

38

11224



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Instituto Mexicano del Seguro Social
Jefatura de Enseñanza e Investigación
Hospital de especialidades
Centro Medico "La Raza"

"CORRELACION ENTRE EL TRABAJO RESPIRATORIO Y LA DISTENSIBILIDAD ESTATICA PULMONAR DURANTE LA VENTILACION MECANICA"

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
**LA ESPECIALIDAD DE MEDICINA DEL
ENFERMO ADULTO EN ESTADO CRITICO**

P R E S E N T A :
PEDRO ADAN HERNANDEZ CANCINO

Dr. Fernando Molinar Ramos
ASESORES: Dr. Elpidio Cruz Martínez
Dra. Ma. Inés Vázquez Hernández



IMSS

MEXICO, D. F.

2002

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TÍTULO DEL PROTOCOLO

“Correlación entre el trabajo respiratorio y la distensibilidad estática pulmonar durante la ventilación mecánica”

Dr. Jesús Arenas Osuna
Jefe de Educación e Investigación
Hospital de Especialidades C.M.N
"LA RAZA" Instituto Mexicano del
Seguro Social.

No De Protocolo de Investigación

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo a mis maestros:

Dr. Fernando Molinar Ramos

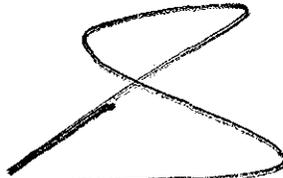
Dr. Elpidio Cruz Martínez

Dra. Ma. Inés Vázquez Hernández

Ejemplos de Humanismo y Cordura



SUBDIVISION DE ESPECIALIZACION
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE MEDICINA
U. A. M.



Con amor para mi Padre:

Profr.

Adán Hernández Morales

Con profunda admiración a mi Madre.

Profra.

Marina Cancino Flores

A mi Hermana.

Profra:

Marina Hernández Cancino.

A Mis Sobrinos

Mildred

Carlitos

A Mi hijo

Darien

INDICE

I.-Título.....	Pag 1
II -Antecedentes Científicos.....	Pag 3
III.-Justificación.....	Pag. 7
IV.-Planteamiento del Problema.....	Pag. 8
V -Definición de Variables.....	Pag. 9
VI.-Hipótesis General.....	Pag.15
VII -Hipótesis Alterna.....	Pag.16
VIII.-Hipótesis Nula.....	Pag.16
IX.-Tipo de Estudio.....	Pag.16
X.-Universo de Trabajo.....	Pag.19
XI.-Metodología.....	Pag 20
11.1.-Criterios de Inclusión.....	Pag.20
11.2 -Criterios de no Inclusión.....	Pag.20
11.3.-Criterios de Exclusión.....	Pag
11.4.-Tamaño de muestra.....	Pag.21
11.5.-Análisis Estadístico.....	Pag.22
XII - Resultados.....	Pag.29
XIII -Conclusión.....	Pag.29
XIV.-Anexos.....	Pag 30
XV -Bibliografía.....	Pag 34

NOMBRE DEL INVESTIGADOR

Dr. Pedro Adán Hernández Cancino
Médico Jefe de Servicio de la Unidad de Cuidados Intensivos
Centro de Especialidades Médicas "Dr. Rafael Lucio Nájera"
Servicios de Salud de Veracruz

COLABORADORES**Dr. Fernando Molinar Ramos**

Jefe de Servicio
Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades
Centro Médico Nacional "La Raza"
Instituto Mexicano del Seguro Social

Dr. Elpidio Cruz Martínez

Médico Adscrito
Unidad de Cuidados Intensivos
Hospital de Especialidades
Centro Médico Nacional "La Raza"
Instituto Mexicano del Seguro Social

Dra. María Inés Vázquez Hernández

Médico Adscrito
Unidad de Cuidados Intensivos
Hospital de Especialidades
Centro Médico Nacional "La Raza"
Instituto Mexicano del Seguro Social

Dr. Ángel Baltazar Torres

Médico Adscrito
Unidad de Cuidados Intensivos
Hospital de Especialidades
Centro Médico Nacional "La Raza"
Instituto Mexicano del Seguro Social

ANTECEDENTES CIENTÍFICOS

Marco Teórico

La principal función del sistema respiratorio, compuesto por los pulmones y la pared torácica, consiste en proporcionar oxígeno a la sangre venosa mixta que ingresó a los pulmones y al mismo tiempo eliminar dióxido de carbono. Para ello son necesarios dos procesos interrelacionados: 1) el intercambio gaseoso y 2) la ventilación

La ventilación depende de la expansión y el retorno del sistema respiratorio, y esto solamente ocurre si existe una fuerza capaz de contrarrestar a dos fuerzas más de oposición, el retroceso elástico y la resistencia al flujo⁽¹⁾. El retroceso elástico del sistema respiratorio se mide en condiciones estáticas y es la presión requerida para mantener el tórax en un estado pasivo ante un volumen dado, más la suma de una presión adicional para contrarrestar fuerzas de fricción en las vías aéreas en concordancia con el movimiento del parénquima pulmonar⁽²⁾.

Durante la ventilación que necesitan los enfermos críticos, se requiere de la aplicación de un trabajo, que en física se define como, el producto que surge al aplicar una fuerza sobre una masa a través de una distancia. En sistemas de fluidos como el sistema respiratorio⁽³⁾, se dice que trabajo es realizado cuando una fuerza o presión aplicada causa movimiento de volumen, como ocurre en la inspiración, por lo tanto el trabajo de la respiración es la integración de

$$W = p \cdot v.$$

Bajo estas condiciones, trabajo respiratorio es la cantidad de presión que pueda ser generada como resultado del movimiento de un cierto volumen de gas y las unidades en que se reporta Kg.m o en Joules, $0.1 \text{ kg m} = 1 \text{ Joule}$.

Se ha determinado que en individuos normales el trabajo respiratorio es cercano a 1 kg.m o un Joule y que corresponde a un consumo de oxígeno del 2 al 5% del consumo de oxígeno corporal total⁽⁴⁾.

Entonces desde el punto de vista metabólico, el trabajo respiratorio normal es la energía necesaria para iniciar una respiración, más la suma de fuerzas no elásticas y una inercial resultante de gas que se mueve a través de una estructura.

Nava⁽⁵⁾ reportó que durante la enfermedad pulmonar obstructiva crónica ocurre un incremento del trabajo respiratorio que puede llegar a significar del 35 al 40% del consumo corporal total de oxígeno, esto para observar la importancia del desvío de recursos energéticos a las funciones primordiales como la de realizar el trabajo respiratorio.

El trabajo respiratorio en condiciones anormales se denomina trabajo intrínseco⁽⁶⁾, puesto que se requiere sobreponer un cambio en la distensibilidad o vencer las resistencias de las vías aéreas.

Es tan importante determinar el trabajo respiratorio que Marini⁽⁷⁾ lo consideró como parte del protocolo de retiro de la ventilación mecánica, Levi⁽⁸⁾ lo mencionó como el mejor predictor de la respuesta de los enfermos en ventilación mecánica y durante el retiro de la ventilación mecánica.

Pero entre los autores que opinan de diferente forma están Petrin⁽⁹⁾ quien menciona que el trabajo respiratorio puede tener alteraciones por tos, edema de las vías aéreas y algunas maniobras no relacionadas con el ciclo respiratorio, lo que ha originado propuestas para modificar su determinación y es Criner⁽¹⁰⁾ quien a través del cálculo de la presión neta instantánea aplicada por los músculos respiratorios ($P_{\text{musc.t}}$) reporta una buena correlación al compararlo con la determinación tradicional de la presión intratorácica.

Sin embargo, Brochar⁽¹¹⁾ determinó el trabajo respiratorio en Joules y si el trabajo respiratorio era mayor de 6 Joules por minuto ocurrieron cambios electromiográficos asociados a fatiga diafragmática y por lo tanto de incapacidad de llevar a los enfermos a ventilación espontánea.

Los modos de asistencia mecánico-ventilatoria también se han estudiado en búsqueda de mejores formas y que reditúen en descenso del consumo corporal total de oxígeno por trabajo respiratorio incrementado, Messinger⁽¹²⁾ estableció una forma de reducción del trabajo respiratorio bajo presión positiva de la vía aérea, cuando usó la presión traqueal como disparo de ventilador.

Fessler⁽¹³⁾ reportó durante la ventilación con presión positiva continua de la vía aérea un descenso en el trabajo respiratorio en los enfermos con enfermedad pulmonar obstructiva crónica y bajo eventos de presión positiva al final de la espiración intrínseca (auto-peep).

Sin embargo, desde 1985, Kanak⁽¹⁴⁾ reportó que durante el modo SIMV se incrementó el consumo de oxígeno pero cuando cambió a modo de soporte por presión, ocurrió un descenso en el consumo de oxígeno en un 27%, hecho apoyado por Jarreau⁽¹⁵⁾ que demuestra en neonatos un descenso en el trabajo respiratorio cuando el enfermo dispara el ventilador.

Es Klausner⁽¹⁶⁾ quien demostró el trabajo respiratorio en Joules bajo la forma CPAP con máscara nasal siendo de 0.135 mJ/respiración, que puede corresponder a un cuarto del que se registró en forma convencional.

Patel⁽¹⁷⁾ comparó la forma BIPAP con un ventilador Servo 900c y obtiene el trabajo respiratorio en Joules por litro siendo de 0.76 +/- 0.08 y 0.73 +/- 0.08 en forma respectiva.

En Joules por minuto determinó 8.62 +/- 1.06 y 8.11 +/- 0.97 también en forma respectiva.

Iotti⁽¹⁸⁾, luego de recordar la forma convencional para determinar el trabajo respiratorio consiste en la obtención de la fuerza de los músculos respiratorios, propone la utilización de una fórmula ($P_{muc} \cdot t$) que no demuestra utilidad estadística.

Sin embargo, los estudios que realizó Heulitt⁽¹⁹⁾ bajo un modelo experimental animal, le dio la oportunidad de comparar el trabajo respiratorio entre dos modelos diferentes de ventiladores concluyendo que el trabajo respiratorio incrementado era secundario al tubo endotraqueal y a los circuitos de los ventiladores, también registro un descenso del trabajo respiratorio en un 47% bajo modo soporte de presión y también un 47% para el de CPAP, los ventiladores utilizados fueron un Servo 300 y un Servo 900.

Girault⁽²⁹⁾ comparó los efectos de la ventilación no invasiva bajo modo asisto/controlado, y obtuvo el trabajo respiratorio expresado como WOB inspiratorio/volumen corriente y como WOB inspiratorio/frecuencia, con resultados en un descenso del trabajo respiratorio inspiratorio en 15 pacientes portadores de falla respiratoria crónica hipercápnica.

Lewis⁽²¹⁾ estableció la relación entre el consumo de oxígeno y el trabajo respiratorio en enfermos con obstrucción severa de la vía aérea en un período de 7 años y 131 pacientes con resultados en descenso en el consumo de oxígeno registrado en los músculos respiratorios.

Stock⁽²²⁾, indujo falla cardíaca con esmolol y observó un incremento desde 335 +/- 371 hasta 559 +/- 48 mmHg en el trabajo elástico de la respiración y un descenso en el $\dot{V}O_2$ de 680 +/- 240 a 260 +/- 90 ml O_2 /minuto. Hecho que confirma las referencias previas en donde se asocia un incremento del trabajo respiratorio ante un cambio de distensibilidad pulmonar.

Algo similar ocurre en los enfermos con falla cardíaca y/o en postoperatorio de transplante de corazón en donde se registran cambios en

función del circuito menor, Mancini⁽²³⁾ investigó el trabajo respiratorio que ocurre luego de trasplante de corazón de 6 pacientes, mediante la determinación de la presión trans-diafragmática registró que el trabajo respiratorio no desciende, sin embargo, la manifestaciones de disnea sí.

Yau⁽²⁴⁾, determinó el flujo de aire y la presión transpulmonar para calcular los valores de la mecánica pulmonar y la energía necesaria para la respiración, observó que la distensibilidad se incrementa con la edad, y que el trabajo respiratorio fue alto en infantes recién nacidos y resistencia pulmonar alta o baja distensibilidad

Mador⁽²⁵⁾ estableció que el mayor determinante de consumo de oxígeno es la tensión diafragmática, luego del índice de tensión/tiempo, e índice de trabajo y volumen pulmonar en forma descendente.

Zakynthinos⁽²⁶⁾ estudió 31 pacientes con falla respiratoria y bajo ventilación mecánica y solamente pudo determinar la pérdida de la capacidad de contracción de los músculos respiratorios observada con la determinación de la relación P_i/p_{imx} .

Truwit⁽²⁷⁾ señaló en su artículo de referencia que la monitorización del enfermo bajo ventilación mecánica requiere de la determinación del trabajo respiratorio, hecho poco frecuente y que pudiera ser rutinario y accesible y que no se realiza.

Es de llamar la atención el surgimiento de técnicas nuevas y muy sofisticadas como la que refiere Rating⁽²⁸⁾ que utilizó sustratos estables isotópicos que son metabolizados en forma de $^{13}CO_2$ de difícil interpretación para la determinación o asociación al trabajo respiratorio

JUSTIFICACIÓN

La evolución de la ventilación mecánica nos ha llevado a conocer una variedad de formas de asistencia ventilatoria que nos permite sustituir en forma temporal la función de respirar⁽³⁰⁾. Los nuevos ventiladores se han encaminado a minimizar el compromiso cardiovascular, disminuir el desequilibrio ventilación-perfusión, facilitar el proceso de retiro de la ventilación mecánica y a disminuir el trabajo respiratorio.

Para lograr estos objetivos se requiere de la solución de varios problemas en forma conjunta, los que corresponden a la ventilación son, entre otros, los relacionados a los cambios de la distensibilidad pulmonar y de la vía aérea que se ha demostrado son factores relacionados a un incremento del trabajo respiratorio y por lo tanto mayor utilización de energía y consumo de oxígeno que puede significar un 35 a 40% del total corporal.

La ventilación mecánica y la aplicación de su estándar de oro que comprende la evaluación de la ventilación alveolar y la cuantificación del trabajo respiratorio, han sido de gran ayuda en la modificación de la evolución y del pronóstico de los enfermos graves.

Desafortunadamente, la cuantificación del trabajo respiratorio requiere de técnicas poco accesibles en lo que se refiere a la determinación del consumo de oxígeno de los músculos respiratorios^(29 30) o de recursos para observar la actividad electromiográfica del diafragma durante la ventilación.

Sin embargo, dentro de toda esta complejidad existe una forma de evaluación del trabajo respiratorio con resultados en Joules que describió Macintyre⁽²⁹⁾, que comprende la determinación y suma del trabajo secundario al flujo y el trabajo resultado de la distensión.

Los datos o variables son tomados de los ventiladores directamente o son proporcionados en forma de trabajo respiratorio en los modelos apoyados por microprocesadores.

La bibliografía señala series de pacientes estudiados de esta forma con datos firmes bajo procesos como enfermedad pulmonar obstructiva crónica, postoperatorio de transplante de corazón o en donde existen cambios en la distensibilidad pulmonar.

Ante estos hechos nos disponemos a efectuar el protocolo de estudio correspondiente dentro de una serie importante de enfermos para determinar mejor su peso estadístico.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Es el trabajo respiratorio modificado por las alteraciones de la distensibilidad estática pulmonar durante la ventilación mecánica?

VARIABLE INDEPENDIENTE

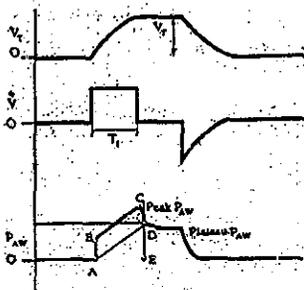
Distensibilidad estática pulmonar.

VARIABLE DEPENDIENTE

Trabajo respiratorio

DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES

Si analizamos en la gráfica los determinantes volumen corriente, flujo y presión de la vía aérea, en la parte inferior observamos un paralelograma llamado ABCDA⁽²⁹⁾.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Si ABCDA es multiplicado por el volumen corriente, se representa el trabajo secundario al flujo.

Si el triángulo ADE es multiplicado por el volumen corriente, se representa el trabajo de distensión.

En su expresión matemática la fórmula de trabajo respiratorio se desarrolla de la siguiente manera:

$$W_r = (CD + \frac{1}{2} DE) \times VT$$

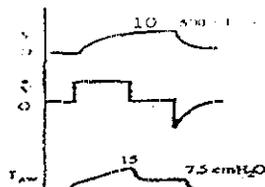
$$W_r = (PAW_{\text{peak}} - PAW_{\text{plateau}}) + \frac{1}{2} PAW_{\text{plateau}} \times VT$$

$$W_r = (PAW_{\text{peak}} - \frac{1}{2} PAW_{\text{plateau}}) \times VT$$

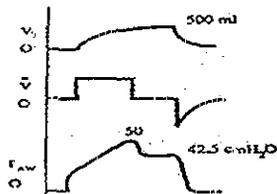
Para obtener el trabajo respiratorio en Joules, debemos considerar que la presión se mide en cmH₂O y el volumen corriente en litros, si se divide entre 10 se obtiene el trabajo respiratorio en Joules.

La representación normal de trabajo respiratorio en Joules, bajo las condiciones siguientes es como sigue en la siguiente página.

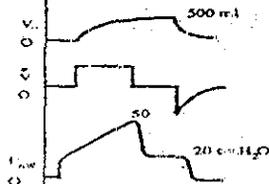
A) -Normal



B) -Distensibilidad



C) -Enf. Obstructiva.



Frecuencia respiratoria = 15X'

V C = 0.5 L

PAW peak = 15 cmH₂OPAW plateau = 15 cmH₂O

$$W_r = \frac{(15 - 3 - 7.5) \times 0.5}{10} =$$

$$W_r = 0.56 \text{ Joules}$$

El trabajo respiratorio normal por minuto es:

$$W_r/\text{min} = 0.56 \times 15 = 8.4 \text{ Joules}$$

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES

Distensibilidad compliance⁽³⁰⁾

La compliance de una estructura, es la relativa facilidad con que esa estructura se distiende

Elastancia es la tendencia de las estructuras de retornar a su forma original luego de haber sido activada por una fuerza.

En el aparato respiratorio las fuerzas se que oponen a la insuflación son precisamente las elásticas y las originadas por la fricción o la resistencia al flujo de gas a través de la vía aérea.

En fisiología pulmonar se utiliza el término compliance para medir las fuerzas elásticas que se oponen a la insuflación, sin embargo, por consenso se define como el cambio de volumen que corresponde a un cambio de presión;

$$C = \Delta V/P$$

En donde delta es igual a un cambio, las unidades empleadas son volumen en mililitros o litros y para presión en centímetros de agua.

La compliance normal del aparato respiratorio es la suma de la compliance de los pulmones y de las estructuras torácicas sobrepuestas.

En el individuo no ventilado, que respira espontáneamente, la compliance total es cercana a 0.1 L/cm H₂O con un rango de 0.05 L/cmH₂O a 0.17 L/cmH₂O, dependiendo del nivel de conciencia y postura.

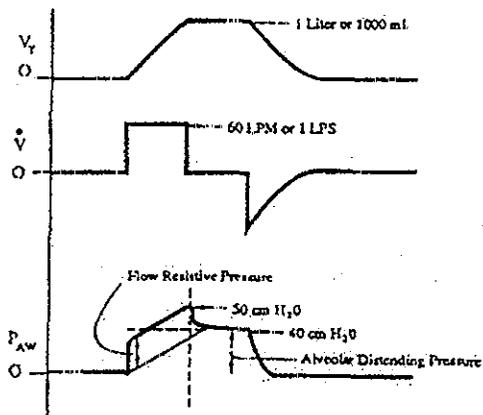
En los enfermos bajo ventilación mecánica pero con pulmones normales, la compliance puede variar desde 40 a 50 ml/cmH₂O en hombres y de 35 a 45 ml/cmH₂O en mujeres o ser tan alta como 100 ml/cmH₂O para ambos sexos

Durante la ventilación mecánica se requiere un período de flujo de gas cero para medir la compliance estática y su fórmula es:

$$C_{\text{lung}} = \frac{V_T}{(\text{PAW Plateau} - \text{Baseline PAW})}$$

Para fines de este estudio se consideró normal por arriba de 25 ml/ch20

En la figura siguiente se observa en forma esquemática los componentes derivados de la curva presión de la vía aérea.



$$W = \frac{\text{Peak PAW} - \text{Plateau PAW}}{V(\text{flujo})} \quad 50 - 40 \quad 10 \text{ cmH}_2\text{O/LPS}$$

Presión pico (PAW PEAK)

Durante la ventilación mecánica la presión pico es generada con la apertura de la vía aérea, es generalmente influenciada por cinco determinantes:

La compliance tórax-pulmón, la resistencia en la vía aérea, el volumen corriente, el flujo inspiratorio y la presión basal.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La presión de insuflación pico varía inversamente con la compliance y directamente con el volumen corriente, la resistencia de la vía aérea y el flujo. Su representación matemática es:

$$PIP = VI/CLT + (Raw \times VI) + \text{Pressure Baseline}$$

Considerando para un adulto normal con una distensibilidad torácica-pulmonar de 0.1 L/cmH₂O una Raw de 3 cmH₂O/L seg, con un volumen corriente de 1 L y un flujo constante de 1 L/seg con una presión basal de 5 cmH₂O la PIP sería:

$$PIP = 1 \text{ L} + (3 \text{ cmH}_2\text{O/L.seg} \times 1 \text{ L/seg}) + 5 \text{ cmH}_2\text{O}$$

$$PIP = 18 \text{ cm H}_2\text{O}$$

Si la compliance súbitamente desciende hasta 0.02 L/cmH₂O y todas las variables permanecen constantes, la PIP puede incrementarse hasta 58 cmH₂O

$$PIP = \frac{1 \text{ L} + (3 \text{ cmH}_2\text{O/L.seg} \times 1 \text{ L/seg})}{0.02 \text{ L/cmH}_2\text{O}} + 5 \text{ cmH}_2\text{O}$$

$$PIP = 58 \text{ cmH}_2\text{O}$$

Flujo inspiratorio (30)

Cuando se inicia la ventilación ciclada por volumen, el clínico debe seleccionar un flujo inspiratorio medido en L/minuto, que determina qué tan rápido el volumen corriente es descargado, el tiempo requerido para completar una inspiración es una función del promedio del flujo y el volumen corriente denominado tiempo inspiratorio:

$$T_i = \frac{V_T}{\text{Índice de flujo}}$$

Por lo tanto es la medida del índice del volumen de gas que es descargado al enfermo y se representa como el volumen cargado por unidad de tiempo expresado en L/seg o L/min.

Trabajo respiratorio^(29 y 30)

El flujo de gas inspirado puede ocurrir cuando en ventilación mecánica se crea una diferencia de presiones entre la presión de la vía aérea y la presión alveolar

Durante la inspiración espontánea, la contracción del diafragma baja la presión intrapleurar, creando una diferencia de presiones con la vía aérea. Durante la ventilación mecánica la inspiración ocurre cuando una presión positiva es aplicada sobre la vía aérea.

En enfermos con daño pulmonar agudo y que tienen una respiración espontánea efectiva, el trabajo de la respiración debe ser lo más eficiente posible, sin embargo, algunos clínicos opinan que la determinación del trabajo respiratorio requiere de técnicas no fácilmente disponibles.

En la figura siguiente se determina el trabajo elástico del pulmón como un área sombreada bajo la curva:

Cuando existe un requerimiento de presión mayor, la curva que representa al trabajo se incrementa. Si esto ocurre, el paciente disminuye su volumen corriente, incrementa la frecuencia respiratoria en un esfuerzo por disminuir el trabajo respiratorio.

HIPÓTESIS GENERAL

La distensibilidad estática pulmonar modifica significativamente el trabajo respiratorio en los enfermos críticos bajo ventilación mecánica.

HIPÓTESIS ALTERNA

La distensibilidad estática pulmonar modifica significativamente el trabajo respiratorio en los enfermos críticos bajo ventilación mecánica.

HIPÓTESIS NULA

La distensibilidad estática pulmonar no modifica significativamente el trabajo respiratorio en los enfermos críticos bajo ventilación mecánica

HIPÓTESIS ALTERNA

La distensibilidad estática pulmonar modifica significativamente el trabajo respiratorio en los enfermos críticos bajo ventilación mecánica.

HIPÓTESIS NULA

La distensibilidad estática pulmonar no modifica significativamente el trabajo respiratorio en los enfermos críticos bajo ventilación mecánica

OBJETIVO DEL ESTUDIO

Establecer el trabajo respiratorio y la distensibilidad estática pulmonar en los enfermos críticos bajo ventilación mecánica

OBJETIVO ESPECIFICO

Identificar si los cambios en la distensibilidad estática pulmonar modifican el trabajo respiratorio en los enfermos críticos bajo ventilación mecánica.

OBJETIVO DEL ESTUDIO

Establecer el trabajo respiratorio y la distensibilidad estática pulmonar en los enfermos críticos bajo ventilación mecánica

OBJETIVO ESPECIFICO

Identificar si los cambios en la distensibilidad estática pulmonar modifican el trabajo respiratorio en los enfermos críticos bajo ventilación mecánica.

TIPO DE ESTUDIO

Prospectivo, longitudinal, descriptivo, observacional, de una cohorte.

UNIVERSO DE TRABAJO

Total de enfermos adultos en estado crítico bajo ventilación mecánica internados en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades C.M.N. "La Raza", que reúnan los criterios de ingreso al estudio en el período comprendido del 1° de marzo al 1° de mayo del 2000.

Técnicas para controlar las diferencias entre los sujetos de estudio

Selección homogénea⁽³¹⁾.

Técnicas para controlar las diferencias situacionales

Muestreo aleatorio⁽³²⁾.

Criterios de inclusión

- Ambos sexos.
- Edad comprendida entre 15 y 85 años.
- Sin antecedente de tabaquismo.
- Sin enfermedad pulmonar crónica conocida
- Bajo ventilación mecánica.

Criterios de no-inclusión

- Menores de 15 o mayores de 85 años.
- Con enfermedad pulmonar crónica conocida.
- Politrauma de tórax.

Criterios de exclusión

Cuando se demuestre alguna patología pulmonar previa.

Características del grupo experimental

Total de enfermos en estado crítico bajo ventilación mecánica con cambios en la distensibilidad estática pulmonar y con modificación del trabajo respiratorio.

Características del grupo control

Por ser un estudio observacional comparativo de una cohorte, no requiere de grupo control.

Sistema de captación de la información

El responsable de la investigación, coleccionará la información y transcribirá los datos tal y como se lo indica la hoja de registro de datos, la cual contiene una barra de identificación que comprende nombre, expediente, diagnóstico clínico, edad y peso.

- Anotará las variables solicitadas obteniéndolas de la representación gráfica en la pantalla monitor del ventilador o mediante la lectura o mediante la lectura depresión pico, presión plateau, volumen corriente, flujo máximo, presión positiva al final de la espiración y el modo ventilatorio empleado y frecuencia respiratoria.
- Anotará el tipo de ventilador utilizado, marca comercial, así como la fecha y hora de la lectura.
- Procederá a realizar los cálculos correspondientes a trabajo respiratorio por minuto y de distensibilidad estática pulmonar de acuerdo a las fórmulas que se acompañan.

Tamaño de la muestra(33)

De acuerdo a $Z = 1.96$ para un nivel de confianza de 0.95 y una desviación estándar del trabajo respiratorio de 26.1 tomado de los estudios de Macintyre obtenemos para una población grande e ignorando la corrección de la población finita:

$$N = \frac{(1.96)^2 (26.1)^2}{(5)^2}$$

$$N = \frac{(3.84) (681.21)}{25}$$

$$N = 105 \text{ pacientes}$$

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se somete a valoración estadística, con el programa computacional *Statistica* versión 1998, las lecturas de Trabajo Respiratorio (Wr) en Joules y Distensibilidad Estática (DE) en ml/cmH₂O de 27 pacientes bajo ventilación mecánica internados en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades C.M.N. "La Raza" del Instituto Mexicano del Seguro Social, México D.F. que cumplieron con los criterios de inclusión. Se tomaron 2 dos mediciones al azar por cada paciente. Los datos obtenidos se muestran en la tabla 1, así como los promedios para ambas mediciones con los cuales se efectuó dicho análisis.

Nº Paciente	WR(1) Joules	WR(2) Joules	DE(1) cm H ₂ O	DE(2) cm H ₂ O	Promedio WR	Promedio DE
1	17.76	14.52	88.0	53.00	16.14	70.5
2	16.56	25.20	120.0	33.00	20.88	76.5
3	10.00	10.10	29.54	31.75	10.05	30.65
4	20.16	19.74	25.71	20.68	19.95	23.20
5	31.50	36.30	30.0	38.40	33.90	34.20
6	6.60	8.68	23.11	26.31	7.64	24.71
7	8.05	8.82	33.33	36.66	8.44	35.00
8	13.86	13.76	33.33	57.14	13.81	45.24
9	7.56	8.16	50.0	45.83	10.66	47.92
10	6.16	6.96	62.22	46.66	6.56	54.44
11	8.20	14.96	36.86	31.56	11.58	34.21
12	9.00	8.56	231.0	476.00	8.78	353.5
13	10.92	31.08	45.83	42.30	21.0	44.10
14	5.53	5.39	36.66	42.30	5.46	39.48
15	7.15	7.81	30.58	30.35	7.48	30.47
16	10.56	52.80	104.0	110.00	31.68	107.0
17	12.98	16.20	47.5	52.54	14.59	50.02
18	8.50	6.48	36.66	47.08	7.49	41.87
19	6.89	17.36	31.45	38.00	12.13	34.73
20	47.79	46.08	64.70	39.76	46.94	52.23
21	8.40	15.12	33.84	53.84	11.76	43.84
22	10.44	10.20	27.77	26.31	10.32	27.04
23	8.70	8.25	40.00	40.00	8.48	40.0
24	12.80	12.80	300.00	330.00	12.80	315.0
25	6.96	8.00	35.71	45.45	7.48	40.58
26	12.36	23.52	127.80	147.80	17.94	137.80
27	15.96	18.07	82.85	82.85	17.02	82.85

Tabla 1. Mediciones duplicadas de WR y DE con sus respectivos promedios

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Se efectuó un análisis exploratorio para verificar si los datos obtenidos representan un análisis estadístico sólido, para ello se elaboraron tablas de distribución de frecuencias (tablas 2 y 3) para cada una de las variables estudiadas

TABLA DE DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS PARA TRABAJO RESPIRATORIO				
Intervalos de clase	Frecuencias	Frecuencias acumuladas	Porcentajes	Porcentajes acumulados
5 - 10	9	9	33.33	33.33
10 - 15	9	18	33.33	66.66
15 - 20	4	22	14.81	81.47
20 - 25	2	24	7.41	88.88
25 - 30	0	24	0.00	88.88
30 - 35	2	26	7.41	96.30
35 - 40	0	26	0.00	96.30
40 - 45	0	26	0.00	96.30
45 - 50	1	27	3.70	100.00

Tabla 2. Tabla de distribución de frecuencias por intervalos de clase para Trabajo Respiratorio.

De la tabla 2, se desprende que 18 de los 27 pacientes estudiados para mediciones de trabajo respiratorio tienen valores entre 5 y 14 joules lo que representa el 66.66%. De aquí puede también observarse que una pequeña parte de los mismos tienen valores observados de TR por arriba de 15 Joules, lo que representa el 33.34%.

TABLA DE DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS PARA DISTENSIBILIDAD ESTÁTICA				
Intervalos de clase	Frecuencias	Frecuencia acumuladas	Porcentaje	Porcentaje acumulados
0 - 50	17	17	62.96	62.96
50 - 100	6	23	22.22	85.20
100 - 150	2	25	7.41	92.60
150 - 200	0	25	0.00	92.60
200 - 250	0	25	0.00	92.60
250 - 300	0	25	0.00	92.60
300 - 350	1	26	3.70	96.30
350 - 400	1	27	3.70	100.00

Tabla 3. Tabla de distribución de frecuencias por intervalos de clase para Distensibilidad Estática.

De la tabla 3 se puede observar que la mayor parte de los pacientes (17) presentan valores de distensibilidad estática entre 0 y 49 cm de agua lo que representa el 62.96%. Así mismo se observa que una minoría (10) de los mismos tienen cifras de DE por arriba de 50 cm de agua, lo que representa el 37.04%. Asimismo, se observa que los únicos valores altos se encuentran entre cifras que van de 300 a 399 cm de agua.

Los gráficos 1 y 2 muestran la distribución de las mediciones de trabajo respiratorio en los 27 pacientes estudiados, dichos datos muestran asimetría positiva cuya distribución en el histograma no se presenta como una distribución normal tal y como lo representa el valor de $p < 0.01$ obtenido mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov para prueba de normalidad.

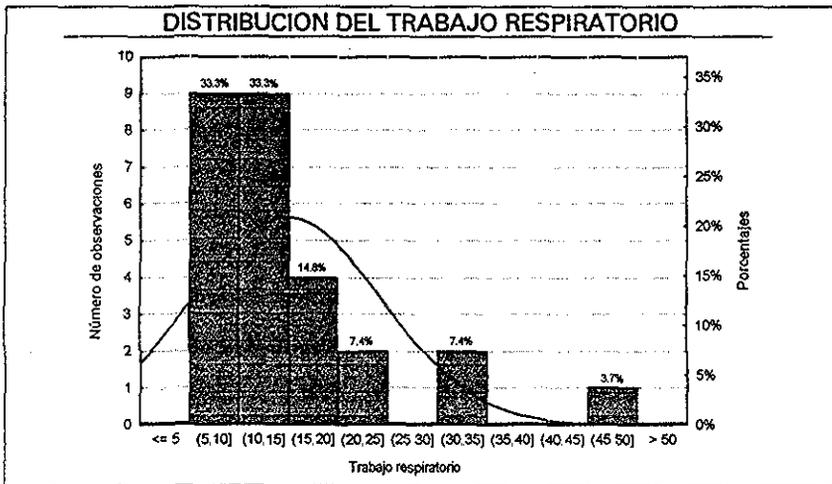


Gráfico 1. Histograma de las observaciones de trabajo respiratorio.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

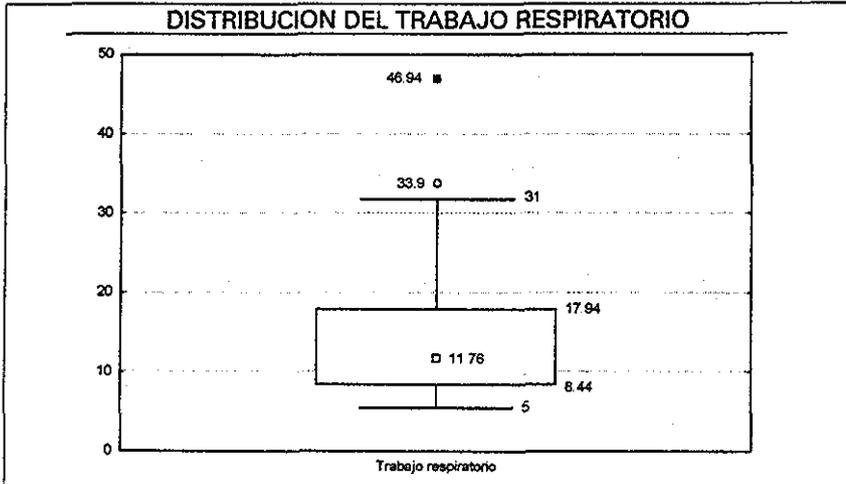


Gráfico 2. Diagrama de cajas y alambres para trabajo respiratorio.

Del gráfico 1 se observa que la mayoría de las mediciones de trabajo respiratorio caen entre valores que van de 5 a 14 Joules, como se demostró en la tabla de distribución de frecuencias correspondiente. Del gráfico 2 se aprecia que el 25% de las observaciones están entre valores que van de 5 a 8.44 Joules, mientras que el 50% de las observaciones caen dentro de cifras que van de 5 a 17.94 Joules. Se aprecian valores extremos (46.94 Joules) y atípicos (33.9 Joules) fuera de la distribución de las observaciones.

En los gráficos 3 y 4 se presenta la distribución de las observaciones para las mediciones de distensibilidad estática, las cuales presentan una asimetría positiva

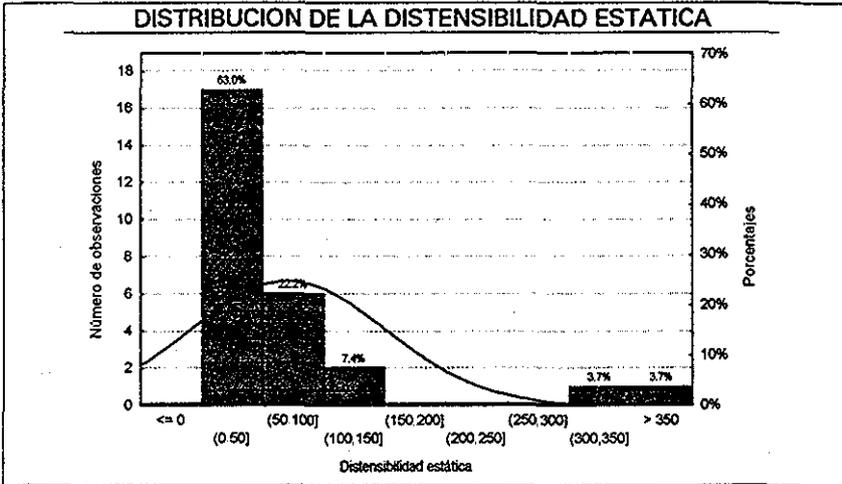


Gráfico 3. Histograma de las observaciones de distensibilidad estática.

Del gráfico anterior (gráfico 3) se aprecia como la distribución de los datos se presenta con una asimetría positiva, observándose que la mayoría de las observaciones están dentro de cifras que van de 0 a 49 cm de H₂O.

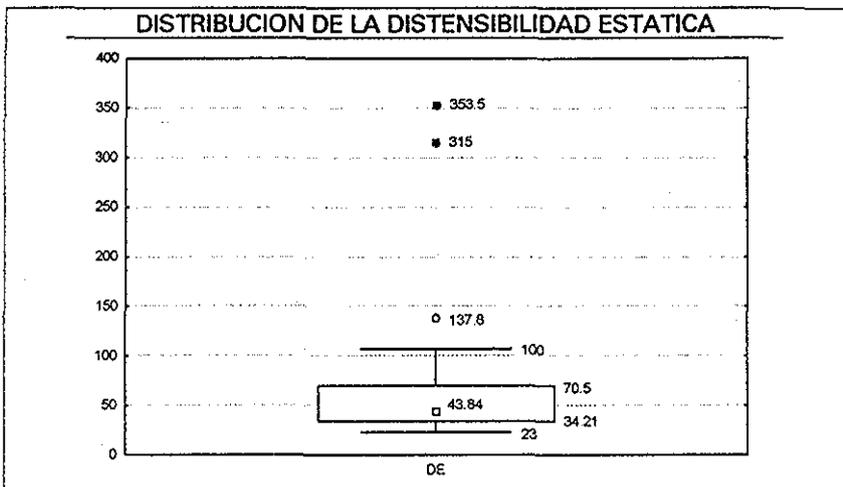
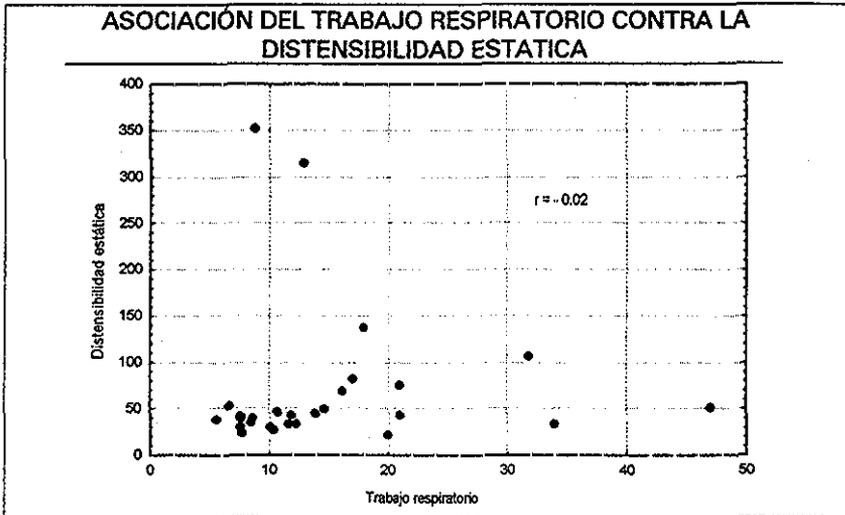


Gráfico 4. Diagrama de cajas y alambres para distensibilidad estática.

En cuanto al comportamiento de la distensibilidad estática mostrado en el gráfico 4, se observa que el 25% de las observaciones se encuentra entre valores

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

proporcional con la distensibilidad estática. El valor del coeficiente de correlación de Pearson encontrado es de -0.02 .



Gráfica 6. Asociación entre trabajo respiratorio y distensibilidad estática.

En el gráfico 6 es evidente la ausencia de asociación entre el trabajo respiratorio y la distensibilidad estática. También es posible apreciar como la mayoría de los datos se concentran en valores bajos de ambas características (demostrado en las tablas de distribuciones de frecuencias). El valor del coeficiente de correlación de Pearson para esta asociación es de poca importancia como lo indica la tabla 4:

Valor de \hat{r}	Importancia:
$\hat{r} \leq 0.3$	Poco importante
$0.3 \leq \hat{r} < 0.5$	Moderadamente importante
$0.5 \leq \hat{r} < 0.7$	Simplemente importante
$0.7 \leq \hat{r} < 0.9$	Muy importante
$\hat{r} \geq 0.9$	Importantísima

Tabla 4 Valores de correlación.

Resultados.

A) -Se estudiaron 27 pacientes, (59% Masculinos y 41% femeninos) con una edad promedio de 45.93 años y un rango de 80 a 25 años bajo ventilación mecánica

B) -La distribución de tipo de ventiladores utilizados fue ;55% Siemens 300 A ,30% Bear 1000, 15% 7200^a Se tomó al azar dos determinaciones de Trabajo respiratorio y dos de distensibilidad estática pulmonar, al inicio de la enfermedad subyacente y de la ventilación mecánica indicada.

C) -18 pacientes, (66.66%)mostraron un Trabajo respiratorio por Joules minuto mayor a 10 Joules.

D) -Un paciente (3.70%) mostró un trabajo respiratorio por arriba de 45 Joules x minuto.

E) -17 pacientes mostraron una distensibilidad estática pulmonar igual o menor de 50 ml/cmh²⁰.

F) -10 pacientes mostraron una distensibilidad estática mayor de 50 ml/cmh²⁰

G) -25% de las observaciones registraron un trabajo respiratorio entre 5 a 8.44 Joules x minuto.

H) -El valor de correlación entre las variables trabajo respiratorio y distensibilidad estática pulmonar de acuerdo a Pearson fue de -0.02 , poco importante.

Conclusión.

Para fines de este protocolo de investigación, el trabajo respiratorio no tiene correlación con los cambios de la distensibilidad estática pulmonar

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Resultados.

A) -Se estudiaron 27 pacientes, (59% Masculinos y 41% femeninos) con una edad promedio de 45.93 años y un rango de 80 a 25 años bajo ventilación mecánica

B) -La distribución de tipo de ventiladores utilizados fue ;55% Siemens 300 A ,30% Bear 1000, 15% 7200^a Se tomó al azar dos determinaciones de Trabajo respiratorio y dos de distensibilidad estática pulmonar, al inicio de la enfermedad subyacente y de la ventilación mecánica indicada.

C) -18 pacientes, (66.66%)mostraron un Trabajo respiratorio por Joules minuto mayor a 10 Joules.

D) -Un paciente (3.70%) mostró un trabajo respiratorio por arriba de 45 Joules x minuto.

E) -17 pacientes mostraron una distensibilidad estática pulmonar igual o menor de 50 ml/cmh²⁰.

F) -10 pacientes mostraron una distensibilidad estática mayor de 50 ml/cmh²⁰

G) -25% de las observaciones registraron un trabajo respiratorio entre 5 a 8.44 Joules x minuto.

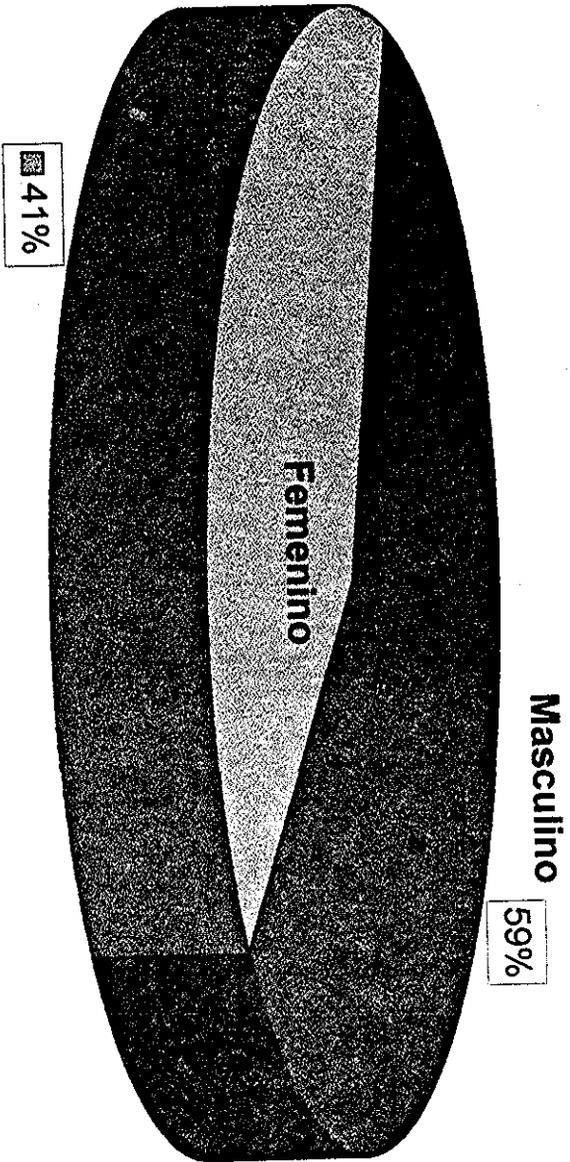
H) -El valor de correlación entre las variables trabajo respiratorio y distensibilidad estática pulmonar de acuerdo a Pearson fue de -0.02 , poco importante.

Conclusión.

Para fines de este protocolo de investigación, el trabajo respiratorio no tiene correlación con los cambios de la distensibilidad estática pulmonar

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Distribución por Sexo.

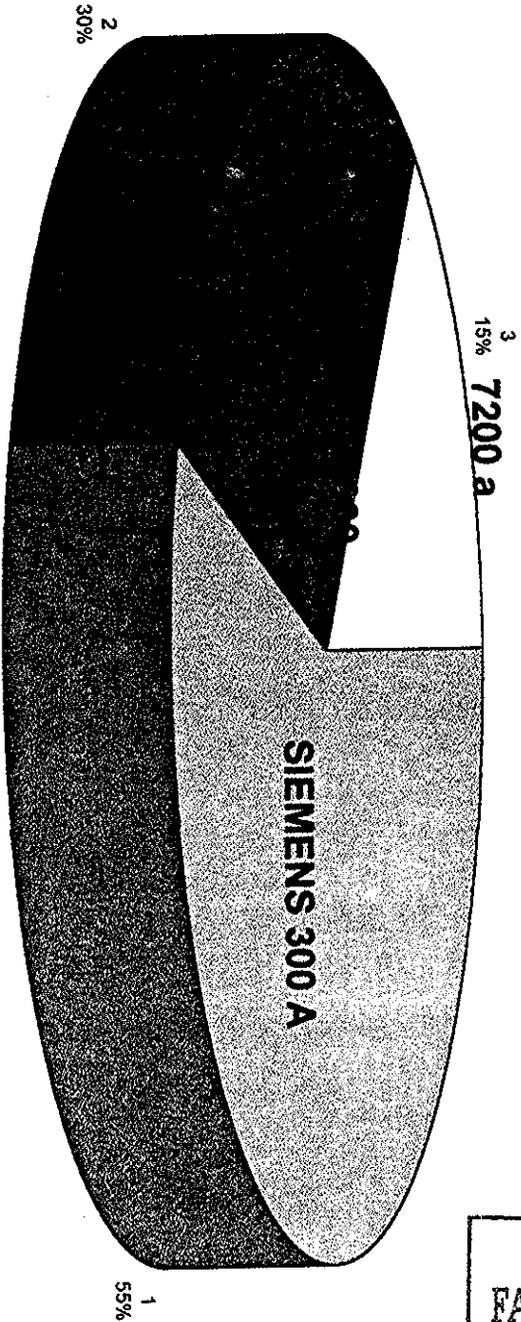


TESIS CON FALLA DE ORIGEN

■ 1

■ 2

Distribución de ventiladores.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Hoja de Registro de Datos				
Nombre		Edad:		Peso:
Expediente				
Dx Clínico				
Tipo de ventilador				
Marca del ventilador				
Modo ventilatorio				
Volumen corriente				
Frecuencia respiratoria				
PEEP				
PAW peak				
Paw plateau				
Flujo máximo x minuto				
Fecha y hora				
	$W_r = (PAW\ peak - \frac{1}{2} PAW\ plateau) \times volumen\ corriente / 10$			
	$CI = Volumen\ corriente / PAW\ plateau - PEEP$ ml/cmH ₂ O			

							Gráfica de Gantt					
							Cronograma del proyecto					
Programado							Realizado					
M	A	M	J	J	A	S	Actividades					
M	A	M	J	J	A	S	M	A	M	J	J	A
1.2							Elaboración del protocolo					
3.4							Autorización por el Comité Local					
3.4							Prueba de campo					
1.30	1.30						Recolección de información					
		1.15					Elaboración de la información					
		15.20					Análisis e interpretación de resultados					
			20.21				Difusión					
				22.30			Publicación					

Distensibilidad Trabajo Resp.				Concentrado de datos General			
D1	Wr1	D2	Wr2	DIAGNOSTICO	EDAD	SEXO	Tipo de ventilador
88	17.76	53	14.52	Panhipopituitarismo-Hemotórax	49	F	Siemens 300a
120	16.56	33	25.2	Estado Epiléptico	29	M	7200a
29.54	10	31.75	10.1	P.O.Injerto Aórtico	74	M	Bear 1000
25.71	20.16	20.68	19.74	HSA HH III	64	F	Siemens 300a
30	31.5	38.4	36.3	Pancreatitis Grave	63	M	Siemens 300a
23.11	6.6	26.31	8.68	Choque Hipovolémico	38	M	Siemens 300a
33.33	8.05	36.66	8.82	Endocarditis Bacteriana	15	F	Siemens 300a
33.33	13.86	57.14	13.76	P.O.Cambio valvular aórtico	22	M	Siemens 300a
50	7.56	45.83	8.16	P.O.Injerto Aorto bifemoral	68	M	Siemens 300a
62.22	6.16	46.66	6.96	P.O.Gastrectomía	72	M	7200a
36.86	8.2	31.56	14.96	P.O.Meningeoma	80	M	Siemens 300a
231	9	476	8.56	TCE .Insuficiencia renal	71	M	Siemens 300a
45.83	10.92	42.3	31.08	Neumonía de focos múltiples	26	F	Bear 1000
36.66	5.53	42.3	5.39	Escleroderma,Neumonía	62	M	Siemens 300a
30.58	7.15	30.35	7.81	P.O.Swanoma	43	F	Siemens 300a
104	10.56	110	52.8	Eclampsia,IRA	75	F	Siemens 300a
47.5	12.98	52.54	16.2	Hepatitis C Símpa	25	F	Siemens 300a
36.66	8.5	47.08	6.46	Sepsis Abdominal	25	F	Bear 1000
31.45	6.89	38	17.36	Neumonía de focos múltiples	32	M	Bear 1000
64.7	47.79	39.76	46.08	Sepsis Abdominal	45	M	Bear 1000
33.84	8.4	53.84	15.12	P.O.Cambio valvular aórtico	37	M	Siemens 300a
27.77	10.44	26.31	10.2	P.O.Cierre CIV	36	F	Bear 1000
40	8.7	40	8.25	P.O.Timectomía	26	F	Bear 1000
300	12.8	330	12.8	P.O.Sepsis intrabdominal	33	M	Siemens 300a
35.71	6.96	45.45	8	Absceso renal DMil	47	F	7200a
127.8	12.36	147.8	23.52	TCE politrauma	42	M	7200a
82.85	15.96	82.85	18.07	P.O.Resección intestinal	41	M	Bear 1000
					1240		
					27		11 FEMENINO
					45.93		16 MASCULINO
				Edad Promedio			27 TOTAL

Anexo 4

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Guyton AC, Hall JE. Fisiología y Fisiopatología. Sexta Ed. México: McGraw Hill Interamericana, 1998: 324-346
- 2) Shoemaker W, Mayres S., Holbrook P. Tratado de Medicina Crítica y Terapia Intensiva 3ª Ed. Buenos Aires: Panamericana, 1996: 643-657.
- 3) Net S., Benito S., Alampi D. Ventilación Mecánica 3ª Ed. Barcelona: Springer, 1998: 15-33.
- 4) Pilbeam S. Baxter T. Cairo JM. Mechanical Ventilation. 3ª Ed. San Luis Missouri: Mosby, 1998: 110-115
- 5) Nava S. Bruschi C., Rubini F., Palo A., Iotti G., Brasschi A. Respiratory response and inspiratory effort during pressure support ventilation in COPD patients. Intensive Care Med. 1995; 11:871-879.
- 6) Barnas G., Bilbert T. B., Krasna M. J., McGinley M. J., Fiocco M., Orens J.B. Acute effects of bilateral lung volume reduction surgery on lung and chest wall mechanical properties. Chest 1998; 114: 61-68.
- 7) Marini J., Guilfoile T., Kersarwalw H. Y Col. Bedside estimation of the inspiratory work of breathing during mechanical ventilation. Chest 1986; 89: 56-63
- 8) Levy M. Miyasaki, Langston D. Work of breathing as a weaning parameter in mechanically ventilated patients. Chest 1995; 108: 1018-1020.
- 9) Petrini M. F., Evans J. N., Wall M. A., Norman J. R. A gaussian method to improve work of breathing calculations. Biomed instrum technol 1995; 1: 55-62
- 10) Criner G., Brennan K., Travaline J. M., Kreimer D. Efficacy and compliance with noninvasive positive pressure ventilation in patients with chronic respiratory failure. Chest 1999; 116: 667-675.

- 11) Brochar L, Harf A, Lorino H, Lemaire F. Inspiratory pressure support prevents diaphragmatic fatigue during weaning from mechanical ventilation. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1989; 139: 513-521.
- 12) Messinger G, Banner M. J, Blanch P. B., Layon A. J. Using tracheal pressure to trigger the ventilator and control airway pressure during continuous positive airway pressure decreases work of breathing. *Chest* 1995; 2: 509-514.
- 13) Fessler H. E., Brower R. G., Permutt S. Cpap reduces inspiratory work more than dyspnea during hyperinflation with intrinsic peep. *Chest* 1995; 2:432-440
- 14) Kanak R., Fahey P. J., Vanderwaf C. Oxygen cost of breathing. Changes depend upon mode of mechanical ventilation. *Chest* 1985; 87:126-127.
- 15) Jarreau P. H., Moriette G., Mussat P. y Col. Patient-triggered ventilation decreases the work of breathing in neonates. *Am. J. Respir Crit Care Med.* 1996; 3: 1176-1181.
- 16) Klausner J. F., Lee A. Y., Hutchinson A. A. Decreased imposed work with a new nasal continuous positive airway pressure device. *Pediatr pulmonol* 1996; 3: 188-194.
- 17) Patel R. G., Petrini M. F., Respiratory muscle performance pulmonary mechanics and gas exchange between the bipap s/t -d system and the servo ventilator 900c with bilevel positive airway pressure ventilation following gradual pressure support weaning. *Chest* 1995; 108: 208-215.
- 18) Iotti G. A., Braschi A., Brunner J. V., Palo A., Olivei M. C. Noninvasive evaluation of instantaneous total mechanical activity of the respiratory muscles during pressure support ventilation. *Chest* 1995; 108: 208-215.
- 19) Heulitt M. J., Torres A., Anders M., Wilson S. W., Carmack J. Comparison of total resistive work of breathing in two generations of ventilator in an animal model. *Pediatr pulmonol.* 1996; 1: 58-66.
- 20) Girault C., Richard J. C., Cheuron V., Tamion F., Pasquis P., Leroy J., Comparative physiologic effects of noninvasive assist-control and

pressure support ventilation in acute hypercapnic respiratory failure. *Chest* 1997; 111: 1639-1648.

- 21) Lewis M. I., Belman M. J., Monn S. A., Elashoff J. O., Koerner S. K. The relationship between oxygen consumption and workrate in patients with airflow obstruction. *Chest* 1994; 2: 366-372.
- 22) Stock M. C., Davis D. W., Manning J. W., Ryan M. L. Lung mechanics and oxygen consumption and workrate in patients with airflow obstruction. *Chest* 1994; 102: 279-283.
- 23) Mancini D. M., La manca J., Donchez L., Henson D. Levine S. The sensation of dyspnea during exercise is not determined by the work of breathing in patients with heart failure. *J Am Coll Cardiol* 1996; 2: 391-395.
- 24) Yau K. I., Fang L. J. Pulmonary mechanics and the energetic of breathing in healthy infants. *J. Formos Med Assoc* 1994; 2: 110-116.
- 25) Mador M. J. Respiratory muscle fatigue and breathing pattern. *Chest* 1991; 100: 1430-1435.
- 26) Zakyntinos S. G., Vassilakopoulos T., Roussos C. The load of inspiratory muscles in patients needing mechanical ventilation. *Am J. Respir Crit Care Med* 1995; 4: 1248-1255.
- 27) Truwit J. A., Rochester D. F., Monitoring the respiratory system of the mechanically ventilated patient. *New Horiz* 1994; 1: 94-406.
- 28) Rating D., Langhans C. D. Breath test: concepts, applications and limitations. *Eur J Pediatr* 1997; 156 (supl 1): 18-23
- 29) Macintyre N. R. Graphical analysis of flow, pressure and volume during mechanical ventilation. Tercera edición. Durham Carolina del norte: Allied Health Care Products, 1997: 6-9
- 30) Perel A., Stock M. C. Handbook of mechanical ventilatory support. Primera edición. Baltimore: Williams & Wilkins, 1992: 195-275.
- 31) Spiegel M. R. Estadística. Segunda edición. Aravaca Madrid: Mc Graw Hill Interamericana, 1997: 37-147.

- 32) Saunders B. C., Trapp R Bioestadística médica. Segunda edición. México: El manual moderno, 1997: 101-111.
- 33) Montesano J. R. Manual del protocolo de investigación. Primera edición. México: Auroch, 1999: 3-63.