

11224

26



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES
CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI

MEDICION DEL GASTO ENERGÉTICO EN REPOSO MEDIANTE CALORIMETRÍA INDIRECTA EN PACIENTES GRAVES Y EN ESTADO CRITICO DE TERAPIA INTENSIVA CON ASISTENCIA MECANICA VENTILATORIA Y PRESION POSITIVA AL FINAL DE LA ESPIRACION

T E S I S
PARA OBTENER LA ESPECIALIDAD DE:
MEDICINA DEL PACIENTE EN ESTADO CRITICO
P R E S E N T A:
DRA. ALYSON PATRICIA GARCIA
VELÁSQUEZ MR3 MC

TUTOR:
DR. ROGELIO MIRANDA RUIZ (MBUCI)

ASESOR:
DOCTOR JORGE ALBERTO CASTAÑÓN GONZALEZ (MJS.)



MEXICO, DF.

2002

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



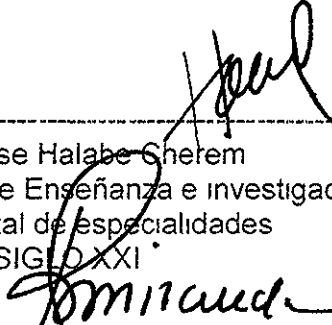
UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

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.

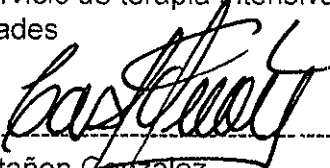
Firmas para aprobación de tesis :



Dr Jose Halabe-Cherem
Jefe de Enseñanza e investigación
Hospital de especialidades
CMN SIGLO XXI




DR Rogelio Miranda Ruiz
Medico adscrito del servicio de terapia intensiva
Hospital de especialidades
CMN SIGLO XXI



Dr Jorge Alberto Castañon Gonzalez
Jefe del servicio de Terapia Intensiva
Hospital de Especialidades
CMN SIGLO XXI

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y ENSEÑANZA
EN MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD
23 JUL 2012




SUBDIVISION DE ESPECIALIZACION
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE YUCATAN

CONTENIDO

RESUMEN GENERAL	5
1 Introduccion	8
2 Definicion y clasificacion del gasto energetico	9
3 Alteraciones del metabolismo intermedio	10
a) Metabolismo en el hombre sano	
b) Cambios metabolicos que ocurren en el hombre durante el ayuno	
c) Cambios metabolicos que ocurren en el hombre sometido ayuno prolongado	
d) Pacientes en condiciones de estrés	
e) Características de la respuesta metabolica a la lesion y al estrés	
f) Técnica para la medicion de gasto energetico	
g)Asistencia Mecánica Ventilatoria	
4 Justificación	18
5 Hipotesis	19
6 Objetivo general	20
7 Variables del estudio	21
8 Criterios de inclusion y exclusion	23
9 Metodología	24
a) Tipo de estudio	
b) Universo de trabajo	

c) Analisis estadístico	
d) Aspectos éticos y legales	
10 Recursos humanos y financieros	26
11 Cronograma	28
12 Resultados	29
13 Discusion	30
14 Conclusiones	31
15 Recomendaciones	32
16 Anexos	33
17 Bibliografía	40

RESUMEN GENERAL

El título de la tesis es "Medición del gasto energético en reposo medido (GER_m) por calorimetría indirecta (CI) en pacientes de terapia intensiva con asistencia mecánica ventilatoria (AMV) y presión positiva al final de la espiración (PEEP)"

El objetivo general fue evaluar el grado de influencia que ejerce la PEEP sobre la medición del gasto energético en reposo medido por calorimetría indirecta en pacientes graves, en estado crítico y con AMV admitidos a una Unidad de Terapia Intensiva, para así determinar la modificación de GER_m con los aumentos progresivos (5 a 15 cm de agua) en la PEEP

Se evaluaron 20 pacientes con edades de 20 a 80 años, de los cuales 12 de ellos cumplieron con los criterios de inclusión. A su ingreso a la UCI se verificó que tuvieran por lo menos 48 horas de ayuno, aquellos que recibían nutrición parenteral total (NPT) o enteral (NE) se les suspendió por lo menos cuatro horas antes de efectuar la medición del GER. Se recolectó orina de 24 horas para cuantificación de nitrógeno ureico urinario (NUU) y así establecer el grado de catabolismo (Procedimientos de rutina de la UCI). Posteriormente se procedió a informar al familiar sobre el procedimiento y si este estaba de acuerdo en participar en el estudio firmaba la carta de consentimiento.

En cada paciente se efectuó monitoreo hemodinámico con una línea arterial para medir la presión de perfusión sistémica, la toma de gases arteriovenosos y química sanguínea para determinar la PA_{O2} y el equilibrio ácido – base. Se efectuó monitoreo de las curvas de volumen – flujo para evaluar que la presión pico no fuera mayor de 40 cm de agua y la presión meseta no mayor de 25 cm de agua. Se administró propofól a 1 mg / kg de peso para mantener al paciente sedado en una calificación en la escala de sedación de Ramsay de 5 a 6 puntos, y se midió durante 30 min el GER por CI. Posteriormente se incrementó en 5 cm de agua la PEEP partiendo de 5 hasta llegar a 15 cm de agua controlando las curvas

de volumen – flujo para posteriormente realizar el procedimiento a la a inversa hasta regresar al nivel basal de 5 cm de agua

Resultados

El GER se obtuvo de 12 pacientes, siete hombres y cinco mujeres con intervalo de edad de 25 a 78 años, con una media de 52 años

Se observó que los pacientes presentaron una disminución del GERm al aumentar en forma gradual los niveles de PEEP de 5 a 15 cm de agua. También se observó un incremento del GERm al regresar el PEEP a 5 cm de agua lo que apoya que existe una relación inversamente proporcional entre el GERm y el PEEP

El GERm fue de 1955 +/- 322 , 1917 +/- 337 y 1903 +/- 341 Kcal / día para las mediciones con 5 (basal), 10 y 15 cm de agua respectivamente. Al hacer las comparaciones entre la medición basal vrs 10 y 15 cm de agua se obtuvo un valor de $p < 0.005$ y un valor de $p < 0.0005$ respectivamente. Cuando se midió la producción de CO₂ (VCO₂), se observó una tendencia similar al aumentar y al disminuir el nivel de PEEP con unos valores para las mediciones a los 5, 10 y 15 cm de agua de 214 +/- 37, 209 +/- 36 y 204 +/- 35 ml / min respectivamente, con un valor de $p < 0.005$ para 10 y un valor de $p < 0.005$ para 10 y 15 cm de agua respectivamente. Esta relación se observó también con el consumo de O₂ (V_{O₂}) y el cociente respiratorio (RQ) pero no tuvo significancia estadística

Conclusiones

- 1 En pacientes con AMV el PEEP modifica la medición del GERm por CI con una relación inversamente proporcional la cual tiene significancia estadística

- 2 Se observó un efecto similar con la producción de CO₂ (VCO₂) al aumentar y disminuir los niveles de PEEP de 5 a 15 cm de agua que se consideró secundario a la retención de CO₂ generado por esta modalidad ventilatoria
- 3 La modificación de la medición del GERm por CI se considera que es secundaria a un efecto directo de la PEEP sobre la mecánica pulmonar al disminuir el trabajo respiratorio

INTRODUCCION

En 1700 Black y Lavoiser establecieron la relación entre la producción de calor y el consumo de oxígeno. Fueron los primeros en utilizar los principios de calorimetría. En 1903 Atwater y Benedict compararon los resultados de las mediciones entre la calorimetría indirecta y directa e iniciaron sus estudios para poder calcular el gasto energético en sujetos sanos a través de su fórmula clásica, para los hombres $GE \text{ (Kcal / 24 horas)} = 66\,473\,718 + 18\,7516 \times \text{peso (en kg)} + 5\,003 \times \text{talla (en cm)} - 6\,755 \times \text{edad (en años)}$. Mujeres $GE \text{ (Kcal / 24 horas)} = 66\,509\,55 + 19\,5634 \times \text{peso (en Kg)} + 1\,844\,96 \times \text{talla (en cm)} - 4\,6756 \times \text{edad (en años)}$. La calorimetría directa mide el gasto de energía corporal a través de la pérdida de calor mientras que la calorimetría indirecta (CI) mide el consumo de oxígeno y la producción de CO₂ que reflejan indirectamente el metabolismo final de los nutrientes también establece la relación de VCO_2 / VO_2 o cociente respiratorio" (QR) que determina el sustrato que el paciente está utilizando como fuente de energía en el momento que se realiza la medición del gasto energético por calorimetría (1). Se considera que la adecuada nutrición desempeña un papel fundamental en el mantenimiento de la salud y en la recuperación de la enfermedad ya que existen situaciones clínicas en las que es imposible la ingesta por la vía oral o está indicado el reposo del aparato digestivo. En estos casos la evolución con ayuno prolongado causa depleción de compartimentos tisulares y nutrientes que son esenciales para el organismo (2). Para medir GER se utilizan fórmulas y ecuaciones que tienen la limitante de tener como fundamento variables y constantes obtenidas de sujetos sanos que al aplicarse a sujetos enfermos en condiciones clínicas particulares como los pacientes graves y en estado crítico dan como resultado solo aproximaciones con márgenes de error muy amplios deben analizarse en el contexto de cada paciente. Con base en lo anterior es necesario utilizar un método de medición de gasto energético lo más preciso posible.

GASTO ENERGÉTICO

El gasto energético total se encuentra conformado por cuatro componentes

1 - Gasto Energético Basal (GEB) Es la energía que se utiliza para las actividades metabólicas basales", como respiración, circulación, mantenimiento del tono muscular y temperatura corporal, así como para mantener la función de varios órganos y sistemas. Este gasto se mide en condiciones estrictas que son imposibles de obtener en la práctica clínica. Consume del 60 al 70 % del gasto energético total y generalmente solo es posible medirlo en sujetos sanos (1)

2 - Gasto Energético de Reposo (GER) Es la energía que utilizan principalmente cuatro órganos que son corazón, riñón, hígado y cerebro. Se mide en condiciones post-absortivas (después de al menos 12 hrs de ayuno). Si el paciente recibe nutrición a este gasto se suma el efecto térmico que se genera con los alimentos, que corresponde a un incremento del 10 a 15 % sobre el gasto energético total (3)

3 - Efecto térmico de los alimentos. Es la energía que se consume para que los alimentos sean digeridos, absorbidos y utilizados en una dieta mixta. El efecto térmico es de 10 a 15 % del gasto energético total.

4 - Gasto Energético por actividad física. Consume del 20 al 30% del gasto energético total pero puede ser mayor ya que dependerá de la intensidad y duración de la actividad que lleve a cabo el individuo. En pacientes hospitalizados este gasto lo representan los diferentes procedimientos y maniobras que impliquen el movilizarlo y cambiarlo de posición (4,13)

CAMBIOS METABOLICOS QUE OCURREN EN EL SUJETO SANO

Inmediatamente después del consumo de alimentos la glucosa que proviene de los hidratos de carbono al ser absorbidos tienen como prioridad proporcionar energía constante para el cerebro, cuya demanda es de 100 – 125 g de glucosa por día. Posteriormente después de repletar al hígado de glucógeno y una vez que esto ocurre la glucosa restante se almacena en forma de grasa (8). Las proteínas son fraccionadas en aminoácidos y después de su absorción repletan de proteínas al hígado y al músculo reemplazando las proteínas que fueron utilizadas previamente. Tres aminoácidos de cadena ramificada (Leucina, Isoleucina y Valina) se metabolizan en la periferia por los adipositos para sintetizar grasa y en la célula muscular proporcionan energía. La glucosa de los alimentos se absorbe como triglicéridos y cuando estos se unen con las lipoproteínas forman quilo micrones, en ayuno estos son utilizados por el músculo como fuente de energía (5).

CAMBIOS METABOLICOS QUE OCURREN EN EL SUJETO SANO DESPUÉS DE UN AYUNO CORTO

Después de ayuno nocturno el cerebro consume la mayoría de la glucosa temporal aunque el músculo utiliza una tercera parte de la energía proveniente de la glucosa. Los ácidos grasos son movilizados del tejido adiposo para proporcionar los requerimientos energéticos del músculo que está en reposo, la producción de la glucosa hepática es mantenida por la producción constante de glucógeno y por la gluconeogénesis. Los niveles de insulina se mantienen bajos, después de ayuno de uno o dos días se utiliza la glucosa hepática para el funcionamiento energético cerebral, después del segundo día se catabolizan 75 gr de proteína muscular. Además utiliza el glicerol y lactato como otra fuente alterna de energía. Los precursores gluconeogénicos que llegan a la periferia son utilizados casi en un

100 por ciento por esta razón el hígado obtiene su propia energía de los ácidos grasos

CAMBIOS METABOLICOS QUE OCURREN EN UN SUJETO SOMETIDO AYUNO PROLONGADO

El metabolismo energético durante el ayuno prolongado demuestra un mecanismo adaptativo cuyo propósito fundamental es reducir la pérdida de proteína muscular, las concentraciones séricas de acetoacetato y de hidroxibutirato que aumentan durante la primera semana de ayuno para utilizarse por el cerebro como fuente energética primaria la oxidación de glucosa se reduce paulatinamente lo que lleva a una disminución de las necesidades de gluconeogenesis la proteolisis muscular lo que se refleja en la excreción de nitrógeno urinario inicial de 15 g al día y ahora de 4 a 5 g al día Esta adaptación es capaz de preservar una gran proporción del músculo corporal permitiendo que el ayuno se prolongue tanto como se pueda producir ácidos grasos y glicerol provenientes de los triglicéridos almacenados en el tejido adiposo (5,6)

PACIENTES EN CONDICIONES DE ESTRÉS

En condiciones de estrés las catecolaminas y el glucagón se incrementan y como consecuencia el hígado libera el glucógeno a la circulación en forma de glucosa la principal producción de nueva glucosa se obtiene en forma más tardía de dos aminoácidos glutamina y alanina utilizando la energía para su manufactura del tejido graso, estos cambios básicos se observan durante el estrés fisiológico que presentan los pacientes en los procesos quirúrgicos, durante un traumatismo, cuando presentan sepsis y pacientes con asistencia mecánica ventilatoria en donde los requerimientos son mantenidos por la oxidación de los aminoácidos de la proteína muscular Durante el ayuno prolongado el organismo se adapta para ahorrar proteína muscular utilizando ácidos grasos pero en condiciones quirúrgicas de gravedad o sepsis este proceso adaptativo si se prolonga produce

en el paciente el denominado ' Auto canibalismo " al proporcionar alanina y glutamina como fuente de producción de nueva glucosa que es necesaria para obtener energía para las condiciones actuales del paciente (5,6,8,9) Cuando se mide el GER por medio de calorimetría indirecta, en pacientes con ventilación mecánica se han observado modificaciones en los parámetros de (Vo, Vco2, RQ) (15) que no se han medido

CARACTERÍSTICAS DE LA RESPUESTA ENERGÉTICA A LA LESION Y EL ESTRÉS

El patrón de respuesta energética a la lesión se han encontrado dos fases EBB (Hipo metabólica) y fase Flow (Flujo) La fase inicial EBB esta caracterizada por depleción de volumen intra vascular e hipotensión en las primeras 8 a 12 hrs al igual que las Catecolaminas ,el cortizol y otras hormonas contra reguladoras son liberadas durante esta fase , existe un periodo de latencia antes que estas hormonas presenten efecto en tejidos periféricos La progresión de la fase EBB a la fase Flow es asociada aun incremento dramático en el gasto energético el cual esta relacionado con la edad del paciente la severidad y extensión del daño, la respuesta fisiológica a la lesión puede incrementarse hasta 200 por ciento sobre el gasto energético basal la duración de la fase Flujo retorna a su gasto energético basal en 7 a 10 días si el cuadro no se complica con sepsis o falla orgánica multiple (31)

TÉCNICAS PARA MEDICION DEL GASTO ENERGÉTICO

La calorimetria indirecta calcula la producción de energía a través de la medición de gases pulmonares especificamente consumo de O2 (V02), y la producción de CO2 (VCO 2) estos son convertidos en gasto energético (Kcal / dia) por aplicación de ecuación de Weir

$$GE [(VO2)(3 941) +(VCO 2)(1 11)] 1440$$

El Vo_2 y Vco_2 es expresada en l/min y 1440 es el número de minutos por día. El otro parámetro obtenido es el RQ (cociente respiratorio), el cual resulta de dividir $\text{Vco}_2 / \text{Vo}_2$, es usado para determinar el sustrato utilizado en ese momento. Cuando el QR es 1 el sustrato utilizado es glucosa, si el QR es de 0.8 el sustrato es proteína y de ser 0.7 el sustrato es lípido. Menor de 0.7 indica que hay oxidación del 100% de lípidos y 0% de hidratos de carbono, así que si QR es de > 1 indica 100% de oxidación de hidratos de carbono y 0% de lípidos. El QR por debajo de 0.67 se traduce en metabolismo de alcohol y cuerpos cetónicos, mientras que con un QR de por arriba de 1.3, se traduce en lipogénesis de tal forma que observando los valores obtenidos si el $\text{QR} > 1.0$ se deberá disminuir el aporte energético total y ajustarse la relación de hidratos de carbono y lípidos. Si el QR es de > 0.8 se deberá aumentar el aporte energético total.

Existen factores que influyen sobre la medición del GER como la talla, género, el grado de ansiedad, y nivel de severidad entre otras. La medición del gasto energético se debe realizar en un ambiente termoneuro en reposo, con el paciente hemodinámicamente estable con ayuno por lo menos de 4 horas. En caso de apoyo nutricional se debe esperar por lo menos de 5 a 10 minutos para que el paciente mantenga estabilidad respiratoria para eliminar los artefactos (el promedio de variación entre el Vo_2 y Vco_2 debe ser menor de 10 por ciento y RQ menor 5 por ciento). La medición se realiza durante 30 minutos y se extrapola a 24 horas. No se deben realizar cambios a la modalidad en el ventilador y la fracción inspirada de oxígeno menor de 60 por ciento con equipo de aspiración cerrada, descartar los elementos directamente relacionados con la ventilación como hiperventilación y por lo tanto el incremento en la producción de Co_2 que a su vez aumenta en el trabajo para la ventilación. La presencia de dolor, verificar si existe fuga en el circuito de ventilación, fuga en el tubo endotraqueal, la presencia de fistulas broncopleurales y fugas por toracotomía (16, 17, 18, 19).

Debido a los errores potenciales errores en la medición se han realizado estudios para validar la precisión de la calorimetría indirecta en comparación con otras técnicas. En un reciente estudio mostro correlación satisfactoria entre calorimetría

indirecta y calorimetría directa $P < 0.01$, $r = 0.81$, con diferencia media entre los dos métodos de < 3 por ciento

Existen una gran variedad de calorímetros en el mercado la gran diferencia radica en el cierre o apertura del circuito para la determinación de VO_2 . En la técnica del circuito cerrado el sujeto es aislado del aire exterior y respira por un reservorio de oxígeno puro. El volumen de gas disminuye del reservorio y es medido como VO_2 . En contraste con la técnica abierta, el sujeto respira aire ambiente y el VO_2 es determinado con la medición entre la diferencia de concentración de oxígeno inspirado y expirado multiplicado por volumen minuto (20, 21, 22)

Los calorímetros de circuito abierto son preferidos para las valoraciones nutricionales. Estos no incrementan el trabajo respiratorio y evitan las elevaciones en el gasto energético. Utilizan diferentes métodos de colección de gas: respiración a respiración, con una cámara de mezcla y sistemas de dilución. El más utilizado para valoraciones metabólicas y nutricionales es el primero que se considera con ventajas para pacientes críticos ya que evita problemas por una mezcla incompleta de gas inspirado, variaciones en el F_{iO_2} e indeseables efectos por vapor de agua y el espacio muerto (20, 21). En cambio los métodos de dilución son más utilizados para pacientes con respiración espontánea. La gran ventaja teórica del uso de calorimetría indirecta radica en poder valorar el régimen de nutrición parenteral y correlacionarlos con los requerimientos energéticos que el paciente necesita y evitar de esta forma la hiperalimentación. Las recomendaciones previas para NPT resultaban en regímenes hipercalóricos en rangos de 3000 a 5000 Kcal / día (23). La hiperalimentación puede producir disfunción hepática, hiperglicemia, elevación de urea sanguínea, colesterol, triglicéridos, atraso en el destete del paciente del ventilador, sobrecarga hídrica, estado hiperosmolar e incremento en la secreción de Norepinefrina y Catecolaminas urinarias (23, 24)

La termogénesis inducida por la dieta debido a hiperalimentación y lipogénesis favorece estrés metabólico por sí mismo, la medición exacta de los requerimientos energéticos por calorimetría indirecta deberá ser capaz de dirigir un régimen lo más cercano a las necesidades del paciente y evitar la

hiperalimentación, desafortunadamente esta ventaja no ha sido demostrada en la literatura, encontrándose mayores limitantes técnicas en pacientes que reciban oxígeno suplementario y apoyo mecánico ventilatorio

Se han hecho estudios para comparar el gasto energético medido con calorimetría indirecta con el gasto energético basal y el gasto energético calculado siendo este el producto del GEB por el factor de stress observándose que el gasto energético medido es significativamente mayor que el gasto energético basal y menor que el gasto energético calculado (16) considerándose como causa que se utilicen a un factor de stress que no correlaciona con el estado actual del paciente (25)

Las impresiones clínicas pueden sobreestimar el factor de stress ya que el soporte tecnológico puede hacer a parecer al paciente más enfermo de lo que realmente se encuentra por tales complicaciones se considera que la calorimetría indirecta en la unidad de cuidados intensivos puede facilitar la administración de soporte nutricional proporcionando mediciones objetivas del gasto energético actual y el sustrato utilizado aunque se requieren mayores estudios para optimizar su uso en situaciones especiales (26)

ASISTENCIA MECANICA VENTILATORIA

La ventilación mecánica es un procedimiento de respiración artificial que sustituye la función Ventilatoria de los músculos inspiratorios su objetivo es mantener el intercambio gaseoso (O_2 y CO_2) y la reducción de trabajo respiratorio en los pacientes con insuficiencia respiratoria aguda

En la respiración espontánea la inspiración es activa (contracción del diafragma) y la presión alveolar y pleural es negativa en caso de ventilación mecánica la inspiración es pasiva (insuflación) y las presiones pleurales y alveolares positivas, los efectos fisiológicos mayores de la presión positiva intra torácica son el incremento del volumen pulmonar, La reducción del retorno venoso que puede originar una caída del gasto cardíaco y también se ha descrito el incremento de la presión intracraneana

Los ventiladores se clasifican según la forma de terminar la insuflación o ciclar, los dos tipos principales son los ciclados por presión o manométricos y los ciclados por volumen –tiempo o volumétricos las diferentes modalidades de ventilación mecánica se pueden agrupar en términos de soporte ventilatorio total o parcial según el grado de contribución del ventilador y del paciente al sostenimiento de la ventilación alveolar (7,10)

La presión positiva al final de la espiración (PEEP) se emplea tanto en soporte ventilatorio total como parcial e incluso en respiración espontánea mediante mascarilla facial (CPAP con mascarilla) Se considera que es el mantenimiento artificial en la vía aérea de presión positiva al final de la espiración completa y se pueden distinguir dos tipos: PEEP externa que es el generado fuera del paciente por el ventilador a través de válvulas con resistencia en la rama espiratoria del circuito, cual se puede programar y la PEEP intrínseca o autoPEEP que es originada por el propio sistema respiratorio del paciente, cuando hay un vaciado pulmonar insuficiente o hay limitación al flujo aéreo o al utilizar tiempos espiratorios con volúmenes altos (11 12)

Los efectos positivos de la PEEP son fundamentalmente el aumento de la PaO₂ en pacientes con daño pulmonar agudo e hipoxemia grave y la disminución del trabajo inspiratorio en los que tiene hiperinsuflación dinámica pulmonar, sus efectos perjudiciales más frecuentes son la disminución del índice cardíaco y el aumento del riesgo de barotrauma junto con el aumento de la presión intracraneal (7,14)

Los efectos de la ventilación mecánica en el estado metabólico es una área de especial interés en pacientes críticamente enfermos, normalmente el trabajo respiratorio constituye solo 1-4 % del gasto energético total Field y asociados (28), observaron un aumento de VO₂ del 25 % en pacientes eran pasados de AMV controlada a sistema en T al igual Bursztein et al (29) encontró una reducción de 24 % del Vo₂ cuando los pacientes traumatizados eran colocados en asistencia mecánica ventilatoria El incremento es debido a una combinación de aumento en el trabajo respiratorio y aprensión similares observaciones se han

visto en pacientes de cirugía cardíaca falla respiratoria aguda y durante la anestesia (30)

Debido a que el PEEP es muy utilizada en pacientes con asistencia mecánica ventilatoria de terapia intensiva se considera necesario determinar el efecto de la PEEP en la medición de Gasto Energético en Reposo por calorimetría indirecta ya que no se cuenta con antecedentes en la literatura de este tipo

JUSTIFICACIÓN

Se considera que la adecuada nutrición desempeña un papel fundamental en el mantenimiento de la salud y en la recuperación de las enfermedades, y ya que hay situaciones en las que es imposible la ingesta oral o esta indicada el reposo del aparato digestivo y cuya evolución con ayuno prolongado causa depleción de compartimientos tisulares o nutrientes esenciales, es necesario realizar valoraciones nutricionales lo más objetivo posibles a la situación y necesidad de cada paciente tal es el caso de pacientes con estado crítico que ameritan asistencia mecánica ventilatoria en estudios hechos hasta el momento comparan la fórmula de HB, con capnometría y calorimetría indirecta observándose que el gasto energético suele subestimarse o sobreestimarse de tal manera que al proporcionar el apoyo nutricional con este error de cálculo puede contribuir a la morbimortalidad de estos pacientes (13, 15-27) Por lo que es necesario realizar estudios orientados a determinar el método más exacto para valoración nutricional en pacientes de estado crítico, al igual que poder determinar el error de cálculo que se comete en la medición de gasto energético por calorimetría indirecta en estos pacientes con factores externos o internos que afectan la medición tal es el caso de pacientes con AMV y Peep ya que se desconoce cuáles la influencia de esta modalidad ventilatoria sobre la medición de GER y de esta forma poder dar apoyo nutricional más exacto y contribuir a su tratamiento y recuperación

HIPÓTESIS

Los pacientes con AMV a los que se le realiza medición del GER mediante CI para valoración nutricional el incremento del PEEP modifica la medición del GER

OBJETIVO

Evaluar la influencia del PEEP en la medición del GER mediante CI en pacientes de Terapia Intensiva con AMV

VARIABLES DEL ESTUDIO

Variable independiente PEEP

Variable dependiente GER

Descripción operativa de las variables

PEEP Presión Positiva al final de la Espiración

Definición Es el mantenimiento artificial en la vía aérea de una presión positiva después de una espiración completa

PEEP estático o PEEP externo. Es generado fuera del paciente por el ventilador, a través de válvulas con resistencias interpuestas en la rama espiratoria del circuito, en la que el operador programa el nivel deseado de PEEP en el panel de control. El volumen se mide en cm de agua (H₂O) y se puede corroborar en el manómetro de presión de la vía aérea en donde la aguja desciende hasta detenerse al final de la espiración en el nivel generado de PEEP que debe ser igual al que se programó

Se ha utilizado para el aumento de la presión alveolar de Oxígeno en pacientes con daño pulmonar agudo e hipoxemia grave y en la disminución del trabajo inspiratorio en los pacientes con hiperinsuflación dinámica pulmonar, teniendo como efectos perjudiciales más frecuentes la disminución del índice cardíaco que se produce por aumento de la presión intra torácica que disminuye el retorno venoso y también barotrauma como consecuencia de las presiones y volúmenes pulmonares aumentados

PEEP dinámico, PEEP oculto, PEEP intrínseco o autoPEEP. El cual es producido por el propio sistema respiratorio del paciente en caso de vaciado pulmonar insuficiente o cuando hay limitación al flujo aéreo o por utilización de tiempo espiratorios cortos o volúmenes altos, en estos casos la insuflación comienza antes de haber terminado la espiración, por lo que flujo espiratorio

final no llega a cero y hay atrapamiento aéreo o hiperinsuflación dinámica, se mide en cm de H₂O

En caso de pacientes con AMV para su medición se utiliza la oclusión de la vía aérea al final de la espiración utilizando en forma manual la válvula de pausa inspiratoria observándose en el manómetro de presión del nivel donde se detiene la aguja la cual representa el PEEP intrínseco generado

PEEP total Es la suma de la presión positiva la final de la espiración que se programó y la originada por el sistema respiratorio del paciente, siendo medido en cm de agua

Variable Dependiente

GER Es la energía que utilizan principalmente cuatro órganos el corazón, riñón hígado y cerebro, se mide en condiciones postabsortivas al menos dos a cuatro horas de ayuno en el paciente que reciben nutrición el cual se suma el efecto térmico de los alimentos con un incremento de 10-15 % sobre el gasto energético basa y se mide en kilocalorías / min

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de inclusión

- 1 Pacientes con AMV controlada con presión que ameriten valoración nutricional
- 2 Fracción inspirada de oxígeno (FIO₂) < 60 %
- 3 Saturación arterial de oxígeno (SAT O₂) > 90 %
- 4 presión Pico < 40 cm H₂O
- 5 presión meseta < 35 cm H₂O
- 6 presión arterial media > 70 mm Hg

Criterios de no inclusión

- 1 Pacientes menores de 18 años
- 2 Pacientes embarazadas
- 3 Ayuno menor de 48 hrs
- 4 Enfermedad terminal

^

Criterios de exclusión

- 1 Pacientes que presenten barotrauma como complicación
- 2 Pacientes con alteración hemodinámica o ácido – base específicamente acidosis metabólica y / o estado de choque

METODOLOGÍA

El diseño del estudio es longitudinal prospectivo, descriptivo experimental ciego simple y tipo pareado

El universo del trabajo fueron los pacientes de la unidad de cuidados intensivos del Hospital de Especialidades " DR Bernardo Sepulveda G del CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI

El estudio se realizó del 1 de Mayo al 1 de Octubre del 2001 se evaluaron 20 pacientes de los cuales se incluyeron 12 pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión se distribuyeron por género y edad

Se presentó el protocolo con el jefe del servicio para informar del estudio y solicitar la información de los pacientes

- Se realizó la visita con lectura minuciosa del expediente entrevista al paciente y definir si cumplía con los criterios de inclusión
- Se informó y explicó al paciente y/o familiar del estudio y si estaba de acuerdo se procedió a la firma del consentimiento informado
- El día de ingreso a UCI se determinarían los parámetros basales
- Los pacientes fueron seleccionados y evaluados por el médico a cargo se realizó la determinación de Tensión Arterial, Toma de Gasometría Arterial para valoración de Presión Arterial de Oxígeno, Saturación Arterial, y equilibrio ácido base, si el paciente reunía los criterios de inclusión se procedía a la solicitud de consentimiento informado al familiar

Se realizaron mediciones de nitrógeno ureico urinario (NUU) antes del inicio del estudio

Se solicitó a la enfermera que tenía a su cargo al paciente le administrara propofól intravenoso en infusión a dosis de un miligramo por kilogramo de peso para mantener al paciente bajo sedación en RAMSAY de 5 a 6 puntos

- Se tomó gasometría arteriovenosa antes de iniciar el estudio y cada 30 minutos después de iniciado el estudio

- Se realizo medición de 30 minutos de GER , VCO₂,VO₂ y RQ con calorimetría indirecta
- Se aumento el PEEP de 5-15 cm de agua e intervalos de 5 cm de agua cada 30 minutos controlando la presión pico que no sea mayor de 40 cm de agua y presión meseta no mayor de 35 cm de agua
- Una vez aumentado el PEEP a 15 cm de agua se disminuyo a 5 cm de agua en intervalos de 5 cm de agua cada 30 minutos

ASPECTOS ETICOS Y LEGALES

Durante el procedimiento los pacientes se encontraron con monitoreo continuo no invasivo con pulso oximetría y mediante trazo electrocardiográfico de 3 derivaciones, monitoreo ventilatorio en curvas de presión de vía aérea volumen y flujo, de tal forma de mantener presiones pico no mayores de 40 cm de H₂O presión meseta no mayor de 25 cm de H₂O gasometría arterial control con cada cambio de PEEP por lo que la posibilidad de presentar barotrauma e inestabilidad hemodinámica se redujo al mínimo. Las mediciones obtenidas con CI permitieron determinar estrategias nutricionales adecuadas ya que se considera que en estos pacientes se tiende a subestimar el GER dificultándose la valoración nutricional.

Se solicitó consentimiento informado al familiar.

RECURSOS PARA EL ESTUDIO

a) Humanos participaron los médicos que estén a cargo de la atención del paciente, el medico asesor del trabajo de investigación, el medico residente de Medicina Critica que participo en el mismo, dos ingenieros de Biomédica que llevaron los controles de los parámetros obtenidos, la enfermera que tenia asignado al paciente del estudio y los químicos que procesaron las muestras a analizar

b) Materiales

No se requirió de recursos adicionales salvo aquellos que se utilizan de manera rutinaria para las actividades cotidianas

c) Financieros

No se requirió de recursos adicionales salvo aquellos que se utilizan de manera rutinaria para las actividades cotidianas

^

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

	FEB	MA	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Revisión Bibliográfica	XX	XX	XX	XX							
Elaboración de protocolo				XX	XX						
Revisión por asesor					XX						
Registro y Aprobación						XX	XX	XX			
Fase Clínica							XX	XX	XX	XX	
Análisis estadístico									XX	XX	
Entrega para aprobación										XX	XX

RESULTADOS :

El gasto energético se obtuvo de 12 pacientes 7 hombres y 5 mujeres con intervalos de edad de 25 a 78 años y media de 52 años Tabla 1 y 2

Se observo tendencia a la disminución del gasto energético medido con calorimetria indirecta conforme se aumentaba los niveles de PEEP de 5 a 15 cm de agua, observándose lo contrario al volver a su estado basal, mostrando una relacion inversamente proporcional entre el PEEP y el GER m Grafica 1 y 2

El GER m con PEEP de 5 10 y 15 cm de agua fue de 1955 ± 322 Kcal / día 1917 ± 33 Kcal / día y de 1903 ± 341 Kcal / día respectivamente Relación que fue estadísticamente significativa con PEEP de 10 cm de H₂O $P (< 0.005)$ y de $P (< 0.0005)$ para PEEP de 15 cm de H₂O observándose cambios similares al regresar a su estado basal

Esta relación tambien se observo con las mediciones en la producción de CO₂ (VCO₂) que fueron disminuyendo en forma progresiva al incrementar los niveles de PEEP de 5 a 15 cm de H₂O y lo contrario al regresar al nivel basal Se reportaron a los 5, 10 y 15 cm de H₂O $214 \text{ ml/ min} \pm 37$ $209 \text{ ml/ min} \pm 36$ y 204 ± 35 ml/ min respectivamente esta relación fue estadísticamente significativa para 10 cm de agua $P (< 0.005)$ Y 15 cm de agua $P (< 0.0005)$ Grafica 7 Y 8

En las mediciones de consumo de oxigeno (VO₂) y cociente respiratorio (RQ) se observo la misma tendencia pero no fueron estadísticamente significativas Graficas 5 y 6

DISCUSIÓN

El apoyo nutricional es fundamental para el tratamiento integral del enfermo grave y en estado crítico la medicación adecuada de nutrimentos es importante en la medida que un aporte subnormal permite el catabolismo persistente mientras que la hiperalimentación provoca sobrecarga al aparato cardiopulmonar y favorece la hiperlipidemia y esteatosis hepática las condiciones del paciente grave complican la prescripción para el apoyo metabólico por lo cual no hay método sencillo o fórmula simple que calcule el gasto energético de estos pacientes. Con nuestro estudio se demostró que la medición de gasto energético con calorimetría indirecta en pacientes con AMV y PEEP es modificada presentando una relación inversamente proporcional entre el GER_m y el PEEP que se considera secundario al a reducción del trabajo respiratorio efecto directo sobre la mecánica pulmonar.

RECOMENDACIONES

Los pacientes en estado crítico que se encuentran con AMV y que ameritan apoyo nutricional deberán ser valorados con métodos lo más exactos posibles como la calorimetría indirecta pero controlando factores externos e internos que alteran la medición como alteraciones ácido base metabólicas, hipotermia hipotermia dolor fármacos y parámetros ventilatorios que se estén administrando ya que como pudimos ver de acuerdo A los resultados si pueden modificarse estas mediciones Se amerita de estudios más grandes para poder determinar el cálculo de error que se comete en estas mediciones, ya que este tipo de paciente son necesarias tanto el apoyo ventilatorio como nutricional para ofrecer un manejo integral

ANEXOS

Distribución de Variables de Gasto Energético, Consumo de Oxígeno, Producción de Etóxido de Carbono y Coeficiente Respiratorio a diferentes niveles de FPEE

VálidN	Mean	Confid.	Confid.	Sum	Minimum	Maximum	Range	Variance	Std.Dev	Standard Error	Skewness	Std.Err Skewness
	291.750079	-96.0000%	95.000									
VO2	2520	214.635238	289.897273	293.602886	735210.2	202.4	414	211.6	2249.81593	47.432221	0.94487246	0.28497854
VOO2	2520	1955.8356	213.170086	216.100591	540880.8	140.2	303.5	163.3	1406.86504	37.5081936	0.74718122	0.48160061
EE	2500	0.731676	1943.19389	1958.47751	4889589	1386	2755	1359	103607.829	322.347372	6.44694745	0.33154501
RQ	2500	286.597019	0.7394226	0.73930294	1844.19	0.6	0.92	0.32	0.0033014	0.05745781	0.00114916	-0.28878369
VO2	2516	209.570827	284.635993	288.5581	721078.1	172.8	489.1	285.3	2516.4431	50.1641616	1.00003806	0.30438911
VOO2	2516	1917.81282	208.132582	211.029072	527280.2	140.2	307	166.8	1353.51144	36.7900698	0.73349867	0.66610679
EE	2511	0.73212684	1904.59164	1931.03401	4815628	420	3019	2559	114149.043	337.859502	6.7423731	0.32734758
RQ	2511	286.734339	0.73019519	0.73465809	1838.37	0.6	1.2	0.6	0.00243611	0.049357	0.00058498	0.36365618
VO2	2519	204.156769	284.639932	288.828786	722283.8	52.8	413.9	361.1	2873.77559	53.6076086	1.06810107	0.05542573
VOO2	2519	1903.41789	202.770181	205.543376	514270.9	139.9	286.4	156.5	1259.59302	35.4933934	0.70712588	0.36062816
EE	2454	0.71337408	1888.89254	1916.94283	4670987	1285	2723	1438	116743.736	341.677825	6.89730633	0.1806734
RQ	2454	286.523092	0.71084651	0.71550166	1750.62	0.6	1.18	0.58	0.00407716	0.05385261	0.00128897	0.58505017
VO2	2516	210.185036	284.56136	288.484824	720382.1	172.8	489.1	285.3	2518.11577	50.1808307	1.00042038	0.30560882
VOO2	2516	1916.18218	208.119592	212.250539	528825.7	140.2	2111	1970.8	2791.67611	52.8363143	1.05336091	18.7313769
EE	2514	0.73209228	1902.83358	1929.53078	4817282	161	3019	2838	116499.026	341.3186337	6.80735674	0.2232178
RQ	2514	291.572688	0.7301646	0.73401997	1840.48	0.6	1.2	0.6	0.00242352	0.04929021	0.00038306	0.36637656
VO2	2520	215.153988	289.71912	293.426277	734763.2	202.4	414	211.6	2251.69133	47.45198897	0.945266326	0.2697332
VOO2	2520	1964.83625	213.211702	217.096234	542188	140.2	1832	1711.8	2472.31759	49.7224063	0.93049402	14.3590577
EE	2510	0.73720717	1942.16789	1967.50452	4909639	151	2755	2604	104759.239	323.66532	6.46303965	0.26588377
RQ	2510		0.73494684	0.7394677	1850.39	0.6	0.92	0.32	0.00333354	0.057755	0.0011528	-0.26901416

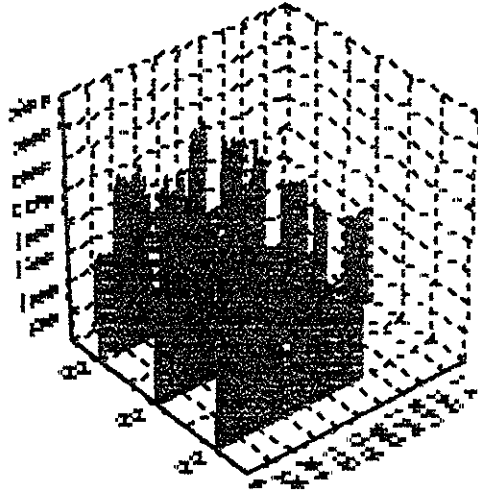
Tabla 1

Diagnóstico	Edad	Sexo	NLU	V/L	Presión Pico	Presión Media	Distensibilidad
Guillem Bare	37	m	m	305	5 21	5 21	5 10
Pancreatitis Aguda	36	m	m	544	26 36	27 33	49 56
Abceso de Cuello	45	m	m	360	23 24	19 26	60 61
GYA + ileostoma	49	m	m	559	28 23	25 17	55 50
Abceso de Cuello	56	m	m	377	19 24	21 20	53 46
Adenocarcinoma	63	m	m	417	28 29	17 27	50 45
GYA + jejunostoma	68	f	f	372	25 27	21 26	46 55
Intoxicación	73	f	f	310	21 25	19 20	59 50
Aneurismectomía	41	f	f	382	35 21	36 20	47 44
Guillem Bare	51	m	m	298	25 22	26 27	47 56
Colostomía	73	f	f	312	22 24	20 19	55 53
Encéfalo patía anuroisquémica	78	f	f	355	28	25	59

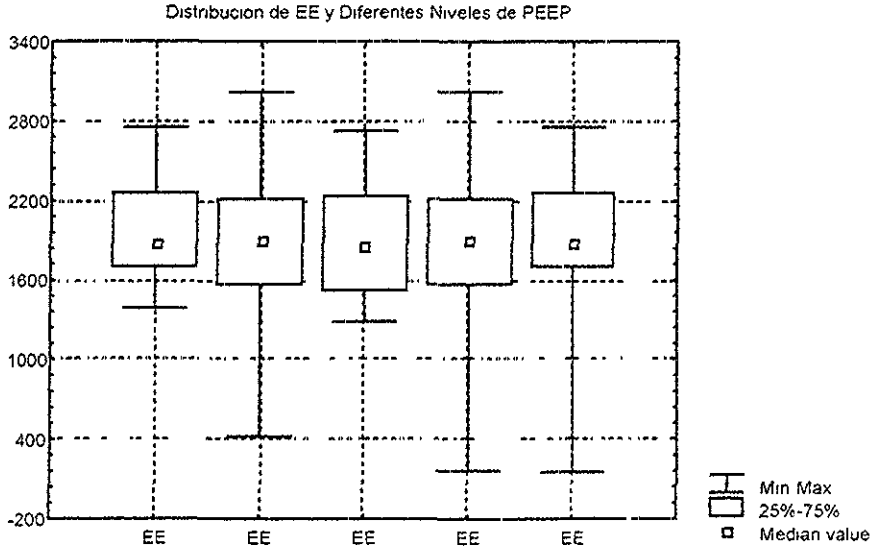
Tabla 2

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Gasto Energético con PEEP 5 10 y 15 cm H2O



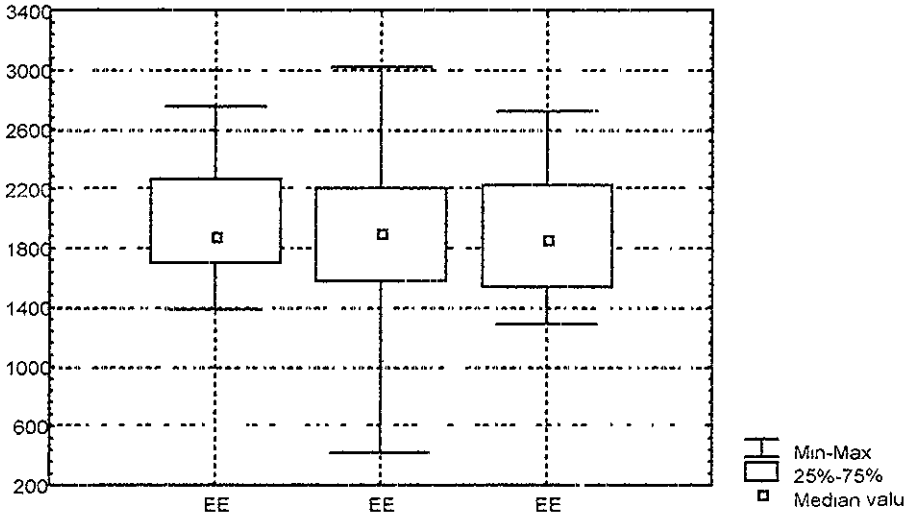
Gráfica 1



Gráfica 2

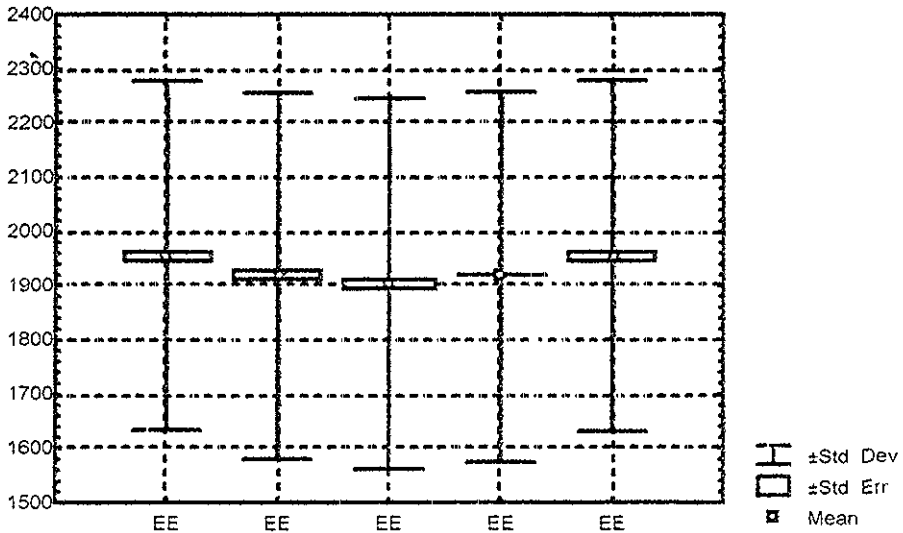
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Distribución de Gasto Energético con PEEP de 5 10 y 15 cmH2O
 $p < 0.005$



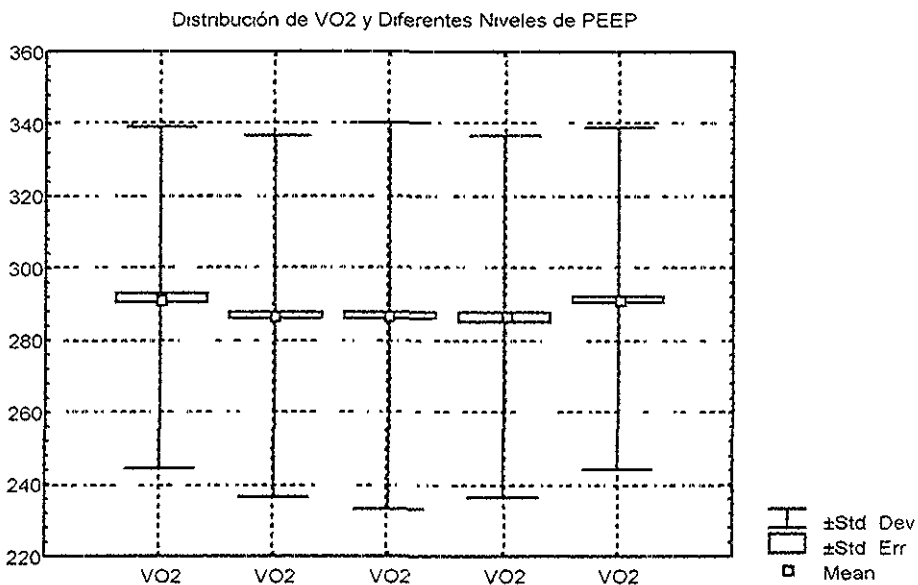
Gráfica 3

Distribución de Gasto Energetico y Diferentes Niveles de PEEP

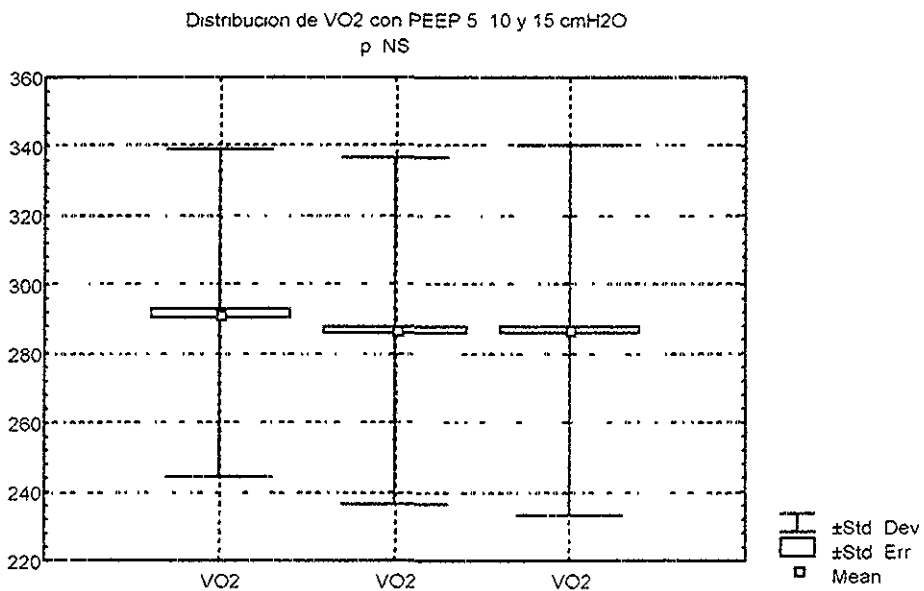


Gráfica 4

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN



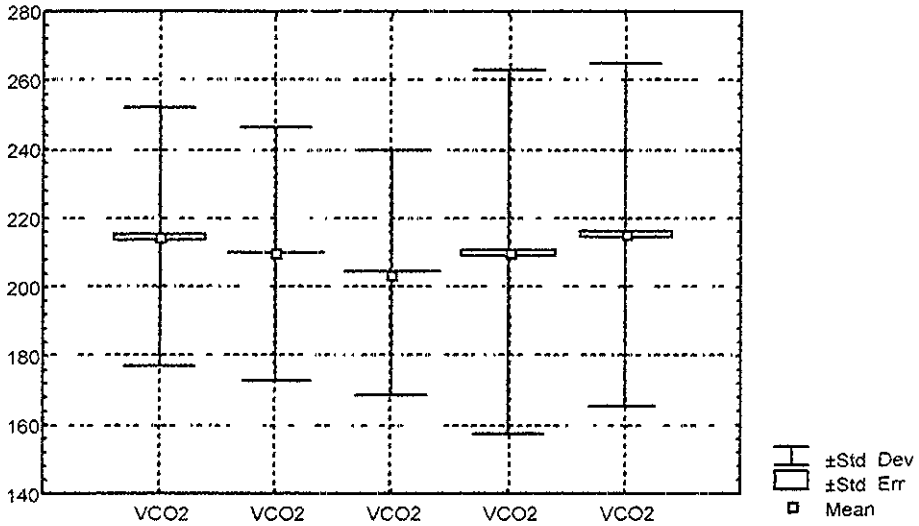
Gráfica 5



Gráfica 6

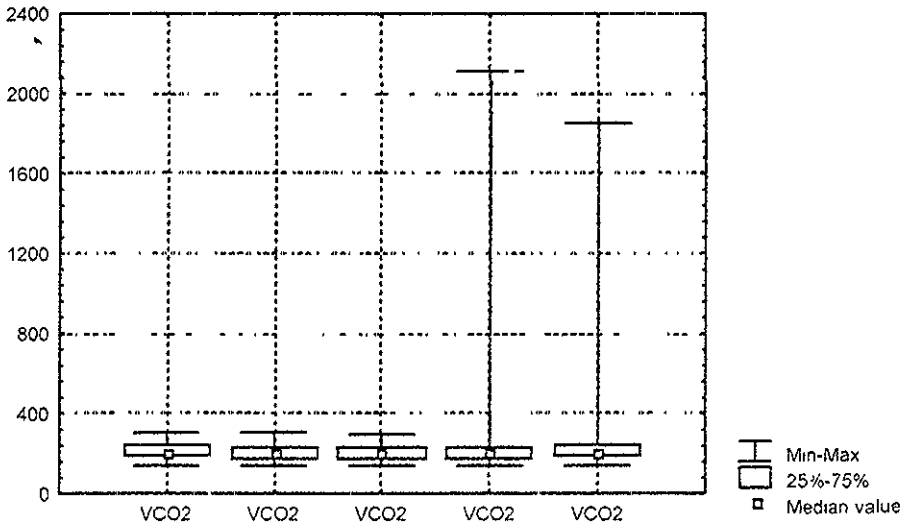
TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Distribucion de VCO2 y Diferentes Niveles de PEEP
 $p < 0.0005$

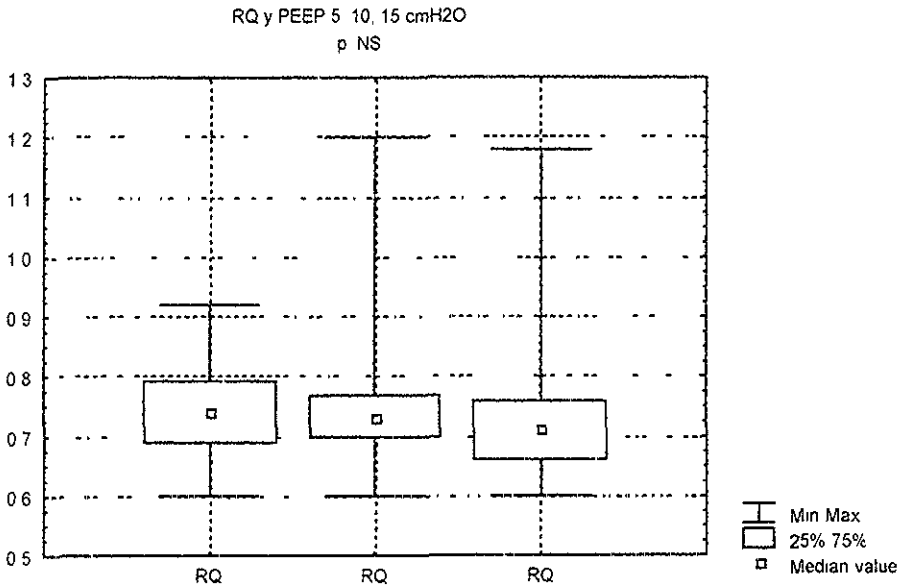


Gráfica 7

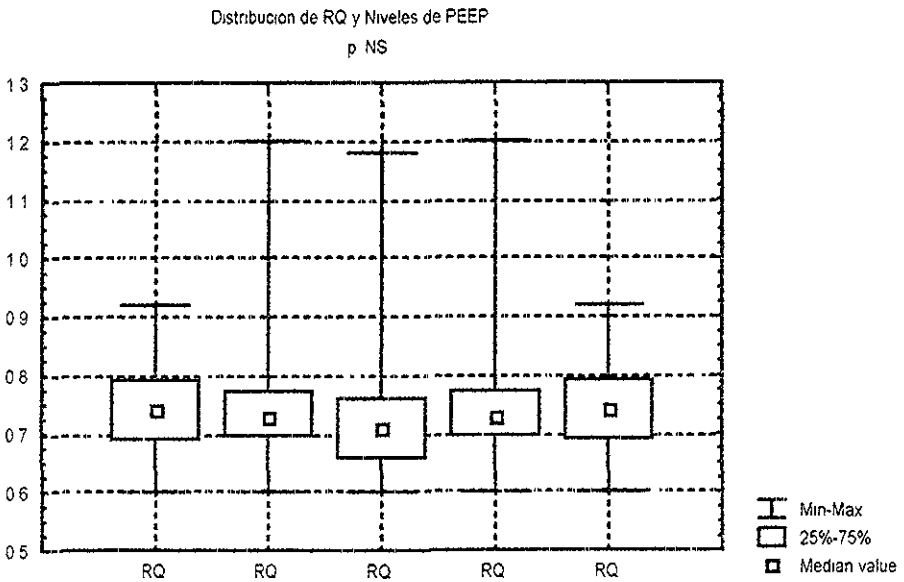
Distribución de VCO2 y Niveles de PEEP
 p NS



Gráfica 8



Gráfica 9



Gráfica 10

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Hoja de Consentimiento Informado

Fecha

Nombre del paciente

Numero de afiliación

Autorizo a los médicos del servicio de Terapia Intensiva del hospital de Especialidades (Bernardo Sepulveda) del Centro Médico Nacional del Seguro Social (IMSS) Siglo XXI, para efectuar a mi paciente _____

La medición de Gasto Energético en Reposo (GER) por medio de calorimetría Indirecta (CI) medición e incremento progresivo del PEEP (presión positiva al final de la espiración), la que amerita para evaluación nutricional Tengo pleno conocimiento de todas las posibles complicaciones del procedimiento

Nombre

Firma de la persona legalmente responsable

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1 Torres Rocio Elena y colaboradores Nutr Clín 1998 ,1(4) P 215 - 225
- 2 Perman Mario Terapia Intensiva Soporte nutricional Panamericana Argentina 1995 518-544
- 3 Weissman L Md Determinants of metabolic rate Respiratory Care, 1989, 2001-2018
- 4 Mahankl, Arling Mt And Krauss, nutrición y dietoterapia energía, 3a edición México interamericana 1995, 17-28
- 5 Hill GI Disorders of nutrition on metabolism on clinical surgery, New York Churchill livingstone 1992, P 7-18
- 6 Bryan T Andreus Neurosurgical intensive care New York, mc Graw Hill 1993, 163-177
- 7 Claros A Doblaz Medicina crítica práctica, presión positiva al final de la espiración, editorial Auroch Barcelona España, 1999, 54-59
- 8 Clifton GI, Ziellger Mg Circulating Catecholamines in sympathetic activity after head injury, Neurosurgery 1991, 8:814
- 9 Michelson D Gold P The stress response in critically illness Critical care Medicine
- 10 Jubran A J , Tobin Mg, *The Principles and Practice of Mechanical Ventilation* New York, Mc Graw Hill, 1994 919-943
- 11 Shapiro R, Kacmareck RM, Monitoring of mechanically ventilated patient in pathophysiology and practical guidelines in Physiologic basics of ventilatory support ed Marcel Dekker Inc New york 1998, 453-485
- 12 Marini JJ, Dynamic Hyperinflation In Physiological basis on ventilatory support Ed Merceel Dekker inc New york 1998 453-485
- 13 Sherman MD A Predictive equation for determination of resting energy expenditure in mechanically ventilated patients CHEST 1994, 105 544-549
- 14 Patel H Yang KL Variability of intrinsic positive end expiratory pressure in patients receiving mechanical ventilation Critical Care Medicine 1995, 23 1074-1079

- 15 Hess A Capnometry and capnography Technical aspect, physiologic aspect in clinical applications Respiratory care 1990, 35 557-576
- 16 Cortes Vicente Errors in estimating energy expenditure in critically ill surgical patients Arch surg Vol 124 March 1989 287-289
- 17 Nelson LD Anderson HB Garcia H Clinical validation of new metabolic monitor suitable for use in critically ill patients Crit Care Med 1987 ,15 951-957
- 18 Heshk H, Feld K, Yang Mu Allison w Resting energy expenditure in obese Across validation and comparison of prediction equation J Am Diet assoc 1993 , 93 (9) 1031-6
- 19 Osborde BJ Saba AK, Wood SJ, Nyswonger GD ,Hansen CW Clinical comparison of three methods to determine resting energy expenditure JPEN 1994 , 9 (4) 241-6
- 20 Branson RD , The measurement of energy expenditure instrumentation practical considerations and clinical application Resp Care 1990 , 35 640-59
- 21 Kinney JM Indirect calorimetry in malnutrition Nutritional assessment or therapeutic reference ? JPEN 1987 ,11 905-45
- 22 Jequier E Measurement of energy expenditure in clinical nutritional assement JPEN 1987 , 11 865-895
- 23 Mullen JL Indirect calorimetry in critical care Proc Nutr Soc 1991 , 50 239-44
- 24 Makk LJK Meclave SA ,Creech PW , et al Clinical application of the metabolic cart to delivery of total parenteral nutrition Critical care MED 1990 18 1320-7
- 25 Long CL Shaffel N Geiger JW , et al metabolic response to injury and illness Estimation of energy and proteins needs from indirect calorimetry and nitrogen balance J Parenteral enteral NUTR 1979 , 3 425-456

- 26 Daly JM Heysfield SB , Head CA et al Human energy requirements Over stimulation by widely used prediction equation Am J clin Nutr 1985 , 42 1170 –1174
- 27 Cunningham JJ Factors contributing to increased energy 3expenditure in thermal injury a review of studies employing indirect calorimetry JPEN 1990 14 649 -56
- 28 Fields J Kelley SM Macklem PT The oxygen lost of breathing with cardiorespiratory disease Am Rev Respir Dis 1982 126 9
- 29 Bursztejn J Tartelman V Delly Henaerse J et al Reduced oxygen consumption in catabolic states with mechanical ventilation Crit care Med 1978 6 162
- 30 Savino JA Dawson JA , agarwal N et al The metabolic cost of breathing in critical surgical patients J Trauma 1985 25 1125
- 31 Cerra FB Hypermetabolism organ failure and metabolic support 1987 Surgery 101 1-14