ESPOL
FACULTAD
DE INGENIERIA
EN ELECTRICIDAD

ELECTRONICA MEDICA

REVISTA DE LAS

II JORNADAS EN ELECTRONICA MEDICA

Fecha: 1º y 2 de Octubre de 1992

Lugar: Aula Magna

ESPOL- PEÑAS

Guayaquil- Ecuador

REVISTA DE LAS
II JORNADAS EN ELECTRONICA MEDICA
FACULTAD DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD
E S P O L

octubre 1992

DIRECTOR
Ing. Miguel Yapur A.

COORDINADOR
Fernando Reyes O.

EDITOR
Xavier Alvarado P.

FOTOCOMPOSICION
Carlos Escobar
Pablo Figueroa
Patricio Idrovo

COLABORADORES
Xavier Andaluz
Xavier Bastidas
Armando Campos
Giovanni Cervantes
Guillermo Donoso
Edgar López
Daniel Quiñonez
Julio Salazar
Ivan Sanaguano
Miguel Taza
Xavier Trujillo

E D I T O R I A L

Todavía está fresco el recuerdo de las I Jornadas en Electrónica Médica realizadas justamente un año atrás. Este primer paso, aunque en su momento no fue considerado de importancia, sirvió para hacer énfasis en la importancia de la unión de 2 ciencias: la medicina y la ingeniería electrónica.

Podemos afirmar que, aún cuando tenemos limitaciones estamos cumpliendo con los objetivos propuestos por la Facultad de Ingeniería en Electricidad de la ESPOL cinco años atrás. En ese entonces se comenzó a capacitar en Electrónica Médica a egresados de Ingeniería Electrónica, para suplir la demanda del medio, que ya empezaba a crecer.

Uno de los objetivos, y es el motivo que nos animó a realizar estas II Jornadas, es el de destacar la importancia de la presencia del Ingeniero Electrónico con preparación en Electrónica Médica en los ambientes hospitalarios. El nivel de atención de los hospitales y clínicas de nuestro país debe ser elevado y la preparación adecuada de los ingenieros que van a trabajar en dichos centros asistenciales es uno de los pilares fundamentales.

La integración de los médicos con los ingenieros electrónicos es una necesidad imperiosa para desarrollar proyectos que beneficien a la comunidad. En estas II Jornadas estamos resaltando el hecho de haber llevado a cabo dos proyectos junto a médicos prestigiosos de nuestra ciudad. La medicina moderna para desarrollarse necesita del concurso de ambos individuos.

De manera cordial y sincera, manifiesto mi agradecimiento y doy una acogida a este evento a todos quienes han demostrado la mística de apoyar la realización de estas II Jornadas en Electrónica Médica.

Bienvenidos.

Ing Miguel Yapur A.
Presidente del Comité Organizador
de las II Jornadas en Electrónica
Médica.

LAS PROMOCIONES ANTERIORES DE TOPICOS DE INGENIERIA EN ELECTRONICA MEDICA

PRIMERA PROMOCION 1987-1988

ALUMNOS	PROYECTO DESARROLLADO
PATRICIA ABAD JUAN CARLOS ARIAS MARIA ELENA CARRILLO	Construcción de una muñeca simuladora de accidentes eléctricos en ambientes hospitalarios.
JOSE AMORES	Conversión de un televisor a monitor cardíaco.
MARCO ARIAS	Diseño y construcción de un sintetizador de palabras.
WILLIAM COBOS	Construcción de un medidor de respuesta espectral de fotosensores.
FERNANDO ESTEVES	Construcción de un transmisor-receptor de ondas ultrasónicas para aplicación médica.
MARIO FLORES	Diseño y construcción de un fotómetro.
FERNANDO HIDROVO	Construcción de un simulador de ondas cardíacas
EDUARDO MENDIETA	Construcción de un transductor de fuerza usando galgas extensiométricas.
JOHN MERCHAN	Diseño de un algorítmo para la determinación de los parámetros radiográficos y su aplicación a una computadora personal.
WILFRIDO OCHOA	Construcción de un tablero para medir el tiempo de reacción humana.

FERNANDO	UGARTE	Construcción de un sistema para medir la respuesta de frecuencia de transductores de presión mediante la técnica POP.
VICTOR	VITERI	Diseño y contrucción de un filtro digital tipo HANNING

ASPECTOS DESTACADOS DE ESTA PROMOCION:

Los proyectos que los alumnos de esta promoción realizaron fueron la base de la mayoría de los experimentosque se llevan a cabo actualmente en el Laboratorio de Electrónica Médica Estos trabajos fueron los pioneros para desarrollar el programa de las prácticas de este Laboratorio

El trabajo del alumno JOHN MERCHAN fue llevado a las IX JORNADAS DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA realizadas en la ESCUELA POLITECNICA NACIONAL en la ciudad de Quito, en Junio de 1988, donde fue expuesto y se publicó en los Anales de dichas jornadas

SEGUNDA PROMOCION 1988-1989

ALUMNOS		PROYECTO DESARROLLADO
JAVIER MARIA ELENA	ALBAN PONCE	Diseño y construcción de un sistema para medir el nivel de bilirrubina en neonatos.
CARLOS	ALVAREZ	Computación del sistema de respuesta espectral de fotosensores.
ALEJANDRO	ARNES	Conversión de una computadora personal ATARI 800 en monitor cardíaco.
PAUL	AVALOS	Diseño y construcción de un sistema generador de campos magnéticos para

		estudiar la variación de los parámetros sanguíneos en conejillos de indias.
FRANCISCO FREDDY	AVELLAN MORA	Diseño y construcción de un sistema para terapia de pacientes basados en campos magnéticos.
EDGAR	BORBOR	Desarrollo de un compendio sobre transductores utilizados en instrumentación médica.
MARIO	ESPINOZA	Diseño de la instalación en el hospital Luis Vernaza de un tomógrafo computarizado.
GABRIEL	HONCE	Desarrollo de un compendio sobre la aplicación de los Rayos X y el ultrasonido en la instrumentación médica.
FREDDY	LETAMENDI	Estudio de la aplicación de los Rayos Láser en la medicina.
MAX	LOAIZA	El Diseño y la construcción de fotopletismógrafo.
MARCOS	NOLIVOS	Construcción de un sistema de telemetría.
JESSICA	PAGES	Elaboración del Folleto Guía de las prácticas del Laboratorio de Eletrónica Médica.
LEONIDAS	RIVERA	Construcción de un control de temperatura en incubadoras.
CRISTOBAL	TOLEDO	Construcción de un Sistema Ultrasónico Doppler.

ASPECTOS DESTACADOS DE ESTA PROMOCION:

Los alumnos Javier Albán y María Elena Ponce realizaron las pruebas del equipo que ellos diseñaron para medir el nivel de bilirrubina en los neonatos en la Maternidad Enrique Sotomayor desde junio hasta Septiembre de 1989.

El alumno Cristóbal Toledo efectuó la filmación de una operación de corazón abierto realizada por el Dr. Bolivar Esparza en los quirófanos de hospital "Dr. Teodoro Maldonado Carbo" del IESS. El cassette donde se encuentra dicha filmación es utilizado como material didáctico en las prácticas de Laboratorio.

El alumno Paul Avalos realizó los experimentos con su jaula magnética usando cobayos en el bioterio del Instituto de Higiene junto con el Dr. Luis Salazar desde Enero hasta Septiembre de 1989, habiendo obtenido datos inéditos, los cuales han quedados registrados en los Anales de dicha entidad.

La alumna Jéssica Pagés elaboró el primer folleto guía para las prácticas en el Laboratorio de Electrónica Médica.

El alumno Edgar Borbor elaboró el primer compendio sobre conceptos básicos de transductores, el alumno Gabriel Honce elaboró un compendio sobre aplicación de los Rayos X y otro sobre ultrasonido y su aplicación en la instrumentación médica siendo todos ellos usados de texto guía en las materias de los Tópicos de graduación. Estos tres compendios son usados como material de estudio de los alumnos de los Tópicos de graduación.

Los alumnos Francisco Avellán y Fernando Mora diseñaron y construyeron un sistem para terápia de pacientes con jaqueca y dolores musculares utilizando Campo Magnético. El equipo es utilizado con exito por el Dr Eduardo Ayala

TERCERA PROMOCION 1989-1990

ALUMNOS		PROYECTO DESARROLLADO
LUIS	ANGULO	Diseño de la instalación en el Hospital Luis Vernaza de un sistema LITHOSTAR para destruir cálculos renales.
MARCOS OSWALDO	ARAUJO GUIJARRO	Diseño y construcción de un convertidor de video para ecosonógrafo

LUIS LUIS	ASANZA CAIZA	Construcción de un final del sistema para medir la respuesta espectral de fotosensores.
MARCO HUGO	AUREA CARVAJAL	Computarización del sistema para medir el nivel de bilirrubina en neonatos.
CARLOS	BORJA	Diseño y construcción de un termómetro digital.
JORGE	CORAL	Construcción de un estimulador eléctrico.
JUAN	CRUZ	Diseño y construcción de un medidor de PH digital.
JUAN	FUENTES	Diseño y construcción de un medidor de flujo sanguíneo usando la técnica Doppler.
JULIO JORGE	MORAN VELASCO	El diseño y la construcción de un fotopletismógrafo.
JOHN ALDO	OSTAIZA VERNI	Computarización del sistema de medición de reacciones humanas.
MIGUEL	PEÑARANDA	Construcción de un Pirómetro.
EMILIO	PERA	Diseño y construcción de un sistema de agarre para la mano mecánica.
LUIS	REINOSO	Construcción de un sistema de biotelemetría.
ANDRES	RIVERA	Diseño y construcción de un control electrónico para una silla de ruedas.

ASPECTOS DESTACADOS DE ESTA PROMOCION:

Lo más destacado de esta promoción fue la participación exitosa de todos los alumnos de este Tópico como representantes de la ESPOL en las JORNADAS MEDICO HOSPILATARIAS pro-construcción del Hospital Universitario, realizado en Guayaquil el 8 de Septiembre de 1990, habiendo la representación de la ESPOL obtenido el trofeo donado por OPTICA GILL al mejor stand de dicho evento.

CUARTA PROMOCION 1990-1991

ALUMNOS	PROYECTO DESARROLLADO
PATRICIO ALTAMIRANO ERICH ARGÜELLO	Conexión del sistema medidor de reacciones humanas a una computadora personal y procesamiento estadístico de datos.
FERNANDO AMAGUAYA PEDRO VASQUEZ	Construcción de un medidor de temperatura para tres ambientes.
WILLIAM BORBOR WILDE TITUANA	Diseño y construcción de un pantógrafo electrónico.
HECTOR CARRASCO JAVIER MEDINA	Construcción de un electrocadiógrafo
LEONARDO CUMBA IVONNE MARTIN	Construcción de un filtro digital basado en el microcomputador SDK-8088
ALBERTO GOMEZ	Construcción de un estimulador electrónico.
GUSTAVO IZQUIERDO	Diseño y construcción de un generador de ondas alfa.
MARIO JARA DARWIN SILVA	Diseño y construcción de un sistema medidor de arrítmias.
GUILLERMO MONTESDEOCA	Diseño y construcción de un medidor de nivel de audición humana expresada en decibelios.

ASPECTOS DESTACADOS DE ESTA PROMOCION:

Adecuación, instalación y equipamiento del nuevo Laboratorio de Electrónica Médica.

Optimización de los experimentos de las prácticas de Laboratorio.

Coordinación y realización de las I JORNADAS EN ELECTRONICA MEDICA.

OTROS GRADUADOS EN ESTA AREA

ALUMNOS	TEMA DESARROLLADO
CESAR URREA TERAN Graduado en 1989	Determinación del tiempo de gestación a partir de mediciones del diámetro bi-parietal en getantes normales y sus aplicaciones en los diferentes sectores de la ciudad.
NELSON RODRIGUEZ Graduado en 1989	Mantenimiento de los equipos electromédicos de monitoreo de signos vitales.
JOSE CORREA CORONEL Graduado en 1990	Analisis de la obtención de imágenes médicas utilizando Resonancia Magnetica Nuclear (NMR).
GALO ICAZA Graduado en 1991	Controlador electrónico de un respirador artificial para neonatos.
EDWIN GUARANDA Graduado en 1992	Equipos electrónicos que se utilizan en una unidad de cuidados intensivos para recién nacidos.

QUINTA PROMOCION 1991-1992

ALUMNOS	PROYECTO DESARROLLADO
XAVIER ALVARADO P.	Diseño y construcción de un sistema alertador cardíaco.
XAVIER ANDALUZ P. GUILLERMO DONOSO A.	El diseño y la construcción de un cardiotacómetro.
XAVIER BASTIDAS J. EDGAR LOPEZ M.	Desarrollo de un dispositivo electro estimulador aplicable a la técnica de la iotoforésis.

ARMANDO CAMPOS XAVIER TRUJILLO L.	Conversión de un televisor en monitor de electrocardiogramas.
GIOVANNI CERVANTES Z. DANIEL QUIÑONEZ H.	El diseño y la construcción de un electrocauterio.
CARLOS ESCOBAR S. FERNANDO REYES O. IVAN SANAGUANO	Recuperación del Sistema de Medicina Nuclear Dyna cámara 4 de Picker.
PABLO FIGUEROA JULIO SALAZAR C.	Rediseño de un electrocardiografo.
PATRICIO IDROVO C.	Compendio de máquinas de anestesia.
MIGUEL TAZA G.	Rediseño y construcción de un medidor de temperatura para 3 ambientes.

ASPECTOS DESTACADOS DE ESTA PROMOCION:

Los trabajos de los alumnos Xavier Alvarado, Xavier Bastidas y Edgar López fueron llevados a las XIII JORNADAS DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA realizadas en la ESCUELA POLITECNICA NACIONAL en la ciudad de Quito, en Julio de 1992, donde fueron expuestos y además fueron publicados en los Anales de dichas jornadas.

El alumno Carlos Escobar participó en varios programas de radio Atalaya difundiendo la importancia de la carrera de Electrónica Médica.

Los estudiantes Xavier Bastidas y Edgar López realizaron pruebas con su equipo de iontoforesis en el Hospital del IESS bajo el soporte médico del Dr. Víctor Villegas.

La coordinación y realización de las II Jornadas en Electrónica Médica.

M A G N E T O - T E R A P I A

Dr. José Ayala Rubio

Pionero de la Magneto-terapia en el país

SUMARIO

En este trabajo de investigación se hace un estudio de la influencia que ejerce la energía magnética sobre los tejidos,órganos, aparatos y sistemas del cuerpo humano.

Se aplicaron campos magnéticos constantes y campos magnéticos vibratorios a pacientes que adolecían de patologías diferentes, especialmente de pacientes que padecían de ciertos dolores articulares crónicos.

Para la producción de la energía magnética, se utilizaron fuentes de poder o de energía muy potentes en combinación con magnetos especiales construidos para el efecto. La intensidad de los campos obtenidos es aproximadamente de 1000 Gauss.

INTRODUCCION

Este estudio es el primer trabajo de investigación que se realizan en el ECUADOR, con dispositivos y con técnicas creadas por el autor de este trabajo.

Como sabemos,toda la materia esta formada por elementos sumamente pequeños denominados átomos.También conocemos, que todas las transformaciones bioquímicas que se realizan en los órganos vivientes, se hacen en primera instancia a un nivel atómico y molecular.

los elementos que se encuentran en la corona del átomo es el electrón de carga eléctrica negativa. El electrón o electrones, tienen movimientos de rotación alrededor del núcleo del átomo y, también tienen movimientos propios alrededor de su propio eje, que es lo que se denomina el spín atómico.

El movimiento del electrón alrededor del núcleo atómico y el spín, generan especialmente energía magnética.

Es importante manifestar también que no es nada nuevo aquello de que el magnetismo no es una fuerza peculiar del hierro y sus compuestos, sino una propiedad general de la materia. Todos los cuerpos son más o menos suceptibles de producir y de recibir la influencia de este tipo de energía.

Considero además, que al tener la tierra su propio campo magnético, con sus respectivos polos de influencia energética, que todo ente, biológico o no, que este bajo el amparo de este"gran imán", recibirá en mayor o en menor grado las influencias de estas lineas de flujo. Ultimamente se ha comprobado científicamente que la intensidad de campo magnético terrestre, en determinadas ocasiones aumenta o disminuye

repentinamente en relación a la actividad solar. He aquí, la relación esta explosiones solares, la alteración del campo magnético terrestre y la aparición de muchos fenómenos físicos, eléctricos, etc., que se producen por la alteración del campo magnético de la tierra.

Traigo a colación todo esto, para deciros que la alteración de ese campo magnético terrestre, también repercute en todos los seres que habitan en este planeta, es decir, el cuerpo humano también esta influenciado por la energía magnética De esta manera, muchos de los procesos bioquímicos o eléctricos que se suceden en el mismo, pueden ser influenciados no solamente por factores internos, sino también por factores externos como es el caso de aplicar campos magnéticos emitidos por el dispositivo antes mencionado.

MATERIALES Y METODOS

En el presente trabajo de investigación, se utilizaron fuente de poder D.C., con filtros y fuentes de energía sin filtros, las mismas que estan en comunicación con magnetos constituidos por núcleos de acero laminados y alambre de cobre esmaltado.

Las fuentes de poder D.C con filtros dan campos fijos, y con las fuentes de energía sin filtros se obtienen campos magnéticos vibratorios.

En este estudio también se utilizó una bobina de 50 cms de diámetro en cuyo interior existe un campo magnético cuya intensidad y frecuencia es regulada por una fuente de poder muy especial Estos equipos se ilustran en la fig 1

La intensidad del campo a utilizar depende de factores tales como la edad del paciente, contextura del mismo, patológia a tratar y respusta clínica del paciente al tratamiento instaurado.

Las investigaciones han sido principalmente encaminadas a tratar desórdenes gastroentéricos de orden nervioso, neuralgias, ciertos dolores articulares originados por la artritis, desórdenes del sistema nervioso autónomo, problemas de fatíga física y mental, migrañas.

Con el objeto de aumentar la acción transfictiva de los campos y para que el poder de penetración de los mismos en los tejidos sea mayor, y evitar en lo posible las líneas de fuerza divergentes, se ubican los magnétos de polos diferentes, uno frente al otro, quedando entre los dos, la zona el corporal a tratar

Desórdenes gastroentéricos de orígen no infeccioso se los ha tratado con mucho éxito, aplicando la energía a nivel del epigástrio y fosa ilíaca izquierda. El tipo de campo que se aplica en estos casos es fijo. El tiempo de exposición del paciente a estos campos es de 15 a 20 minutos como promedio, pudiendose apreciar la respuesta

clínica, en muchos casos, a partir de la primera sesión.

En determinadas circunstancias fue necesario aplicar en forma alterna con campos vibratorios y campos fijos.

En problemas de neralgias y ciertos dolores articulares de origen no mecánico, se aplican los campos a lo largo de la columna vertebral y sobre la articulación afectada, pudiéndose apreciar respuesta clínica a partir de la segunda sesión de tratamiento.

RESULTADOS

Durante un periodo de 5 años, fueron sometidos a la magnetoterapia 300 pacientes.

De estos, 150 padecían de algún tipo de dolor: 50 correspondientes a pacientes gastroentéricos y 100 con signos y síntomas de fatiga física o mental.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes :

Del primer grupo, en un 80% hubo respuesta clínica faborable, con un promedio total de 3 sesiones de aplicación y con un tiempo de exposición de 20 minutos por cada una. En el 20% restante, hubo de combinar la magnetoterapia con medicamentos, obteniendose respuesta clínica favorable al cabo de 6 sesiones como promedio.

Del segundo grupo, el 65% respondió favorablemente a la magnetoteapia pura, con un promedio total de 4 sesiones y, en el 35% restante hubo la necesidad de utilizar medicamento, con un promedio de 6 exposiciones

Del tercer grupo, el 95% respondió favorablemente al tratamiento, con un total de 2 exposiciones. En el 5% de este grupo, hubo también la necesidad de combinar este tipo de terapia con la administración de medicamentos.

En los tres grandes grupos antes mencionados, se comprobó que en algunos casos, respondieron mejor a la magnetoterapia de campos vibratorios. Esto se refiere a los pacientes en que hubo necesidad de medicarlos pues, la mayoría de estos pacientes se los sometió a campos energéticos fijos o constantes

DISCUSION

Muchos de los átomos que forman parte de nuestro cuerpo deberían ser considerados como dipolos magnéticos que pueden generar y a su vez recibir influencia de esa energía Dicho en otras palabras, muchos de los átomos de nuestro cuerpo podrían ser considerados como diminutos "imanes". Es así, que muchos de los átomos de hidrógeno de nuestro cuerpo, pueden ser considerados como dipolos magnéticos.

Una acción directa de campo magnético lo observamos en la resonancia magnética nuclear, en donde muchísimos átomos de hidrógeno de nuestro cuerpo y

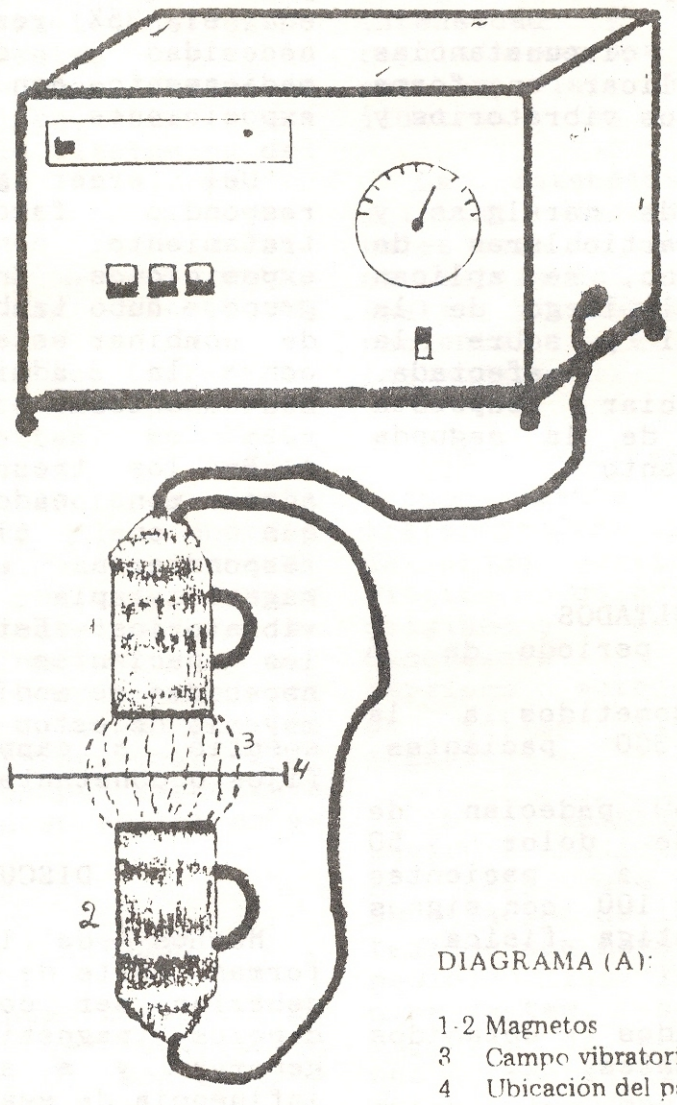

DIAGRAMA (A):

1-2 Magnetos
3 Campo vibratorio
4 Ubicación del paciente
5 Fuente de energía.

otras moléculas se alínean en las líneas de flujo del campo.

Los procesos bioquímicos, eléctricos, atómicos y moleculares que se producen a cada instante en nuestro cuerpo de una manera armónica y ordenada, conllevarían también a la generación, así mismo, en forma ordenada y armónica, de esta clase de energía. De ahí que, la pérdida de la salud, podría ser producto de una alteración de los mecanismos que intervendrían en la formación de estas líneas de flujo.

En términos normales, existiría en nuestro cuerpo, rapidísimos y pequeños cambios eléctrico atómicos, pero cuando este desequilibrio es mayor y se generaliza en cualquier estructura orgánica, dejaría de ser fenómeno normal y entraría ya en el campo de lo patológico.

CONCLUSION

De acuerdo con los resultados obtenidos con la aplicación de campos magnéticos, se concluye que los efectos obtenidos son altamente positivos y que la magnetoterapia no solamente se la debe de aplicar en los casos de experimentación antes mencionados, sino también en cualquier otra patología pues, con esto se coadyudaría a una pronta y franca recuperación del paciente.

Los efectos que se obtienen con la aplicación de los campos magnéticos podrían ser explicados por medio de las siguientes hipótesis :

1.- facilitan el acoplamientos de los electrónes libres con otros átomos que están en desequilibrio eléctrico.

2.- Actuando sobre el potencial de acción de la conducción eléctrica.

3.- Sobre el intercambio iónico.

4.- Sobre la hemoglobina pues, es conocida la propiedad paramagnética de esta área.

5.- Modulando el spín atómico, aumentando o diminuyendo el campo magnético del mismo.

6.- Actuando sobre el protón del átomo de hidrógeno que, en un momento dado ha perdido el electrón.

EFECTO DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNETICOS A NIVEL CELULAR

Carlos Becerra E
Ing Electrónico
Profesor de la ESPOL
Director del CYCITT

Los seres humanos expuestos a campos electromagnéticos, dependiendo de la frecuencia e intensidad, están sujetos a dos tipos de afectaciones Térmicas y no térmicas Resulta importante referirnos exclusivamente al efecto no térmico como producto de los efectos a nivel celular. Estos efectos no térmicos son modificaciones intrínsecas y sutíles, reversibles unas, irreversibles otras, en el funcionamiento de células, órganos o individuos biológicos expuestos a las radiofrecuencias y microondas

Los efectos no térmicos de las radiofrecuencias en alguna forma están fundamentados en principios biofísicos o bioquímicos, y varios de estos efectos tienen su implicación fisiológica cuyo grado de repercusión en cierto casos no está del todo claro. Cuando se trata de éstos, entonces son los efectos no térmicos que importan considerar en conjunto de bioefectos relacionados con el impacto de las radiofrecuencias ambientales.

Los efectos no térmicos más importantes, hasta ahora determinados, son el resultado comprobado de experimentos in vitro o de estudios casuísticos, en la mayoría de los casos Todos estos efectos (INDUCCION DE DEFECTOS CROMOSOMALES EN CELULAS ESPERMATOGENICAS, POSIBLES EFECTOS ONCOGENICOS EN AMBIENTES OCUPACIONALES, INCREMENTO DE DEFORMACIONES FETALES Y EMBRIONARIAS, DISMINUCION DE LA ACTIVIDAD DE CELULAS DE INMUNIDAD, CAMBIOS FUNCIONALES EN TEJIDOS CEREBRALES POR CAUSA DE LA VARIACION DE FLUJO DE CALCIO), como ya hemos dicho, son producto de interacciones sutíles a nivel microscópico y celular, entre los campos RF y los seres humanos

A continuación se proporciona una breve explicación de cada uno de los tipos de interacción celular o microscópica, con repercusión no térmica. Vale indicar que una o más de estas interacciones está en capacidad de afectar fisiopatológicamente a un organismo superior. dependiendo de la dosis y frecuencia, en distinta manera, ya sea como afectaciones genéticas o cromosomales, como efectos en el sistema nervioso, como modificaciones al comportamiento del individuo expuesto, etc.

a.- **Influencia de Fuerzas Eléctricas.**

Es la acción directa de los campos eléctricos que al penetrar dentro del cuerpo biológico, interactuan intrínsecamente ejerciendo fuerzas sobre moléculas o estructuras celulares (tales como el movimiento de iones, la orientación de macromoléculas polares, fuerzas ponderomotoras en células no polares, orientación de partículas, destrucción de células, etc) La mayoría de estas interacciones son reversibles y no hay evidencias de que sean un peligro desde el punto de vista ambiental a nivel de RF, ya que está comprobado que los efectos realmente significantes de esta interacción intrínseca necesitaría la penetración de campos (internos) mayores a 1 V/m, a menos que las dimensiones de células sean mayores a 100 micras.

b.- **Interacciones en las membranas.**

Se refiere a la afectación de las propiedades electrofisiológicas de las células debido a la penetración de las ondas de radio en el organismo. Las interacciones importantes en este grupo son la estimulación de las Células Nerviosas y el Efecto Auditivo de las microondas. Genéricamente hay otros tipos de efectos que caen dentro de la categoría de interacción con membranas celulares, por lo que pertenecen a este grupo también

La estimulación de células nerviosas (en la tasa de disparo de neuronas) es una interacción mayormenta encontrada cuando los cuerpos están expuestos a campos eléctricos de baja frecuencia (60 Hz, que no es el caso aquí), pero también a radiofrecuencias moduladas con bajas frecuencias. Por otra parte está comprobado que las personas expuestas a microondas moduladas en impulsos perciben un sonido (efecto auditivo o auditorio), el cual es un fenómeno generado en el interior de la cabeza irradiada, debido a ondas de presión termoelásticas que exitan las células auditivas del oído interno.

c.- **Interacciones con Biopolímeros.**

Se han hecho varios trabajos en este campo, en donde se destaca la interacción de las ondas electromagnéticas con moléculas de agua de hidratación, de proteínas y de otros componentes; por lo que este fenómeno cobra importancia en tejido con alto contenido acuoso. La interacción se debe a rotaciones parciales o totales de la molécula, y con microondas, se incluye los efectos dispersivos debido a rotación parcial de grupos

polares o moléculas de agua de hidratación.

d.- Modificaciones en la Cinética de Calcio.

Este fenómeno es uno de los más aceptados a nivel de élite científica (los experimentos demostrativos han sido ejecutados generalmente sobre tejidos in vitro). Se trata del incremento del flujo de iones de calcio en tejidos cerbrales expuestos a energía de radiofrecuencia modulada en amplitud. El flujo de calcio (que es un proceso importante en la transmisión de señales nerviosas) aparece como un efecto no lineal en términos de la frecuencia moduladora y la intensidad de campo; es decir que la respuesta es biológica y fisiológicamente importante sólo para ciertos específicos valores de frecuencia e intensidad (lo que se denomina efecto ventana).

e Interacción con Ondas Milimétricas.

Esto es pertinente a muy altas frecuencias, en el rango mayor a los 100 GHz, en donde la interacción con los sistemas biológicos se basa en la coherencia de largo rango y almacenamiento de energía (Teoría de FrÖlich), lo cual es un proceso interactivo significante en ese rango de frecuencia. Por lo tanto, en nuestro caso, ya que los rangos de frecuencias comúnmente utilizados en el territorio ecuatoriano no llegan a esos niveles, este fenómeno no tiene incidencia en el impacto ambiental que nos interesa.

f.- Efectos de Tipo Acústico.

Se refiere al efecto conocido como "fenómeno auditorio", mediante el cual un individuo percibe un sonido cuando es expuesto a las microondas pulsadas. Foster y Finch (1974) y Chou (1975) dieron la explicación asociando el fenómeno con efectos termoacústicos.

g.- Efectos Comportacionales.

Se conoce que algunas modificaciones al comportamiento de individuos y animales pueden ocurrir para absorciones en el orden de 25% al 50% de la tasa matebólica de reposo. Sin embargo, las alteraciones comportacionales observadas suelen ser reversibles con el tiempo; y además son más notorias cuando los campos incidentes son de 60 Hz.

IMPORTANCIA DE UN INGENIERO ELECTRONICO EN UN AREA HOSPITALARIA

Dr Jaime Benítez R
Crnl E.M S
Cardiólogo Clínico
Director del H T N° 5

En toda casa de salud existe la necesidad imperiosa de contar con un ingeniero electrónico encargado de los equipos médicos, esto además de ser una necesidad es una realidad, porque no se puede ir separado del avance tecnológico.

Yo como director del Hospital Territorial estoy consiente de la necesidad de un ingeniero electrónico encargado del mantenimiento de los equipos médicos, y quisiera poner entre las necesidades vacantes del hospital al ingeniero electrónico, aparte del jefe de mantenimiento de las instalaciones del hospital.

En el hospital territorial de Guayaquil la vacante orgánica debe venir aprobada desde el comando conjunto del ejército y yo como director de este hospital no puedo solventar esta vacante, a pesar de que es muy necesario.

Existen dos razones por lo que no se ha considerado la vacante en el Hospital Territorial de Guayaquil, una es que los equipos médicos tienen contrato de mantenimiento con las casa proveedoras, pero este mantenimiento es correctivo. La segunda razón por la que no se ha considerado la vacante, es porque para el presupuesto de un hospital, el ingeniero electrónico es muy caro. Y en el caso del Hospital Territorial, habría cierto recelo de que los ingenieros ganen más que los propios médicos o los generales.

Hay aquí equipos que presentaron pequeños daños al principio y que por falta de mantenimiento preventivo y de un pronóstico precoz los daños fueron creciendo y haciéndose cada vez más complejos, mermando así la vida útil de equipos y además el costo de reparación se ha vuelto muy elevado.

En el Hospital Territorial existe funcionando hace 3 años una sala de cuidados intensivos donde se pone en relieve la importancia de la ingeniería electrónica en la ayuda del control y monitoreo de los pacientes.

Hay un comité de adquisiciones dentro del Hospital, conformado por el director, oficial de logística, jefes de servicio, quienes dan alerta del equipo que está fallando. Este comité también dicta las normas y el aspecto financiero.

En el Plana 94, "Plan Maestro" del 94 quisiera que se ponga otro equipo de resonancia magnética. Esto, para para que poco a poco el Hospital Territorial este a la altura de los otros hospitales de Guayaquil y a

nivel nacional,como el Metropolitano de Quito, que es uno de los mejores de Latinoamérica.

También falta por parte de los profesionales de esta rama un poco de interés en desarrollar esta area. Con el tiempo y la competencia será necesario que se dicten cursos de adiestramiento y capacitación para el personal y para los médicos.

Debe haber subespecialidades en esta rama de la ingeniería, asi como en la medicina lo hay debido a que es un campo tan extenso que se necesita una especialización

Además se necesita más información de los alcances de la ingeniería electrónica en la medicina no solo en el desarrollo de nuevos equipos médicos, sino también en el área de consultoría. Para así hacerla conocer y crear la necesidaden el medio, para que logre alcanzar la importancia que esta rama de la electrónica tiene

LA INSTRUMENTACION ELECTRONICA Y LA MEDICINA MODERNA

Por Ing. Miguel Yapur A
Ing. Electrónico
Profesor de la ESPOL

Hace pocos días en un programa de televisión bien conducido y donde se tratan problemas que son apropiadamente seleccionados, se abordó el tema de la mala prática médica. Distinguidos profesionales fueron invitados a expresar sus ideas y pienso que al cabo de la segunda parte los planteamientos estuvieron lo suficientemente claros para dejar sentadas las bases de una reforma a las leyes actuales en lo concerniente a la mala prática médica.

El tema fue claro y se lo trató desde varios puntos de vista, aunque faltó tocar dos aspectos que están muy relacionados con el tema en mención: **"La confiabilidad de los equipos médicos y la seguridad que le brinda a los pacientes"**.

Hoy en día, la medicina no puede desarrollarse sola, sino que necesita ir de la mano de la ingeniería, y en especial de la electrónica para poder avanzar. Tal es así, que actualmente todos los equipos médicos utilizados en las rutinas de diagnóstico son controlados por circuitos electrónicos, por lo cual deben ser operados con electricidad.

1.- CONFIABILIDAD DE LOS EQUIPOS MEDICOS:

Como la electrónica juega un papel importante en el funcionamiento de los equipos médicos, estos deben ser operados apropiadamente, y se les debe verificar periódicamente la calibración. He ahí la importancia de los mantenimientos preventivos. Si un equipo se descalibra o no está funcionando correctamente, entonces no podra ser usado en forma confiable. Pensemos en un momento en la eventualidad que un médico emita un diagnóico sobre un paciente si el equipo médico que utilizó estaba descalibrado.

En octubre del año anterior se llevaron a cabo las I Jornadas en Electrónica Médica, las cuales fueron organizadas por la ESPOL Prestigiosos profesionales nacionales y extranjeros fueron invitados como conferencistas. Los temas que se abordaron fueron de diversa índole. Uno de los conferencistas, el Ing. Silas Young,un profesional norteamericano que labora en nuestro medio habló sobre el mantenimiento de los equipos médicos en nuestro país.Expreso que los equipos

médicos de las clínicas y hospitales cuando se dañan pueden ser reparados por personal calificado, pero no existe una certificación de que éstos esten funcionando apropiadamente y completamente calibrados. En nuestro país no existe ningún organismo que certifique el buen estado de funcionamiento de los equipos médicos de las clínicas y hospitales.

Como acotación a lo expresado en los párrafos anteriores vale mencionar que en los Estados Unidos de Norte América existe una entidad llamada JCAH (Comisión Unida para Acreditar Hospitales), la cual se encarga de verificar que todos los hospitales de dicho país funcionen de acuerdo a las leyes vigentes y mantengan sus departamentos operativos. Inclusive, revisa la documentación correspondiente a la periodicidad de los mantenimientos preventivos realizados a los equipos médicos y comprueba el estado operativo de los mismos. La JCAH certifica tanto los equipos como a los hospitales, y éstos son acreditados ante la comunidad. Si la JCAH llegara a encontrar que un hospital no cumple las disposiciones legales o con el mínimo nivel de operatividad, éste pierde categoría y se desacredita ante las compañías aseguradoras. Si las faltas fuesen más graves, el hospital es obligado a cerrar sus puertas y a pagar fuertes multas.

Valdría la pena alertar a los futuros gobernantes para que tomen conciencia sobre este problema y que las leyes actuales fueran reformadas. También será de gran utilidad que se forme un organismo que certifique la confiabilidad de los centros hospitalarios de nuestro país y así elevar el nivel profesional de la rama médica.

Tomado de la página editorial de diario El Telégrafo del día viernes 12 de junio de 1992.

LA INSTRUMENTACION ELECTRONICA Y LA MEDICINA MODERNA (II)

Por Ing. Miguel Yapur A.
Ing. Electrónico
Profesor de la ESPOL

En la entrega anterior mencionamos 2 aspectos que podrían ayuda a que los centros hospitalarios de nuestro país mejoren la calidad de atención a los pacientes, y que el nivel profesional de la rama médica se eleve:"**La confiabilidad de los equipos médicos y la seguridad que le brindan a los pacientes**".

El primero de ellos fue analizado y explicado. Hablemos sobre la JCAH (Comité Unido para Acreditar Hospitales) y los beneficios que ha producido en los Estados Unidos de Norte América. Si pensáramos en la creación de una entidad similar en nuestro país para que certifique la confiabilidad de los centros hospitalarios, con seguridad conseguiríamos resultados altamente positivos.

El segundo aspecto es en sí un poco más delicado, porque a diferencia de tratar sobre la confiabilidad de las mediciones obtenidas de un paciente que un eqwuipo médico pueda brindar, implica la seguridad de que dicho equipo no produzca daños al mismo paciente o al operario del equipo.

2.-SEGURIDAD QUE LOS EQUIPOS MEDICOS BRINDAN A LOS PACIENTES:

El uso de cualquier equipo médico conlleva riesgos tanto para el paciente como para el operario del mismo equipo, quien en muchos casos puede ser un médico.

Los riesgos pueden ser por diversas causas; existen riesgos por contaminación biológica, los cuales se deben ya sea por un mal control de infecciones o a un indebido manejo de los instrumentos utillizados. Tenemos también los riesgos de radiación por manejo de materiales radioactivos, donde el principal peligro es la liberación indeseada y/o excesiva de radiación ionizante en un ambiente hospitalario. En este punto es importante acotar que aunque los ecosonógrafos no operan con radiación, sino con ondas ultrasónicas, muchos equipos que se utilizan actualmente no han podido ingresar al mercado norteamericano porque la JCAH ha detectado que el nivel de energía ultrasónica que liberan está por encima del máximo permisible para que no sea dañino al ser humano.

El mayor riesgo que existe

en un ambiente hospitalario es el relacionado con la electricidad, en primer lugar porque la energía eléctrica puede producir explosiones en cualquier ambiente inflamable, y en segundo lugar y de mayor importancia, porque si existiera alguna fuga de corriente eléctrica, ésta podría fácilmente circular por el cuerpo humano. En pocas palabras, un equipo médico este trabajando aparentemente bien, podría enviarle corrientes eléctricas a un paciente sin que lo advierta el médico. La consecuencia del paso de estas corrientes por el cuerpo, en muchos puede ser fatal, ya que pueden causar daños a las fibras musculares del corazón.

En 1971 los doctores Ralph Nader y Carl Walter, norteamericanos, reportaron que alrededor de 1200 pacientes eran electrocutados en los EE.UU. anualmente durante rutinas de diagnóstico médico. Estos daños no pudieron ser documentados porque rara vez queda una evidencia patológica que alegue la existencia de un electrocutamiento; sin embargo, dicho reporte sirvió para que se exija en los hospitales la implementación de los programas de seguridad eléctrica, los cuales se basan en la medición de las corrientes de fuga que cualquier equipo médico pudiera estar generando. La JCAH exige que los hospitales adopten un programa de seguridad eléctrica junto con la revisión periódica de la confiabilidad de los equipos médicos.

Actualmente, los programas de seguridad eléctrica en los hospitales norteamericanos involucran otros factores como por ejemplo, la revisión de los cables que se conectan alos pacientes cuando se usa un electrobisturí; si estos cables llegaran a estar rotos, los pacientes podrían sufrir graves quemaduras. También se suele revisar el grado de interferencia que sufre un equipo. En el caso de un cardiotacómetro, las interferencias pueden confundir al médico sobre las lecturas del número de latidos por minuto del corazón de un paciente. Asi mismo, las variaciones de voltaje pueden producir comportamientos erráticos de los monitores utilizados en las salas de cuidado intensivos.

De todo lo expresado, se puede concluir que en nuestro país se puede implementar un programa de seguridad a un costo relativamente bajo para que sea llevado a cabo por todos los hospitales. Este programa se lo puede conseguir combinando un buen sistema de distribución de energía eléctrica, una selección de equipos médicos bien diseñados, revisando periódicamente tanto el sistema de distribución eléctrica como los equipos médicos, y adiestrando apropiadamente al personal médico y paramédico sobre el manejo de los equipos y sobre

los peligros que podrían originarse por cualquier causa.

Afortunadamente, el reporte de 1971 produjo una mayor atención a este problema y originó que todas las firmas fabricantes de equipos médicos le pusieran énfasis a la seguridad eléctrica tanto para los pacientes como para el personal médico, y que los hospitales norteamericanos implanten programas de seguridad eléctrica. Ya es hora que los hospitales del Ecuador adopten medidas similares. La atención médica debe mantenerse en primera línea.

Tomado de la página editorial de diario
El Telégrafo del dia sábado 25 de julio de 1992

CURVA DE INTENSIDAD DURACION EN LA PARALISIS FACIAL

Dr. Victor Villegas V.

Jefe del Departamento de Medicina Física y rehabilitación del Hospital del IESS.

INTRODUCCION

Existe una diferente y característica respuesta a las corrientes eléctricas, cuando nervio y músculo, tejidos excitables, son estimuladas por éstas. El grado de respuesta en cada uno de ellos cambia en relación con la duración de ese estímulo y con la intensidad mayor o menor del mismo, y con características diferentes en esa respuesta, que deben ser puntualizadas.

El tejido nervioso tiene una mayor excitabilidad, por lo tanto cuando la inervación no está alterada, la intensidad de la corriente para producir una contracción mínima, es la misma en una amplia variación de duraciones o tiempo de las pulsaciones, y únicamente debe aumentarse dicha intensidad cuando la duración del pulso eléctrico es muy corta.

El tejido muscular sin su inervación (músculo denervado), tiene una menor excitabilidad, requiriendo por lo tanto una mayor intensidad y no respondiendo con impulsos de breve duración. En el músculo normal se combinan los dos parámetros para darnos una curva que los relaciona entre si, conocida como de intensidad-duración (C.I.D.)

En la práctica, la cantidad de corriente requerida para producir una mínima contracción detectable, se determina en algunos de los puntos dentro de la amplia variación de la duración de la pulsación. Se aplica un impulso eléctrico de larga duración (300 o 100 milisegundos) al sitio de mayor excitabilidad del músculo objeto de la prueba, y la cantidad de corriente requerida para provocar la contracción mínima visible, (reobase) se mide y expresa en milisegundos o voltios (intensidad o tensión).

Progresivamente vamos acortando la duraión del impulso, y para cada uno de los puntos investigados, se mide la intensidad de la corriente requerida para encontrar la citada contracción mínima. Sobre los puntos de intersección de estos valores (duración e intensidad) se traza entonces la curva que los relaciona.

La forma de las curvas de excitabilidad del nervio y del músculo es semejante, la diferencia básica, es que en el músculo dicha curva se desvia hacia la derecha, si se

prolongara ésta hacia ese lado llegaría a ser horizontal.

Muchos autores entre ellos Mackenzie que estudió las reacciones eléctricas de los músculos en la poliomielitis, y Whinn Parry con amplia experiencia en los métodos de electrodiagnóstico de las lesiones de los nervios periféricos, han descrito detalladamente las lesiones de las curvas durantre la degeneración y regeneración de la neurona motora inferior y discutieron las indicaciones para su uso.

Siempre que la técnica usada sea rigurosa y constante, según los citados autores, existen pequeñas variaciones que son significativas y que el valor de las mismas depende sobre todo de la detección e interpretación de esas variaciones. Exite por consiguiente acuerdo general de que dichas curvas representan un útil y simple método para el electrodiagnóstico rutinario.

Existen ciertas discrepancias entre los investigadores para señalar cuantos puntos son necesarios en la determinación de la curva. Bauwens lo señala solamente en 2 duraciones: 100 y 1 milisegundo; si las lecturas son iguales el músculo está normalmente inervado. Si la lectura en 1 milisegundo es más del doble de la señalada en 100 milisegundos existe devernación, mientras que si el valor se encuentra entre los dos tiempos, existe denervación parcial. Whinn Parry entre otros, es de la opinión de que, es esencial la curva completa, que es la única forma para demostrar signos precoas de reinervación. Otros autores indican que basta con la cronaxia para obtener resultados similares.

PROCEDIMIENTO

Nosotros utilizamos 8 pulsaciones con duración de 100, 30, 10, 3, 1, 0.3, 0.1 y 0.03 ms, porque se admite en la actualidad que no se requiere una duración de pulsación de más de 100 milisegundos, ya que es muy raro encontrar un valor más bajo para la reobase usando por ejemplo 300 milisegundos que la de 100 ms. La frecuencia o las repeticiones de pulsaciones las efectuamos con una frecuencia de 0.5 (una cada dos segundos); existen también discusiones técnicas con relación al tiempo, sobre si éstos deben ser generadores de intensidad constante o de voltaje constante; aunque no es posible emitir una conclusión definitiva, ciertos hechos hay que señalarlos más claramente.

1. Utilizando una técnica cuidadosa pueden obtenerse excelentes resultados con cualquier tipo de estimulador.

2.- Es de mucha importancia la práctica con el estimulador independiente de su tipo. La forma de onda del impulso debe ser primordialmente de cúspide aplanada para todas ellas; el aparato debe registrar

variaciones inferiores al 5% en la amplitud de la duración de las pulsaciones y en la frecuencia de las repetición de ellas, de aqui se concluye que es importante comprobar a intervalos regulares los estimuladores en todo caso por lo menos cada seis meses.

3.- No existen todavía pruebas suficientes desde el punto de vista de la práctica clinica para diferenciar los resultados entre los dos tipos de estimuladores.

TECNICA

El primer punto antes del registro de las curvas es la comprobación de la conducción nerviosa mediante el estímulo con una pulsación de corta duración sobre el tronco nervioso principal, en éste caso VII par, con un electrodo activo y un electrodo dispersivo aplicado en la región dorsal a nivel de la columna.
La prueba prersigue tres objetivos:

1.- Determinar si existe conducción en el nervio y el mayor o menor compromiso de los músculos inervados.

2.- Determinar el lugar del bloqueo en la neurapraxia, lo que en nuestro caso no es posible de efectuar en mayor parte de los casos

3.- Revelar las posibles anomalías de reinervación.

Para el gráfico de la curva, tanto el paciente como el operador deben de estar colocados cómodamente, con buena iluminación del músculo objeto de exploración. Utilizamos una lámpara simple de calor radiante que además de permitirnos dicha iluminación es suficiente para disminuir la resistencia cutanea. La piel debe estar limpia y seca y utilizamos, en la mayoría de los casos, la estimulación manopolar sobre el punto motor de los músculos que examinamos. En los casos que se comprueban una propagación de la corriente a los músculos adyacentes, que pueda inducirnos a confusión, utilizamos el examen logitudinal o bipolar.

Determinamos de esta forma el primer punto sobre los 100 milisegundos, que por definición, es la reobase y anotamos su valor. Cambiamos entonces la duración de la pulsación hacia la inmediata inferior, sin alterar la intensidad de la corriente ni la posición de los electrodos. Si la contracción ha desaparecido se aumenta la intensidad hasta obtener otra vez la contracción mínima igual a la anterior. Igual procedimiento utilizamos con las duraciones de pulsaciones restantes hasta los 8 puntos que hemos indicado sobre lo que se traza la denominada curva.

Los resultados más fidedignos se obtienen, cuando el examinador efectúa las dos funciones; de manipular el aparato y observar las contracciones, y teniendo

presente proceder a la anotación de las cifras a medida que se obtienen. No hemos encontrado, para ningún paciente, la prueba molesta, y el tiempo promedio para realizar una curva de dos musculos de la hemicara respectiva no es mayor de 8 a 10 minutos.

FACTORES QUE MODIFICAN LA C.I.D.

Dejando sentado en principio que solamente las variaciones en la unidad motora o complejo neuromuscular pueden ocacionar variaciones en la forma de la curva, hay que señalar sinembargo que otros factores son capaces de afectar al umbral y al nivel de éste; entre dichos factores debemos recordar la posición del electrodo, la vascularización, la temperatura de la piel, y el edema.

Al utilizar el método monopolar el valor de la reobase está en relación con la distancia del electrodo estimulador al punto motor, al aumentar ésta aumenta la reobase. EN el método longitudinal la reobase aumenta tanto más cuando más separado están los electrodos del punto más excitable. Repetimos, éstas variaciones solo alteran el nivel de la curva. El aumento de la temperatura disminuye la reobase y el descenso la aumenta, pero se requiere alguna variación de dicha temperatura de mas de 3 grados para que se alteran dichas cifras. Un déficit circulatorio producirá una denervación en el umbral de la curva. El edema si es muy acentuado puede dar lugar a una falta de respuesta a la estimulación eléctrica aún en presencia de movimiento voluntario. Pero todos estos factores descritos no provocan discontinuidades ni desviaciones a la derecha. Es la forma de la C.I.D. el factor más importante que debe considerarse para su interpretación. Puede ser suave, o puede ser claramente doble y con angulaciones y discontinuidades.

Es el estudio seriado de dichas curvas y sus variaciones lo que nos permitirá la valoración del proceso, si es mayor o menor la denervación, o la inervación parcial y el pronóstico de dichas lesiones. Una valoración simple de la curva mostrará solamente si el músculo está denervado, totalmente inervado o parcialmente inervado, y de acuerdo con el predominio del componenete muscular la curva mostrará si existe más denervación o reinervación.

Es evidente que la información solo es aportada por las fibras estimuladas por la corriente, pero tratándose de los pequeños músculos como los de la cara, está describirá las caracteristicas de excitabilidad de todo los músculos.

El músculo denervado posee una C.I.D. caracteristica. La curva asciende gradualmente con los impulsos de duración más larga y se empina fuertemente entre los 100 y 1 milisegundos. Su forma es siempre suave y no muestra angulaciones ni

R A D I O P R O T E C C I O N

Dr. Alfredo Carrión

Médico Radiólogo

Desde los primeros tiempos de la radiología se sospechó, y después se comprobó, que las radiaciones ionizantes producían lesiones en el cuerpo humano. Cuando a un paciente se le practicaba una exposición radiográfica, se deposita en sus tejidos cierta dosis de energía que, de una forma u otra corre el riesgo de alterar los procesos bioquímicos que en ella se realizan, o incluso puede afectar a la propia constitución de estos tejidos. Ello significa una agresión, como contrapartida de la imágen obtenida, que permitirá hacer un diagnóstico del padecimiento del enfermo. En este caso se ve una dualidad riesgo-beneficio, común, por otra parte, a muchos otros actos médicos.

Pero además el propio personal de Servicio de Radiología está expuesto a recibir ciertas dosis de radiación, pequeñas pero reiteradas a lo largo de su vida profesional.

Todo esto supone dos actitudes fundamentales en el personal de los servicios de radiología; con respecto al paciente, optimizar la relación riesgo-beneficio, obteniendo la mejor calidad de la imagen radiológica con el mínimo de dosis de radiación; y con respecto al personal destinado al servicio, de tratar de disminuir a ultranza la dosis recibida, no contentándose con mantenerse por debajo de los niveles señalados como aceptables, sino procurar situarse a niveles lo más bajos posibles.

Todo lo relativo a radiaciones tiene "mala prensa", y esto unido a la escasa, confusa y a veces malintensionada información que suele haber sobre estos temas, perturba al personal que trabaja en los servicios de radiodiagnóstico con el miedo a lo desconocido, sin pararse a pensar que la trepidante vida moderna le expone a peligros mucho más frecuentes y de consecuencias más trágicas que el uso de la radiación cuando con ella se trabaja de una manera conciente.

La principal diferencia entre los Rayos X y los isótopos radioactivos consiste en que los Rayos X son producidos por aparatos construidos por el hombre y que solo emiten mientras están conectados, por lo que no ofrecen peligro alguno de radiación cuando están desconectados. Los isótopos radioactivos están emitiendo siempre. La emisión es muy compleja y variada: partículas

alfa, beta + y -, neutrones y radiación gamma. Cuando no se utilizan, lo único que se puede hacer es guardarlos en una caja de seguridad con un blindaje suficiente.

Ciertos isótopos radioactivos producen radiación inducida, los Rayos X no.

Tras el disparo de un aparato de Rayos X se puede entrar en la sala con toda tranquilidad.

EFECTOS QUE LA RADIACION INDUCE EN LOS TEJIDOS DE LOS ORGANISMOS VIVOS

Un organismo vivo es muy complejo, compuesto de órganos, cada uno de ellos está formado por tejidos, y éstos por multitud de células. Estas células son las que se ven afectadas por las radiaciones y las lesiones, de los tejidos que dependen de la extensión o generalización de las células afectadas.

No todos los tejidos y órganos tienen la misma radiosensibilidad. Los más sensibles a las radiaciones son:

- Feto: ser con vida desde la concepción.
- Los órganos hematoproyéticos o productores de sangre.
- Los órganos reproductores.
- Mama y tiroides.

Los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes son de dos tipos:

- Cambios producidos por la absorción de energía.
- Lesiones morfológicas y funcionales.

Las interacciones son cuestión de probabilidad, de azar. La interacción de la radiación no es selectiva sobre las células ni sobre partes de la célula, en consecuencia, en numerosos casos, no puede predecirse la posible lesión causada por una dosis de radiación.

Las radiaciones pueden afectar a cualquiera de los constituyentes celulares, pero como el material más abundante es el agua, es más probable su absorción por ésta.

LIMITES DE DOSIS

Los criterios que deben regir en la limitación de dosis son:

- Justificación: no debe de hacerse radiografías sin una justificación relacionada con los beneficios que proporcione. El beneficio es la imagen que permitirá diagnosticar.
- Optimización: Las exposiciones a las radiaciones ionizantes deberán ser tan bajas como sea razonablemente posible. En este sentido, un kilovoltaje mayor, por ejemplo, implica una reducción de dosis.
- Limitación: Las dosis

equivalentes recibidas por los individuos no deben superar ciertos límites recomendados.

MEDIDAS DE PROTECCION

Podemos clasificar en dos grupos las medidas de protección:

- En la protección activa, se encuadran todas las acciones derivadas de nuestra actitud destinada a evitar las radiaciones innecesarias.

- Como protección pasiva, las medidas a tomar al instalar el gabinete de radiología y que tienen vigencia permanente.

PROTECCION ACTIVA

Respecto al paciente: debemos considerar la relación riesgo-beneficio que supone usar una exploración radiográfica.

- Un disparo a mayor kilovoltaje precisa menores dosis.

- La colimación y compresión disminuyen la dosis recibida.

- Es preciso proteger con plomo los órganos más sensibles a la radiación.

- La fluoroscopía entrega dosis elevadas. Si se realiza, a de diafragmarse y limitarse drásticamente el tiempo.

Respecto al personal de la sala de espera: las restricciones internacionales para la protección contra las radiaciones, tiene en cuenta a grupos especiales de población, entre los que se incluye a los vecinos de una instalación productora de radiación y al conjunto de la población. Respecto al personal sanitario: este personaje debe trabajar tras blindaje, nunca quedará expuesto a radiación directa y utilizará delantales plomados de protección de radiación difusa cuando tenga que permanecer en las proximidades del paciente.

PROTECCION PASIVA

Trata del conjunto de medidas de protección permanente en la instalación de Rayos X. Se tendrá en cuenta:

- Distribución de superficies respecto a las salas de radiación, sala de espera.

  Tubos de Rayos X, van colocados en carcasas blindadas, en las que únicamente las ventanillas de salida permiten vía libre a la radiación.

  Blindajes en la sala de radiación, suficiente cuando se trabaje al máximo de potencia.

NUCLEOTOMIA LUMBAR PERCUTANEA AUTOMATIZADA

Dr. Farid Yapur Auad
Médico Traumatólogo

El problema que se presenta en los momentos actuales con los pacientes que tienen como patología, una hernia de disco en su columna lumbar es un problema socio-económico, el paciente se ve disminuido para trabajar, para producir y en sus relaciones familiares se ve limitado por dos factores:

a.- Factor Económico
b.- Factor Psicológico

El primero por falta de dinero para solventar dicha operación y la segunda que es un problema que se presenta entre la mente y la columna dando como resultado un círculo vicioso dentro del individuo.

Con la nueva técnica, que por cierto; es aplicada solamente en dos sitios deltro del País, al paciente se le da la tranquilidad de que solo se le aplica anestesia local, el mismo es sometido por la vía percutánea por donde se le introduce una guía, después se introduce una pretina para abrir un boquete a la altura del anillo fibroso y después se introduce una barilla en el centro del núcleo del disco donde va a ser metido el nucleótidoque va a proceder a ser el corte y la aspiración del núcleo gelatinoso para destruir la hernia discal. Esta operación dura aproximadamente de 20 a 30 minutos, la incisión es de 2.5 mm de diámetro luego de lo cual se retira el trocado. El paciente luego de 2 o 3 horas puede regresar a su casa y pronto regresará a su trabajo.

Con esta nueva técnica ya no hay que abrir la piel, tejido celular subcutáneo, separar las masas musculares, romper el ligamento amarillo, abrir una ventana en la hipófisis transversa de la vértebra para poder desplazar la raíz nerviosa y poder penetrar hasta el disco, luego abrir un boquete y sacar la hernia discal. Ahora la vía de abordaje de esta nueva técnica es practicamente oblícua-lateral y se la realiza a unos 8 o 10 cms de la línea media de la columna, por ahí se hace la incisión con la ayuda del intensificador de imágenes, va viendo el paso de la guía hasta llegar al punto del disco. Para esta forma de operación no hay límite de edad, pero no se le puede realizar al paciente que tenga hernias calcificadas en donde se encontraría sustancias pétreas. En este caso no hay disminución de la presión intradiscal y no rebajaría porque se encuentra

solidificada.

Los elementos utilizados en esta operación, especificamente el nucleólo puede ser limpiado dejando eso si el trocal metido para luego no tener que hacer otra incisión. Con esta técnica se evita los días de hospitalización, medicación y principalmente la imposibilidad física y psicológica que otras técnicas si la producen, por supuesto sin fundamento.

Otra ventaja es que no se altera ninguna estructura ósea, ni la estabilidad de la columna, aquí ne se autoincapacita al paciente, con esta técnica el paciente está moviendo las piernas, para luego salir caminando de la misma.

Los elementos del equipo están hechos de una aleación de Titaneo con Vanadio, lo cual lo hace muy reistente. En Estados Unidos por estudios realizados se dice que 5,4 millones de personas sufren de problemas de hernia discal, es una cifra que representa al Estado 16 billones de dólares anuales. El costo del equipo está alrededor de 35.000 dólares, razón por la cual no hay gran cantidad en el mercado. El equipo en su consola posee 3 mangueras, las mismas que están conectadas así:

1.- Con la presión de aire para formar el vacío y así aspirar

2.- Otra por donde va hacer irrigado la solución salina para poder mantener un medio acuoso y pueda ser así aspirado.

3.- Y la última que va al succionador.

La presión que se llega a tener está alrrededor de 90-110 psi. La velocidad de corte del nucleótico varía de acuerdo como pise el pedal del equipo: mínimo 60 cortes/min y máximo 180 cortes/min

De los 17 pacientes que han sido operados, todos han tenido evoluciones excelentes.

Recomendación: Todo problema lumbar debe de ser analizado y estudiado desde su inicio para evitar que este se haga un problema crónico.

Anécdota: Un paciente de 32 años fue operado el mes de agosto de una hernia discal entre la cuarta y quinta lumbal, se lo operó satisfactoriamente y se lo dió de alta, pero regresó a las 3 semanas con un problema de esguince en el tobillo por practicar basquet, el paciente queda tan bien que se olvida que tuvo una operación de columna.

Lo mejor que puede tener un médico es un paciente agradecido.

TRABAJO RESPIRATORIO

Dr. Fernando E. Chalén L.
Terapia intensiva

INTRODUCCION

Se puede definir al trabajo respiratorio como la energía requerida para mover un determinado volumen de aire en contra de un conjunto de resistencias: las resistencias elásticas y las resistencias al flujo. Las resistencias elásticas a vencer son las del pulmón y la de la pared toráxica. Las de resistencia al flujo se refieren a la fricción y la turbulencia en vías aéreas (1).

El trabajo es igual a la fuerza [g] aplicada para desplazar un objeto a través de una determinada distancia.

$$T = \text{Fuerza} \times \text{distancia}$$

$$[T] = [\ g \times cm]$$

Es decir el trabajo se expresa en g.cm.

En el caso de trabajo respiratorio los factores que actúan serán volumen (V) y Presión (P) (2).

El volumen se expresa en cm y la presión que es la fuerza aplicada por cada unidad de superficie se expresa en g/cm^2.

De manera que :

$$T = P \times V$$

$$T = g/cm^2 \times cm$$

$$T = g \times cm.$$

El trabajo respiratorio puede ser determinado a través de varios métodos:

1.- Determinando el consumo de oxígeno respiratorio.

2.- Mediante el cálculo integral de los valores de presión y flujo durante el ciclo respiratorio.

3.- Usando el promedio de la presión y multiplicandolo por un determinado valor de volumen.

4.- Usando la ecuación del movimiento.

METODO 1

Mediante la determinación del consumo de oxígeno respiratorio (VO_2r), es decir, la diferencia de los valores de VO_2 medidos estando el paciente bajo apoyo ventilatorio y sin apoyo ventilatorio. Este método es muy atractivo desde el punto de vista teórico, pero lamentablemente es un método muy impreciso por las siguientes razones:

a) Los requerimientos de oxígeno especialmente en pacientes en

en el caso de haber broncoespasmo o abundantes secreciones o cualquier factor que incremente las resistencias de las vías aéreas(5). Esto no sucede si la presión se toma de un balón colocado en el esófago, pero se presentan los siguientes incovenientes: incomodidad para el paciente (en ocaciones la colocación del balón es difícil), el balón debe estar colocado en una posición precisa para que refleje fielmente el valor de la presión pleural, el desplazamiento inadvertido del balón hará que los valores no sean reales, el balón debe estar directamente insuflado, de no ser así o de estar excesivamente insuflado, los valores también serían irreales, la colocación del balón en una posición precisa requierede una serie de procedimientos para evaluar la confiabilidad de los valores obtenidos (6) y por último se requiere disponer de un balón esofágico con peculiares características en su diseño.

Se puede determinar el trabajo respiratorio en diferente modos ventilatorios:

a) En ventilación mecánica de flujo constante (CMV o AMV).

b) En ventilación mecánica de flujo decreciente (Presión Soporte).

c) En IMV.

d) En CPAP.

El diseño de nuestro sistema de determinación de TR permite calcular TR en CMV, AMV y en presión soporte. Pero no el cálculo de TR en IMV y CPAP, pues se requiere, al igual que con la ventilación espontánea, de 2 transductores y de balón esofágico. (7,8).

Ventilación de flujo constante

Ventilación controlada (CMV) : Cuando el paciente no es capaz de activar el disparo del vantilador, el trabajo respiratorio solo incluye la energía necesaria para vencer las resistencias elásticas de los pulmones y la caja torácica y las resistencias al flujo. Este TR, es pues, equivalente a impedancia. (5).

Ventilación Asistida (AMV) : En éste caso el trabajo respiratorio no solo incluye el necesario para vencer las resistencias elásticas y de fricción sino también la energía necesaria para activar el disparo del ventilador lo cual va a depender de una serie de factores como son : Sensibilidad (Trigger) del ventilador, características del circuito inspiratorio (longitud de los tubos, presencia o no de cascada), presencia y magnitud de auto PEEP.

Cabe señalar, además, que los músculos inspiratorios continúan contraendóse aún después de que se abre la válvula inspiratoria, ésta contracción continúa durante la mayor parte de la inspiracón con una profundidad y duración que dependen del "drive" respiratorio (5).

espontánea o de la ventilación mecánica.

Es decir el trabajo para vencer la resistencia elástica del pulmón más la fuerza para vencer la resistencia elástica de la pared toráxica.

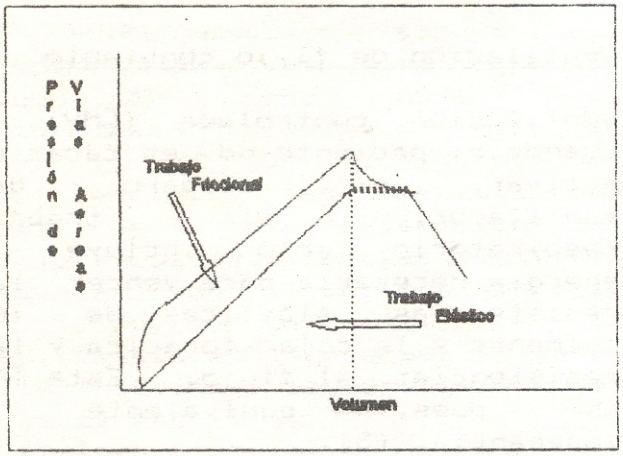

GRAFICO Volumen Vs. Presión de vías aéreas

Trabajo respiratorio en ventilación espontánea (TR esp)

Ventilación espontánea: Para realizar ésta determinación se necesita que el neumotacógrafo sea independiente (no se puede utilizar el del vantilador) por otro lado, se deben de tomar dos señales de presión una de vias aéreas y otra de un balón esofágico, para de ésta manera determinar el valor de la presión transpulmonar (4).

$$TR\ esp = (Pva - Pes) \times \dot{V}\, dt$$

De ésta manera lo que se está determinando es el trabajo requerido para inflar los pulmones sin tomar en consideración el trabajo requerido para mover la caja torácica, por lo tanto el trabajo respiratorio será subestimado en aquellos casos en los cuales el movimiento del tórax represente un alto porcentaje del trabajo respiratorio, como es el caso de pacientes en el post operatorio, fracturas costales, deformidad torácica, etc.

El sistema que hemos diseñado y construído no contempla la determinación del trabajo respiratorio espontáneo, pues no se cuenta con un neumotacógrafo independiente ni con balones esofágicos.

Trabajo respiratorio en el paciente ventilado

Al hacer la determinación del trabajo respiratorio en un paciente en ventilación mecánica si se puede utilizar el neumotacógrafo del ventilador, para medir el flujo, aunque lo ideal es hacerlo con un neumotacógrafo independiente. Por otro lado lo que se está determinando de ésta manera es el trabajo necesario para insuflar tanto los pulmones como la caja torácica.

Se necesita un solo valor de presión y no de dos como en el caso de la ventilación espontánea. La presión puede tomarse de vias aéreas como de esófago. Si se toma de vías aéreas se presenta el incoveniente de que el TR se va a ver artificiosamente incrementado

estado crítico varía de un momento a otro (3).

(b) Cuando la FiO2 es elevada como frecuentemente sucede en la UTI las determinaciones de VO2 se vuelven muy imprecisas (3).

METODO 2

Haciendo un cálculo integral de los valores de presión y de volumen en cada ciclo respiratorio.

$$TR = \int P \dot{V}\, dt$$

o bien

$$TR = \int P\, dV$$

Considerando que el volumen es igual a la integral de los valores de flujo.

Este proceso matemático de integración puede se fácilmente realizado por una computadora.

Las señales de presión y de flujo deben ser medidas simultáneamente. La señal de presión se toma con un transductor de presión, puede tomarse la presión de vías aéreas o de un globo situado en esófago medio (presión que, de estar bien colocado el globo, refleja con satisfactoria fidelidad el valor de la presión pleural).

La señal de flujo proviene de un neumotocógrafo que puede ser el del ventilador o uno independiente; ésta señal de flujo puede ser convertida a valores de volumen, de ser necesario, por ejemplo para construir asas de presión-volumen.

Estas dos señales, de presión y flujo, son señales analógicas es decir, se expresan en forma de voltaje y deben de ser convertidas en señales digitales (valores numéricos) para que puedan ser interpretadas por la computadora, ésta transformación la realiza un conversor analógico-digital, una vez hecho ésto son introducidas a la computadorea la cual mediante un algoritmo procede a realizar el cálculo de trabajo respiratorio utilizando la fórmula ya señalada.

El trabajo respiratorio puede ser dividido de la siguiente manera:

TR contra la resistencia al flujo

$$\int (P_{va} - P_{alv})\, \dot{V}\, dt$$

TR contra fuerzas elásticas

$$\int (P_{alv} - P_{pl})\, \dot{V}\, dt + \int (P_{pl} - P_{atm})\, \dot{V}\, dt$$

El trabajo respiratorio total será igual a :

$$TR = \int (P_{va} - P_{atm})\, \dot{V}\, dt$$

Habitualmente solo se determina el trabajo respiratorio efectuado durante la inspiración, pero en aquellos pacientes que presentan obstrucción de vías aéreas es conveniente hacer la determinación de trabajo inspiratorio y espiratorio.

Se puede determinar el trabajo respiratorio de la ventilación

estado crítico varía de un momento a otro (3).

(b) Cuando la FiO2 es elevada como frecuentemente sucede en la UTI las determinaciones de VO2 se vuelven muy imprecisas (3).

METODO 2

Haciendo un cálculo integral de los valores de presión y de volumen en cada ciclo respiratorio.

$$TR = \int P \dot{V} \, dt$$

o bien

$$TR = \int P \, dV$$

Considerando que el volumen es igual a la integral de los valores de flujo.

Este proceso matemático de integración puede se fácilmente realizado por una computadora.

Las señales de presión y de flujo deben ser medidas simultáneamente. La señal de presión se toma con un transductor de presión, puede tomarse la presión de vías aéreas o de un globo situado en esófago medio (presión que, de estar bien colocado el globo, refleja con satisfactoria fidelidad el valor de la presión pleural).

La señal de flujo proviene de un neumotocógrafo que puede ser el del ventilador o uno independiente; ésta señal de flujo puede ser convertida a valores de volumen, de ser necesario, por ejemplo para construir asas de presión-volumen.

Estas dos señales, de presión y flujo, son señales analógicas es decir, se expresan en forma de voltaje y deben de ser convertidas en señales digitales (valores numéricos) para que puedan ser interpretadas por la computadora, ésta transformación la realiza un conversor analógico-digital, una vez hecho ésto son introducidas a la computadorea la cual mediante un algoritmo procede a realizar el cálculo de trabajo respiratorio utilizando la fórmula ya señalada.

El trabajo respiratorio puede ser dividido de la siguiente manera:

TR contra la resistencia al flujo

$$\int (P_{va} - P_{alv}) \dot{V} \, dt$$

TR contra fuerzas elásticas

$$\int (P_{alv} - P_{pl}) \dot{V} \, dt + \int (P_{pl} - P_{atm}) \dot{V} \, dt$$

El trabajo respiratorio total será igual a :

$$TR = \int (P_{va} - P_{atm}) \dot{V} \, dt$$

Habitualmente solo se determina el trabajo respiratorio efectuado durante la inspiración, pero en aquellos pacientes que presentan obstrucción de vías aéreas es conveniente hacer la determinación de trabajo inspiratorio y espiratorio.

Se puede determinar el trabajo respiratorio de la ventilación

Trabajo respiratorio realizado por el paciente (TRp)

Puede ser estimado restando el valor del trabajo respiratorio obtenido dutante la ventilación contralada (CMV) del valor obtenido durante la ventilación asistida, siempre y cuando las condiciones de flujo y de volumen sean similares (7,9,11,12). Para ésto se requiere tomar inicialmente el TR en AMV y luego relajar al paciente y determinar el TR con la misma frecuencia respiratoria y volumen minuto y por lo tanto el mismo flujo inspiratorio y volumen corriente.

Durante la ventilación mecánica asistida el paciente gasta por lo menos un 33 a 50 % del trabajo respiratorio que se utiliza durante la ventilación mecánica controlada, aún bajo las más favorables condiciones de sensibilidad (trigger), flujo inspiratorio y volumen corriente (12).

Se ha encontrado que existe una buen correlación entre el trabajo respiratorio del paciente (TRp) y en trabajo respiratorio espontáneo (9), el coeficiente de correlación encontrado es de 0.87 siempre y cuando las condiciones de volumen corriente y flujo sean similares: por lo tanto se pueden tomar como equivalentes para fines prácticos.

Determinación de trabajo respiratorio en la modalidad presión soporte

En presión soporte también se puede determinar el TR integrando matemáticamente los valores de flujo y de presión utilizando la fórmula ya descrita; en ésta modalidad, a diferencia de lo que sucede en CMV o AMV, el flujo inspiratorio es variable en tanto que la presión permanece constante. También se puede determinar planimétricamente midiendo el área por debajo de la curva de volumen y multiplicando éste valor por la presión.

Esta es la forma de determinar el valor del trabajo total, es decir, la suma del trabajo del paciente y del ventilador; cuando se quiere determinar el trabajo respiratorio realizado por el paciente se puede utilizar la ecuación de movimiento

$$P_{appl} = EV + R\,v$$

y utilizar éste valor en la ya conocida fórmula

$$TR = \int P_{appl}\, dV$$

Se asume que éste es el TR que realizaría el ventilador en ausencia de cualquier esfuerzo del paciente. De manera que para obtener el TRp (trabajo respiratorio realizado por el paciente) se procede a restar éste valor de trabajo respiratorio del que se obtuvo cuando el paciente estaba siendo ventilado en la modalidad presión soporte (13).

Otra manera podría ser obtener el TR en la modalidad presión control (habría que relajar al paciente) en condiciones de volumen, presión y frecuencia similares a los observados en

presión soporte y restar éste valor al obtenido cuando el paciente estaba siendo ventilado en presión soporte. Hay que señalar que éste último método no ha sido utilizado en ninguno de los trabajos revisados.

METODO 3

Bajo condiciones de ventilación pasiva y de flujo constante (CMV) hay otra manera, y muy sencilla por cierto, de estimar el valor del trabajo respiratorio y es multiplicando el promedio de la presión de vías aéreas registrado durante la inspiración por el volumen circulante: 1 litro si se quiere determinar el trabajo respiratorio por litro, por el volumen corriente si se quiere determinar el trabajo respiratorio por ciclo o por el volumen minuto si lo que se quiere determinar es el trabajo respiratorio por minuto (1).

La fórmula mas sencilla de calcular el promedio de presión es :

$$P = \frac{PP + PM}{2}$$

PP = Presión pico
PM = Presión meseta

Si hay PEEP habrá que restarlo de éste valor.

Como ya se señaló anteriormente para poder hacer éstas estimaciones es indispensable que el flujo sea constante y que el paciente no esté realizando ningún esfuerzo inspiratorio, por lo tanto no es válido utilizar éste método si la modalidad respiratoria no es CMV, de ésto se puede desprender que lo que se estima con éste método es el trabajo realizado por la máquina y no el trabajo realizado por el paciente que es más relevante.

METODO 4

Por último se puede utilizar para estimar el trabajo respiratorio una modificación de la ecuación del movimiento (3)

$$P = R (VT / Ti) + (VT / 2)$$

Para utilizar ésta fórmula se requiere conocer el valor de R (resistencia) y el valor de D (distensibilidad).

FUENTES DE ERROR EN LA DETERMINACION DE TRABAJO RESPIRATORIO

a) La presencia de auto PEEP no detectado, que subestima el trabajo inspiratorio y sobrestima el trabajo espiratorio.

b) La colocación del transductor puede ser otra causa de error, el transductor debe de estar en una posición vertical para que las presiones detectadas

ESTUDIO DEL CAMPO MAGNETICOS SOBRE LA QUIMICA SANGUINEA EN COBAYOS

(Trabajo de Investigación inédito, relizado en el Instituto Nacional de Higiene "LEOPOLDO IZQUIETA PEREZ", en 1989)

Ing. Paul Avalos M

OBJETIVOS

El principal objetivo de este trabajo de investigación es el de analizar cuantitativa y cualitativamente los cambios que pudieran producirse en la química sanguínea de cobayos al estar expuestos a campos magnéticos alternos; se escogió este tipo de campo debido a su posible importancia ambiental. Los parámetros de la química sanguínea que serán observados van a ser mencionados más adelante. A partir de estos resultados se podría estudiar su aplicabilidad en el área médica, ya sea prevención o tratamiento.

INTRODUCCION

Los entes biológicos están formados por partículas, moléculas y átomos. Está demostrado, además, que el origen de los campos magnéticos es debido a corrientes interatómicas producidas por cargas eléctricas en movimiento. Los campos de fuerza son vectores que tienen cierta magnitud en diferentes puntos del espacio: los campos magnéticos no son la excepción. Entonces podemos decir que si aplicamos campos magnéticos sobre entes biológicos, podríamos encontrar cambios en los mismos.

ANTECEDENTES HISTORICOS

Existen numerosas observaciones y experiencias acerca de la influencia de los campos magnéticos en los seres vivos, al menos con algunos individuos.

Remontémonos en la historia donde encontramos que el médico griego Galeno [200 A.C.], y más adelante el filósofo griego Avicena [1000 D.C.] aplicaban magnetos para tratar diversas enfermedades.

Más adelante, en 1500 D.C., el médico Paracelsus usaba magnetos para la cura de hernias, malestares y otras enfermedades.

Así, a través de los tiempos surgieron una cantidad de patentes para inventos que clamaban poseer cualidades

maravillosas mediante el empleo de campos magnéticos. No era de extrañarse ver anuncios de collares magnéticos para magnetizar la sangre, corsets para los dolores reumáticos, sillas magnéticas, medallones, etc. Esto nos hace dar cuenta del continuo intento de encontrar aplicaciones del campo magnético en la medicina.

Actualmente se utiliza mucho la magnetoterapia con campos pulsátiles para el tratamiento de transtornos de irrigación y para combatir tumores cancerosos [hipertermial].

ANTECEDENTES CIENTIFICOS

Se tiene conocimiento de que el primer estudio y experimentación científica sobre la influencia de los campos magnéticos fueron hechos en el laboratorio de Edison en 1892: el uso de perros sometidos a miles de Gauss, pero sin encontrar efecto alguno.

Cabe recalcar que la vida normal en la tierra está sujeta a una fuerza de 0.3 a 0.6 Gauss. Otro experimento interesante es aquel realizado en animales mantenidos en cajas de Faraday, de forma que queden aislados del campo magnético terrestre habitual, manifiestan desincronización de comportamiento. Además, se ha comprobado que un viajero que se desplaza pocas horas de una posición a otra con respecto a la declinación magnética ha sufrido alteraciones en su ciclo de sueño vigilia.

M. Persinger estudió el comportamiento tanto sicológico como histológico en ratas de varios estados de desarrollo expuestos a ultra baja frecuencia, donde demostró que ellas tuvieron un cambio en su comportamiento [agresivas y nerviosas], además de un gran cambio en la actividad tiroidal.

ANIMALES

CLASE Y GENERALIDADES

Los cobayos y conejillos de india [cavia cobaya] derivan probablemente de la forma salvaje [cavia cutheri] existente aun en el Perú, donde fueron domesticados por los pueblos desde tiempos remotos. Los cobayos tienen el cuerpo macizo carente de cola externa; su cabeza no tiene cuello, las patas son cortas con dedos mas bien desarrollados. Las razas domésticas se difieren entre sí por el color y calidad del pelo, teniendo el cobayo común, el pelo corto y muy suave. Por su fecundidad y fácil cría los cobayos son utilizados para la experimentación de fisiología y patología.

Con respecto a la alimentación del cobayo, podemos decir que en su primera etapa es herbívoro, a

pocas horas de roer alimentos gruesos aprovecha de toda especie de pasto verde, como de toda clase de hierbas, hojas de caña, plátanos, lechuga, cáscaras de limón, papas vainas y otros tubérculos como yuca, camote, etc.

El cobayo es un roedor que tiene glándulas salivales y una musculatura bien desarrollada para poder roer.

a.- Raza

Para efectos de nuestro experimento hemos escogido a la raza correspondiente a los cobayos albinos.

b.- Número

Debido a su alta sensibilidad, los animales son muy frágiles por lo que se convino en tener 12 cobayos albinos en investigación y 8 cobayos en testigo, esto se lo hace previniendo que por cualquier motivo no llegara al fin de la investigación un número suficiente para establecer una base de datos.

c.- Sexo, edad y peso

Fue de mitad hembras y mitad machos; en sí no se va a tomar en cuenta, puesto que el parámetro más fácil para agruparlos fue por el peso. Se escogió entre un rango de 400 gr. y 600 gr.

MANEJO DE LA INVESTIGACION

a.- Local

Se lo hizo enteramente dentro del recinto del INSTITUTO DE HIGIENE, en la sección de bioterio, en una salita especial de investigación donde estabán separados en sus respectivas jaulas y con su respectiva investigación. Estas jaulas debían de estar ubicadas en orden numérico.

b.- Ayuda profesional

El Dr. Luis Salazar Quintero, jefe de la sección de bioterio del Instituto Nacional de Higiene, es un importante colaborador del proyecto de investigación. La doctora Elba Camba, jefe del laboratorio de bioquímica, se ha unido de una manera muy entusiasta al grupo de investigación.

c.-Alimentación y cuidados.

Personal del Instituto de Higiene al mando del Dr. Salazar se encargó de alimentarlos y cuidarlos. Su alimentación consistía en balanceado, intercalando alfalfa cada dos días, refrescando su agua diariamente. La limpieza de jaulas se realizaba cada tres días.

d.- Material empleado.

Tuvimos a disposición 10 jaulas de las siguientes características construidas de láminas de hojalata, con tapa de malla para una correcta visibilidad y aereación. Las jaulas tienen una medida de 48x32x23 cm. En su interior había un comedero mas un

bebedero, el piso era cubierto con aserrín para una fácil limpieza. La jaula permitía el albergue de 2 animales. En el frente tenía su respectivo tarjetero [uno por animal], donde se tomaron los siguientes datos: Fecha y día de exposición, además del peso y temperatura antes y después de la exposición. También se anotaron la fecha de sangría con el respectivo volumen extraido. Las observaciones eran llevadas en un cuaderno aparte.

Además tenemos la bobina de la que más adelante se hablará sobre sus características.

Una balanza para animales pequeños consta de un cesto donde se mete al cobayo con su respectiva tapa y una escala que va desde 0.1 hasta 600 gr.

- un termómetro rectal.
- 60 jeringuillas 10 mlx20x1 ½
- 20 tubos de ensayo, conpletamente identificados.
- Reactivos para pruebas.
- Comida y agua para los cobayos.
- Y sobre todo mucha paciencia.

PERIODOS DE LA INVESTIGACION

Este periodo está sujeto a resultados parciales, como mínimo se analizó un período de 20 días.

PROCEDIMIENTOS

a.-GENERALIDADES

Al inicio del proyecto, se adecuó el espacio físico de la sala de investigación. Luego se hizo una pequeña experiencia durante 6 días con un solo cobayo macho; esto fue hecho con el objetivo de afinar detalles. Una vez que todo estuvo listo, se comenzó con obtener valores normales de la química sanguínea de los cobayos para así obtener datos base. Posteriormente se aplicaron diariamente los campos magnéticos en los cobayos. Terminado este período nos tocó sacar nuevos valores de parámetros en la sangre.

b.-INTENSIDAD DE EXPOSICION

La magnitud de la inducción magnética para este caso es de alrededor de 170 Gauss a baja frecuencia, 60 Hz, pudiéndose incrementar esto, pero debido a la disipación del calor en el interior de la bobina, no se puede hacer.

c.-PERIODICIDAD DE EXPOSICION

Será de 30 minutos diarios a cada cobayo albino a la vez.

d.-PERIODO Y CANTIDAD DE EXTRACCION DE SANGRE

Un factor muy importante es que para extraer sangre de los cobayos se lo hace con jeriguillas descartables a nivel intracardíaco, lo cual

debe de hacerse con el mayor cuidado posible tanto que hasta el más experto puede fallar y matar al animal. La extracción se la hace de esta manera debido a que se necesita por lo menos 5cc. de muestra para poder hacer los respectivos analisis y esta es la única manera de sacar tal cantidad de sangre del animal. Es conveniente hacerlo cada 10 días. Estas muestras serán llevadas al laboratorio de bioquímica donde se usarán los reactivos y técnicas apropiadas.

e.-IDENTIFICACION DE LOS ANIMALES.

Como tenemos dos animales por jaula procedemos a pintar a uno de los dos con mertiolate para así poder distinguirlo. Tendremos tres grupos de 12 animales expuestos, 4 animales testigos sangrados y 4 animales testigos no sangrados. Podremos en cada jaula animales del mismo sexo.

f.-UBICACION Y NUMERACION DE JAULAS.

ANIMALES EN EXPOSICION

JAULA 1	2 MACHOS	1	
		2	
JAULA 2	2 MACHOS	3	
		4	
JAULA 3	2 MACHOS	5	
		6	
JAULA 4	2 HEMBRAS	7	
		8	
JAULA 5	2 HEMBRAS	9	
		10	
JAULA 6	2 HEMBRAS	11	
		12	

ANIMALES TESTIGOS SANGRADOS

JAULA 7	2 MACHOS	13	
		14	
JAULA 8	2 HEMBRAS	15	
		16	

ANIMALES TESTIGOS NO SANGRADOS

JAULA 9	2 MACHOS	17	
		18	
JAULA 10	2 HEMBRAS	19	
		20	

g.-RESULTADOS A DETERMINARSE

Antes que nada se debe de tener los parámetros normales de esta raza de animales , el cual no existe en archivo; esto no se lo puede hacer hasta ahora por limitaciones en el tiempo del laboratorio del INSTITUTO. Se prevee que para la próxima semana se lo obtenga. Se observarán posibles cambios en:

- úrea
- creatinina

- ácido úrico
- proteínas y fracciones
- colesterol
- lípidos
- triglicéridos
- hierro libre o total
- trasaminasa pirúrica y oxalecética.
- fosfatasa alcalina
- amilasa
- cloro
- calcio
- fósforo

h.-CRONOGRAMA DE TRABAJO

DIA 0 Los cobayos son trasladados el día anterior a la sala de investigación para realizar lo siguiente:

1. Registrar peso a cada animal.
2. Registrar la temperatura de cada animal.
3. Sangrar 5cc de corazón.

JUEVES 23 DE FEB. DIA 1 EN LA INVESTIGACION.

1. Registrar la temperatura de cada animal.
2. Registrar peso de cada animal.
3. Exposición a campo magnético 30´.
   Todos menos los testigos.

VIER. 24 FEB DIA 2 EN INVEST.

SABA. 25 FEB DIA 3 EN INVEST.

DOMI. 26 FEB DIA 4 EN INVEST.

LUN. 27 FEB DIA 5 EN INVEST

MART 28 FEB DIA 6 EN INVEST

MIER. 1 MAR DIA 7 EN INVEST.

JUE. 2 MAR DIA 8 EN INVEST.

VIER. 3 MAR DIA 9 EN INVEST

SABA. 4 MAR DIA 10 EN INVEST

DOM. 5 MAR Día de intervalo

1. Registrar peso a cada animal.
2. Registrar la temperatura de cada animal.
3. Sangrar 5cc de corazón.

   a) Separación del suero

   b) Congelación del suero

LUN. 6 MAR DIA 11 EN INVEST.

MAR. 7 MAR DIA 12 EN INVEST.

MIE. 8 MAR DIA 13 EN INVEST.

JUE. 9 MAR DIA 14 EN INVEST.

VIE. 10 MAR DIA 15 EN INVEST.

SAB. 11 MAR DIA 16 EN INVEST.

DOM. 12 MAR DIA 17 EN INVEST.

LUN. 13 MAR DIA 18 EN INVEST.

MAR. 14 MAR DIA 19 EN INVEST.

MIE. 15 MAR DIA 20 EN INVEST.

JUE. 16 MAR Realizar iguales actividades al día domingo 5 de marzo.

ANALISIS DE CAMBIOS FISIOLOGICOS

Nuestro primer análisis será en lo que se refiere al peso; desgraciadamente los animales durante los días que estuvieron en experiencia, llegaron algunos a engordar y pesar más de los 600 gr. que puede medir la balanza, por lo tanto nos faltarían datos para hacer una correcta evaluación, sin embargo podemos observar que si bien ambos tienen tendencia al engorde, los animales testigos presentan una cantidad promedio mayor de aumento de peso que los expuestos; esto se podría explicar por el escaso manejo de los animales testigos con referencia de los expuestos. La pérdida de peso es aparente, puesto que en el interior de la bobina existe una temperatura un poco mayor, lo que produce que el animal sude en grandes cantidades para equilibrar su temperatura, al igual que se produce micción en grandes cantidades durante los primeros días, lo que hace que pierda cierto nivel de peso, el cual es rápidamente recuperado por el animal luego de rehidratarse.

En cuanto a la temperatura, es obvio que por tener un insuficiente medio de refrigeración, la temperatura del animal se incrementará al salir de la exposición, notándose que en aquellos que no han sudado u orinado durante la misma, tendrán una temperatura mucho mayor.

Durante los primeros días se observó mucho estrés por parte de los animales en exposición; luego de algunos días se fueron acostumbrando y su nerviosismo disminuyó, sin desaparecer del todo.

ANALISIS DE LOS RESULTADOS BIOQUIMICOS

A pesar de que en muchos de los casos ha hecho falta mayor cantidad de datos provenientes de los testigos, se dará el siguiente informe. Sin embargo, tendremos que tener en cuenta para una confrontación de datos más concisa en el futuro el incrementar el número de animales testigos, pues debemos prevenir cualquier inconveniente que pueda presentarse con alguno de ellos.

Un primer resumen de este trabajo es el siguiente:

PROTEINAS: Presentan un pequeño incremento en los expuestos, pero esto se presenta en la misma cantidad en los animales testigos, por lo tanto no se muestra mayor diferencia entre ellos.

COLESTEROL: También se observa incrementos, pero no se observa cambio alguno en ninguno de los dos tipos de cobayo.

LIPIDOS: Animales de ambos sexo tienen un aumento, pero los expuestos al campo presentan un nivel un poco mayor a los testigos.

ACIDO URICO: Existe un incremento un poco mayor en machos expuestos que en las hembras expuestas, sin embargo no poseemos datos de los testigos para poder compararlos.

CALCIO: Existe un decremento en el nivel de calcio, mayor en los machos expuestos que en las hembras, pero desgraciadamente no tenemos datos de los animales testigos para comparar.

POTASIO: Este parámetro es el único en el cual el nivel no ha variado en ningún animal desde el inicio hasta el final.

TRIGLICERIDOS: Se muestra un aumento, pero es a nivel de todos los animales en iguales cantidades.

AMILASA: En machos y hembras expuestos aumentan su cantidad, pero en los testigos también aumentan un poco menos.

UREA: Este es un parámetro donde se muestran diferencias, puesto que existe decremento en todos los animales, pero los animales expuestos presentan un nivel de decremento menor que los testigos.

CREATININA: Casi no existe variación desde el inicio hasta el final.

FOSFATASA: Se detecta decremento, pero es mayor en animales machos y en hembras testigos que en las hembras expuestas y machos testigos.

T.G.P: Vemos que hay un decremento, tanto en hembras como en machos expuestos. Solo tenemos datos de machos testigos, en el cual vemos que su nivel de decremento es igual que los expuestos.

T.G.O.: Las variaciones se presentan en la misma cantidad y manera en animales expuestos y en los testigos, solo que en los machos aumenta un pequeño nivel, mientras que en las hembras se reduce una pequeña cantidad.

CONCLUSION

El trabajo se lo realizó con una amplia colaboración de parte de todo el personal del INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE Y MEDICINAS TROPICAL, especialmente del departamento de BIOTERIO y de LABORATORIO DE BIOQUIMICA, lo cual hizo que se facilitara el mismo. Personalmente fue una experiencia nueva, puesto que nunca estuve envuelto en un trabajo de investigación como éste donde se necesitó de una gran planeación,

meticulosidad, tiempo y paciencia.

En cuanto a los resultados, podemos decir que trabajando con estos parámetros, podemos darnos cuenta que mayormente no hay mucha variación en cuanto a los parámetros analizados, pero queda una inquietud especial sobre los úrea, fosfatasa y amilasa donde han diferido un poco las cantidades mostradas en testigos y expuestos, mientras que en los demás observamos que si bien ha habido incrementos o aumentos, se han observado los mismos cambios en los animales no expuestos o testigos. Sin embargo, se recomienda en el futuro trabajar con mayor cantidad de testigos.

En cuanto a cambios fisiológicos, podemos concluir que son tres, el primero se presenta un aumento del tamaño de los testículos en los machos, inmediatamente después de la exposición el cual desaparece al siguiente día. Durante los primeros días de exposición existía un estado de ansiedad y nerviosismo, y por último una micción sin control durante la exposición de los primeros días.

C O N T E N I D O

Editorial.....1

Promociones Anteriores de Tópicos
de Ingeniería en Electrónica Médica.....3

Otros Graduados en esta área.....9

Quinta Promoción.....9

MAGNETO-TERAPIA:
Dr. José Ayala.....11

EFECTO DE LOS CAMPOS
MAGNETICOS A NIVEL CELULAR:
Ing. Carlos Becerra 16

IMPORTANCIA DE UN INGENIERO
ELECTRONICO EN UN AREA HOSPITALARIA:
Dr. Jaime Benítez.....19

INSTRUMENTACION ELECTRONICA
Y LA MEDICINA MODERNA:
Ing. Miguel Yapur Auad.....21

INSTRUMENTACION ELECTRONICA
Y LA MEDICINA MODERNA (II):
Ing. Miguel Yapur Auad.....23

CURVA DE INTENSIDAD DURACION
EN LA PARALISIS FACIAL:
Dr. Víctor Villegas.....26

RADIOPROTECCION:
Dr. Alfredo Carrión.....31

NUCLEOTOMIA LUMBAR
PERCUTANEA AUTOMATIZADA:
Dr. Farid Yapur Auad.....34

TRABAJO RESPIRATORIO:
Dr. Fernando Chalén.....36

ESTUDIO DEL CAMPO MAGNETICO SOBRE
LA QUIMICA SANGUINEA EN COBAYOS:
Ing. Paul Avalos.....42

E1R1.4