésico. (como se puede observar en la figura 4.3)

La máquina posee una salida que consiste casi siempre en una mascarilla que se ajusta herméticamente a la boca y nariz, obligándole a respirar de esta forma la mezcla de gases indicada por el anestesista.

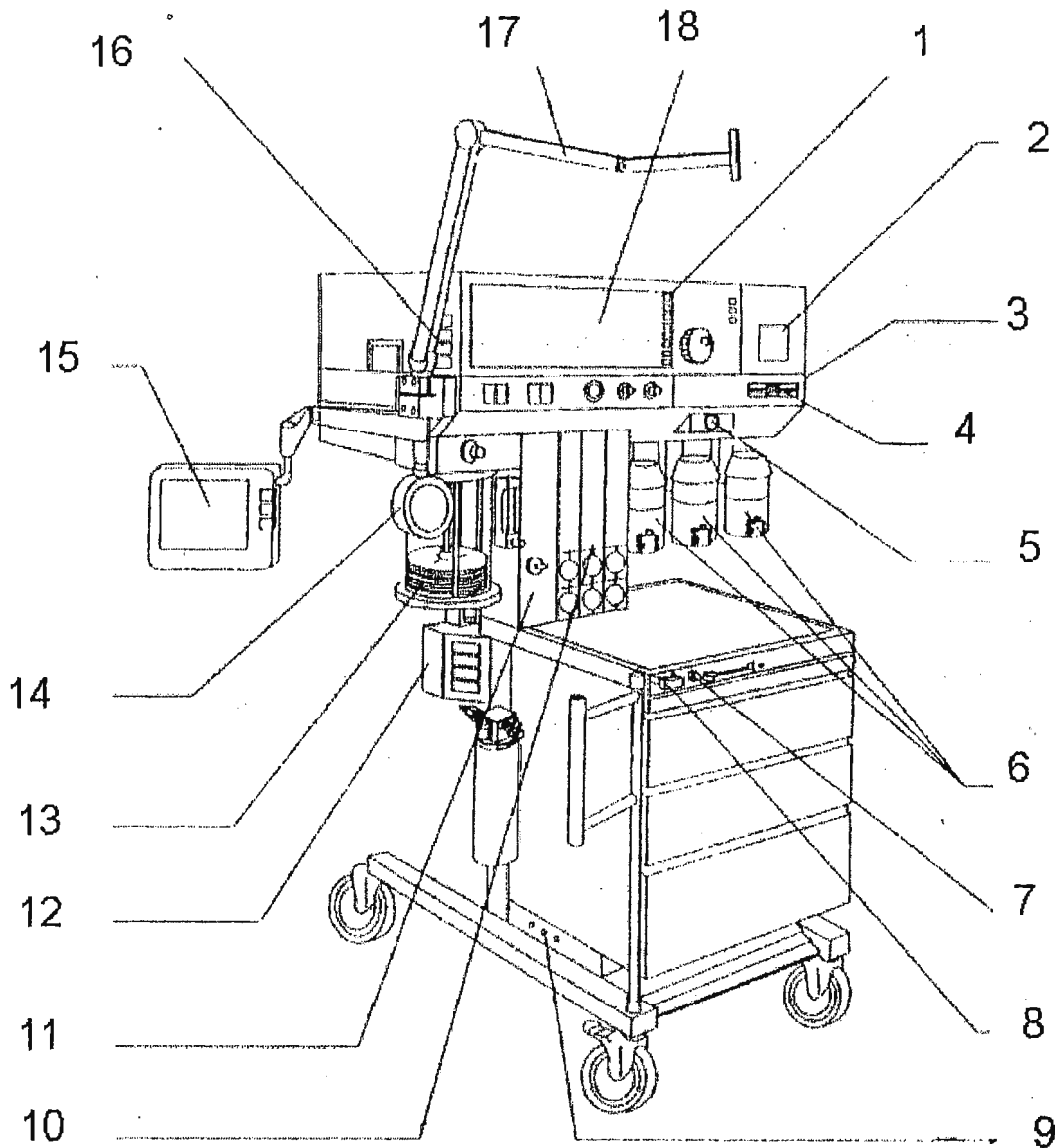


Figura 4.3

- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1. Control de Monitor | 9. Circuito Protector. |
| 2. Grabadora de registros impresos (opcional) | 10. Banco de medidor de flujos. |
| 3. Ventilador. | 11. Interruptor del Panel Principal. |
| 4. Manejador de datos. (opcional). | 12. Sensor del panel de Interfaces. |
| 5. Interruptor selector de Gas. | 13. Ventilador. |
| 6. Vaporizadores | 14. Esphignomanómetro manual. |
| 7. Eliminador de Oxígeno. | 15. Pantalla remota. |
| 8. Salida común de gas fresco. | 16. Panel de Interfaz del paciente. |

17. Brazo sujetador.

18. Pantalla Principal.

Monitores.

El conjunto de monitores que usualmente están disponibles en las máquinas de anestesia son:

- *Monitor de volumen* (con alarmas para Apnea, flujo reverso, alto y bajo volumen "tidal").
- *Monitor de oxígeno* (con alarmas para alta y baja concentración de oxígeno).
- *Monitor de presión del aire* (con alarmas para alta presión de flujo de aire).
- *Monitor de presión sanguínea*
- *Monitor de CO₂*.

Ventilador.

El tipo de ventilador utilizado determina en la mayoría de los casos, el funcionamiento del sistema. Los ventiladores en las máquinas de anestesia normalmente cuentan con:

- Una válvula de alivio para alta presión.
- Alarmas por mal funcionamiento del ventilador.
- Controles para presión mínima del flujo de aire y presión mínima del suministro de O₂

Ventiladores más sofisticados incluyen monitores para:

- Volumen "tidal".
- Velocidad de respiración.
- Concentración.
- Concentración inhalada de O₂
- Control de CO₂
- Etc.

Sistema de Abastecimiento.

Los equipos de anestesia se abastecen por lo general de pequeños cilindros normalmente tipo **E** o **D**, adosados al cuerpo de los mismos, conteniendo dos de oxígeno a un lado y otros dos de óxido nitroso en el lado opuesto. En otras cajas el abastecimiento es por medio de un sistema de tubería de gas, con tomas

tipo DISS. Los diseños actuales de los equipos vienen para funcionar con ambos sistemas es decir cilíndricos y tuberías de un sistema centralizado. Los equipos son diseñados para el abastecimiento de los distintos gases, aplicando las normas y códigos de colores para los gases agentes, así como normas de ubicación de los mismos, que a continuación se detallan:

| <i>GASES</i> | <i>COLOR</i> | <i>UBICACIÓN</i> |
|---------------------------|--------------|-------------------------------|
| Oxígeno (O ₂) | Verde | A la derecha de la máquina. |
| Oxido Nitroso | Azul | A la izquierda de la máquina. |

| <i>AGENTES</i> | <i>COLOR</i> |
|------------------|--------------|
| <i>Halothane</i> | <i>Rojo</i> |
| Ethrane | Naranja |
| Forane | Morado |

Las tomas para adosar estos cilindros o suministros de gas al aparato de anestesia, también conocidos con el nombre de yugos, están dotados con pines cilíndricos, que coinciden con orificios colocados en igual posición en el cuerpo de la válvula de cilindro de gas, tiene el objeto de no incurrir en equivocaciones que podrían ser fatales el poner un cilindro de un gas cualquiera en la toma que corresponde a un gas diferente, a este sistema se le llama tipo PISS

Los cilindros para gases vienen pintados de acuerdo a una codificación internacional de colores como medida de seguridad.

La posición de los tanques podría no ser así, además que muchos equipos modernos no se limitan a estos gases, lo mejor es ver y chequear el manual del fabricante.

Entre los reguladores y el yugo de admisión del gas que existen generalmente manómetros que nos indican la reserva de gas que existe todavía en el cilindro. La descompostura de estos manómetros no es corregible con los medios convencionales con que se cuenta en un taller de servicio de mantenimiento local. Cualquier descompostura en los manómetros implica la sustitución total de los mismos.

No deberá usarse por ningún motivo grasa o aceites comunes, para lubricación, ya que el oxígeno explota espontáneamente en presencia de estos compuestos.

Al presentarse problema con las válvulas de aguja es recomendable no forzarla cerrándola enérgicamente, es necesario reportarla inmediatamente al Departamento de Mantenimiento Local.

Los gases salen de su correspondiente regulador y son conducidos a válvulas que limitarán el flujo de los mismos y que se encuentran accesibles al operador, generalmente sobre el tablero del aparato de anestesia. Estas válvulas son de manejo sumamente delicado por ser del tipo de aguja sobre asiento de plata, lo que implica que en caso de ser forzadas se corre el riesgo de dañar el asiento. Los empaques y estopero son por regla general de teflón.

Normalmente, en una máquina de anestesia, el oxígeno tiene cinco funciones básicas las cuales son:

1. Proveer fuerza al ventilador.
2. El oxígeno viaja directamente a la válvula (flush) y puede ser llevado al circuito del paciente.
3. El oxígeno fluye al sensor de presión de corte de N₂O.
4. El oxígeno nos alimenta el sistema de alarma por falla de presión O₂.
5. El oxígeno entra a la máquina y fluye a la válvula de segunda etapa, donde es reducido para ser trabajado por los flujómetros.

Ahora, en cuanto al óxido nitroso, la presión luego de haber entrado a la máquina va directamente a los flujómetros, siempre y cuando haya oxígeno en la máquina.

Oxígeno, óxido nitroso y el agente anestésico fluyen al absorbedor de la salida de la máquina la cual también es llamada salida común de gas ó salida de gas fresco. El absorbedor elimina el dióxido de carbono de los gases exhalados y sirve para analizar hacia y desde el paciente a través de los gránulos del absorbedor, estos gránulos remueven selectivamente dióxido de carbono sin afectar la composición de otros gases o agente usados corrientemente.

Si las granulas del absorbente han sido gastados, el absorbedor no puede remover dióxido de carbono adecuadamente. El estado de los gránulos debe ser revisado al final de un caso dado, no al principio, no puede depender del color de los gránulos para indicar su desgaste por el uso. Desde que los gránulos comienzan a reposar podrían retorna a su color original, aun después de que han perdido una porción grande de su capacidad de absorción.

Los absorbedores podrían tener una o dos canastillas (canister), que sostienen gránulos.

El canastillo superior es una versión que posee dos de estos, es el primer en ser expuesto a los gases exhalados. Cuando los gránulos en la parte superior del canastillo de abajo han comenzado a cambiar de color, el de arriba debe de ser removido, rellenando con absorbente fresco de dióxido de carbono y colocado en la parte baja, moviendo el canastillo de abajo hacia arriba. El circuito del paciente debe ser revisado en caso de fuga, después de haber sido cambiado el canastillo. Aunque el sistema halla sido asegurado en caso de fugas antes que el absorbente fuera cambiado, existe la posibilidad que el sistema falle al re alinear los canastillos, lo que se puede causar una fuga. Si el sistema no es revisado por fugas antes de comenzar un caso, la fuga producida por el mal alineado puede manifestarse al momento que el paciente ha sido dormido y requiera de presión ventilatoria. Lo que se demuestra por la tremenda ansiedad causada por la presencia de una bolsa casi vacía o por una que no puede ser llenada. Esto puede prevenirse colocando los canastillos correctamente y revisando el sistema previo el uso.

Es muy importante recalcar también que toda la máquina debe ser inspeccionada y probada diariamente, como se dijo anteriormente. El circuito del paciente debe ser probado antes de cada caso.

3.4.2 Mantenimiento Preventivo.

Se debe tener precaución en no usar cualquier lubricante en las maquinas de anestesia. El lubricante debe estar aprobado para el uso en equipo de oxigeno y anestesia.

Aceites y grasas comunes pueden explotar violentamente al entrar en contacto con el oxigeno.

También la corriente estática es una causa de incendio. Por lo que solo se debe utilizar materiales antiestático para cubrir el equipo y sus componentes.

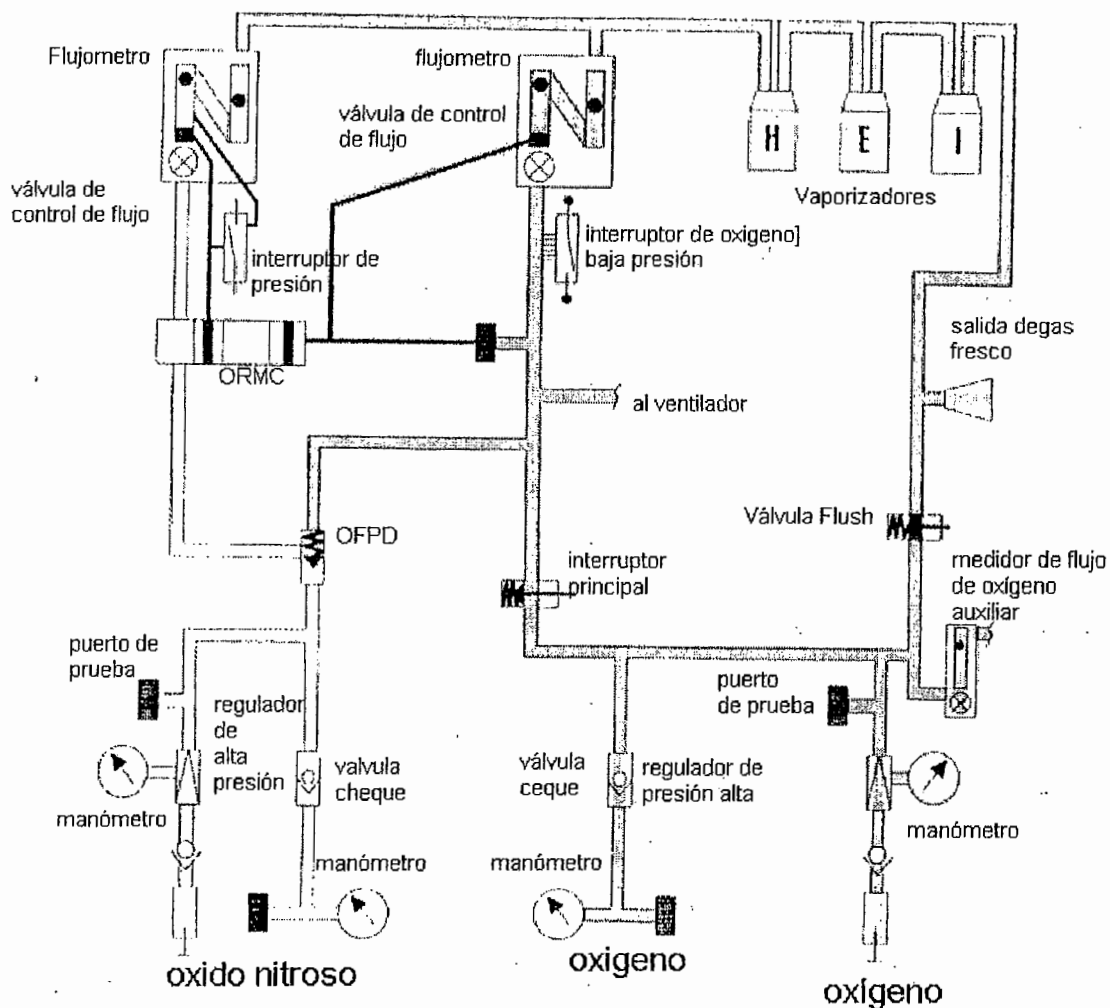
Cuando utiliza cal respiratoria no debe usarse ningún anestésico con tricloroetileno o cloroformo pues dan origen a combinaciones tóxicas.

Dentro de las rutinas de mantenimiento preventivo podemos enumerar las siguientes:

1. Limpiar las superficies externas.
2. Calibrar el sensor
3. Asegurarse que el monitor de presión de aire lea 0 a la presión atmosférica.
4. Drenar y cambiar el agente anestésico del vaporizador.
5. Cambiar el cartucho del sensor de volumen.
6. Aplicar el lubricante aprobado para el servicio de O2 para la rosca o filete del yugo.
7. ajustar la ganancia de la presión de aire en los monitores.
8. Revisar los vaporizadores.
9. Cambiar el aro externo del puerto para todos los vaporizadores.
10. Instale nuevos empaque para los cilindros.
11. Cambiar el absorbente.
12. Cambiar y cargar las baterías del monitor de O2.
13. Chequear rodos.
14. Chequear gabetas.
15. Verificar fugas.
16. Revisar vaporizadores.
17. Chequea funcionamiento de monitores y ventiladores.

3.4.3 Diagrama Neumático del Equipo.

Para poder tener una mejor idea del funcionamiento del equipo de anestesia se represente el diagrama neumático del mismo, en lugar del diagrama de bloques



- **Yugo.** Es el sistema utilizado para conectar los cilindros de auxilio a la máquina de anestesia. El yugo utiliza conectores PISS para adaptarse a los cilindros tipo E o D.

- **Válvula cheque del yugo.** Esta válvula solo permite el flujo de gas en una dirección y el propósito es evitar que se fugue el gas de la máquina cuando no se tiene cilindros conectados a ella.
- **Manómetro de los cilindros.** Mide la presión disponible en los cilindros auxiliares.
- **Medidor del sistema de baja presión.** Este manómetro mide la presión de gas en el sistema de tuberías de gas cuando es suministrado por un sistema central.
- **Válvula cheque para baja presión.** Esta válvula evita las fugas de gas de la máquina cuando esta se utiliza sin el sistema central de gases.
- **Flujómetro de Oxígeno auxiliar.** Es un flujómetro que se utiliza para alguna aplicación auxiliar de oxígeno al paciente.
- **Válvula flush.** Es una válvula que se utiliza para aplicar gas fresco al circuito de salida de oxígeno y así limpiar de residuos de gases anteriores.
- **Interruptor General.** Con el accionamiento de este interruptor se habilita el paso de oxígeno al sistema.
- **Mecanismo de Protección por falla de Oxígeno (OFPD).** Este dispositivo restringe el flujo de gas que no sean oxígeno (N_2O) en el caso de una pérdida parcial o total de la presión de este.
- **Mecanismo controlador de porcentaje de oxígeno (ORMC).** Este dispositivo evita la entrega de una mezcla hipoxica al circuito de respiración al paciente y lo hace controlando el porcentaje de N_2O en el oxígeno.
- **Restrictor de flujo.** Restringe el flujo de trabajo.

- **Salida de gas fresco.** Este es el punto donde se conecta el circuito del paciente para aplicarle el gas anestésico.
- **Vaporizadores.** Estos son los dispositivos precalibrados que mezclan el oxígeno y el gas anestésico para sacarlo a un valor predeterminado y así aplicarlo al paciente.
- **Interruptor de baja presión de oxígeno.** Este es un dispositivo de seguridad que habilita las alarmas cuando hay pérdida de la presión de oxígeno.
- **Válvula de control de flujo.** En esta válvula se regula el flujo del gas hacia los flujómetros.
- **Flujómetros.** Estos son dispositivos calibrados en ml y litros para indicar el flujo de gas que se aplicará a los vaporizadores.

3.4.4 Tabla de fallas posibles.

| FALLA | CAUSAS Y POSIBLES SOLUCIONES |
|------------------------|---|
| a) Fuga a alta presión | <ul style="list-style-type: none"> - Válvula poste en mala condición., sustituir cilindro - Asegúrese que los cilindros estén correctamente alineados y la llave apretada. - Revise que cada cilindro tengan tenga todos los empaques en buenas condiciones. - Sustituir empaques |

| | |
|--|---|
| b) Alarma de soporte por batería no trabaja. | <ul style="list-style-type: none"> - Cargar la batería. - Si las baterías están en mal estado, sustituir. |
| c) No se mide la presión en el sistema respiratorio del paciente. | <ul style="list-style-type: none"> - Circuito del paciente desconectado, conectarlo - Manómetro mal calibrado, calibrarlo. - Manómetro en malas condiciones, sustituirlo. |
| d) Demasiada concentración de vaporización. | <ul style="list-style-type: none"> - Sustituir vaporizador y mandarlo a calibrar. |
| e) Alarma de baja concentración de O ₂ | <ul style="list-style-type: none"> - Si la alarma es activada durante una operación normal revise la fuente de suministro de gas (cilindros y tubería). Si es necesario active un cilindro de emergencia. |
| f) Fugas de gas baja presión | <ul style="list-style-type: none"> - Revise el montaje de los vaporizadores. - Si la fuga continúa, mueva el vaporizador hacia otro puerto. Si la fuga sigue al vaporizador, use un diferente vaporizador. Si el puerto es dañado, llame al personal de servicio: - Revisar circuito del paciente, si tiene fugas sustituirlo. - Válvula flush con fugas, sustituirlo. - Canastilla mal instalada. |
| g) Fusibles o interruptores de protección se disparan frecuentemente. | <ul style="list-style-type: none"> - Revisar la demanda de energía eléctrica de los aparatos conectados al sistema. |
| h) Alarma de falla de alimentación activada, los monitores no trabajan pero los otros tomas de corriente tienen energía. | <ul style="list-style-type: none"> - Un fusible está quemado, reemplácelo. |

3.4.4 Características Técnicas.

1. Nombre del Equipo: Unidad de Anestesia (Máquina de anestesia)

2. Características Eléctricas:

Voltaje: 120 Voltios

Fases: 1

Frecuencia: 60 Hertz

Toma eléctrico: Polarizado, grado hospitalario.

Protección eléctrica: Incluida fusibles o interruptor termomagnético.

Corriente de fuga: <100 Micro amperios

Impedancia a tierra: < 0.1 Ohm.

Batería de Respaldo: Tipo: Sellada, libre de mantenimiento.

Tiempo de carga: <24 horas.

Tiempo de respaldo: >30 minutos.

3. Características Físicas y Mecánicas:

Equipo: Móvil

Montaje: Autosoportado:

Pintura del equipo: acabado en pintura esmalte

4. Características Sistema de Gases:

Sistema Central de alimentación:

Oxígeno: 50 psi Manguera con conector

N₂O: 50 psi Manguera con conector

Sistema de Cilindros de Emergencia:

Oxígeno: 2200 psi

Oxido Nitroso: 830 psi

Flujo de Oxígeno de gas fresco:

(O2 flush flowrate): 55 (\pm 10) l/min.

Precisión y rango de los medidores de flujo:

Oxígeno: 100-1000 ml/min \pm 2.5%

Oxido Nitroso: 100-1000 ml/min \pm 2.5%

Vaporizadores:

Halothane: Rango de ajuste: 0.2-5 Vol %

Precisión: \pm 0.15 vol% o \pm 15% del preajuste, el que sea mayor.

Enflurane: Rango de ajuste: 0.3-7 Vol %

Precisión: \pm 0.2 vol% o \pm 20% del preajuste, el que sea mayor.

Isoflurane: Rango de ajuste: 0.2-5 Vol %

Precisión: \pm 0.15 vol% o \pm 15% del preajuste, el que sea mayor.

Sevoflurane: Rango de ajuste: 0.2-5 Vol %

Precisión: \pm 0.15 vol% o \pm 15% del preajuste, el que sea mayor.

5. Descripción técnica general.

Máquina de anestesia móvil, autoportada, con bandeja para colocar monitores, sistema de evacuación de gases desechados, Bloqueo interno en el sistema de vaporizadores (interlock),

Ventilador

Frecuencia: 1-99 \pm 1 BPM (en incrementos de 1 BPM).

Razón I:E: 1:1, 1:4.5, \pm 0.1 (en incrementos de 0.5)

Flujo inspiratorio: 10-33 lt/min

Volumen tidal: 50-1500 ml \pm 100 ml

Condiciones Ambientales de operación:

Temperatura: 15-40 Grados centígrados

Humedad: 35-70%

Sistema de monitoreo

Analizador de oxígeno.

Rango: 0-100%

Resolución: 1%

Precisión: $<\pm 3\%$

Tiempo de respuesta: 25 seg.

Tiempo de vida: 1 año @ 50% de O₂

Monitor de presión (respiración).

Rango: Rango: -10 a 125 cm H₂O

Resolución: 1 cm H₂O

Precisión: +/- 10%

Espirómetro:

Rango: 0,05 a 99.9 lt

Resolución: 0.1 y 0.01 lt

Precisión: +/- 10%

Rango respiratorio: 2 a 99 Pulsos por minuto

Resolución: 1 pulso por minuto

Precisión: +/- 10%

Rango del sensor: 5 a 100 l/min

Puerto: Serial RS232

6. Accesorios y repuestos a incluirse.

- Manguera para oxígeno (longitud: 3 metros) con conector macho tipo diamond III
- Manguera para aire (longitud: 3 metros) con conector macho tipo diamond III
- Manguera para oxido nitroso (longitud: 3 metros) con conector macho tipo diamond III
- Manguera para vacío (longitud: 3 metros) con conector macho tipo diamond III, para sistema de evacuación de gases.
- Bandeja sobre la máquina de anestesia para monitores

- Yugos para cilindros de emergencia (Oxígeno, óxido nítrico y aire médico).
- Juegos de circuito de paciente.
- Bolsas para respiración

7. Información técnica requerida a suministrarse:

Manual de mantenimiento

Manual de operación

Manual de servicio

Manual de partes

3.4.5 Seguridad e Higiene.

Dentro de los niveles de seguridad al que el equipo de anestesia debe someterse, podemos mencionar algunas rutinas de chequeo o revisión que podrían ayudarnos no solo a operar mejor el instrumento, si no que además nos permitirán funcionar con los niveles adecuados de seguridad.

Inspección del Equipo.

Revisión General.

Antes de utilizar la máquina de anestesia en un paciente se debe de revisar la integridad del equipo:

- Todos los accesorios deben estar apropiadamente instalados.
- El circuito de respiración debe estar completo y sin ningún daño. Debe contener la adecuada cantidad de absorbente de CO₂.
- Asegurarse que no exista ningún daño en:
 - el yugo del cilindro
 - las tomas de gas en la pared.
 - Medidores de flujo y válvulas de control de flujo.
 - Manómetros.
 - Vaporizador.

- Monitor y cables.
- Toda la tubería.
- Asegurarse que el circuito de respiración esté cerrado, y conectado a un sistema de gas limpio.
- Los cilindros deben estar correctamente instalados.
- El vaporizador debe estar correctamente instalado.
- La llave del cilindro debe estar accesible.
- Asegurarse que esté accesible el equipo de emergencia necesario.

Revisión del montaje del vaporizador.

- a. Intente levantar cada vaporizador del múltiple. Reinstale cualquier vaporizador que no esté apropiadamente asegurado en su sitio.
- b. Intente encender más de un vaporizador a la vez. Trate todas las posibilidades que puedan existir en su sistema. Si más de un vaporizador pueda estar encendido a la vez, repita la instalación de los vaporizadores.
- c. llene el vaporizador como es descrito en el manual del fabricante.
- d. normalmente cuando se tiene más de un vaporizador las máquinas de anestesia se diseñan con un dispositivo de seguridad que no permiten que todos los vaporizadores se abran al mismo tiempo.

se debe tener la precaución de no usar un vaporizador que continuamente se pueda levantar, aun cuando el seguro esté activado.

Revisión de fugas en el sistema de baja presión.

Una fuga de baja presión consiste en que los gases metabólicos y los agentes anestésicos están saliendo a la atmósfera en lugar de entrar al circuito del paciente.

Los pasos para determinar si hay una fuga se enumeran a continuación:

1. Verificar que el sistema debe estar apagado.
2. El control de flujo debe ser activado, por ejemplo ajustar unos dos o tres litros por minuto.
3. Conectar el dispositivo de prueba de fugas a baja presión en la salida común de gas.

4. Apriete y suelte la bolsa o bulbo repetidamente hasta que colapse.
5. Si la bolsa se infla en 30 segundos o menos, existe una fuga inaceptable en el circuito de baja presión.
6. Desconecte el dispositivo de pruebas de fugas.
7. Conecte uno de los vaporizadores a 1% y repita los pasos 3 y 5.

Después de realizar esta prueba de fuga, se debe tener la precaución de no utilizar la máquina hasta que sea purgada con oxígeno. De lo contrario el paciente podría resultar afectado.

Revisión de Cilindros y tuberías.

Se debe tener la precaución de abrir despacio la válvula del cilindro para evitar dañar el regulador de presión.

Además forzar los controles de flujo pueden causar serios daños a la máquina.

Con el cilindro cerrado, asegúrese que los manómetros lean una presión de cero.

Cierre todos los controles de flujo y abra el cilindro. Revise que los medidores de los cilindros muestren una presión adecuada. Cierre todas las válvulas de los cilindros y tome nota del valor de la presión para cada cilindro. Los manómetros deben reportar menos de 100 psi. de pérdidas en un período de 5 minutos, si la pérdida en presión supera este límite, el circuito de alta presión tiene una fuga inaceptable. Al conectar la fuente de gas por tubería, revisar que los medidores reporten una presión de aproximadamente 45 o 50 psi.

Revisión de los controles de Flujo.

- Conecte cualquiera de las fuentes de gas (cilindro o por tubería).
 - Encienda el sistema y fije todos los controles de flujo a un mínimo.
 - El medidor de flujo de oxígeno debería reportar alrededor de 200 ml/min. Los otros medidores de flujo deberían registrar ningún flujo.
 - Revise el control de flujo de N₂O.
1. Ajuste solamente el control de flujo N₂O

2. Inicie fijando el mínimo los controles N₂O y O₂

- Aumente el flujo de N₂O y revise si el flujo de O₂ se encuentra en el rango determinado en la siguiente tabla:

| Flujo de N ₂ O (lit/min.) | Flujo de O ₂ Min. (lit/min.) | 5.1.1.1 Flujo de O ₂ Max. (lit/min.) |
|--------------------------------------|---|---|
| 0.9 | 0.25 | 0.36 |
| 1.5 | 0.40 | 0.61 |
| 3.0 | 0.79 | 1.22 |
| 6.0 | 1.58 | 2.44 |
| 9.0 | 2.37 | 3.66 |

Revise el funcionamiento del sistema de mezcla

- Ajuste solamente el flujo de control de O₂.
- Inicie con el flujo de O₂ mayor, y continúe con los menores según la tabla siguiente:

| Flujo de O ₂ (lit/min.) | Flujo de N ₂ O Max. (lit/min.) | 5.1.1.2 Flujo de N ₂ O Max. (lit/min.) |
|------------------------------------|---|---|
| 3.0 | 7.36 | 11.41 |
| 1.0 | 2.46 | 3.80 |
| 0.5 | 1.23 | 1.90 |
| 0.3 | 0.74 | 1.14 |

Conexión eléctrica.

El equipo debe ser conectado sólo a tomas de corriente que esté polarizados. No debe usarse extensiones ni cualquier tipo de adaptador. Revisar que el cable no esté dañado.

Limpieza ó Higiene.

Se debe tener precaución en no usar ningún sistema de anestesia que opere dentro de los rangos determinados.

Como rutinas de limpieza o higiene se pueden mencionar las siguientes:

- Limpiar las superficies externas con un paño de tela humedecido con agua y detergente.
- Usar la menor cantidad de líquido posible, ya que el exceso de líquido puede filtrarse en las conexiones o componentes eléctricos.
- Limpiar los cables de los sensores con un paño de tela húmedo. Nunca sumerja el sensor del volumen o el de oxígeno en líquido.
- Limpiar la cápsula del sensor de volumen con agentes líquidos, sin embargo debe estar completamente seco antes de usarlo. Nunca usar cepillos en la limpieza.
- No utilizar limpiadores abrasivos.
- No utilizar agentes apestésicos o limpiadores de vidrio sobre plásticos o superficies pintadas.
- Limpiar los rodos de material extraño.

Esterilización.

En cuanto a métodos de esterilización debemos tomar en cuenta lo siguiente:

- No usar esterilización a vapor.
- Los componentes del equipo de anestesia que no deben ser esterilizados son:
 1. El módulo de control del ventilador.
 2. Los monitores.

3.4.6 PROGRAMA DE CAPACITACION

| | |
|--------------------------------------|---|
| MODALIDAD DEL EVENTO DE CAPACITACION | Curso. |
| DESCRIPCION DE LA CAPACITACION | Operación y cuidados de la máquina de anestesia. |
| OBJETIVOS | Los participantes al finalizar la capacitación serán capaces de: 10. Describir la operación de la máquina de anestesia 11. Practicar el manejo adecuado de la máquina de anestesia 12. Practicar procedimientos para el adecuado mantenimiento y cuidado de la máquina de anestesia. |
| DIRIGIDO A | Personal Técnico y Operador de equipos de emergencias. |
| DURACION | 12 Horas |

6 CONTENIDO

| No. | 7 Temas y Sub-temas | Tiempo (hrs.) |
|-----|--|---------------|
| 1. | MAQUINA DE ANESTESIA..... Fundamentos de operación - El Vaporizador. - Reguladores de Presión - Descripción del equipo - Monitores - Ventilador - Sistema de Abastecimiento Rutinas de Mantenimiento Preventivo Tabla de Fallas Posibles Características Técnicas Seguridad e Higiene | 11 |

PRACTICAS A DESARROLLAR

| No. | Descripción de práctica | Equipos, herramientas, repuestos u otros. | Duración (hrs.) |
|-----|--|--|-----------------|
| PI | MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS MAQUINAS DE ANESTESIA: 1. Inspeccione la integridad mecánica de los cables, controles, interruptores, etc. Y limpie la unidad. 2. Verifique la integridad física del cable de alimentación y el toma, polarizado. 3. Mida la resistencia del polo de tierra. (No tiene que exceder la | 1 Máquina de anestesia. 4 ydas, de franela 1 tester digital. | 1 |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | medición a un valor de .015 Ohmios) | | |
| | 4. Mida la corriente de fuga del chasis a tierra. (No tiene que exceder a un valor de 100 microamperios) | | |
| | 5. Cambie o limpie los filtros y los sellos tipo "O-rings" | | |
| | 6. Compruebe el buen funcionamiento de todos las pantallas de presentación y alarmas. | | |
| | 7. Verifique la salida de la concentración del vaporizador de gas. | | |

BIBLIOGRAFIA.

- Introduction to Biomedical Equipment Technology. 1981. Joseph J. Carr , John M. Brown.
- Operating Principle of Narkomed Anesthesia Systems. J.Cicman; C Himmelwright; V. Skibo; J Yoder. North American Drager, 1993
- Manual de Operación de Equipo de Anestesia. Proyecto de Mantenimiento Hospitalario. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social-GTZ. Enero 1997.

Objetivo del Curso

Brindar a los participantes los conocimientos necesarios para que operen adecuadamente y brinden el mantenimiento preventivo a los monitores de cabecera.

Población Objetivo

Personal Operador.
Personal de Mantenimiento.

Requisito

Empleados del Ministerio de Salud Pública y Asistencial Social, Instituto Salvadoreño del Seguro Social y/o Instituciones Privadas de salud

Fecha

Mes #5 de Capacitación.

Horario

8:00 A.M.-12:00 M

Lugar

-Salón de reuniones ó conferencias dentro de la institución de salud.
-Local externo a la institución de salud.

Duración

8 horas

Cupo

8 Personas

Tipo de Certificado

Aprovechamiento

Instructores

Técnico Expositivo
Técnico para Prácticas

Contenido

Fundamentos de operación
Rutinas de Mantenimiento Preventivo
Tabla de Fallas Posibles
Características Técnicas
Seguridad e Higiene
Cronograma de actividades

**M
O
N
I
T
O
R
E
S**

Método

Curso

Materiales

Acetatos

Lápices

Libretas

Pizarra

Plumones

Puntero Láser

Retroproyector

Monitores

**M
O
N
I
T
O
R
E
S**

INDICE.

| TEMA | | PÁGS. |
|-------|--------------------------------|-------|
| I | Introducción | 123 |
| II | Objetivos | 123 |
| 3.5.1 | Fundamentos de operación | 124 |
| | Operación del monitor | 125 |
| | Módulo de ECG | 126 |
| | Alarmas | 127 |
| | Módulo para presión Sanguínea | 127 |
| | Medición directa | 127 |
| | Operación | 128 |
| | Módulo Termométrico | 128 |
| | Modulo SpO2 | 129 |
| 3.5.2 | Tabla de Fallos Posibles | 130 |
| 3.1.3 | Características Técnicas | 131 |
| 3.1.4 | Diagrama de Bloques del Equipo | 134 |
| 3.1.5 | Seguridad e Higiene | 135 |
| 3.1.6 | Programa de Capacitación | 138 |
| | -Contenido | |
| | -Prácticas a desarrollar | |
| | -Comentarios | |

I. INTRODUCCIÓN

La presente guía está dirigida a toda aquella persona que opera o proporciona mantenimiento preventivo a los monitores de signos fisiológicos en el paciente. En la guía se presenta el tema de los monitores y sus principales funciones dando un panorama técnico en cuanto a todas aquellas cosas que se necesitan saber y poner en práctica para poder prolongar y optimizar dicho instrumento. Es importante hacer notar que este manual no pretende ser un sustituto del manual del fabricante, sino por el contrario un complemento de él.

II.OBJETIVOS

- A. Describir la operación de los monitores
- B. Mostrar al operador el uso adecuado de los monitores, fomentando el seguimiento de las recomendaciones del fabricante.
- C. Mostrar los procedimientos para el adecuado mantenimiento y cuidado de los monitores.
- D. Aprender a hacer reparaciones menores.

3.5 MONITORES.

3.5.1 Fundamentos de Operación.

La función principal de los monitores de cabecera es el poder medir, analizar y mostrar las señales fisiológicas que caractericen el funcionamiento de un sistema biológico. Algunas señales fisiológicas, tales como la actividad bioeléctrica, pueden ser directamente medidas, analizadas y registradas. Otras, como la presión sanguínea, son usualmente transducidas a una señal eléctrica para una mayor facilidad en la comunicación, análisis y presentación. También otras variables como el gasto cardiaco deben ser deducidos de medidas directas.

Los parámetros fisiológicos tales como la frecuencia cardíaca, respiración, temperatura, presión sanguínea, presión venosa, saturación de O₂, obviamente necesitan ser monitoreados. Sin embargo es importante hacer notar que la variación en los parámetros bioquímicos del cuerpo (pH, pO₂, pCO₂) ocurren mucho antes que las variaciones en un electrocardiograma, por lo que podrían llegar a ser mucho más importantes tomar las medidas de parámetros bioquímicos que las más obvias.

En los últimos años, el concepto modular ha sido ampliamente aceptado y empleado en los equipos de monitoreo para pacientes, permitiendo la selección de una variedad de parámetros de acuerdo al estado del paciente, además el diseño modular permite solucionar problemas de mantenimiento en una forma ágil y oportuna a través del operador, por medio de un simple intercambio de módulo. En este proceso ha sido posible observar las características dinámicas de parámetros específicos para cada paciente.

Un sistema de monitoreo mínimo debe contar con un sensor, un acondicionamiento de la señal y dispositivo para mostrar la lectura. Un monitor específico utilizado en un paciente depende de la naturaleza de la enfermedad y de la unidad del hospital donde se maneja este equipo. Por lo general los monitores se utilizan en áreas para diagnóstico, terapia y supervivencia.

Operación del monitor.

Frecuentemente en los monitores de cabecera, el campo central de la pantalla presenta las curvas fisiológicas, mientras que los campos a la izquierda e inferior muestran los valores límites que se están controlando.

Para la operación del monitor se deben tener presentes los siguientes criterios:

1. Antes de cada puesta en servicio se debe vigilar que todos los dispositivos que contribuyen a la seguridad funcionen correctamente.
2. Los monitores de cabecera, en su mayoría, no han sido diseñados para operar en zonas expuestas a peligros de explosión.
3. La vigilancia del ECG, como parámetro crítico, deberá controlarse en el canal 1 del monitor.
4. Si el valor límite de vigilancia no se sobrepasa durante más de 4 segundos, la alarma no es accionada.
5. Existen dos tipos de alarma, la de señal óptica y la de señal acústica. Esta última puede conectarse o desconectarse a deseo del operario. La transmisión de la alarma óptica se cancela sólo si el valor medido se encuentra nuevamente dentro de la zona de vigilancia. Se recomienda, evitando alarmas erróneas (como por ejemplo cuando se mueva el paciente o cuando se sustituye un módulo por otro), se debe desconectar la transmisión de la alarma por no más de 2 minutos.
6. Para la selección de los valores límites de vigilancia, primero se debe seleccionar el parámetro de entre los ocho parámetros vitales que típicamente pueden vigilarse. Luego se debe ajustar el valor límite, la selección de este valor depende del parámetro, y para ello deben consultarse las instrucciones de uso del módulo correspondiente. El control de valor límite puede conectarse o desconectarse separadamente para cada uno de los parámetros vigilados. La mayoría de monitores conecta automáticamente la vigilancia de frecuencia cardíaca al poner en funcionamiento el monitor. Todos los demás parámetros deben conectarse para la transmisión de la alarma.
7. Una condición óptica y sonora se realiza con cada complejo QRS. La intensidad sonora de la señal acústica puede adaptarse a las condiciones del ambiente.
8. Entre los controles que se pueden regular en la pantalla están:
 - Brillo de la imagen (automático o manual)
 - Velocidad de deflexión (12.5, 25 y 50 mm/s)
 - Congelamiento de curvas (sin interrumpir la vigilancia de los valores límites)

- Conexión en cascada (añade de uno a tres canales al primer canal, lográndose obtener un tiempo máximo de información de 40 seg.)
- Representación de tendencias (ofrece información sobre los parámetros principales de vigilancia en un tiempo de hasta 24 horas)
- Variación de alarmas, selección de parámetros.

Módulo de ECG.

Este módulo está previsto para detectar el electrocardiograma y frecuencia cardíaca. En ocasiones se incorpora un termistor para detectar la frecuencia de respiración.

El procedimiento para utilizar el equipo con electrodos desechables se detalla así:

1. Utilizar electrodos plata/cloro (Ag-AgCl). Durante el manejo de estos electrodos no deben entrar en contacto con otros objetos metálicos, podrían deteriorar la superficie de plata clorada.
2. Separar el electrodo del papel protector, aplicarlo a la piel limpia y seca, sujetarlo perfectamente.
3. Conectar los electrodos.
4. Para que los electrodos no estén sometidos a fuerzas de tracción se recomienda fijar con cinta o esparadrapo los cables cerca del lugar de aplicación. Los electrodos se despegan de la piel tirando de la lengüeta de separación de la película adhesiva. No es permitido tirar el cable.

Sí el equipo cuenta con detección de señales respiratorias y electrocardiográficas por medio de los electrodos de ECG, los electrodos deben ubicarse en los puntos que ofrezcan la mayor impedancia en el tórax, por lo general son los arcos costales. Así los lugares de conexión son: el electrodo negro al esternón, el rojo y amarillo a los arcos costales.

Sí la detección de respiración es a través de termistor, éste se debe fijar con cinta o esparadrapo de modo que la punta del sensor penetre en el flujo de respiración.

Siempre que se trabaje con equipo de electrocirugía, tenga la precaución de utilizarse el módulo de ECG protegido contra interferencias a altas frecuencias con los accesorios correspondientes. En esta situación los cables deben colocarse bien alejados del campo operatorio, por ejemplo, en las extremidades.

El procedimiento de operación de este módulo se detalla a continuación:

1. Conectar los cables de los electrodos del paciente, al cable intermedio.
2. Conectar el cable intermedio al módulo.

3. Elegir la derivación ECG más favorable.
4. Regular amplitud de la curva ECG.

Alarmas.

Normalmente los límites de vigilancia para la frecuencia cardíaca comprende de 15 a 300 pulsos por minuto, para la frecuencia respiratoria comprende de 3 a 155 respiraciones por minuto, esto con el propósito de poder detectar anunciar cualquier anomalía que se presente.

Las alarmas por asistolia, la asistolia es reconocida por el sistema cuando entre el complejo QRS y el siguiente promedio u intervalo de tiempo de 4 segundos.

Las alarmas por Apnea. Si entre un ciclo respiratorio y el siguiente transcurre un tiempo excesivo el sistema da aviso de apnea.

Los tiempos límites para la detección de apnea son los siguientes:

- Superior a 15 respiraciones por minuto = 30 segundos.
- De 18 a 30 respiraciones por minuto = 20 segundos.
- Superior a 35 respiraciones por minuto = 15 segundos.

Para pacientes que utilicen marcapasos se deben verificar que el sistema reconozca correctamente los pulsos del marcapasos y que los suprima para el conteo de la frecuencia cardíaca.

Módulo para Presión Sanguínea.

Medición Directa.

Este módulo está diseñado para medir el transcurso de la presión intravascular, determinando la presión intravascular, la presión sistólica, diastólica y media. Algunas otras modalidades de este módulo determinan la curva de pulso periférico y frecuencia de pulso.

La presentación de la curva de presión puede ser relativa o absoluta. En presentación relativa, la curva de presión se desarrolla entre ambas líneas de referencia que marcan el margen de vigilancia ajustado. Su amplitud depende del límite inferior de la diástole y del límite superior de la sístole. La reproducción absoluta tiene la ventaja de poder presentar hasta tres curvas de presión de la misma escala y referida a la misma línea de cero. Normalmente se dispone de varios márgenes de reproducción (30, 60, 150, 300 mm Hg.)

Para la medición de pulso periférico el equipo indica y vigila la frecuencia del pulso y reproduce la curva del pulso. Si la detección se lleva a cabo en el dedo de una mano o de un pie, el detector debe fijarse por un manguito de goma. Por otro lado, si el detector se fija en la frente o en el oído es ventajoso fijarlo con esparadrapo.

Por lo general el margen de medición e indicación abarca de 15 a 300 pulsaciones por minuto. Una medida inferior a este margen es indicada como asistolia.

Medición Indirecta o No Invasiva.

Con este módulo se pueden escoger tres modos para tomar la medida: simple, a intervalo y continua. La manga se desinfla al final de cada medición. La presión inicial de inflación de la manga debe ser más baja que la presión diastólica del paciente.

El método que se utiliza para medir la presión es el método oscilométrico y los límites designados para las presiones son 50 y 150 mm Hg.

Operación.

Su procedimiento de operación es el siguiente:

- Para obtener medidas exactas seleccione la talla apropiada de la manga.
- Envuelva la manga desinflada alrededor del brazo del paciente. La manga debe colocarse el mismo nivel del corazón, ceñida pero sin restringir la circulación de sangre. La extremidad debe estar relajada e inmóvil. Asegurese de que la manguera no tenga dobleces u obstrucciones. No coloque la manga a una extremidad que esté conectada a una línea de infusión.

Si la manga se coloca más abajo o más arriba del corazón, agregue o sustraiga 1.4 mm Hg de la medida de presión mostrada por cada 2 cm de desviación de la altura correcta.

Módulo Termométrico.

Los termómetros para monitores de cabecera actúan por medios eléctricos, y se utilizan para determinar la temperatura corporal del paciente.

Estos módulos poseen diferentes tipos de sensor, los cuales son:

- Termométrica rectal. El sensor debe ubicarse en el recto hasta una profundidad de 5 a 10 cm, se debe proteger con un forro de goma y pegar con cinta adhesiva para vigilancias de larga duración.

- Termométrica axilar. El sensor debe pegarse con cinta adhesiva en la posición media debajo de la axila.
- Termométrica esofásica. El sensor se sitúa en la región de temperatura nuclear. En casi todos los casos puede utilizarse una sonda estomacal. La profundidad de introducción debe ser determinada y marcada en el cable con cinta adhesiva.

Módulo SpO₂

Este módulo se utiliza para la vigilancia no invasiva de la pulsioximetría.

Para este caso, el sensor se elige de acuerdo al tamaño del paciente. El sensor se conecta al cable intermedio y se debe asegurar en su lugar con el sujetador a presión.

Típicamente existen dos modos de promediar las mediciones:

1. Modo Normal. Los cambios en el valor del porcentaje de O₂ se indican dentro de los 15 segundos de haber ocurrido o antes.
2. Modo Rápido. Los cambios del porcentaje de O₂ se ven dentro de los próximos 6 latidos del corazón.

Las alarmas en este módulo se producen cuando los valores del porcentaje de O₂ o del pulso caen fuera de los límites predefinidos (100 y 85%), para el pulso los valores límites son 170 a 100 latidos por minuto.

El sensor utilizado es muy sensible a la luz ambiental y puede indicar un pulso aunque no esté en uso y debe protegerse de la luz brillante cuando esté colocado en el paciente.

Los lugares más apropiados para colocar el sensor son los que tienen buena irrigación sanguínea, como las yemas de los dedos de las manos y de los pies, o los lóbulos de las orejas.

3.5.2 Tabla de fallas posibles.

| FALLA | CAUSAS Y POSIBLES SOLUCIONES |
|--|---|
| a)No da lectura de ECG. | <ul style="list-style-type: none"> - Revise cable del paciente, si está malo sustituirlo. - Modulo de ECG no hace buen contacto. |
| b)De las tres derivaciones solo registra una | <ul style="list-style-type: none"> - Cable de ECG en mala condiciones, sutituirlo. |
| c)No mide la SPO2 | <ul style="list-style-type: none"> - Cable del sensor de dedo en malas condiciones, sustituirlo. - Sensor de dedo mal colocado en el paciente, instalarlo adecuadamente. - Modulo de SPO2 mal adaptado. |
| d)No da lectura de presión. | <ul style="list-style-type: none"> - Verificar si funciona la bomba de insuflado - Verificar condición del brazalete. - Verificar conexión de la bolsa de hule al equipo. - Modulo de presión no está bien conectado. |
| e)Monitor no muestra tendencias | <ul style="list-style-type: none"> - Verificar condición de batería, si está en malas condiciones sustituirla. |
| f)El monitor constantemente habilita las alarmas | <ul style="list-style-type: none"> - Alarmas mal ajustadas, verifique nivel de alarmas. |

| | |
|---------------|--|
| g)No enciende | <ul style="list-style-type: none"> - El módulo de monitor no está físicamente bien empotrado, empujarlo bien contra el receptáculo. - El cable de alimentación no está bien conectado al tomacorriente o tiene falso, conecte el cable bien o reemplace el cable. - El fusible principal esta quemado, reemplace. |
|---------------|--|

3.5.3 Características Técnicas.

1. Nombre del Equipo: Monitor de signos vitales

2. Características Eléctricas:

| | | |
|---------------------------------|--------------------|--|
| Voltaje: | 120 | Voltios |
| Fases: | 1 | |
| Frecuencia de alimentación: | 60 | Hertz |
| Toma eléctrico: | Grado Hospitalario | |
| Corriente de fuga: | 100 | Micro amperios, máximo, a la cubierta del equipo |
| Protección contra defibrilación | | |
| Protección eléctrica: | Fusible | |

3. Características Físicas y Mecánicas:

Monitor signos vitales, tipo portátil., de peso inferior a 50 libras.

4. Descripción técnica general:

Monitor de signos vitales, para uso en salas de operación, emergencias y recuperación, con 3 canales, pantalla con tubo de rayos catódicos, con medición y trazos para:

- Electrocardiografía,
- Presión no Invasiva y saturación de oxígeno.

ECG

| | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| Derivaciones estándares: | I, II, III, IV |
| Ancho de banda: | 0.05 a 30 Hz. , filtrado. |
| Impedancia de entrada: | >2.5 MOhm. |
| Velocidad de barrido: | 25 mm/seg. |
| Alarmas: | Asistole, no detección de QRS |
| Protección contra defibrilación: | Sí |
| Rango de pulso: | 30-250 bpm |

Frecuencia Cardíaca

| | |
|-------------------|--|
| Rango de pulso: | 30-250 bpm |
| Registro digital: | En pantalla |
| Medición: | A partir de ECG, o de la frecuencia del pulso |
| Alarmas: | Baja: 20-100 bpm ajustable Alta: 80-250 bpm ajustable |

Presión no Invasiva (NIBP)

| | |
|-------------------------|--|
| Principio: | Oscilometría. |
| Rango: | 0-300 mm Hg. |
| Calibración: | Automática. |
| Parametros: | Presión Sistólica, Diastólica y Media. |
| Intervalos de medición: | Ajustable en intervalos |

Oximetría de pulso. (Sp O2)

| | |
|------------------------|------------------------------------|
| Rango: | 50% a 100% |
| Presentación numérica: | % de saturación |
| Presentación gráfica: | Onda de pulso. |
| Precisión: | +/- 2% |
| Tipo de sensor: | Clip en dedo. |
| Alarmas: | Alta y baja saturación de oxígeno. |

Temperatura

| | |
|---------------------------|--|
| Entrada: | Aislada, protegida contra defibrilación. |
| Presentación en pantalla: | En grados centígrados o Fahrenheit |
| Precisión: | +/- 0.2 grados centígrados |
| Rango: | de 20 a 42 grados centígrados |
| Sensor: | Serie YSI |

Salidas:

RS232C

Tendencias:

para 8 horas

Batería; interna

| | |
|---------------------|--|
| Tipo: | Sellada., libre de Mantenimiento. |
| Capacidad: | 15 minutos (protección de información) |
| Tiempo de carga: | 24 horas. |
| Indicador de carga: | incluido. |

Pantalla

| | |
|-------------|--------------------|
| Tamaño: | 4 pulgadas |
| Resolución: | 1024 x 256 pixeles |

5. Accesorios a incluirse:

Cable con sensor de dedo para saturación de oxígeno.

Brazalete con manga y accesorios para medir NIBP.

Cables de electrodos reusables.

Cables de paciente.

6. Información técnica requerida a suministrarse:

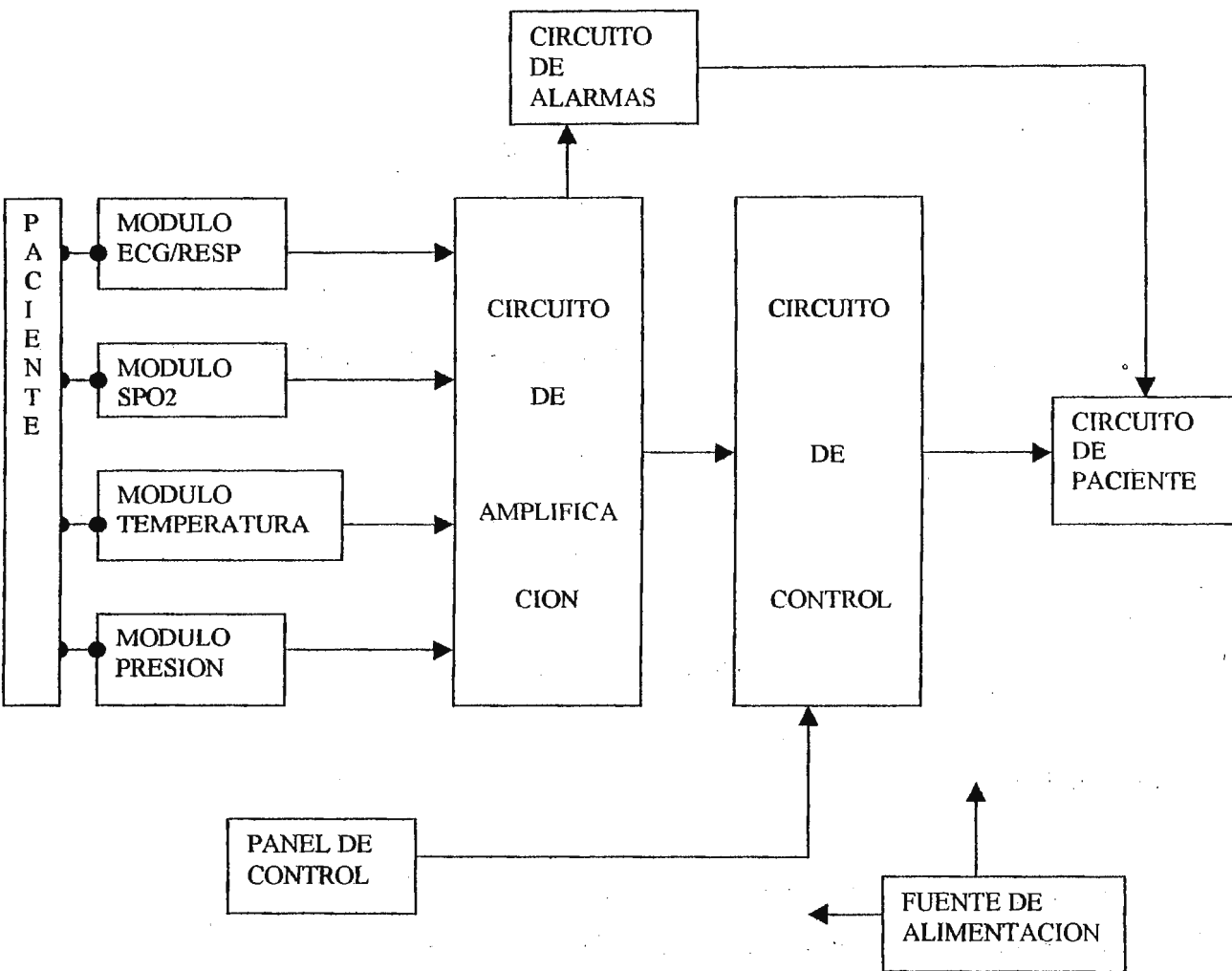
Manual de Mantenimiento

Manual de operación

Manual de servicio

Manual de partes

3.5.4 Diagrama de Bloques del Monitor



Circuito de Módulos. Tiene por función ser el punto donde llega la señal electrofisiológica del paciente a tratar y el cual interconectará con el resto del equipo. Además estos bloques sirven normalmente como un sistema de aislamiento debido al tipo de acoplamiento que utilizan.

Circuito de Alimentación. El objetivo de esta etapa es proporcionar los voltajes y sus niveles necesarios para que todas las partes del monitor funcionen adecuadamente.

Circuito Amplificador. Debido a la poca ganancia de los parámetros a monitorear y que provienen de los módulos, esta etapa tiene por función, amplificar la señal electrofisiológica a efecto de poderle tratar y presentarla.

Circuito de Alarmas. Tiene por función manejar los límites de las alarmas de los distintos parámetros fisiológicos a monitorear.

Circuito Presentador. Normalmente es un tubo de rayos catódicos o una pantalla electroluminiscente, donde se registra todas las formas de onda y parámetros que se están monitoreando.

Panel de Control. Tiene por función acceder a toda la información que se puede manipular en el monitor.

3.5.5 Seguridad e Higiene.

Dentro de lo que es el área de higiene, podemos mencionar algunas recomendaciones para cada uno de los módulos tratados en la sección de fundamentos de operación, que tendrán que ver con cada uno de los módulos en particular; sin embargo los monitores modulares tienen la característica de poseer una carcasa muy similar para poder ser intercambiados de posición dentro de la base.

Dentro de las recomendaciones de higiene de los monitores y los módulos tenemos:

- Frotar la carcasa del aparato básico como los módulos con una gasa o algodón humedecidos con agua y detergente doméstico. Evite utilizar acetonas, éter, bencina, etc.

- No deben utilizarse objetos con filo, ni solvente abrasivos para eliminar adherencias a los módulos. No se debe sumergir los módulos en el líquido.
- Para la desinfección del equipo se recomienda utilizar algodón con un desinfectante sobre la base de aldehídos, no así desinfectantes que tengan proporciones elevadas de derivados fenólicos, alcoholes, compuestos clorados o ácidos paracéticos. Debe evitarse, al utilizar spray como desinfectante, que el líquido nebulizado penetre en el interior del aparato.
- Los cables, los electrodos y termistor deben limpiarse después de cada uso, con un paño humedecido con agua y con una escobilla blanda.
- Para la desinfección de los cables y electrodos se deben frotar con un algodón o paño humedecido con un medio esterilizante.
- Los sensores de presión deben protegerse contra impactos y temperaturas excesivas (mayores a 45 grados centígrados).
- Extremas precauciones han de tomarse después de sacar el domo de presión; cualquier contacto accidental con la membrana puede causar averías en el detector.
- El cable del transductor de presión no debe sufrir dobleces debido a que existe en él un canal de presión.
- La manga debe limpiarse con una gasa humedecida en agua jabonosa, alcohol, aldehído glutárico o fenol. La manga se puede sumergir en la solución pero se debe evitar que el líquido entre en el tubo.
- La limpieza de los sensores debe realizarse con una escobilla pequeña y agua, no se deben emplear objetos duros o puntiformes. Sujetar con una mano la punta del sensor y frotar con la otra en dirección al elemento conector.
- Para la desinfección de los sensores, se aconseja humedecer una torundá de algodón con una medio desinfectante aldehído diluido y frotarlo sobre la superficie del sensor. No se deben utilizar desinfectantes que contengan derivados fenólicos, alcohol, compuestos clorados o ácidos paracéticos.
- La limpieza rutinaria del módulo se hace pasándola una gasa humedecida en una solución jabonosa, y secándolo con un paño que no tenga pelusa. Para la desinfección utilice una gasa humedecida con alcohol diluido o en un desinfectante a base de aldehídos glutáricos.
- Este módulo no debe esterilizarse en un autoclave ni por medio de gas; tampoco se le debe sumergir en líquidos. No debe someterse a un vacío interno.

- Remojar el detector con el domo de presión y el cable (no así el detector) en una solución detergente o de cloruro de cefriano.
- Enjuagar suficientemente con agua estéril y destilada.
- Secar y conservar en forma estéril, evitando que el detector de presión quede suspendido del cable.

Se deben tomar además ciertas precauciones, entre las que podemos mencionar:

- Los cables de los electrodos no deben sumergirse en el líquido de limpieza.
- Los cables no deben ser esterilizados en caliente con agua, vapor o aire, ni tampoco con éter.
- Los detectores no deben hervirse o esterilizarse en vapor o aire caliente.
- No utilizar éter, cloroformo o sustancias similares para fines de limpieza.
- Evitar que penetre humedad en el detector de presión, pequeñísimas cantidades de líquido pueden ocluir el canal compensador de presión y alterar la medida.
- Deben ser tomadas en cuenta las recomendaciones del fabricante en lo que concierne al tratamiento del detector de presión.
- Revise frecuentemente la manguera y la manga. Vea que estén limpias y que no presenten daños que pudieran causar problemas de inflación y lecturas incorrectas.
- Los sensores termométricos no deben calentarse a 100 grados centígrados o más. Sólo pueden someterse por cortos instantes a temperaturas entre 80 y 100 grados centígrados.
- Los sensores termométricos y sus conectores no deben sumergirse en ningún caso en un líquido de limpieza. No se debe esterilizar a vapor o aire caliente, ni utilizar éter o alcohol,
- No use los módulos cerca de aparatos que generen microondas u otras emisiones de alta energía, ya que estas podrían intervenir con el buen funcionamiento.
- Almacene el módulo en posición horizontal y evite exponerlo a vibraciones y golpes. No lo guarde cerca de líquidos, compuestos químicos o gases.

3.5.6 PROGRAMA DE CAPACITACION

| | |
|--------------------------------------|--|
| MODALIDAD DEL EVENTO DE CAPACITACION | Curso. |
| DESCRIPCION DE LA CAPACITACION | Operación y cuidados de los monitores de cabecera. |
| OBJETIVOS | Los participantes al finalizar la capacitación serán capaces de: 13. Describir la operación de los monitores de cabecera 14. Practicar el manejo adecuado de los monitores de cabecera. 15. Practicar procedimientos para el adecuado mantenimiento y cuidado de los monitores de cabecera. |
| DIRIGIDO A | Personal Técnico y Operador de equipos de emergencias. |
| DURACION | 8 Horas |

8 CONTENIDO

| No. | 9 Temas y Sub-temas | Tiempo (hrs.) |
|-----|--|---------------|
| 1. | MONITORES DE CABECERA..... Fundamentos de operación Rutinas de Mantenimiento Preventivo Tabla de Fallas Posibles Características Técnicas Seguridad e Higiene | 7 |

PRACTICAS A DESARROLLAR

| No. | Descripción de práctica | Equipos, herramientas, repuestos u otros. | Duración (hrs.) |
|-----|---|--|-----------------|
| PI | MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL MONITOR: 1. Inspeccione la integridad física de los cables, controles, interruptores, etc. Y limpie la unidad. 2. Inspeccione el estado físico del cable de alimentación y el toma polarizado. 3. Mida la resistencia del polo de tierra. (no debe exceder a 015 ohmios) 4. Mida la corriente de fuga del chasis a tierra. (no debe ser mayor a 100 microamperios) | 6 Monitores de cabecera. 6 Tester digitales. Aceite para lubricar los mecanismos de grabación. | 1 |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | <ol style="list-style-type: none">5. Mida la corriente de fuga del electrodo. (no debe exceder a 50 microamperios)6. Si aplica, limpie el compartimiento del papel y lubrique los mecanismos de registros impresos.7. Verifique el funcionamiento de todas las pantallas presentadoras de información así como de los sistemas de alarmas. | | |
|--|--|--|--|

BIBLIOGRAFIA.

- Introduction to Biomedical Equipment Technology. 1981. Joseph J. Carr , John M. Brown.
- Training Manual for Biomedical Equipment Technicians. American Society for Hospital Engieenering of The American Hospital Association. Gary D. Slack, John W. McKinney.
- Manual de Operación de Equipo de Sala de Operaciones. Proyecto de Mantenimiento Hospitalario. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social-GTZ. Enero 1997.

Objetivo del Curso

Brindar a los participantes los conocimientos necesarios para que operen adecuadamente y brinden el mantenimiento preventivo al equipo de centrifuga.

Población Objetivo

Personal Operador.
Personal de Mantenimiento.

Requisito

Empleados del Ministerio de Salud Pública y Asistencial Social, Instituto Salvadoreño del Seguro Social y/o Instituciones Privadas de salud

Fecha

Mes #6 de Capacitación.

Horario

8:00 A.M-12:00 M

Lugar

-Salón de reuniones ó conferencias dentro de la institución de salud.
-Local externo a la institución de salud.

Duración

12 horas

Cupo

8 Personas

Tipo de Certificado

Aprovechamiento

Instructores

Instructor Expositivo
Instructivo para realizar prácticas

Contenido

Fundamentos Fisiológicos y Anatómicos de la sangre
Principios Físicos
Fundamentos de operación
Rutinas de Mantenimiento Preventivo
Tabla de Fallas Posibles
Características Técnicas
Seguridad e Higiene
Cronograma de actividades

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Método

Curso

Materiales

Acetatos

Lápices

Libretas

Pizarra

Plumones

Puntero Láser

Retroproyector

5 Microcentrífugas.

2 Macrocentrífugas.

4 Destornillador. planos

4 Destornillador. phillips

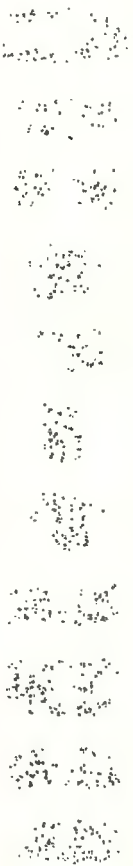
4 Trapos de tela

4 Tenazas

1 Bote de pega

1 Bolsa de detergente

4 Brocha de 2"



00544300

INDICE.

| TEMA | | PAGS. |
|---------|--|-------|
| I | Introducción | 144 |
| II | Objetivos | 144 |
| 3.6.1 | Fundamentos Fisiológicos y Anatómicos de la sangre | 145 |
| 3.6.2 | Principios Físicos | 146 |
| 3.6.3 | Fundamentos de operación | 147 |
| 3.6.3.1 | Precauciones con el cargado de la centrífuga | 150 |
| 3.6.3.2 | Cuidados en la operación | 151 |
| 3.6.4 | Diagrama de bloques | 152 |
| 3.6.5 | Rutinas de Mantenimiento Preventivo | 152 |
| 3.6.6 | Tabla de Fallas Posibles | 154 |
| 3.6.7 | Características Técnicas | 155 |
| 3.6.8 | Seguridad e Higiene | 159 |
| 3.6.9 | Programa de Capacitación | 159 |
| | -Contenido | |
| | -Prácticas a desarrollar | |
| | -Comentarios | |
| 3.6.10 | Cronograma de Actividades | 39 |

I. INTRODUCCION

El presente manual está dirigido a todo aquel personal que opera o proporciona mantenimiento preventivo a equipos de laboratorio clínico. En el manual se desarrolla el tema de la centrífuga y sus principales funciones dando un panorama técnico en cuanto a todas aquellas cosas que se necesitan saber y poner en práctica para poder prolongar y optimizar dicho instrumento. Es importante hacer notar que este manual no pretende ser un sustituto del manual del fabricante, sino por el contrario un complemento de él.

II. OBJETIVOS

- A. Describir la operación de la centrífuga.
- B. Mostrar al operador el uso adecuado de la centrífuga, fomentando el seguimiento de las recomendaciones del fabricante.
- C. Mostrar los procedimientos para el adecuado mantenimiento y cuidado de la centrífuga.

3.6 LA CENTRIFUGA

3.6.1 FUNDAMENTOS FISIOLÓGICOS Y ANATÓMICOS DE LA SANGRE

LA SANGRE

La sangre es un elemento líquido de nuestro organismo, que circula por el interior de arterias, capilares y venas.

Está formada por:

Un componente líquido que es el plasma.

Un componente sólido que son los eritrocitos, leucocitos y plaquetas.

Un componente gaseoso (oxígeno y anhídrido carbónico), transportados por los eritrocitos.

La cantidad de sangre circulante se denomina volemia y es aproximadamente de unos cinco litros.

EL PLASMA

Está formado por:

Agua en un 90%

Proteínas

Carbohidratos

Lípidos

Electrolitos

Urea

Acido úrico, etc.

Conviene distinguir entre plasma y suero. El suero es la parte líquida de la sangre que ha coagulado.

Tiene idéntica composición que el plasma excepto que no contiene fibrinógeno (proteína plasmática).

LOS ERITROCITOS

Los eritrocitos o hematíes o glóbulos rojos tienen forma de disco bicóncavo. Se encuentran en el adulto en una proporción de 5,000,000 por milímetro cúbico en el hombre, y en la mujer de 4,000,000 a 4,500,000 por milímetro cúbico.

En el interior de los glóbulos rojos se encuentra la hemoglobina que es una proteína conjugada que confiere a la sangre su color característico en su interior contiene hierro sirve para mantener las constantes sanguíneas: viscosidad, PH, hidratación, etc.

Función de los hematíes. Gracias a la hemoglobina que contienen transportan oxígeno y anhídrido carbónico.

Función de los leucocitos: Tienen una función defensiva, principalmente antimicrobiana.

Función de las plaquetas: Tienen como misión cohibir las hemorragias. Intervienen en el proceso de coagulación de la sangre.

3.6.2 Principios Físicos

Una centrifuga es un aparato que aplica una fuerza centrífuga sostenida (esto es, una fuerza producida por rotación) para impeler la materia hacia fuera del centro de rotación. Este principio se utiliza para separar partículas en un medio líquido por sedimentación. La base física de la separación es la acción de la fuerza centrífuga sobre las partículas en rotación, que aumenta con el radio del campo rotacional y con la velocidad de rotación. La velocidad de sedimentación se determina por la densidad de las partículas. Las partículas densas sedimentan primero, seguidas de las partículas más ligeras. En función de las condiciones existentes, las partículas muy ligeras pueden incluso permanecer en suspensión.

La fuerza centrífuga relativa puede calcularse fácilmente con un nomograma (fig.6.1), en donde se mide el radio desde el centro del rotor hasta el medio del tubo colocado en el depósito porta tubo del rotor de orientación radial; por ej., Si el radio es de 75 mm, la velocidad de rotación debe ser de 2500 revoluciones por minuto para producir una fuerza centrífuga de 520 g.

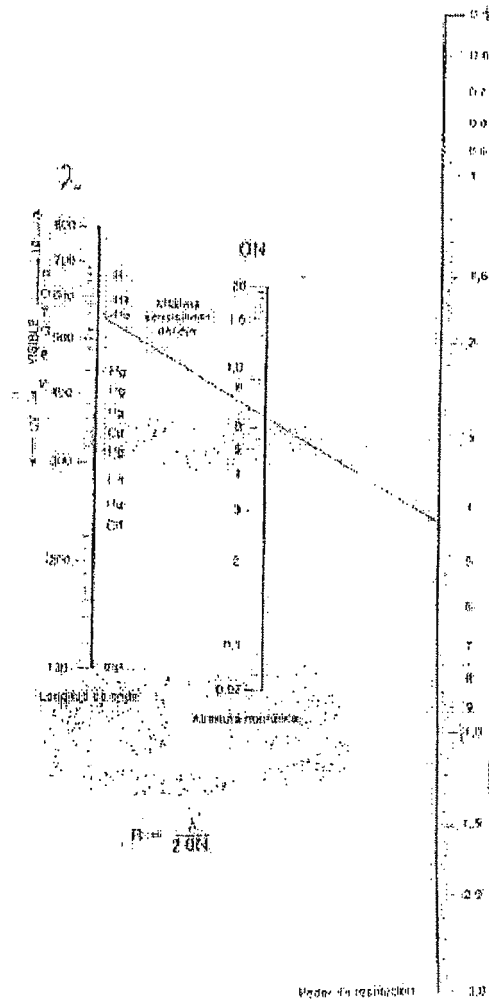


Fig. 6.1

3.6.3 Fundamentos de operación

Las centrifugas son equipos médicos utilizados en los laboratorios, clínicas y otros, para la separación de solutos de sus solventes. Por ejemplo en la rama de laboratorio clínico, para el análisis de sangre, por lo general es necesario separar el plasma de los otros componentes para poder ser analizado.

Existen varios tipos básicos: centrifugas de separación de sueros o plasma de baja velocidad (Macrocentrífuga, entre 2,000 y 6,000 R.P.M. aproximadamente), centrifugas para microhematócrito (Microcentrífuga entre 10,000 y 18,000 R.P.M. aprox.) y las ultracentrifugas (de 20,000 hasta 75,000 R.P.M.) para la separación de proteínas.

También pueden ser catalogadas basándose en otras características, como: grandes, medianas y pequeñas; o de piso, de mesa, refrigeradas, etc. De acuerdo a su rotor y a sus tubos portamuestras también pueden ser catalogadas, pues existen diversas formas y tamaños.

En la figura No. 6.1, se muestra una centrífuga típica, con sus partes. Las partes principales de este equipo son las siguientes (Ver figura 6.2):

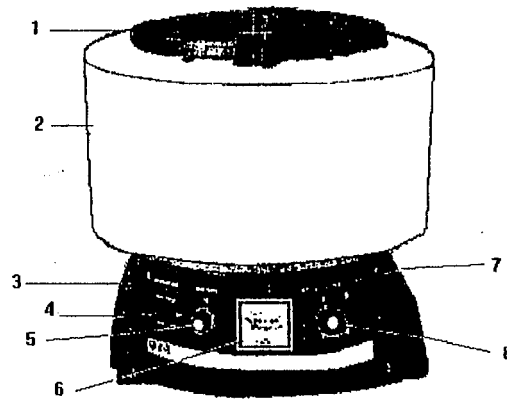


Figura 6.2 Centrífuga

1. Cubierta
2. Cámara o gabinete
3. Base
4. Interruptor de encendido
5. Marcador de tiempo
6. Tacómetro
7. Freno
8. Control de velocidad

- **Cubierta.** Impide el acceso a las muestras, mientras estas están en movimiento. En la mayoría de modelos funciona en forma automática, de modo que no pueda ser abierta mientras la centrífuga está en funcionamiento, normalmente esta cubierta acciona unos dispositivos de seguridad, que impiden

que se abra y cuando existen modelos que se abren, lo que hace el dispositivo de cubierta, es desconectar el funcionamiento de la centrifuga.

- **Cámara o gabinete.** Es el espacio físico donde se realiza el proceso de centrifugación. Dentro de esta gira el rotor el cual lleva el depósito porta muestra.
- **Base.** Está construida generalmente de materiales pesados, y con sistemas de fijación a las superficies, de modo que brinda estabilidad al equipo. Generalmente aquí están ubicados los controles. Normalmente el sistema de fijación es a través de ventosas las cuales impiden el movimiento durante la centrifugación.
- **Interruptor de encendido.** Permite controlar el suministro de energía al equipo, a modo de encenderlo, apagarlo, y generalmente incluye selección de modo de operación. En muchas centrifugas, por ejemplo las de hematócrito, el control de encendido va incluido en el temporizador.
- **Control de Tiempo.** Permite controlar el tiempo de centrifugación. Generalmente también permite visualizar el tiempo transcurrido o pendiente para que finalice un proceso seleccionado.
- **Tacómetro.** Muestra la velocidad a la que gira el rotor, es decir la velocidad de centrifugación (en revoluciones por minuto, RPM), esta velocidad depende de la muestra a centrifugar, pero en muchas aplicaciones específicamente las de lavado, esta velocidad ya viene fija.
- **Freno.** Algunas centrifugas, dependiendo del modelo, presentan este control, el cual permite ya sea hacer más rápido el proceso de paro de la centrifuga, o detenerla en situaciones de emergencia. Su función específica es determinada por el fabricante, por tanto debe ser utilizado con precaución según las instrucciones de éste.

Otras partes no mostradas en la figura, pero importantes en la centrifuga son:

- **El rotor.** Es la parte en la cual se colocan los portamuestras. Para su conservación es importante seguir las instrucciones de cargado de la centrifuga.

- **Portamuestras.** Son una especie de recipientes donde se colocan las muestras. Su tamaño depende de la aplicación para la que esté diseñado el equipo: Banco de sangre, hematócrito, etc. Al dispositivo porta muestras, muchos técnicos le llaman estrella porta tubos debido a su forma física.

Estos componentes pueden ir variando dependiendo de la complejidad y calidad del equipo.

3.6.3.1 Precaución con el Cargado de la Centrífuga.

El cargar la centrífuga en una forma adecuada es muy importante para el funcionamiento correcto de la misma, y su preservación. Un procedimiento incorrecto de cargado, ocasiona que la centrífuga vibre durante el proceso de centrifugación, lo que ocasiona que el rotor sufra daños que pueden llevar a su sustitución. Debido a esta situación, muchas centrífugas (especialmente las de piso), tienen dispositivos de seguridad antivibratorios

Un procedimiento de cargado correcto, implica el colocar las cargas en el rotor en forma balanceada. Las centrífugas están diseñadas para obtener un balance cuando están en movimiento. Para esto es necesario cumplir los siguientes requisitos:

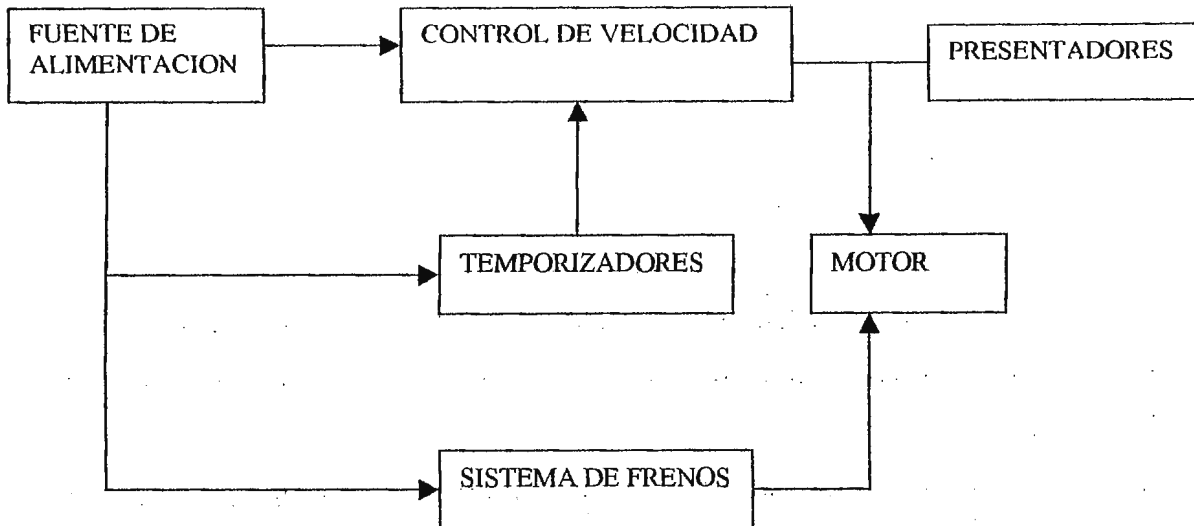
- a) Colocar las cargas de modo que las cargas que tienen la misma masa o peso queden colocadas de forma opuesta en el rotor. Si tiene un número impar de muestras para ser cargadas, busque otra muestra de igual peso a modo de siempre formar pares opuestos de igual peso; nunca coloque un número impar de muestras dentro de la centrífuga. Utilice la balanza para estar seguro de la igualdad de los pesos.
- b) Además de tener la misma masa (peso), deben tener el mismo centro de gravedad, es decir: no coloque tubos y recipientes como pares contrapuestos, que tengan diferente forma, tamaño, espesor, etc.
- c) Utilice la centrífuga colocando todos los accesorios en el rotor, ya que estos equipos han sido diseñados para trabajar con estos.
- d) Utilice el rotor y accesorios originales del equipo. Las piezas no originales pueden producir un desbalance y acortamiento de la vida útil del equipo.
- e) Complemente estas recomendaciones con las instrucciones del fabricante.

3.6.3.2 Cuidados en la Operación

Además de seguir las recomendaciones de la sección 3.6.3.1, es importante tomar en cuenta otras para mantener la centrífuga en las condiciones adecuadas:

1. Mantenga la centrífuga limpia de restos de muestras, vidrio o polvo.
 2. Cuando esté centrifugando mantenga cerrada la tapadera. Si algo se rompe apague inmediatamente el equipo y no lo abra hasta que se detenga o el indicador de apertura de la tapadera lo indique.
 3. Reemplace los recipientes metálicos que estén deformados, pues producen una presión no uniforme sobre el tubo de muestra.
 4. No utilice equipo de vidrio rallado o agrietado, porque la presión centrífuga puede producir una ruptura en estos puntos, pulverizando el vidrio y contaminando las otras muestras.
 5. Reemplace los tapones amortiguadores de los portamuestras. Cuando se deterioren y/o se rompa un tubo de vidrio, limpie los restos (macrocentrífuga).
 6. Compruebe que la superficie donde tiene el equipo esté perfectamente nivelada, ya que si sucede lo contrario causaría vibraciones.
 7. Compruebe el funcionamiento del equipo realizando los siguientes pasos:
 - 7.1 Cargue la centrífuga correctamente (Ver sección 3.6.3.1) y ciérrela.
 - 7.2 Asegúrese que la centrífuga esté bien cerrada.
 - 7.3 Accione el interruptor de encendido, fijando previamente la velocidad y/o el tiempo de centrifugación (sí el equipo cuenta con estos controles).
 - 7.4 Observe detenidamente el funcionamiento; si no existiese ningún problema continúe con su trabajo.
- Si existen problemas de vibración, balancear correctamente los portamuestras. Si no funciona el equipo, revisar el cable de conexión eléctrica, carbonos o fusibles.

3.6.4 Diagrama de Bloques de la Centrifuga.



La centrifuga parte de una fuente de alimentación que controla tres partes o sistemas, los cuales son:

- 1.El control de velocidad, el cual permite manejar la velocidad de giro del motor.
 - 2.Los temporizadores, los cuales proporcional el tiempo al cual el motor estará funcionando a cierta velocidad.
 - 3.El sistema de frenos, el cual detiene la marcha del motor cuando este se encuentra en funcionamiento.
- Por otro lado están los presentadores, los cuales nos muestran la información necesaria sobre tiempo y velocidad a la que se encuentra el trabajo de centrifugación.

3.6.5 Rutinas de Mantenimiento Preventivo.

- Por el operador:

1. Tome un paño humedecido con agua ó con un detergente suave y limpie internamente la cámara y la superficie externa; luego pase suavemente un pañuelo seco. Si tiene manchas póngale al pañuelo humedecido, un poco de detergente, si las manchas persisten repórtelas a mantenimiento. Recuerde que la orina y la sangre son altamente corrosivas, por lo tanto, cuando se derramen limpie inmediatamente como se detalló anteriormente.

2. Verifique que el mecanismo de seguridad de la puerta funciona correctamente.
3. Chequee el funcionamiento y exactitud del control de tiempo y velocidad, si los tuviese.
4. Revise el estado del freno automático o manual, si lo tuviera.
5. Verifique él o los empaques de hule, en la mayoría de los casos el tubo capilar (en la microcentrífuga) perfora el empaque, botando la muestra de sangre, la plastilina y/o pulverizando el tubo capilar. No hay necesidad de cambiar el empaque, basta con despegarlo con mucho cuidado y girarlo un tercio del espacio entre marca y marca de un tubo capilar y el otro; pegarlo nuevamente con pega de zapatero. Este procedimiento puede hacerse hasta dos veces, después cámbielo.
6. Inspeccione el cable de la alimentación eléctrica del equipo para detectar posibles peladuras, cortes o degradación del material aislante.
7. Para cambiar los carbones, algunas centrífugas tienen acceso directo a ello, y basta con desmontar las tapaderas de los portacarbones y verificar el estado de estos. Si estuviesen bien gastados (entre un 60% y 75% de su tamaño normal), agrietados o astillados, cámbielos inmediatamente. Siempre se cambian los dos carbones, nunca debe cambiarse solo uno. En la mayoría de las centrífugas el acceso a los carbones se tiene por la parte de abajo del equipo, basta con retirar los portamuestras e invertir el equipo, con un destornillador plano o phillips (según sea el caso), retirar los tornillos de la tapa inferior; verificar los carbones usando el criterio anterior. Antes de realizar este procedimiento es importante que el técnico de mantenimiento le haya explicado como hacerlo, de lo contrario reporte la falla a mantenimiento. Muchos fabricantes en su manual de servicio determinan a que longitud se deben cambiar los carbones, por lo que se debe respetar esta especificación.
8. Verifique que al centrifugar las muestras, no exista vibración excesiva. Si la hay, verifique las cargas; si estas están bien y la vibración persiste, repórtelo al departamento de Mantenimiento del establecimiento.

3.6.6 Tabla de fallas posibles.

| FALLA | POSIBLES SOLUCIONES |
|--|--|
| Funciona muy lento a) Carbones gastados b) Carbones atascados no se mueven c) Olor a quemado, bobinas recalentadas d) Control eléctrico de velocidad dañado | -cambio de carbones -limpieza del porta carbón ó carbón inadecuado -desarme motor, pruebe o rebobine parte dañada -repare el control, pruebe el equipo sin él |
| No Funciona e) Fusibles dañados, interruptor malo, temporizador, carbones, motor, etc. | -sustituir fusible, cambiar interruptor, sustituir temporizador, cambiar carbones. |
| Tuerca de fijación de rotor se afloja f) Giro del motor invertido g) Rotor flojo | -cambie de giro al motor, invierta bobinado del estator (armadura) -asegurar el rotor |
| Vibración fuerte quiebra Tubos de ensayo h) faltan patas de hule i) faltan tapones de hule en tubos portamuestras. k) Desbalance de pesos de los portamuestras. l) balineras o cojinetes defectuosos. m) eje del motor torcido n) rotor flojo | - Revisar patas de hule. - Poner iguales todos los tapones de hule en los porta muestras. -Pesar y balancear pesos de los portamuestras. -Si tiene juego cambiar -revisar y rectificar -asegurar el rotor |

3.6.7 Características Técnicas.

1. Nombre del equipo: Centrífuga para banco de sangre

2. Características Eléctricas:

Voltaje: 120 Voltios + 10%

Fases: 1

Frecuencia de alimentación: 60 Hertz

3. Características Físicas y Mecánicas:

Centrífuga para uso en banco de sangre y laboratorio clínico, compacta, completamente –portátil, con cabezal para 12 tubos.

La cubierta del cabezal de la centrífuga será transparente, además tendrá interruptores de seguridad para prevenir la apertura en funcionamiento.

La centrífuga podrá acomodar tubos que se encuentren en los rangos de: 10 a 12.7 mm de diámetro y con una longitud máxima de 75 mm.

4. Descripción técnica general:

Básicamente el equipo tendrá las siguientes características:

Velocidades: 2400/3400 RPM +/- 100 RPM

Fuerza centrífuga: 500/1000 g

Reloj: Eléctrico, graduado en minutos y con un tiempo máximo de 5 minutos interruptor para protección en caso de cubierta no cerrada adecuadamente.

Interruptor de cierre contra apertura de cubierta, cuando la centrífuga está funcionando.

5. Accesorios a incluirse:

Juego de empaques y sellos para cabezal, para operación de equipo durante dos años. Repuestos para mantenimiento preventivo durante 2 años (recomendado por el fabricante).

6. Información técnica requerida a suministrarse:

Manual de mantenimiento

Manual de operación

Manual de servicio

Manual de partes

1. Nombre del Equipo: Microcentrífuga

2. Características Eléctricas:

Voltaje: 120 Voltios

Fases: 1

Frecuencia de alimentación: 60 Hertz

3. Características Físicas y Mecánicas:

Microcentrífuga para hematócrito, alta velocidad, completamente portátil, freno al motor, con capacidad de hasta 24 capilares de 75 mm y lectura directa en la escala ubicada en la placa.

La cubierta del cabezal de la centrífuga debe ser transparente, además debe tener interruptores de seguridad para prevenir la apertura en funcionamiento.

4. Descripción técnica general:

Básicamente el equipo tendrá las siguientes características:

Velocidad: 11500-12000 RPM

Fuerza centrífuga: 13500-14000 RCF

Reloj: Eléctrico, graduado en minutos y con un tiempo máximo de 15'

Protecciones: Interruptor para protección en caso de cubierta no cerrada adecuadamente.

Interruptor de cierre contra apertura de cubierta, cuando la centrífuga está funcionando.

Freno:

Tipo eléctrico.

5. Accesorios a incluirse:

Juego de empaques y sellos para cabezal, para operación de equipo durante dos años.

Repuestos para Mantenimiento preventivo durante 2 años (recomendado por el fabricante).

6. Información técnica requerida a suministrarse:

Manual de mantenimiento

Manual de operación

Manual de servicio

Manual de partes

1. Nombre del Equipo: Macrocentrifuga.

2. Características Eléctricas:

Voltaje: 120 Voltios

Fases: 1

Frecuencia de alimentación: 60 Hertz

3. Características Físicas y Mecánicas:

Centrífuga para uso en laboratorio clínico, compacta, completamente portátil, con cabezal para 24 tubos.

La cubierta del cabezal de la centrífuga será transparente, además tendrá interruptores de seguridad para prevenir la apertura en funcionamiento.

4. Descripción técnica general:

Básicamente el equipo tendrá las siguientes características:

Velocidades: 3400 RPM +/- 100 RPM

Reloj: Eléctrico, graduado en minutos y con un tiempo máximo de 30 minutos

Protecciones: Interruptor para protección en caso de cubierta no cerrada adecuadamente.
Interruptor de cierre contra apertura de cubierta, cuando la centrífuga está funcionando.

5. Accesorios a incluirse:

Juego de empaques y sellos para cabezal, para operación de equipo durante dos años.

Repuestos para Mantenimiento preventivo durante 2 años (recomendado por el fabricante).

6. Información técnica requerida a suministrarse:

Manual de mantenimiento

Manual de operación

Manual de servicio

Manual de partes

3.6.8 Seguridad e Higiene

Teniendo en cuenta que las centrifugas para el valor hematócrito se utilizan habitualmente para preparar muestras de sangre y orina, se recomienda que se desinfecten la cubeta del rotor, la cabeza de la centrifuga, los porta bolsas y las anillas de los soportes giratorios, antes de efectuar cualquier servicio.

Además se debe prohibir tomar alimentos y bebidas, y fumar dentro de los laboratorios. No se debe usar alhajas en las manos, relojes, anillos, ni lentes de contacto en áreas de peligro para los ojos.

Nunca debe practicarse el pipeteo directo de fluidos infecciosos o tóxicos.

Se debe contar con duchas de seguridad y lavado de ojos en cada laboratorio clínico.

Los compuestos químicos que representan peligro deben separarse de los materiales no peligrosos.

3.6.8 PROGRAMA DE CAPACITACION

| | |
|--------------------------------------|---|
| MODALIDAD DEL EVENTO DE CAPACITACION | Curso. |
| DESCRIPCION DE LA CAPACITACION | Operación y cuidados de la centrifuga. |
| OBJETIVOS | Los participantes al finalizar la capacitación serán capaces de: 8. Describir la operación de los equipos de centrifugación. 9. Practicar el manejo adecuado de los equipos de centrifugación. 10. Practicar procedimientos para el adecuado mantenimiento y cuidado del equipo. |
| DIRIGIDO A | Personal Técnico y Operador de equipos de Laboratorio Clínico. |
| DURACION | 4 Horas |

CONTENIDO

| No. | Temas y Sub-temas | Tiempo (hrs.) |
|-----|--|---------------|
| 1. | CENTRÍFUGA > Prueba Inicial.....(20') > Fundamentos de operación.....(30') > Fundamentos Fisiológicos y Anatómicos de la sangre...(25') > Principios Físicos.....(25') > Rutinas de Mantenimiento Preventivo.....(30') > Características Técnicas.....(10') > Tabla de Fallas Posibles.....(15') > Seguridad e Higiene.....(10') > Prueba escrita.....(25') Practica 1.....(50') | 11.2 |

PRACTICAS A DESARROLLAR

| No. | Descripción de práctica | Equipos, herramientas, repuestos u otros. | Duración (minutos.) |
|-----|---|---|---------------------|
| PI | MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE CENTRÍFUGAS: 1. Uso de herramienta y recomendaciones generales sobre el desarrollo de la práctica. 2. Efectuar limpieza externa e interna del equipo. | 6 Microcentrifugas. 2 Macrocentrifugas. 4 Destornillad. Planos 4 Destornillad. Phillips 4 Trapos de tela 4 Tenazas 1 Bote de pega | 50 min |

| | | | |
|--|---|--|--|
| | <ol style="list-style-type: none">3. Evaluación de los amortiguadores, cabezal o rotor, tapadera, empaques, portatubos y plato portacapilares (según sea el caso).4. Revisión del cable eléctrico, carbones y funcionamiento de todos los controles.5. Cambio de posición del empaque de la Microcentrífuga.6. Comprobar el funcionamiento de las centrifugas en todos sus modos de trabajo, tomando en cuenta todas las recomendaciones de uso. | <ol style="list-style-type: none">1 Bolsa de detergente4 Brocha de 2" | |
|--|---|--|--|

BIBLIOGRAFIA.

- Introduction to Biomedical Equipment Technology. 1981. Joseph J. Carr , John M. Brown.

- Training Manual for Biomedical Equipment Technicians. American Society for Hospital Engieenering of The American Hospital Association. Gary D. Slack, John W. McKinney.

- Manual de Operación y Cuidados del Equipo de Laboratorio Clínico. Proyecto de Mantenimiento Hospitalario. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social-GTZ. Diciembre 1998.

Objetivo del Curso

Brindar a los participantes los conocimientos necesarios para que operen adecuadamente y brinden el mantenimiento preventivo al Electrocardiógrafo.

Población Objetivo

Personal Operador.
Personal de Mantenimiento.

Requisito

Empleados del Ministerio de Salud Pública y Asistencial Social, Instituto Salvadoreño del Seguro Social y/o Instituciones Privadas de salud

Fecha

Mes #7 de Capacitación.

Horario

8:00 A.M.-12:00 M

Lugar

-Salón de reuniones ó conferencias dentro de la institución de salud.
-Local externo a la institución de salud.

Duración

12 horas

Cupo

8 Personas

Tipo de Certificado

Aprovechamiento

Instructores

Técnico Expositivo
Técnico para Prácticas

Contenido

Fundamentos de operación
Rutinas de Mantenimiento Preventivo
Características Técnicas
Tabla de Fallas Posibles
Cronograma de actividades



Método

Curso

Materiales

Acetatos

Lápices

Libretas

Pizarra

Plumones

Puntero Láser

Retroproyector

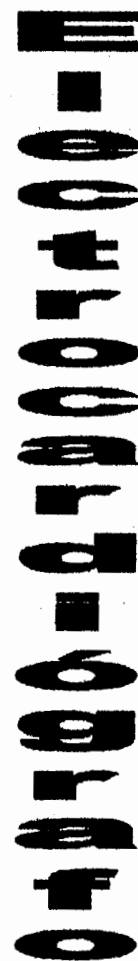
2 Electrocardiógrafos

Papel para registro

2 juego de cables de derivaciones

electrodos descartables

gel conductiva



INDICE.

| TEMA | | PAGS. |
|-------------|---|--------------|
| I | Introducción | 165 |
| II | Objetivos | 165 |
| 3.7.1 | Antecedentes Históricos | 166 |
| 3.7.2 | Fundamentos Fisiológicos y Anatómicos del corazón | 168 |
| 3.7.3 | Principios Físicos | 170 |
| 3.7.4 | Fundamentos de Operación | 172 |
| 3.7.5 | Rutinas de Mantenimiento Preventivo | 177 |
| 3.7.6 | Tabla de Fallas Posibles | 179 |
| 3.7.7 | Características Técnicas | 180 |
| 3.7.8 | Programa de Capacitación | 181 |

I. INTRODUCCIÓN

El presente manual está dirigido a todo aquel personal que opera o proporciona mantenimiento preventivo a equipos de diagnóstico. En el manual se desarrolla el tema del electrocardiógrafo y sus principales funciones dando un panorama técnico en cuanto a todas aquellas cosas que se necesitan saber y poner en práctica para poder prolongar y optimizar dicho instrumento. Es importante hacer notar que este manual no pretende ser un sustituto del manual del fabricante, sino por el contrario un complemento de él

II. OBJETIVOS

- A. Describir la operación del Electrocardiógrafo
- B. Mostrar al operador el uso adecuado del Electrocardiógrafo, fomentando el seguimiento de las recomendaciones del fabricante.
- C. Mostrar los procedimientos para el adecuado mantenimiento y cuidado del Electrocardiógrafo.

3.7 El electrocardiógrafo E.C.G.

3.7.1 Antecedentes Históricos.

El instrumento empleado para obtener y registrar la actividad eléctrica del corazón es el electrocardiógrafo, la cual es representada en un electrocardiograma. Dado que las tensiones del ECG son muy pequeñas, cuando aún no se disponía de amplificadores electrónicos adecuados, se tuvieron que emplear registradores fotográficos sensibles. El primer ECG lo registro Waller en 1887. Utilizando un instrumento denominado “electrómetro capilar”, introducido por Lippman en 1875. Este aparato consistía en un capilar de Cristal lleno de mercurio, inmerso en una disolución de ácido sulfúrico. La posición del menisco que formaba la línea divisoria entre los dos fluidos cambiaba al aplicar una tensión entre el mercurio y el ácido. Este movimiento era muy pequeño, pero se podía registrar en una hoja de papel fotosensible o película móvil con ayuda de un sistema de proyección con amplificación óptica. Con todo, el electrómetro capilar era un instrumento de manejo complejo y la energía de la columna de mercurio limitada el margen de frecuencias.

El galvanómetro de hilo, que fue introducido en la electrocardiografía por Einthoven en 1903, constituyó una mejora importante. Consistía en un hilo de platino sumamente delgado o en una fibra de cuarzo dorado, de unas 5 micras de grosor, suspendida en el núcleo de un potente electroimán. Al pasar una corriente eléctrica por el hilo, este se movía perpendicularmente a la dirección del campo magnético. La magnitud del movimiento era pequeña, pero se podía amplificar cientos de veces mediante un sistema óptico para registrarlo en una película o papel en frecuencia lo suficientemente alta para registrar fielmente el ECG. La sensibilidad del galvanómetro se podía ajustar cambiando la tensión mecánica del hilo. Para medir la sensibilidad del galvanómetro, se disponía de un interruptor de calibración que permitía aplicar una tensión de calibrado de 1mV a los terminales del galvanómetro. En los electrocardiógrafos modernos, a pesar de que cuentan con la sensibilidad calibrada, se conserva aún esta posibilidad. El galvanómetro de hilo responde a la tensión continua y una diferencia en los potenciales de contacto de los electrodos podía llevar fácilmente a la fibra fuera de escala. Se dispuso una tensión de compensación, de magnitud y polaridad ajustables, para centrar la sombra del hilo en una pantalla de cristal esmerilado antes de registrar el ECG. A fin de facilitar las medidas entre las diferencias de tiempo entre las partes características de la señal de ECG, se

hacían unas marcas de temporización en la película mediante una rueda de cinco dientes accionada por un motor de velocidad constante. Los electrocardiógrafos de galvanómetro de hilo se utilizaron hasta 1920 más o menos, en que fueron sustituidos por instrumentos que disponían de amplificación electrónica. Esto permitió el empleo de aparatos de registro menos sensibles y más robustos. Los primeros electrocardiógrafos con amplificadores, utilizaban como registrador el oscilógrafo Dude I I. Este era de diseño similar galvanómetro de hilo, pero se había sustituido la fibra única por un cable en forma de horquilla dispuesto entre dos puntos fijos y una polea de soporte provista de resorte cuando pasaba una corriente (la señal de ECG amplificada) por el cable, un pequeño espejo montado entre las dos patas de la horquilla giraba. El espejo se utilizaba para reflejar un haz de luz estrecho, proyectando una pequeña mancha luminosa en una película móvil. Aunque los sistemas de registros de este tipo son prácticamente más robustos que los frágiles galvanómetros de hilo, sin embargo requerían películas o papel fotosensible que tenían que ser procesados antes de que el ECG se pudiese leer estas y otras desventajas se superaron con la introducción de registradores de lectura directa que utilizan para hacer visible registro de forma inmediata bien la tinta la transferencia de pigmentos de una cinta, o papel especial termosensible. Básicamente, el motor de la pluma de un registrador de este tipo da un movimiento del mediador que dispone de una punta de escritura en el extremo. Dado que este tipo de indicador se mueve naturalmente circular, hay que tomar medidas especiales para convertir este movimiento en una línea recta como se desea más bien un registro rectilíneo que circular. La mayor masa de la parte móviles empleadas en los motores de pluma de escritura directa hace que su respuesta frecuencia sea intrínsecamente inferior a la de los sistemas de registros ópticos. A pesar de esta desventaja los electrocardiógrafos modernos de escritura directa disponen de un margen de frecuencia que sobre pasa los 100 Hz, adaptándose perfectamente a los registros Clínicos de ECG. Una mejora en el funcionamiento respecto a los registradores de escritura relativamente antiguos se puede atribuir en parte al empleo de técnicas de servosistema donde se mide eléctricamente la posición de la pluma incluyéndose el motor dentro del lazo del servosistema. Por esta razón en los electrocardiógrafos modernos rara vez se emplean métodos de registros ópticos.

El primer tipo de galvanómetro de hilo tenía la ventaja de que podía aislarse fácilmente de las masas. De este modo se podía tener la diferencia de potencial entre dos electrodos conectados al paciente con una interferencia menor que da un sistema puesto a masa. Sin embargo, los amplificadores electrónicos están normalmente referidos a masa a través de sus fuentes de alimentación. Esto crea

Fig. 7.1

El corazón está dividido en cuatro cámaras (ver fig. 7.1). Las dos cámaras superiores, las aurículas, están sincronizadas para actuar juntas, al igual que las inferiores, los ventrículos. La aurícula derecha recibe sangre de las venas del cuerpo y la bombea al ventrículo derecho. Este bombea la sangre a los pulmones, donde se oxigena. La sangre enriquecida en oxígeno pasa luego a la aurícula izquierda, desde donde es bombeada al ventrículo izquierdo. Este bombea la sangre a las arterias para que circule por todo el cuerpo. Dado que son los ventrículos los que bombean realmente la sangre al cuerpo, son estos, y no las aurículas, los de mayor y más fuerte musculatura. Para que el sistema cardiovascular funcione correctamente, tanto las aurículas como los ventrículos deben funcionar perfectamente sincronizados. Cada potencia de acción o impulso eléctrico en el corazón se origina cerca del extremo superior de la aurícula derecha en un punto denominado nodo sinoauricular. Este está formado por células miocárdicas de trabajo, dentro del grupo de las células automáticas especializadas. La mayoría de las células cardíacas presentan un potencial en reposo de -90mV . (Negativo el interior respecto al exterior) pero estas células poseen actividad eléctrica y un estímulo adecuado puede iniciar la desvalorización. El tejido cardíaco se distingue de los demás tejidos dotado de actividad eléctrica por la duración excepcional del intervalo que separa el inicio de la desvalorización del final del fenómeno, en el que las células recuperan la excitabilidad (Repolarización). La repolarización no se produce partiendo de células vecinas, sino que cada célula vuelve independientemente a su potencial de reposo. Para iniciar el latido cardíaco, el potencial de acción se propaga en todas direcciones a lo largo de la superficie de ambas aurículas. El frente de onda de activación viaja paralelo a la superficie de las aurículas hacia la unión entre aurículas y ventrículos. La onda termina en un punto cerca del centro del corazón denominado "nodo aurículo-ventricular" (nodo AV). En este punto, unas fibras nerviosas especiales actúan como "fibras de retardo" para lograr la "temporización" adecuada entre la actuación de aurículas y ventrículos. Una vez la activación eléctrica ha atravesado la "línea de retardo", se inicia potencialmente la acción en la potente musculatura de los ventrículos. Sin embargo, el potencial de acción no sigue a lo largo de la superficie sino perpendicular a ella, y se mueve desde el interior al exterior de la pared ventricular terminando en el apex y durante este proceso se genera la señal mostrada en la figura siguiente

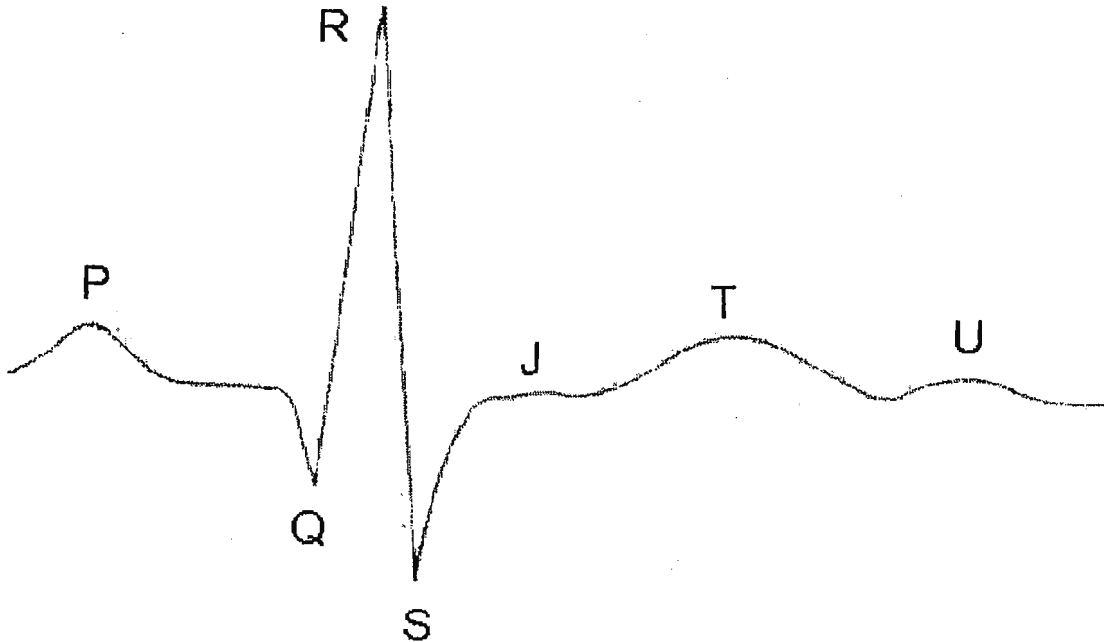


Fig. 7.2

3.7.3 Principios físicos.

Forma y duración de las ondas de ECG

El ECG clínico se realiza en un papel milimetrado con el fin de facilitar la medición rápida de voltajes e intervalos estandarizados. La velocidad estándar de papeles de 25 mm/s. En estas condiciones, un milímetro en horizontales corresponde a 0.04 s. Las líneas El ECG Clínico se realiza en un papel milimetrado con el fin de facilitar la medición horizontal están separadas por 1mm. También, permitiendo calibrar el voltaje de las ondas de ECG. La estandarización normal consiste en que una desviación hacia arriba de 10 mm valga 1 mV.

La forma de la onda es la que se muestra en la figura 7.2. En condiciones normales, la onda P de desvalorización de las aurículas es la primera manifestación de actividad durante el Ciclo cardíaco. La desvalorización del músculo ventricular está representada por el complejo QRS (ver fig. 7.2). Una onda Q es inicialmente negativa, se llama R a la primera onda positiva o a una onda positiva que siga a la Q. La S es una desviación negativa que sigue a la R. Un complejo QRS en el cual la onda Q vuelve a la línea base pero no va seguida de onda positiva se denomina complejo QS, y la segunda onda R de un

complejo QRS que tenga más de una onda R se denomina RU. La onda T representa la Repolarización ventricular, y a veces va seguida de una onda pequeña llamada U, cuyo mecanismo de producción no se conoce con certeza. La Repolarización del músculo auricular queda representado por la onda Ta (o Tp), que se produce durante el intervalo P-R y el complejo QRS. En general, es difícil de identificar. El intervalo entre el complejo QRS y la onda T se denomina segmento ST, que es el tiempo que transcurre entre la desvalorización de los ventrículos y el período de Repolarización rápida del músculo ventricular.

El intervalo entre la onda P y el complejo QRS es el intervalo P-R (o p-Q), que se mide desde el inicio de la desvalorización ventricular (Q). Puesto que la activación del nodo AV se inicia antes de que termine la desvalorización del músculo auricular, el intervalo P-R representa, aproximadamente el tiempo de conducción AV.

La duración del complejo QRS es el tiempo que requiere la desvalorización del músculo ventricular. Se puede tener una idea aproximada del período retractorio midiendo el intervalo Q-T. Este depende de la frecuencia y puede alterarse por causas fisiológicas o farmacológicas.

Algunos valores normales de amplitudes y duraciones de parámetros importantes del ECG son:

| | |
|----------------|------------------|
| Onda P: | 0.25 mV |
| Onda R: | 1.60 mV |
| Onda Q: | 25% de la onda R |
| Onda T: | de 0.1 a 0.5 mV |
| Intervalo P-R: | 0.12 a 0.20 s |
| Intervalo Q-T: | 0.35 a 0.44 s |
| Segmento ST: | 0.05 a 0.15 s |
| Onda P: | 0.11 s |
| Intervalo QRS: | 0.09 s |

Para emitir su diagnóstico, normalmente el cardiólogo observaría primero el ritmo cardíaco. El valor normal oscila entre 60 y 100 pulsaciones por minuto. Un ritmo más lento se denomina bradicardia, y uno más rápido, taquicardia. Después observaría si los ciclos están separados uniformemente. En caso

contrario, existiría una arritmia. Si el intervalo PR es mayor de 0.2 s, cabe sospechar un bloqueo del nodo AV. Si falta alguno de los componentes básicos del ECG, es síntoma de algún bloqueo cardíaco. En individuos sanos, el ECG se mantiene razonablemente constante, si bien el ritmo cardíaco cambia según las demandas del organismo.

Hay que tener en cuenta lo que la posición del corazón dentro de la región torácica, así como la posición del cuerpo, influye en el eje electrónico del corazón. En condiciones Patológicas, se pueden producir ciertas alteraciones del ECG:

Alteraciones de las vías de propagación

Cambio de origen de las ondas (latidos ectópicos)

Alteración de las secuencias de componentes

Diferencias en la duración de ondas e intervalos

Concepto de Vector y Eje eléctrico.

3.7.4 Fundamentos de operación.

Todos los controles del electrocardiógrafo deben estar en la posición normal para dicho equipo. El tomacorriente del instrumento debe estar puesto a tierra y alambrado correctamente.

Todo el material necesario, tal como la jalea conductora, electrodos y papel gráfico debe estar disponible.

Sistema de derivaciones

El sistema de derivaciones del EGG está formado por cinco electrodos, uno en cada una de las cuatro extremidades, y otro colocado en diversos lugares de la región precordial. Cada derivación corresponde a un registro continuo de los cambios de potencial eléctrico durante el ciclo cardíaco entre dos de estos electrodos o entre uno de ellos y cierta combinación de los demás. En todas las derivaciones el electrodo de pierna derecha constituye una tierra inactiva.

Einthoven, el creador de estas derivaciones, postulo lo siguiente:

El conductor de volumen constituido por el organismo es homogéneo.

Las derivaciones son simétricas.

Existe un dipolo equivalente único en el centro del conductor de volumen.

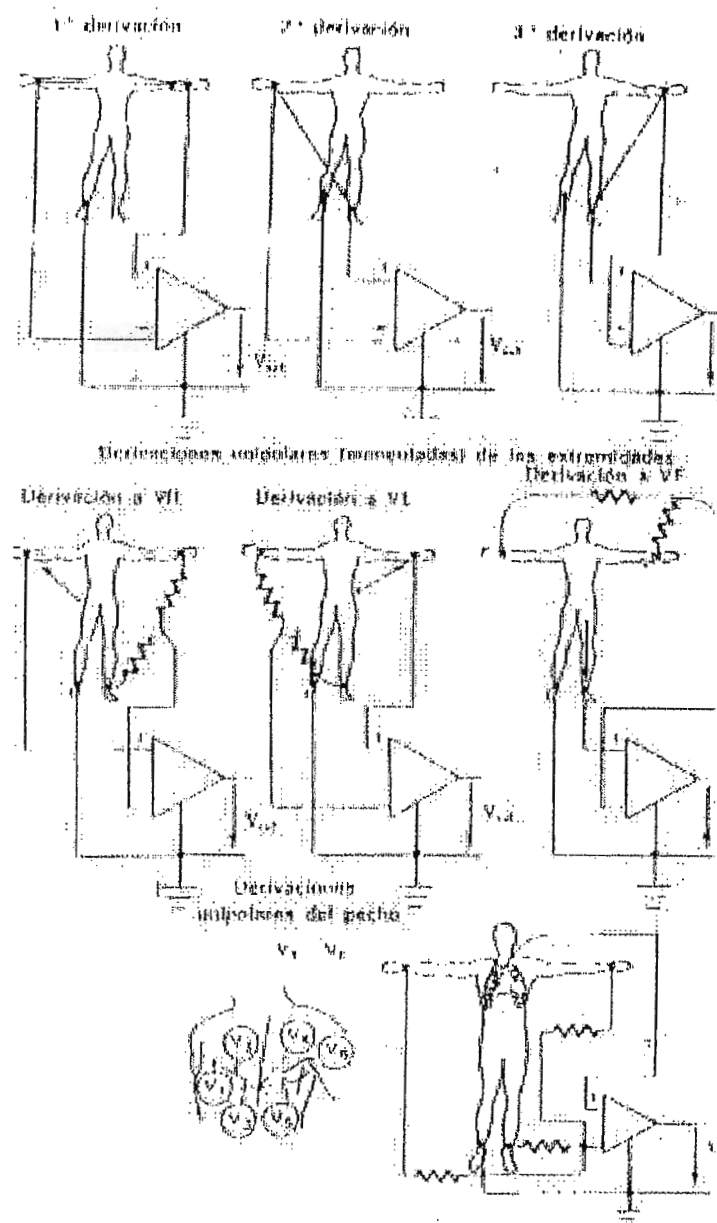


Fig. 7.3

- V1 Cuarto espacio intercostal, en el margen externo derecho.
- V2 Cuarto espacio intercostal, el margen intercostal izquierdo.

- V3 A mitad del camino entre V2 y V4
- V4 Quinto espacio intercostal, en la línea claviclar media
- V5 Al mismo nivel que V4, en la línea axilar anterior.
- V6 Al mismo nivel que V4, en la línea axilar anterior.

La disposición y esquema de los amplificadores se observa en la figura 7.3. Al principio en que se descubrieron las técnicas de ECG, Einthoven emitió la idea de que el cuerpo constituye un gran conductor de volumen, en cuyo centro se encontraría a la fuente de actividad eléctrica del corazón. Esta teoría no es del todo cierta pero ofrece al médico una hipótesis de trabajo aceptable. Como ampliación cabe considerar la actividad eléctrica neta de un ciclo cardiaco como originada en una fuente puntiforme polarizada, que ocuparía un centro eléctrico teórico del corazón. En vista de que este "dípolo equivalente" ha de tener una dirección y magnitud, cabe desarrollar el esquema hasta imaginar una serie de vectores instantáneos cuyas manifestaciones se registrarían en la superficie corporal.

Por otro lado, es probable que Einthoven escogiera de manera arbitraria las relaciones entre los correspondientes electrodos positivo y negativo de las tres derivaciones principales, buscando obtener una señal lo más amplia posible.

Por otro parte, una vez consideradas las tres derivaciones principales, midiendo los potenciales de cada electrodo con respecto a un electrodo indiferente, que se supone que representa un promedio puede aproximarse con la central terminal de Wilson, conectando entre sí los electrodos RA, LA y LL e intercalando entre sí resistencias de 500 ohmios, con lo cual se eliminan los potenciales originados en estos tres puntos. Una vez eliminados, la central de Wilson permanece inactiva durante el ciclo cardiaco, y un electrodo explorador cumplirá las funciones de derivación unipolar. Las medidas con un electrodo unipolar respecto a la central terminal de Wilson se designan con "V", y pueden tomarse en las extremidades (aVR, aVF, aVL) o en el pecho (V1 a V6). Ver fig. 7.3

Debido al efecto general de carga de la red de resistencias necesarias para proporcionar el terminal central, los potenciales de ECG médicos en uno cualquiera de los tres electrodos de las extremidades con respecto al terminal central es muy pequeño. Para superar esta dificultad, se encontró que desconectando de la red el electrodo de medida, la tensión aumentaba de manera apreciable. De ahí el

nombre de “derivaciones unipolares aumentadas” y la “a” que figura antes de VR, VF Y VL. Cada una de ellas da la tensión de un electrodo respecto al potencial promedio de los otros dos.

La configuración de la conexión standard utilizada en electrocardiografía comprende 12 derivaciones: las tres derivaciones principales (bipolares), las tres unipolares aumentadas, y seis

posiciones en el pecho con respecto al terminal central de Wilson. El electrodo unipolar se coloca sucesivamente en cada uno de seis puntos del pecho preestablecidos. Estas posiciones pectorales se llaman derivaciones “precordiales”, designadas por V1 a V6. Su colocación se muestra en la fig. 7.3 y fig. 7.4

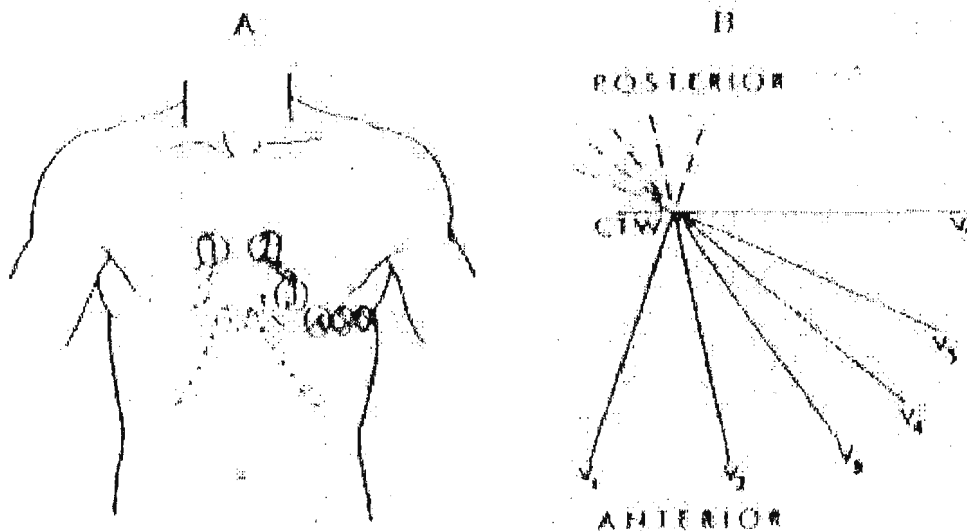


Fig. 7.4

Trabajando con electrocardiogramas obtenidos a partir de las tres derivaciones principales, Einthoven propuso que en un instante dado cualquiera del ciclo cardíaco, la representación en el plano frontal del eje eléctrico del corazón es un vector de dos dimensiones. Se define como eje eléctrico del corazón a la línea a lo largo de la cual se desarrolla la mayor fuerza electromotriz en un instante dado del ciclo cardíaco. El eje eléctrico es paralelo al eje anatómico, y se desplaza continuamente describiendo el mismo movimiento en cada ciclo cardíaco.

El ECG medido mediante una de las tres derivaciones de las extremidades es una de la componente unidimensional variable con el tiempo de ese vector, se encuentra en el centro de un triángulo equilátero cuyos vértices son el hombro derecho, el izquierdo, y la bifurcación de las piernas. Suponiendo que los potenciales del ECG en los hombros son básicamente los mismos que en las muñecas, y que los potenciales de la bifurcación de las piernas difieren poco de los medidos en cada tobillo, consideran que los puntos de este triángulo representaban las posiciones de los tres electrodos

para las derivaciones de las extremidades. Este triángulo se denomina "triángulo de Einthoven". (fig. 7.5)

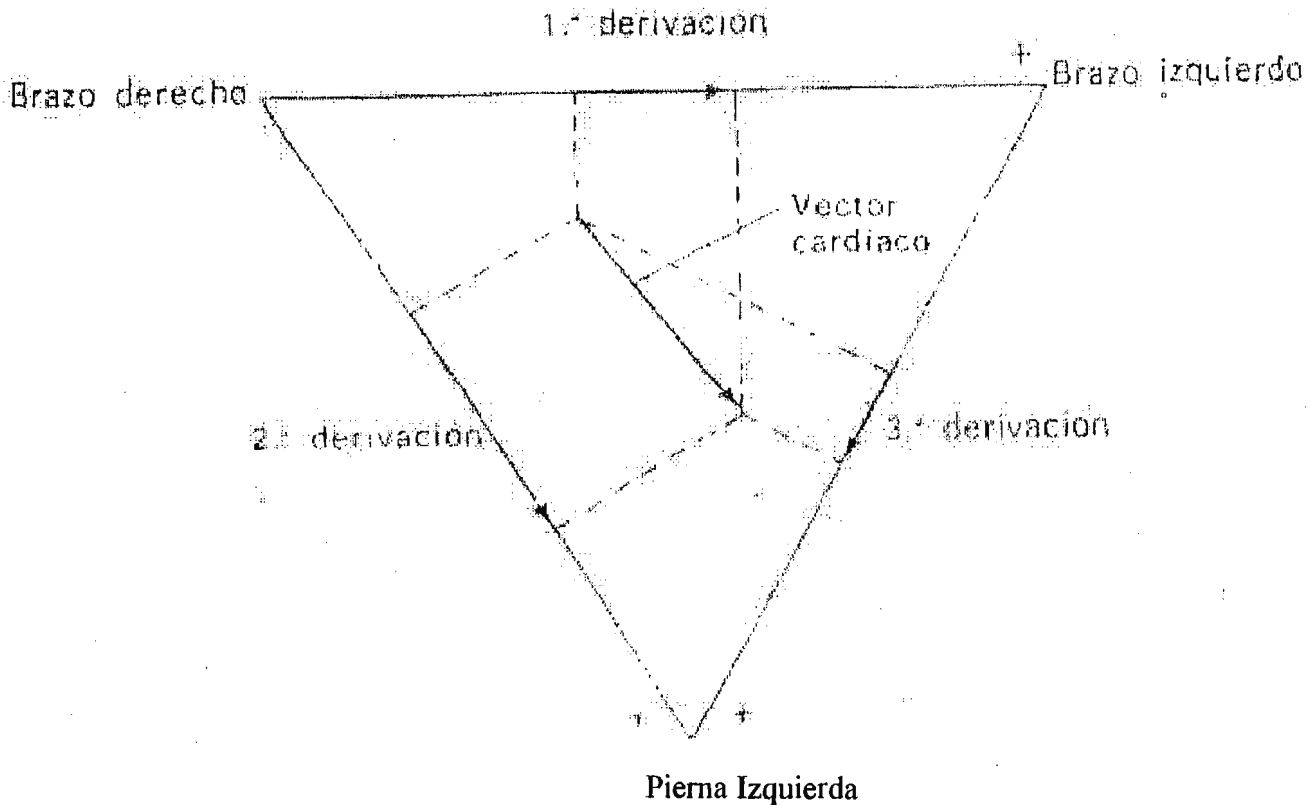


Fig. 7.5

El eje eléctrico del corazón está en continuo movimiento y su evolución se puede representar con un vector de tres dimensiones variable en el tiempo. Las derivaciones bipolares y las unipolares aumentadas de las extremidades se limitan a una representación en el plano frontal. Las derivaciones precordiales

incluyen algún efecto de la tercera dimensión, pero no dan una verdadera representación de la actividad en la dirección anteroposterior (sagital) que pudiera ser utilizada en un análisis

tridimensional. Cuando se requiere una representación tridimensional, hace falta una derivación especial en la que se colocan los electrodos en los brazos, una pierna, en el centro del pecho y el centro de la espalda. Con esta disposición se obtienen un conjunto de medidas ortogonales.

La mayoría de los electrocardiógrafos Clínicos miden las doce derivaciones a la vez, seleccionándose por un conmutador del instrumento. Se muestran en la figura un electrocardiograma típico.

Normalmente se procura que todos los registros queden en una sola hoja, para poder analizar el conjunto a la vez.

3.7.5 Rutinas de Mantenimiento Preventivo

1. Limpieza de los electrodos.

Los electrodos de paciente deben de limpiarse con agua caliente y jabón o detergente. Utilice un cepillo no metálico para quitar cualquier cuerpo extraño adherido. Los electrodos de las extremidades pueden esterilizarse en agua hirviendo si es necesario. Si se corroen deben limpiarse con alguna jalea o un pedazo de gasa. Nunca use ácido, pulidor de metales o algún tipo de fregador de metal.

El terminal de conexión es igualmente importante mantenerlo limpio. Debe limpiar el agujero del conector del cable de paciente de tiempo en tiempo.

En caso que los electrodos posean correas de hule, se deben de lavar únicamente con agua. Nunca los hierva. Para impedir que se pongan viscosas o pegajosas después de lavarlas y secarlas, colóquelas en una bolsa plástica, rocíelas con talcos de bebe y sacuda la bolsa para cubrir las correas. No guarde unta las correas con los electrodos; las correas contienen azufre que se utiliza para vulcanizar el hule, y esto manchará los electrodos si se guardan con las correas envolviéndolos.

Los electrodos conectados al pecho pueden lavarse en agua tibia con un poco de jabón, frotándolos suavemente para eliminar cualquier residuo de jalea seca que haya quedado en el electrodo, la parte interior se puede limpiar apretando el bulbo varias veces fuertemente cuando se encuentre sumergido.

Para limpiar el electrodo mas minuciosamente, simplemente quite el bulbo y limpie ambas partes por separado.

2. Limpieza del instrumento y cable del paciente.

Quite la gel del electrodo de las líneas del paciente, y la parte exterior del instrumento limpiando con un paño húmedo. No moje el instrumento, si esto sucediera haga lo siguiente:

- a. Hale el cordón de energía de la pared.
- b. Desconecte al paciente, si está conectado, halando el cable.
- c. Asegúrese que nadie más utilice el instrumento.
- d. Llame al personal de servicio.

Tome en cuenta que cualquier liquido en el instrumento constituye un grave riesgo de provocar un accidente.

Cuando el instrumento no este en uso, manténgalo cubierto. Esto no solo impedirá que entre polvo, sino que también desanimará a alguna persona no autorizada a travesarlo. Ocasionalmente pase lija fina levemente en las puntas de los tomas de las líneas de paciente, para mantenerlos limpios y brillantes.

Cuando hale tanto de los cables del paciente como del de alimentación, hágalo de la parte fija y no del cable en si, ya que podría dañarlos.

3. Cuidados del Estilete.

Los estilete pueden proporcionar un servicio muy prolongado si es tratado adecuadamente por eso tome en cuenta lo siguiente:

- a) Si durante el registro del E.C.G. el paciente se mueve bruscamente haciendo que la pluma vibre exageradamente, desactive el graficador, o ponga la pluma en la línea cero, hasta que se haya eliminado el origen de la interferencia.

3.7.6 Tabla de fallas posibles.

| FALLA | POSIBLES SOLUCIONES |
|---|--|
| a) El instrumento funciona pero el papel no se mueve | <ul style="list-style-type: none"> - El rollo de papel se ha terminado, instale otro. - Verifique que el papel este colocado correctamente u oprima la cubierta del acceso al papel. |
| b) El papel se mueve pero no aparece registro en la gráfica | <ul style="list-style-type: none"> - Estilete quebrado, reemplácelo. - El calor del estilete está demasiado bajo, aumente el calor del estilete. |
| c) El instrumento traza línea base recta. | <ul style="list-style-type: none"> - La unidad está registrando en la línea 0, conecte la línea activa deseada. - El papel no está asentado correctamente en el eje y hace que el sensor de guía no vea la marca, vea que el papel este colocado correctamente. - Motor de la pluma o amplificador defectuoso, reemplácelo. |
| d) Estandarización 1mV no es correcta | <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilidad regulada incorrectamente. - Los controles pre regulados están fuera de calibración, ajuste. |
| e) Actuación normal en algunas líneas pero acción "nerviosa" y ningún trazo de ECG en otras | <ul style="list-style-type: none"> - Hay uno o más electrodos flojos, el del pecho puede estar despegado, verifique los electrodos y asegúrelos firmemente. - Cable del paciente roto, reemplace el cable. |

| | |
|----------------------------------|--|
| f) Interferencia en el registro. | - No se han aplicado todos los electrodos a las extremidades, aunque los cuatro electrodos |
|----------------------------------|--|

3.7.7 CARACTERISTICAS TECNICAS

1. Nombre del Equipo: Electrocardiógrafo.

2. CARACTERISTICAS ELECTRICAS

Voltaje de 120VAC \pm 60HZ, 1 fase

Con toma corriente grado hospitalario

Bateria sellada, recargable, libre de mantenimiento y con autonomía mínima de toma de 20 electrocardiogramas y 20 registros. Con tiempo de carga máximo de 20 horas.

3. CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS

Portátil, con maletín para transportarlo

Que funcione en ambiente caluroso donde se tenga una temperatura máxima de 40°C.

4. DESCRIPCIÓN TÉCNICA GENERAL

Que registre las derivaciones estándares: I, II, III, AVL, AVF, AVR, V1, V2, V3, V4, V5, V6.

Con controles básicos de encendido, stand by, automático, manual, filtración impresión, avance de papel, selección de derivaciones, etc.

Con protección por uso de desfibrilador.

De un canal y con la posibilidad del formato cabrera.

Con respuesta de frecuencia de 0.547 a 150 Hz.

Con filtración de ruidos de 60HZ y movimiento muscular.

Con voltaje de estandarización de 1mv.

Con capacidad para variar la ganancia de la señal.

Con cargador incorporado de batería.

Con indicador de carga de batería.

Con impresor incorporado, térmico o de similar calidad de velocidad regulable o en pasos.

5. ACCESORIOS A INCLUIRSE

- Cables del paciente con todas sus derivaciones.
- Correas plásticas (bandas de hule).
- Rollos de papel térmico o su equivalente de acuerdo al equipo ofertado.
- Gel ó su equivalente en presentaciones de menor capacidad.
- Electrodo desechables.
- Peras de hule.

6. INFORMACIÓN TÉCNICA REQUERIDA

Manual de operación.

Manual de partes y servicio (diagramas).

3.7.8 PROGRAMA DE CAPACITACION

| | |
|--------------------------------------|--|
| MODALIDAD DEL EVENTO DE CAPACITACION | Curso. |
| DESCRIPCION DE LA CAPACITACION | Operación y cuidados del electrocardiógrafo. |
| OBJETIVOS | Los participantes al finalizar la capacitación serán capaces de: <ul style="list-style-type: none"> - Describir la operación del electrocardiógrafo - Describir las partes del E.C.G. - Practicar el manejo adecuado del electrocardiógrafo - Practicar procedimientos para el adecuado mantenimiento y cuidado del electrocardiógrafo |
| DIRIGIDO A | Personal Técnico Operador de equipos Personal Técnico de mantenimiento. |
| DURACION | 12 Horas |

CONTENIDO

| No. | Temas y Sub-temas | Tiempo (hrs.) |
|-----|--|---------------|
| 1. | ELECTROCARDIOGRAFO..... Antecedentes Históricos Fundamentos Fisiológicos y Anatómicos del corazón Principios Físicos Fundamentos de Operación Rutinas de Mantenimiento Preventivo Tabla de Fallas Posibles Características Técnicas | 11 |

PRACTICAS A DESARROLLAR

| No. | Descripción de práctica | Equipos, herramientas, repuestos u otros. | Duración (hrs.) |
|-----|---|--|-----------------|
| P1 | <p>MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL ELECTROCARDIOGRAFO:</p> <ol style="list-style-type: none"> 11. Inspeccione la integridad física de los cables, controles, interruptores, etc. Y limpie la unidad. 12. Inspeccione el estado físico del cable de alimentación y el toma polarizado. 13. Mida la resistencia del polo de tierra. (no debe exceder a 015 ohmios) 14. Mida la corriente de fuga del chasis a tierra. (no debe ser mayor a 100 microamperios) 15. Si aplica, limpiar el compartimiento del papel y lubricar los mecanismos de grabación. 16. Realizar una prueba de funcionamiento. (la deflexión del estilete debe ser de 1 cm. Por cada milivoltio aplicado. | <p>6 Electrocardiografos.</p> <p>6 Juegos de destrmilladores.</p> <p>Aceite para lubricar los mecanismos de grabación.</p> | 1 |

BIBLIOGRAFIA.

- Introduction to Biomedical Equipment Technology. 1981. Joseph J. Carr , John M. Brown.
- Electrocardiografía. Curso Básico de Capacitación en Electromedicina. Francisco Carrera Magariño, 1991.
- Manual de Operación de Equipo de Electrocardiografía. Proyecto de Mantenimiento Hospitalario. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social-GTZ. Enero 1997.

INDICE.

| TEMA | | PAGS. |
|-------------|-------------------------------------|--------------|
| I | Introducción | 187 |
| II | Objetivos | 187 |
| 3.8.1 | Fundamentos de operación | 188 |
| 3.8.2 | Rutinas de Mantenimiento Preventivo | 191 |
| 3.8.3 | Características Técnicas | 193 |
| 3.8.4 | Tabla de Fallas Posibles | 195 |
| 3.8.5 | Programa de Capacitación | 196 |

I. INTRODUCCIÓN

El presente manual está dirigido a todo aquel personal que opera o proporciona mantenimiento preventivo a equipos de quirófanos. En el manual se desarrolla el tema de la mesa de operaciones y sus principales funciones dando un panorama técnico en cuanto a todas aquellas temas que se necesitan saber y poner en práctica para poder prolongar y optimizar dicho instrumento. Es importante hacer notar que este manual no pretende ser un sustituto del manual del fabricante, sino por el contrario un complemento de él

II. OBJETIVOS

- A. Describir la operación de las mesas de operación
- B. Mostrar al operador el uso adecuado de la mesa de operación, fomentando el seguimiento de las recomendaciones del fabricante.
- C. Mostrar los procedimientos para el adecuado mantenimiento y cuidado de las mesas de operación.

3.8 Mesas de quirófano

3.8.1 Fundamentos de operación

Las mesas de operación se deben considerar para utilizarse en cirugía general, menor y urgencias y su manejo debe ser sencillo, de una estabilidad extraordinaria a efectos de que proporcione múltiples posibilidades de colocación de los paciente y también permita tomar sin ningún obstáculo radiografías y radioscopias.

Es recomendable que una mesa de operaciones tenga las inclinaciones de Tredelemburg, inversa y laterales y que se puedan realizar en forma automática ó manual.

Por experiencia en el manejo en quirófanos y por los procedimientos de asepsia se recomienda que la mesa sea mecánica-hidráulica, pues los dispositivos electrónicos de control están sujetos a dañarse por descuidos en los procedimientos de limpieza.

Una mesa de operaciones debe tener dispositivos mecánicos de fijación o soporte para:

- Transportación.
- Regulación de altura.
- Posiciones de Tredelemburg.
- Inclinaciones Laterales.
- Movimientos de respaldo.

Cuando se menciona que la mesa sea de uso general, se prevee que se pueda utilizar en cirugías de:

1. vesícula biliar.
2. riñon.
3. bocio.
4. ginecología.
5. recto.
6. menisco.

Ver fig. 8.1

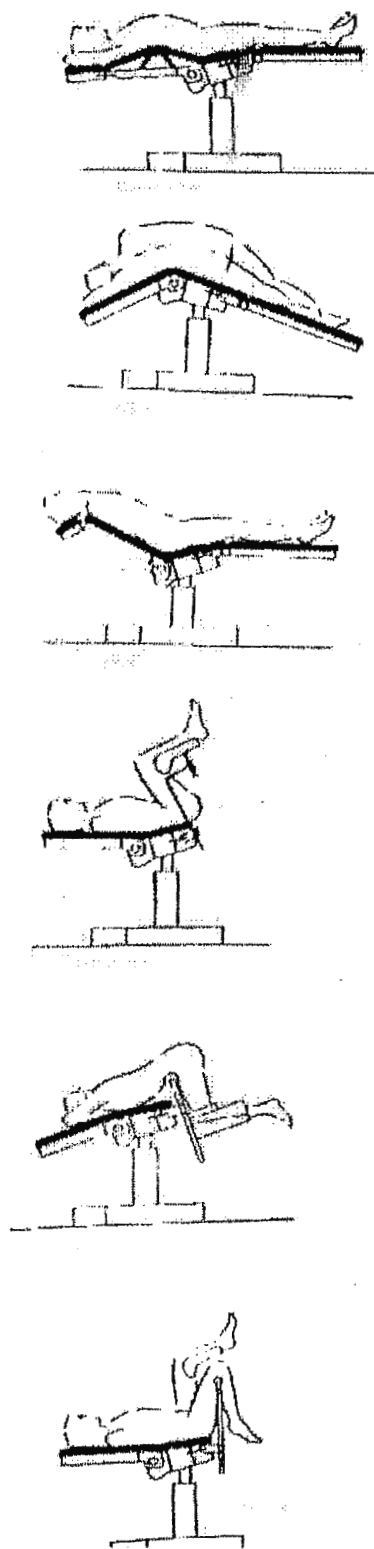


Fig. 8.1

Las mesas de operaciones son equipos que sirven para colocar al paciente en una posición cómoda, confortable y segura para que en el momento de intervenirlos quirúrgicamente, el cirujano pueda desarrollar su labor en una forma también segura y adecuada. Las mesas de operaciones al igual que el resto de equipo médico son de diferentes tipos y marcas.

Una mesa de quirófano es algo más que una mesa para que el cirujano opere, es necesario que se pueda ajustar hacia arriba y abajo, que la cabecera se incline hacia arriba y abajo y que se mueva conforme a las necesidades de la intervención quirúrgica. Teniendo en cuenta que las mesas son a menudo muy pesadas, la mayor parte de ellas tienen ruedas y un freno, de modo que pueden desplazarse por el quirófano. A cada lado hay un riel al que pueden fijarse sujeciones para distintos aparatos accesorios, como los requeridos, por ejemplo, en la posición de litotomía. Las colchonetas antiestáticas están rellenas de espuma y tienen varias secciones separadas.

El mantenimiento es bastante sencillo y se limita a lubricar las estrías de los tornillos y a mantener la colchoneta en buen estado. Los ajustes funcionarán probablemente durante varios años sin necesidad de atención adicional.

Operación del equipo

Se coloca al paciente en la mesa, se fija con unos cinturones y a criterio u opción del cirujano se coloca en el ángulo más adecuado para realizar la intervención quirúrgica.

Las mesas de operaciones poseen las siguientes partes: (Ver fig. 8.2)

1. Apoya cabeza.
2. Soportes para los hombros
3. Soporte del cuerpo
4. Descansa brazos
5. Porta sueros
6. Porta rodilla
7. Matriz
8. Visagra elevadiza
9. Pedal Elevador manual

10. Seguro
11. Control de rotación
12. Control de movimiento Tredelburg
13. Control lateral
14. Control de las secciones delantera y posterior
15. Nivel de excentricidad
16. Control de elevación.
17. Sello de aceite con tapón
18. base principal

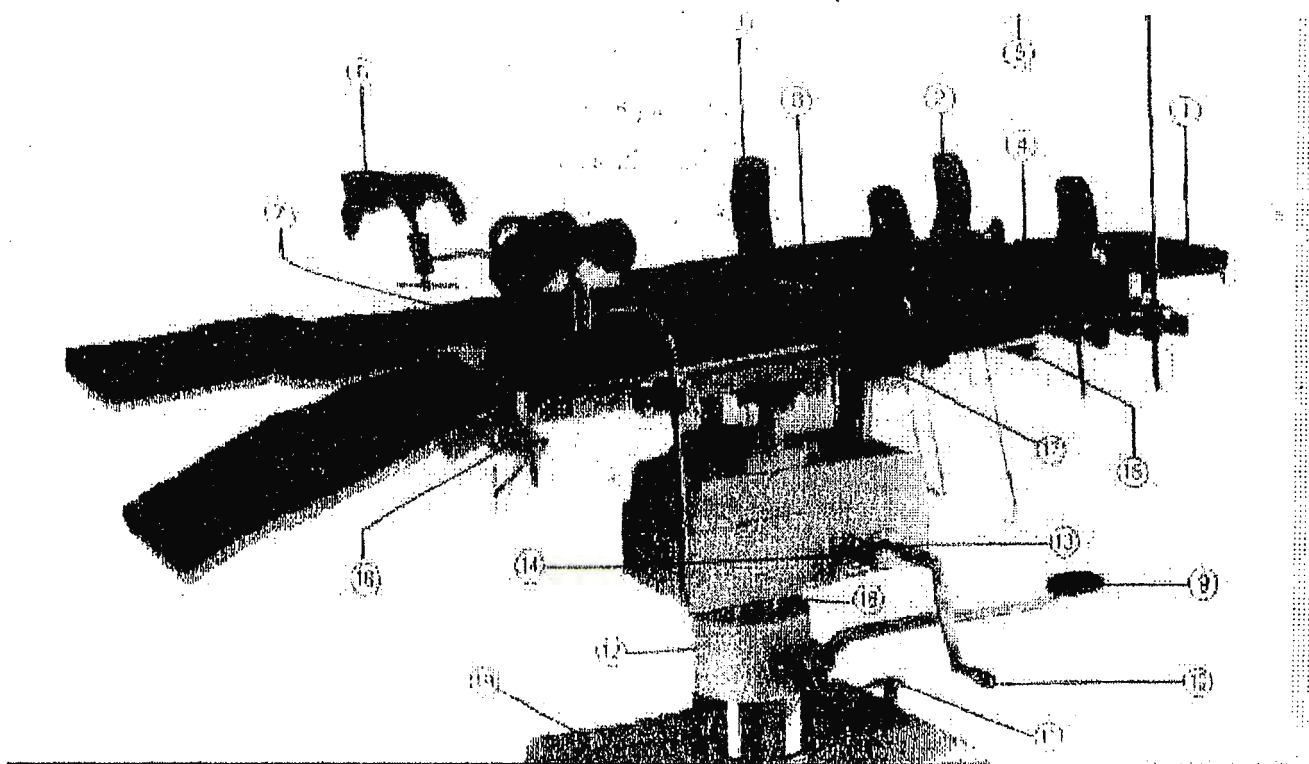


Fig. 8.2

3.8.2 Rutinas de Mantenimiento Preventivo.

Para evitar que se estropeen las colchonetas, aplíquese un poco de grasa de silicona a la cubierta de goma. Verifíquese si hay picaduras en la cubierta de goma y repárense en caso necesario. Esto es

importante porque tales picaduras permiten la entrada de humedad y partículas en la espuma y facilitan la proliferación de bacterias. Los desgarros y hendiduras simples de las cubiertas de goma

deben repararse utilizando parches y adhesivos de goma, del tipo empleado para reparar los tubulares de bicicletas. Para reparar un orificio pequeño, utilícese adhesivo y un parche apropiado. Límpiase la zona correspondiente. Frótese al rededor del orificio con lija fina para que la superficie sea ligeramente rugosa. Elimínense todas las partículas finas que haya dejado la lija y aplíquese el adhesivo a la zona que ha de cubrirse con el parche. Déjese secar hasta que el adhesivo ya no esté pegajoso. Aplíquese el parche y hágase presión hacia abajo, colocando después un peso sobre un objeto plano puesto encima de la superficie reparada. Déjese un momento. Retírese el peso y el objeto plano. El parche debe quedar pegado.

Otras mesas de quirófano son de tipo hidráulico y el movimiento se consigue apretando un pedal que mueve hidráulicamente las partes de la mesa. En esta mesa es probable que el aceite hidráulico escape cuando los cierres herméticos existentes alrededor de los pistones están desgastados o estropeados. Aunque es posible que pueda subirse la mesa, tal vez no permanezca en el nivel requerido. Ello se debe a la presencia de una fuga en el mecanismo liberación, que permite que el aceite rezume. El aceite hidráulico será sin duda análogo. De otro modo, hay que acudir al fabricante

de la mesa de quirófano. Es probable que ésta tenga una etiqueta que contenga el nombre y la dirección del fabricante. Se le explicará el problema y se le pedirá consejo para resolverlo. Al mismo tiempo pídase un manual de servicio.

Importa recordar que las mesas hidráulicas pueden repararse sin piezas de repuestos costosas, incluso si ello significa acudir a talleres de automóviles.

Cabe recomendar el limpiar la sangre dejada después de una operación utilizando guantes y solución para esterilizar

Recomendaciones de Conservación.

1. LIMPIEZA

- La limpieza diaria puede efectuarse en cualquier posición de la mesa. Todos los dispositivos de ajuste, incluso la bomba de aceite están protegidos contra fluidos.
- Las partes cromadas ó de acero inoxidable deberán engrasarse ligeramente cada dos días con parafina ó aceite para instrumentos.
- Las placas de la mesa, los colchones y las partes esmaltadas, se pueden lavar con una ligera solución de detergente suave.
- Después de lavar, secar inmediatamente con un trapo de algodón todas las partes que se hayan mojado.
- No sacar los colchones al sol, protegerlos del contacto con aceite.

2. LUBRICACION.

- Todas las partes móviles deben lubricarse ligeramente de vez en cuando con aceite exento de ácido. En dado caso no se lubrique es necesario hacer subir y bajar la mesa a sus posiciones máximas por lo menos una vez por semana.
- Engrasar los engranajes regularmente con ayuda de una bomba de engrase.
- Normalmente las bombas de aceite se lubrican automáticamente, debido a ello no se requiere de un fluido especial.
- Cambiar el aceite de acuerdo a recomendaciones del fabricante, algunas veces se utiliza aceite marca SHELL Vitrea 220.

3.8.3 Características Técnicas.

1. Nombre del equipo: Mesa de operación (Cirugía Mayor).

2. Características Físicas y Mecánicas:

Mesa para cirugía mayor, construida en acero inoxidable, móvil, con accionamiento hidráulico para elevación, con inclinación Tredelemburg e inversa, inclinación lateral en ambos sentidos, con rodos y frenos.

3. Características Hidráulicas:

Mecanismo de elevación y descenso accionado por bomba hidráulica.

4. Descripción técnica general:

La mesa para cirugía mayor, permeable a rayos X, con secciones de piernas separadas, las secciones de la cabeza y las piernas pueden ajustarse de acuerdo a necesidad, completamente versátil para poder realizar una gran variedad de cirugías, por lo cual deberá estar dotada con los accesorios necesarios.

5. Accesorios a incluirse:

- Apoya brazos con colchón
- Apoya piernas con colchón
- Pierneras de Biehoff
- Muñequeras
- Correa de sujeción
- Arco de anestesia
- Fijador radial
- Elevador de riñón
- Apoya cabeza
- Soporte lateral

6. Información Técnica requerida a suministrarse:

- Manual de mantenimiento
- Manual de operación
- Manual de servicio

- Manual de partes

3.8.4 Tabla de fallas posibles.

| FALLA | POSIBLES SOLUCIONES |
|---|---|
| a)El tablero de la mesa baja rápidamente, lentamente ó a sacudidas, sin que se halla presionado el pedal de descenso. | <ul style="list-style-type: none"> - Los vástagos de descenso y elevación están sucios u oxidados, limpiar los vástagos y engrasarlos de nuevo y luego accionarlos repetidamente los pedales de elevación y descenso. - Los vástagos ó mecanismos que permiten el descenso están torcidos. Enderezarlos. - El pistón o los pistones dejan pasar aceite. Cambiar empaques y pistones. |
| b)Mesa bota aceite | <ul style="list-style-type: none"> - Empaques de la bomba o de los pistones en malas condiciones. Sustituir empaque ó la bomba si esta dañada. |
| c)Respaldo se mueve con dificultad | <ul style="list-style-type: none"> - Piezas de ajuste de posición oxidadas ó dientes quebrados. Limpiar, engrasar ó sustituir. |
| d)Piernas oxidadas | <ul style="list-style-type: none"> - Los químicos de limpieza son muy fuertes, mala utilización. Limpiar y mandar a cromar ó sustituir por nuevas. |

3.8.5 PROGRAMA DE CAPACITACION

| | |
|--------------------------------------|---|
| MODALIDAD DEL EVENTO DE CAPACITACION | Curso |
| DESCRIPCION DE LA CAPACITACION | Operación y cuidados de la mesa de operación. |
| OBJETIVOS | Los participantes al finalizar la capacitación serán capaces de: 17. Describir la operación de la mesa de operación 18. Practicar el manejo adecuado de la mesa de operación. 19. Practicar procedimientos para el adecuado mantenimiento y cuidado de la mesa de operación. |
| DIRIGIDO A | Personal Técnico Operario de equipos de sala de operaciones. |
| DURACION | 3 Horas |

CONTENIDO

| No. | Temas y Sub-temas | Tiempo (hrs.) |
|-----|--|---------------|
| 1. | MESAS DE OPERACIÓN..... - Fundamentos de operación - Rutinas de Mantenimiento Preventivo - Características Técnicas - Tabla de Fallos Posibles | 11.5 |

PRACTICAS A DESARROLLAR

| No. | Descripción de práctica | Equipos, herramientas, repuestos u otros. | Duración (hrs.) |
|-----|--|---|-----------------|
| P1 | MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS MESAS DE OPERACIÓN: I Inspeccione Los mecanimos y lubriquelos de ser necesario. | 6 mesas de operación. Aceite para lubricar los mecanismos. | 0.5 |

BIBLIOGRAFIA

- Introduction to Biomedical Equipment Technology. 1981. Joseph J. Carr , John M. Brown.
- La Seguridad en Hospitales. David L. Stoner. Editorial LIMUSA. Primera edición 1987.
- Manual de Operación de Equipo de Sala de Operaciones. Proyecto de Mantenimiento Hospitalario. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social-GTZ. Enero 1997.

El presente documento tiene como objetivo principal describir el plan de capacitación para el mantenimiento de los equipos médicos en un hospital, considerando los aspectos técnicos, operativos y de seguridad.

1. OBJETIVOS

El objetivo general es capacitar al personal técnico y operativo en el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos médicos, asegurando su correcto funcionamiento y la seguridad de los pacientes.

2. ALCANCE

Este plan de capacitación abarca a todo el personal técnico y operativo que interviene en el mantenimiento de los equipos médicos, así como a los recursos humanos, materiales y financieros necesarios para su ejecución.

3. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para la capacitación será la combinación de cursos teóricos, prácticas de campo y simulaciones de situaciones reales de mantenimiento.

4. RECURSOS

Los recursos necesarios para la ejecución de este plan de capacitación son: personal capacitado para impartir los cursos, materiales de enseñanza, equipos médicos para prácticas, y presupuesto asignado para la capacitación.

5. EVALUACIÓN

La evaluación de la capacitación se realizará a través de exámenes teóricos y prácticos, así como de la observación directa del desempeño del personal capacitado en el mantenimiento de los equipos médicos.

BIBLIOGRAFIA GENERAL.

- Políticas y normas del equipamiento y la infraestructura del Instituto Salvadoreño del Seguro Social.
- Recopilación Abril 1995. Ing. Alexander Arias, Ing. Víctor Orlando Valle.
- Estudio de Distribución Geográfica de los requerimientos de Servicios de Mantenimiento de los establecimientos de salud. Instituto Salvadoreño del Seguro Social. Noviembre 1991. Ing. Alexander Arias, Ing. Víctor Orlando Valle.
- Introduction to Biomedical Equipment Technology. 1981. Joseph J. Carr , John M. Brown.
- Training Manual for Biomedical Equipment Technicians. American Society for Hospital Engeneering of The American Hospital Association. Gary D. Slack, John W. McKinney.
- Electrocardiografía. Curso Básico de Capacitación en Electromedicina. Francisco Carrera Magariño, 1991.
- Manual de Ingeniería de Hospitales. American Hospital Association, Editorial Limusa. 1976
- La Seguridad en Hospitales. David L. Stoner. Editorial LIMUSA. Primera edición 1987
- Necesidades Prioritarias de Salud en Centroamérica y Panamá. Manual de Mantenimiento de Equipos de Laboratorio. Proyecto Sub-regional RE-HS-02. Ing. Alfredo Azofeifa Alvarado, Ing. Carlos Villalobos Segura, Ing. Rolando Solano Barboza.. San José, Costa Rica, 1989
- Operating Principle of Narkomed Anesthesia Sitems. J.Cicman; C Himmelwright; V. Skibo; J Yoder. North American Drager, 1993

- Manual de Operación de Equipo de Anestesia. Proyecto de Mantenimiento Hospitalario. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social-GTZ. Enero 1997.
- Manual de Operación de Equipo de Electrocirugía. Ing. Carlos E. Osorio, Septiembre 1995.
- Manual de Operación de Equipo de Sala de Operaciones. Proyecto de Mantenimiento Hospitalario. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social-GTZ. Enero 1997.
- Manual de Operación y Cuidados del Equipo de Laboratorio Clínico. Proyecto de Mantenimiento Hospitalario. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social-GTZ. Diciembre 1998.
- Manual de Operación de Equipo de Electrocardiografía. Proyecto de Mantenimiento Hospitalario. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social-GTZ. Enero 1997.
- Manual de Operación de Equipo de Desfibrilación. Proyecto de Mantenimiento Hospitalario. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social-GTZ. Enero 1997.
- Guía para el diseño ejecución y evaluación de la capacitación en un departamento de mantenimiento de los servicios de Salud. Proyecto de Mantenimiento Hospitalario, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social-GTZ. Julio de 1998.
- Mantenimiento y reparación del equipo de laboratorio, diagnóstico por imagen y hospital. Organización Mundial de la Salud. Ginebra 1996