



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Medicina
Unidad de Posgrado

**Gasto energético según calorimetría indirecta en
pacientes críticos con shock en UCI Hospital Nacional
Guillermo Almenara (HNGAI) Lima 2009**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Para optar el Título de Segunda Especialidad en Medicina Intensiva

AUTOR

Luis Alberto BRACAMONTE FERREL

ASESOR

Sergio ECHENIQUE MARTÍNEZ

Lima - Perú

2010



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Bracamonte L. Gasto energético según calorimetría indirecta en pacientes críticos con shock en UCI Hospital Nacional Guillermo Almenara (HNGAI) Lima 2009 [Trabajo de investigación]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina, Unidad de Posgrado; 2010.

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

GASTO ENERGETICO SEGÚN CALORIMETRIA INDIRECTA EN PACIENTES
CRITICOS CON SHOCK EN UCI HOSPITAL NACIONAL GUILLERMO ALMENARA
(HNGAI) LIMA 2009

AUTOR: LUIS BRACAMONTE FERREL

ASESOR: DR SERGIO ECHENIQUE MARTINEZ

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE MEDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA
INTENSIVA

Siendo la evaluación del Gasto Energético Basal(G.E.B.) indispensable para la provisión de los requerimientos nutricionales en pacientes críticos. Se realizó el trabajo con el objeto de determinar el G.E.B. en los pacientes en UCI del HNGAI con el diagnóstico de shock en Ventilación Mecánica durante el periodo de Junio a Diciembre del 2009, siendo la Calorimetría Indirecta (C.I.) un método no invasivo que a partir del consumo de Oxígeno y la producción del CO₂ determina las necesidades nutricionales en Kilocalorías(Kcal). Siendo objetivos específicos: Establecer el tiempo de duración óptima para su determinación; establecer la relación entre el requerimiento calculado y las calorías recibidas; asimismo determinar el Gasto Energético de los pacientes en shock de acuerdo al tipo de nutrición recibida, y de acuerdo a su evolución clínica

Se obtuvo una muestra de 50 pacientes durante el periodo establecido, utilizándose para ello un Calorímetro Portátil Ohmeda, se realizaron 3 mediciones: al ingreso del paciente a las 24 horas y al momento de inicio del destete del Ventilador Mecánico. El 76% de pacientes tuvo como diagnóstico de ingreso shock abdominal, el promedio de VO₂ (consumo de O₂) fue de 201 ± 19 (ml/min), el Índice de O₂ fue en promedio $124,17 \pm 13$ (ml/min) ; los valores de CO₂ obtenidos fueron medias de $169,76 \pm 6,19$ (ml/min), el Índice de producción de CO₂ (IVCO₂) fue de $121,62 \pm 19,23$ (ml/min/m²). El G.E.B medio fue de $1444,09 \pm 44,02$ kcal, los valores a los 15 minutos, 1 hora y 2 horas fueron en promedio $1435,42 \pm 66,32$ kcal, $1436,92 \pm 50,17$ kcal, $1459,94 \pm 16,36$ kcal respectivamente, y el Cociente Respiratorio (R.Q.) obtenido fue de $0,85 \pm 0,03$. Respecto a las Kcal administradas fueron en promedio: 663,21 Kcal en la primera medición, 923,39 kcal, y al inicio del destete fue de 1086,5 kcal. El promedio de calorías administradas por vía enteral fue de 1096,36 kcal, mediante vía parenteral 1017,01 kcal, mediante soluciones glucosadas se administraron 317,16 kcal/día. De acuerdo a los resultados concluimos que se puede realizar mediciones de C.I. en corto tiempo siempre y cuando sean realizadas con características técnicas fiables y rigurosas. Los valores obtenidos de RQ no difieren de los obtenidos a nivel internacional siendo menor de 1,0, los valores promedios de G.E.B. obtenidos por C.I. fueron similares a los obtenidos en la bibliografía mundial, y respecto a la disociación entre las calorías medidas y las administradas , los pacientes en shock reciben significativamente menos de lo que realmente les correspondería. Finalmente existen diferencias entre los valores promedio de Kilocalorías respecto al momento en que es obtenida la C.I., al inicio de la Ventilación Mecánica o al inicio del periodo de destete.

Palabras clave: Calorimetría Indirecta, kilocalorías, Gasto energético Basal,

ÍNDICE

I.	Introducción	2
II.	Planteamiento de la investigación	
	a. Planteamiento del Problema	3
	b. Marco Referencial	4
	c. Justificación	6
III.	Objetivos	
	a. Objetivo General	7
	b. Objetivos Específicos	7
IV.	Material y Métodos	
	a. Diseño de estudio	8
	b. Población y Muestra	8
	c. Operacionalización de variables	9
	d. Instrumentos	10
	e. Técnica y recolección de datos	10
V.	Resultados	11
VI.	Discusión	22
VII.	Conclusiones	26
VIII.	Recomendaciones	26
IX.	Referencias Bibliográficas	27
X.	Anexos	30

I. Introducción.-

Desde etapas precoces en la evolución de la humanidad, nuestros antecesores han asociado el calor del cuerpo humano con la vitalidad, y su contrapartida, el frío, con la muerte. Este concepto de "calor vital" ha perdurado a través de 1.500 años a pesar de los cambios doctrinarios que se han suscitado en la historia de la Medicina.

Por su lado, la historia de la Nutrición estuvo íntimamente ligada a la evolución de los conceptos de la relación entre calor y energía. No es coincidencia entonces que la ingesta de nutrientes se contabilice como "ingreso calórico" expresado en kilocalorías diarias como unidad de medida.

Uno de los más importantes aspectos del soporte nutricional está basado en la habilidad para determinar y/o estimar con precisión el gasto energético de los pacientes. Un estado de enfermedad, crítico o no, puede tener efectos marcados sobre su status nutricional. Consecuentemente, es esencial evitar las complicaciones relacionadas a la inadecuada entrega de soporte nutricional, en particular el exceso de calorías.

El monitoreo de las respuestas fisiológicas y metabólicas a la enfermedad y sus necesidades nutricionales es una importante característica clínica. El análisis de los sustratos oxidados y su utilización depende de metodología intrincada, porque la correcta suposición debe estar basada en cálculos metabólicos.

Consecuentemente la evaluación del Gasto Energético Basal (GEB) es igualmente indispensable para la provisión de los requerimientos nutricionales diarios correctos, en suma para evitar nutrición híper/hipo calórica e híper/hipo proteica, cualquiera de los cuales incrementará la morbilidad y mortalidad particularmente en la población de pacientes críticos.

Avances recientes en la evaluación de intercambio de gases, se han basado en la evaluación del consumo de Oxígeno (VO_2) y la producción de CO_2 (VCO_2), fácilmente accesibles. Para el cálculo del gasto energético en reposo (GER) se han propuesto diferentes fórmulas basadas en los datos antropométricos del paciente, de las que la más conocida y utilizada es la de Harris-Benedict elaborada en 1918, que fue obtenida de una población sana y ha sufrido adaptaciones a la situación clínica de los pacientes: traumatismo, sepsis, etc., siempre ligadas a una valoración

subjetiva del observador ante la imposibilidad de reflejar las múltiples variaciones del estado clínico y del tratamiento de estos enfermos y con una clara tendencia a supra o infravalorar el GEB según la fórmula y las correcciones empleadas. El concepto de nutrición en pacientes críticos sea cual fuere su vía de administración y sus indicaciones está estrechamente relacionado a términos como inmunidad, y disminución de estancia hospitalaria o disminución de morbilidad, es por ello bajo ese contexto que cobra vigencia y mantiene actualidad su estudio.

II. Planteamiento de la Investigación:

II.1. Planteamiento del problema

Por las características particulares de los pacientes críticos, el soporte nutricional constituye un pilar fundamental dentro de su contexto de manejo individualizado, la medición del GEB mediante calorimetría indirecta proporciona datos reales; sin embargo pese a la indiscutible utilidad de esta técnica, no existe un claro consenso sobre la realización de la misma, por lo que no se han definido estándares de duración de la prueba, ni frecuencia de repetición de la misma. La posible mayor fiabilidad de una medición continua o en períodos prolongados de tiempo (8-12 horas) tiene el inconveniente de ser poco práctica para la valoración asistencial diaria de los enfermos críticos.

La calorimetría indirecta es un método no invasivo que determina las necesidades nutricionales y la tasa de utilización de los sustratos energéticos a partir del consumo de oxígeno y de la producción de anhídrido carbónico obtenidos por análisis del aire inspirado y espirado por los pulmones.

La determinación seriada del consumo de Oxígeno (VO_2) es útil para monitorizar la disfunción del sistema circulatorio en su respuesta a alguna intervención terapéutica. Aunque el transporte de Oxígeno para los tejidos puede ser adecuado, no se garantiza su aprovechamiento por la célula, pues los disturbios de la micro circulación como en pacientes sépticos o en traumatizados, puede dificultar su captación.

Por ende es importante resaltar la importancia de una cuantificación energética precisa que guíe las indicaciones nutricionales, pues por exceso o por defecto tienen marcada

repercusión clínica especialmente en pacientes críticos, constituyendo los pacientes con shock sea cual fuere su etiología la población más numerosa dentro de los pacientes con criterios de ingreso a UCI y asistidos con Ventilación mecánica, por ello nos formulamos la pregunta:

¿Cuál es el gasto energético de los pacientes internados en UCI del HNGAI, ingresados con el diagnóstico de Shock en Ventilación mecánica?

II.2. Marco Referencial:

El Gasto Energético Basal (G.E.B.) de pacientes críticos generalmente es predicho en base a ecuaciones pre existentes, pero la medición calorimétrica nos garantiza valores fidedignos, debido a que existen variaciones con la injuria, el estrés, la terapia de fluidos así como la nutrición¹⁻⁵

Se encontró que medidas de 20 ó 30 minutos pueden resultar muy cortas, pero las medidas dentro de las 2 horas pueden estar dentro del 10% de las real medición de 24 horas, como lo sostienen Zijlstra y col en estudio realizado en Holanda entre 12 pacientes críticos sometidos a calorimetría Indirecta (C.I.)¹, asimismo en el estudio español de Marsé y col. proponen una duración de 10 minutos para la C.I., pero en condiciones basales de exploración como reposo, la misma infusión de nutriente y sedación analgesia durante la ventilación mecánica, debiendo permanecer hemodinámicamente estables durante el procedimiento², en un reciente artículo de revisión³ respecto a la metodología instrumentos y aplicación clínica de la C.I. se considera un tiempo de 15 minutos suficiente para estimar el Gasto energético en reposo con un 4% de error, pero considera que en pacientes clínicamente inestables no se puede extrapolar estos valores, debiendo por lo menos realizarse una medida de al menos 60 minutos; en un estudio realizado en Yorkshire EE.UU.⁴ ésta fue realizada por 40 minutos, pero con condiciones variables de medición de C.I.

Respecto a los valores obtenidos por ecuaciones predictivas las variaciones del GE medido en 24 horas varían entre 1281 a 2177 calorías, la medida de dos horas resultó en una desviación estándar de 130 a 167 calorías, en pacientes con VM1, al respecto trabajos como el de Gariballa and Foster⁴ encuentran que ecuaciones como la de Harris Benedict predicen los valores dentro de un 10% en el 47% de los hospitalizados, incluso

en trabajos realizados para el cálculo del G.E.B. en pacientes con obesidad mórbida y severa no se comparan las fórmulas utilizadas con la C.I., en dichos pacientes por ejemplo según lo señalan Carrasco y cols en su trabajo realizado⁵, el promedio de G.E. fue de 1797+-239 Kcal/día, asimismo en el Trabajo realizado por Marson y col. se halló una buena correlación entre los métodos de análisis del consumo de Oxígeno mediante C.I. y ecuaciones de Fick reversas, pero la ventaja de la C.I. es su no invasividad y facilidad procedimental⁶, asimismo en la investigación realizada en Brasil por Basile-Filho y cols. Correlacionan el gold estándar para el cálculo de las necesidades energéticas la C.I., con la ecuación de Brandt con una diferencia de apenas 8.7%, proponiéndola como una alternativa en las Unidades donde no se disponga de dispositivos de C.I. para pacientes sépticos y en ventilación mecánica⁷.

En el trabajo realizado en Palma de Mallorca, España, por Raurich y cols., se midió el Gasto energético en 87 pacientes críticos entre tipos de lesiones quirúrgicas, médicas y por trauma, los valores promedios obtenidos por C.I. fueron un promedio de 1834+-320 kcal/día comparándola con la ecuación de Harris Benedict fue 121% +- 17% no existiendo diferencias significativas entre los diferentes grupos de pacientes evaluados, concluyendo que el gasto energético en pacientes críticos en ventilación mecánica no se ve afectado por el tipo de injuria, además considerando que en el 76% de éstos pacientes se calculó con la simple estimación de calorías (25 Kcal/kg) ésta se encontraba dentro de los rangos obtenidos por la medición por C.I.⁸

En el estudio de revisión realizado por Mc Clave y cols⁹. se le atribuye un rol fundamental a la C.I.; para minimizar las consecuencias de la sobrealimentación e identificar los requerimientos individuales calóricos de los pacientes críticos; con el objeto de disminuir en pacientes sometidos a stress con el 50% de las calorías totales requeridas, por lo cual es importante el inicio del soporte nutricional de modo progresivo, analizando la importancia de la dosis administrada en el análisis de varios estudios al respecto considerando los niveles de albúmina, o Proteína C Reactiva, considerando resultados como menores complicaciones infecciosas, menor estadía hospitalaria y más rápido retorno de la función cognitiva, demostraron que en estudios sobre nutrición enteral los médicos prescriben aproximadamente entre el 65 al 78% del verdadero requerimiento individual medido, además la interrupción de la alimentación enteral ocurre en un 52%, siendo las causas a menudo relacionadas con factores como: pruebas diagnósticas, mala posición de las sondas o actividades propias de los cuidados

de enfermería. Si bien es cierto que la C.I. mide el Gasto Energético; no diferencia las calorías proteicas de las no proteicas. Finalmente respecto al uso del cociente respiratorio, como una medida del uso de sustrato con valores de entre 0.67 a 1.3, pero brindándole un valor relativo, pero valores mayores a 1.0 sugieren sobrealimentación y lipogénesis, con la excesiva generación de hidratos de carbono, en cambio valores menores a 0.85 sugieren infra alimentación y el uso continuo de grasa almacenada. Este aspecto sobre la importancia del cociente respiratorio nuevamente es enfocado en una revisión encabezada por Mc Clave y cols¹⁰. dos años después, enfatizando que su aplicación clínica conjuntamente con la medida del Gasto Energético Basal provee beneficios, no siendo un valor definitivo por sí solo del valor del uso de sustrato, su mayor beneficio clínico es cuando se encuentra dentro de los rangos fisiológicos, y usado como una medida de la tolerancia a la alimentación.

En el estudio realizado en Cleveland (EE.UU.) entre 59 pacientes en ventilación mecánica con el fin de evaluar el uso adecuado de la nutrición enteral, por O' Meara y cols¹¹ el año 2005, evalúan la cantidad de calorías prescritas y las recibidas obteniendo un 50% de los requerimientos nutricionales calculados (1106.3 con DS: 885.9 Kcal), siendo siempre significativamente más bajas las calorías administradas que las calculadas requeridas. Asimismo investigan el tiempo de inicio de la nutrición enteral teniendo en cuenta que las guías actuales recomiendan la nutrición enteral temprana dentro de las 24 a 48 horas y de ser posible post pilórica, en su estudio encuentran un promedio de inicio de 39.7 horas SD:36.3 hs. desde su admisión a UCI.

En un estudio de revisión de la evidencia disponible respecto de las diversas ecuaciones predictivas sobre el G.E.B. dirigido por David Frankfield para el Grupo de Evidencia de la American Dietetic Association el año 2007, concluye que a pesar de su uso difundido y siendo la ecuación de Harris Benedict la más utilizada; comparadas con el método de Fick, recomiendan con alto nivel de evidencia que no deberían ser utilizadas para predecir el G.E.B. en pacientes críticamente enfermos, quedando pendiente la validación de nuevas ecuaciones elaboradas al respecto.^{12,13}

En el estudio de revisión realizado por Haugen y cols¹⁴. Proponiendo una guía práctica para clínicos mencionan que la C.I. sigue siendo el gold estándar para el cálculo del G.E.B. enumerando sus beneficios y maximizar los beneficios de la terapia nutricional, recalando que ahora su uso está más difundido por su facilidad, operabilidad y por

existir dispositivos más portables en la actualidad. Además de mencionar su importancia como medida del G.E.B. y el cociente respiratorio, también expresan en este análisis algunas limitaciones de la C.I. por las pérdidas no medidas en posibles fugas de gases en el tubo endotraqueal, en el cuff, depende de una adecuada calibración previa a su uso, depende del tipo de nutrición y la administración de FiO₂, así como el uso de medicamentos sedantes y analgésicos.

Respecto al dispositivo a ser utilizado en el estudio se menciona que el Sistema de Calorimetría Indirecta Deltatrac Datex OhmedaR , es considerado el más adecuado equipo de los de entre su género siendo validado en diversos laboratorios y situaciones clínicas.^{3,15}

III. Objetivos de la Investigación:

III.1 Objetivo General:

- ✓ Determinar el gasto energético de los pacientes hospitalizados en UCI del HNGAI con el diagnóstico de shock obtenido mediante calorimetría indirecta

III.2 Objetivo Específicos:

- ✓ Establecer el tiempo de duración óptimo para la determinación del G.E. en los pacientes de UCI con el diagnóstico de shock.
- ✓ Establecer la relación entre el requerimiento calórico calculado y las calorías recibidas mediante soporte nutricional en pacientes de UCI con diagnóstico de ingreso de shock.
- ✓ Determinar el G.E. de los pacientes de UCI ingresados con diagnóstico de shock de acuerdo al tipo de nutrición recibida.
- ✓ Determinar el GEB en pacientes de UCI con shock en VM, de acuerdo a su evolución clínica.

IV. Material y Métodos:

IV.1. Diseño de la Investigación:

Se trata de un estudio Observacional, Descriptivo, Prospectivo. Desarrollado durante el periodo comprendido entre Julio y Diciembre del 2009 en el Departamento de Cuidados Críticos del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen (HNGAI) de Lima-Perú.

IV.2. Población y Muestra:

- ✓ Población: Obtenida del Universo Muestral constituido por todos los pacientes ingresados a la UCI del HNGAI durante los meses de Junio a Diciembre del 2009.
- ✓ Criterios de Selección: Constituyen la población de estudio todos los pacientes mayores de 18 años ingresados a la UCI del HNGAI con shock, de acuerdo a los criterios señalados en la Conferencia de Consenso del American College of Chest Physicians en asociación con la Society of Critical Care Medicine en 1992, y con Ventilación Mecánica en sus primeros días de evolución.
- ✓ Serán excluidas pacientes con obesidad mórbida con IMC ≥ 35 , pacientes con fístula bronco pleural, muerte cerebral, pacientes traqueostomizados, requerimientos de FiO₂ $>60\%$, PEEP >20 o Presión Pico > 40 y PAM ≤ 50 a pesar de fármacos vasoactivos e inotrópicos.
- ✓ Muestra: Fue determinada considerando un intervalo de confianza de 95% en todos los pacientes con los criterios de inclusión de acuerdo al periodo de estudio, se determinó de acuerdo a la fórmula para poblaciones finitas con un error de $\pm 5\%$. El tamaño muestral de acuerdo a la aplicación de la fórmula es de 40 pacientes.

IV.3. Operacionalización de variables:

VARIABLE	INDICADOR	TIPO VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
A.-VARIABLE DEPENDIENTE			
Calorimetría indirecta	Gasto energético en calorías (GEB)		De Razón
	Cociente respiratorio (RQ)	Cuantitativa	
	Consumo de Oxígeno(VO ₂)	Cuantitativa	
	Produccion de CO ₂ (VCO ₂)	Cuantitativa	
B.-VARIABLE INDEPENDIENTE			
Pacientes críticos	Incidencia de pacientes con shock asistidos con ventilación mecánica invasiva.	Cuantitativa	De Razón
C.-VARIABLE SOCIODEMOGRÁFICAS	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICION
Edad	Mayores de 18 años	Cuantitativa	De Razón
Sexo	Masculino Femenino	Categórica	Nominal
Peso	Peso en kgs.	Cuantitativa	De Razón

Talla	Talla en cms.	Cuantitativa	De Razón
-------	---------------	--------------	----------

IV.4. Instrumentos:

Se utilizó para la medición del Gasto Energético Basal el Calorímetro Portátil Datex Ohmeda R -Finland

IV.5. Técnica y Procedimiento de Recolección de Datos :

Se procedió a seleccionar los pacientes que cumplen los criterios de inclusión durante el periodo de estudio en la UCI del HNGAI. Con la participación del Médico y Enfermera responsables del paciente, se calibró el dispositivo en primera instancia de acuerdo a sus especificaciones.

Durante el tiempo que el dispositivo permaneció conectado a la tubuladura espiratoria del Ventilador mecánico, se veló por que el paciente permanezca en reposo absoluto, se programó en la pantalla de ingreso del Calorímetro los datos de los pacientes, luego se anotaba en la hoja de registro los datos correspondientes al Gasto Energético, RQ, VO₂, VCO₂, tipo de nutrición recibida y Kilocalorías indicadas, Funciones Vitales, modo ventilatorio, PEEP, FiO₂, EtCO₂, A los 15 minutos que se registraron los primeros valores en el calorímetro, a la hora y a las 2 horas, tan pronto sea elegido el paciente, y un control a las 24 horas. La tercera medición se realizada cuando el paciente iniciaba su proceso de destete del Ventilador Mecánico

Los datos fueron registrados y procesados en una hoja de cálculo Excel 2007, utilizando el programa SPSS 17.0 para la evaluación de las distribuciones de frecuencia, porcentajes, medias, medianas y porcentajes se consideraron valores significativos con $p \leq 0.5$.

V. Resultados:

El número de pacientes objetivo según la aplicación de la fórmula era 40 pacientes durante el periodo de estudio, sin embargo se aplicó las mediciones en 60 pacientes seleccionados durante el periodo de estudio de Junio a Diciembre del 2010 , pero finalmente se depuraron de acuerdo a criterios de inclusión y exclusión y obtuvieronse un total de 50 pacientes de los cuales 25 fueron varones y mujeres con un promedio de edad de 60,04 años; el promedio de peso ideal calculado de acuerdo fórmula en relación a la estatura fue de 61,1 kgs, el promedio de estatura medida fue de 161 cms. , y el IMC promedio fue de 23,44 kg/m². La mediana de peso obtenido por fórmula fue de 58,6 kgs. Y la mediana de estatura fue de 160 cms. No se llegó a realizar el total de las tres mediciones correspondientes estipuladas en la totalidad de pacientes, pues no todos los pacientes concretan el inicio de destete.

Del total de población medida el 76% de pacientes tuvieron como diagnóstico de ingreso el de shock séptico de etiología abdominal, el 8% fueron punto de partida dérmico el 4% pélvico y el 12% restante distribuidos entre diagnósticos de ingreso shock séptico puntos de partida: respiratorio, urinario, cardiogénico.(Gráfico 1)

Las Presión Arterial Media promedio obtenida fue de 58,2 mmHg en todos los pacientes de ingreso se utilizaron inotrópicos : Dopamina 55% , Noradrenalina 28% y ambos en 14% de los casos, el modo Ventilatorio predilecto al ingreso del paciente fue A/C Presión en un 85% , modo A/C Volumen en el 12% y SIMV P en 3% de los casos. El PEEP promedio utilizado en todas las mediciones fue de 6,2.

Respecto a las mediciones obtenidas del Calorímetro Indirecto se obtuvo como valores de VO₂ (Consumo de O₂) un promedio de todas las mediciones realizadas de: 201 ± 19 (ml/min) (Gráfico 2), el Índice de VO₂ (ml/min/m²) fue en promedio de todas las mediciones de 124,17 ± 13,39.(Gráfico 3)

Respecto a los valores de VCO₂ (Producción de CO₂) el valor promedio obtenido en todas las mediciones fue de 169,76 ± 6,19 (ml/min) (Gráfico 4), el Índice de producción de CO₂ (IVCO₂) fue de 121,62 ± 19,23 (ml/min/m²). (Gráfico 5)

El valor de Gasto Energético Basal (GEB) obtenido de todas las mediciones fue de: 1444,09 \pm 44,02 kcal; los valores promedio en las mediciones del día de ingreso fueron de 1462,03 \pm 12,22 Kcal; a las 24 horas de 1473,26 \pm 7,38 Kcal y 1397 \pm 49,61 Kcal en la tercera medición realizada al inicio del destete de Ventilador Mecánico. (Gráfico 6)

Además se obtuvieron valores promedio de GEB de acuerdo al momento de obtención a los 15 minutos tuvieron un valor promedio de: 1435,42 \pm 66,32 kcal, a la hora fue de 1436,92 \pm 50,17kcal y a las 2 horas 1459,94 \pm 16,36 kcal.

El Cociente respiratorio (RQ) de todas las mediciones obtenido fue de 0,85 \pm 0,03. (Gráfico 7)

Del total de pacientes sólo 7 recibieron únicamente nutrición enteral, 5 pacientes recibieron sólo Nutrición Parenteral Total y 12 pacientes tuvieron indicación de NPO, recibiendo sólo hidratación con soluciones glucosadas, el resto de pacientes tuvieron indicación de nutrición mixta (Nutrición enteral y/o NPT y/o soluciones glucosadas. (Gráfico 8)

Respecto a los valores promedio de Kilocalorías indicadas y administradas en total fueron en promedio 663,21 Kcal el día de la primera medición, en las primeras 24 horas: 923,39 Kcal, y al inicio del destete fue de 1086,56 Kcal. Se indicaron y administraron en promedio de todas las mediciones 893,72 \pm 213,81 Kcal /día. (Gráfico 9)

El promedio de Kilocalorías administradas mediante su forma enteral fue de 1096,36 Kilocalorías, mediante vía parenteral fue de 1017,01 kilocalorías y mediante administración mixta (enteral-parenteral) fue de 1004,42 kilocalorías. Existiendo seis mediciones obtenidas sin administración de kilocalorías durante las mediciones, en promedio se administraron mediante soluciones glucosadas 317,16 kcal/día. (NPO).(Gráfico 10)

Gráfico 1. Distribución porcentual de pacientes con diagnóstico de shock según punto de partida en la UCI del HNGAI Lima Junio-Dic. 2009.

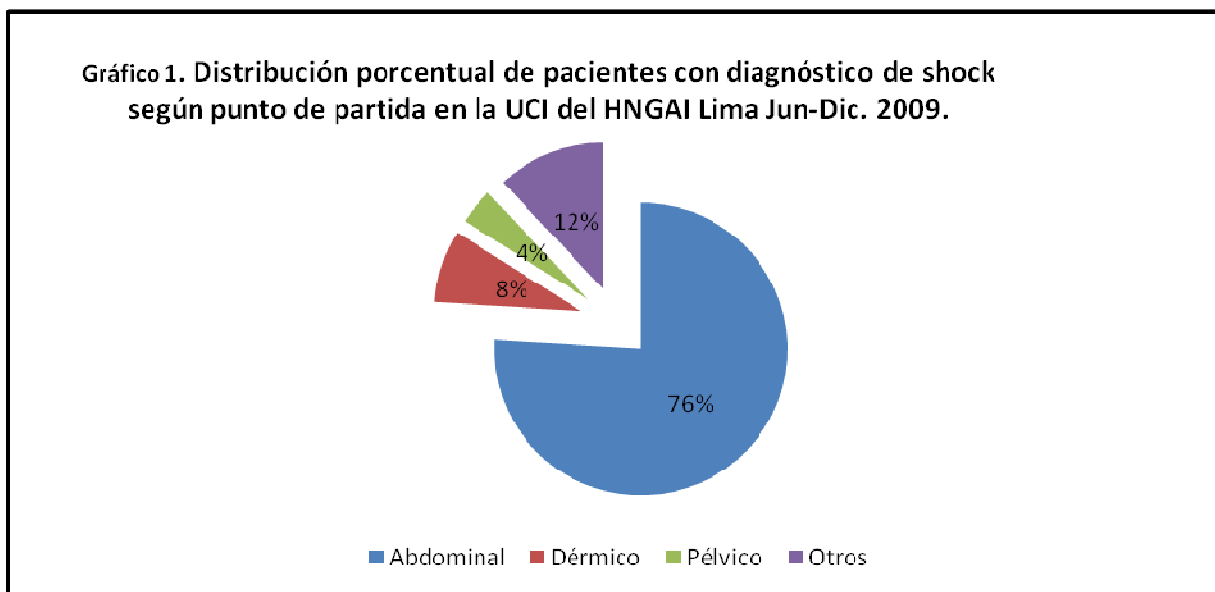


Gráfico 2. Consumo de O2 (VO2) de acuerdo a Calorimetría Indirecta en pacientes con diagnóstico de shock en la UCI del HNGAI Lima Jun-Dic. 2009.

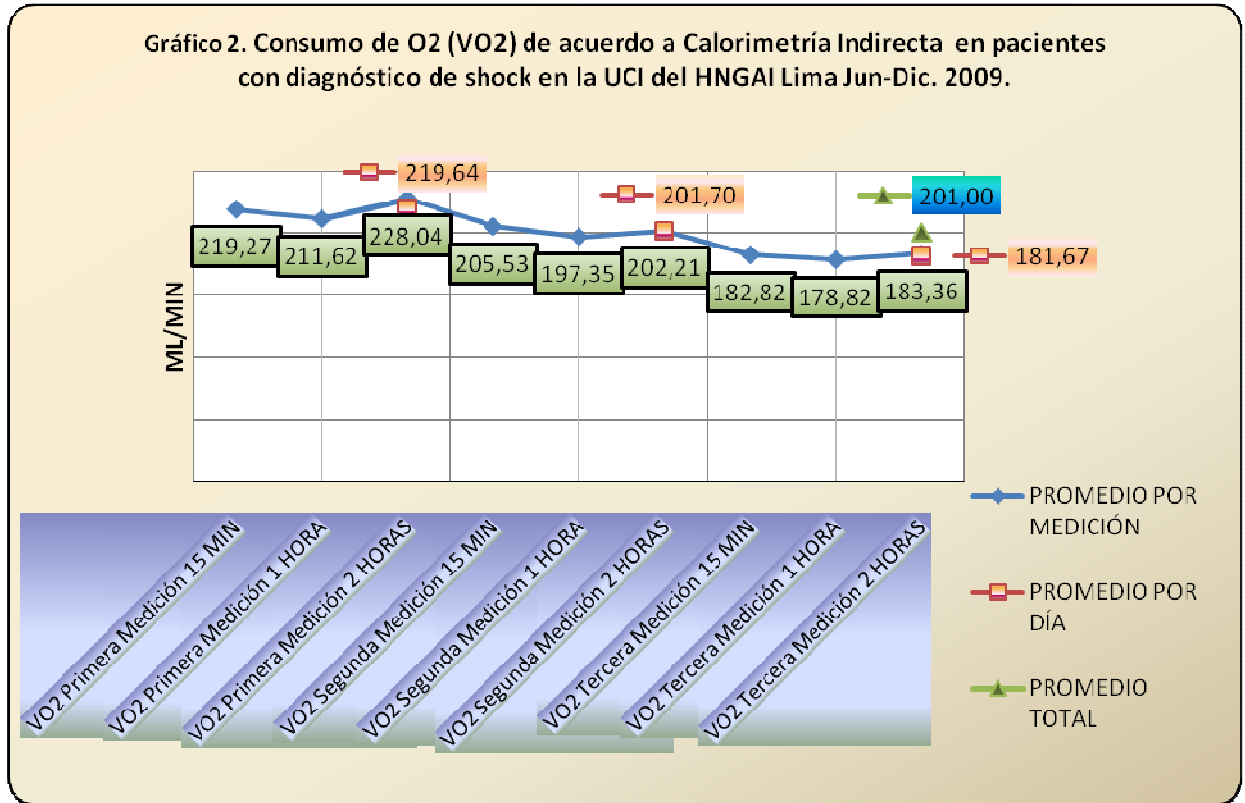


Gráfico 3. Índice de Consumo de O2 (IVO2) de acuerdo a Calorimetría Indirecta en pacientes con diagnóstico de shock en la UCI del HNGAI Lima Set-Dic. 2009.

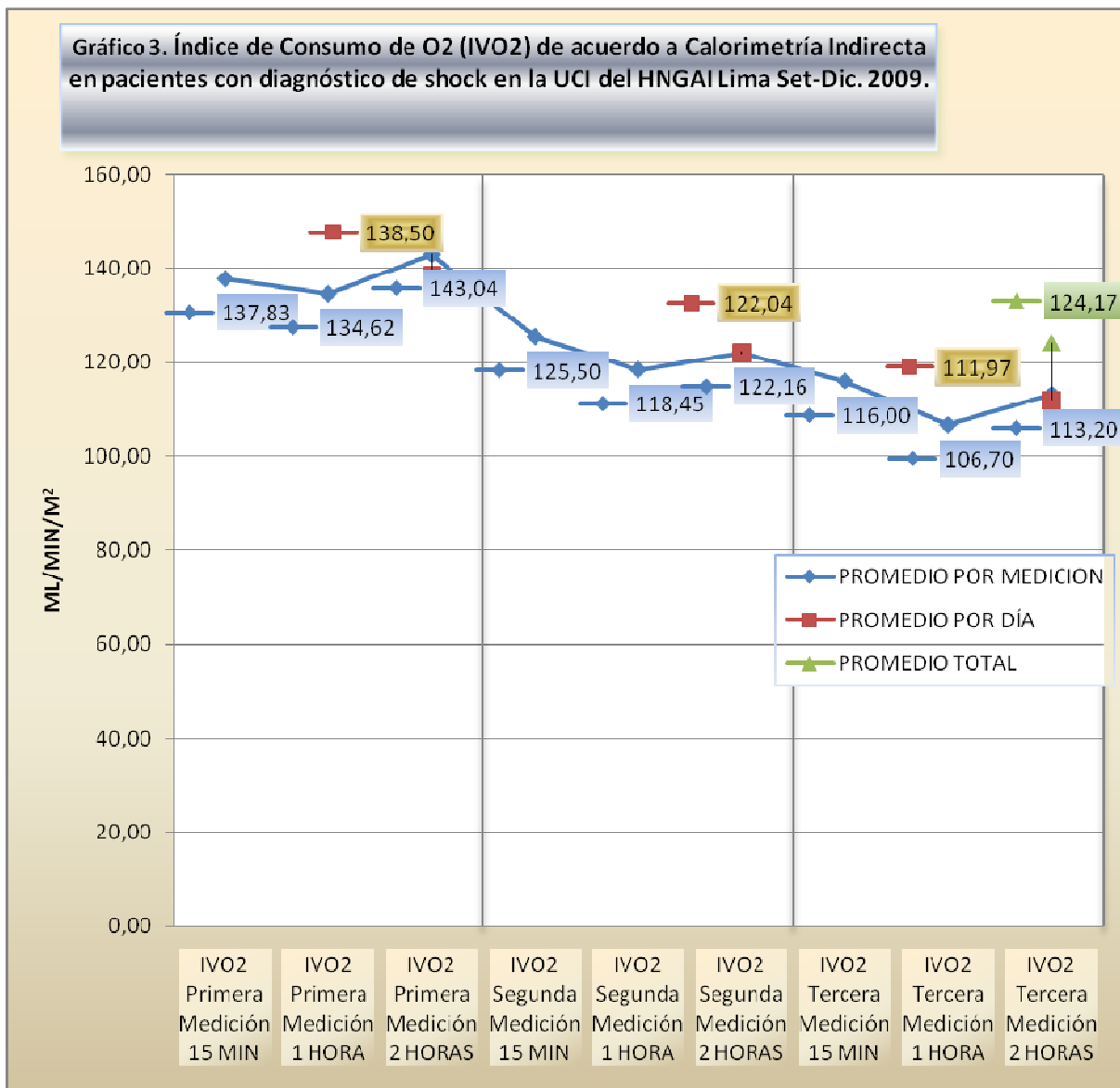


Gráfico 4. Producción de CO₂ (VCO₂) de acuerdo a Calorimetría Indirecta en pacientes con diagnóstico de shock en la UCI del HNGAI Lima Set-Dic. 2009.

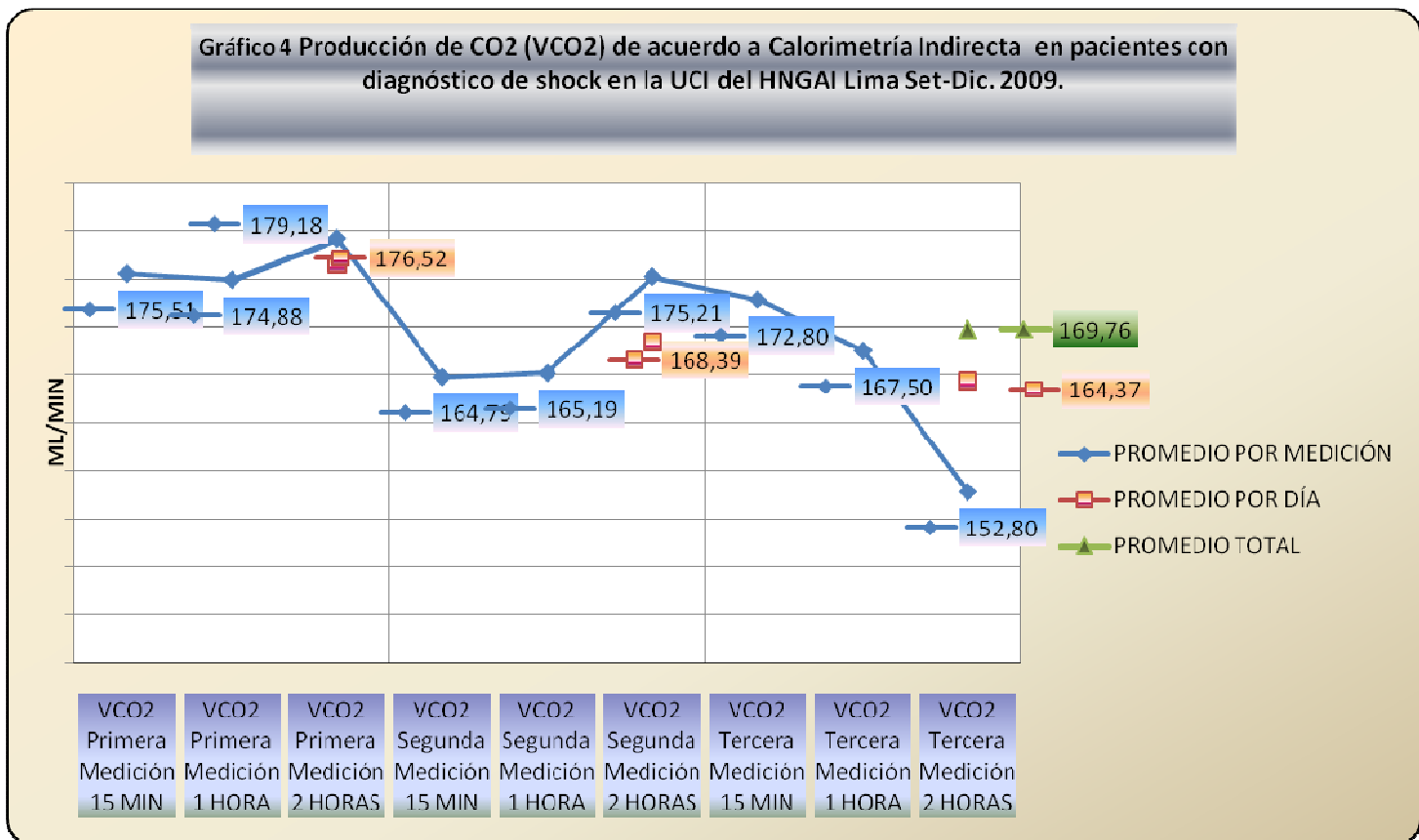


Gráfico 5. Índice de Producción de CO₂ (IVCO₂) de acuerdo a Calorimetría Indirecta en pacientes con diagnóstico de shock en la UCI del HNGAI Lima Jun-Dic. 2009.

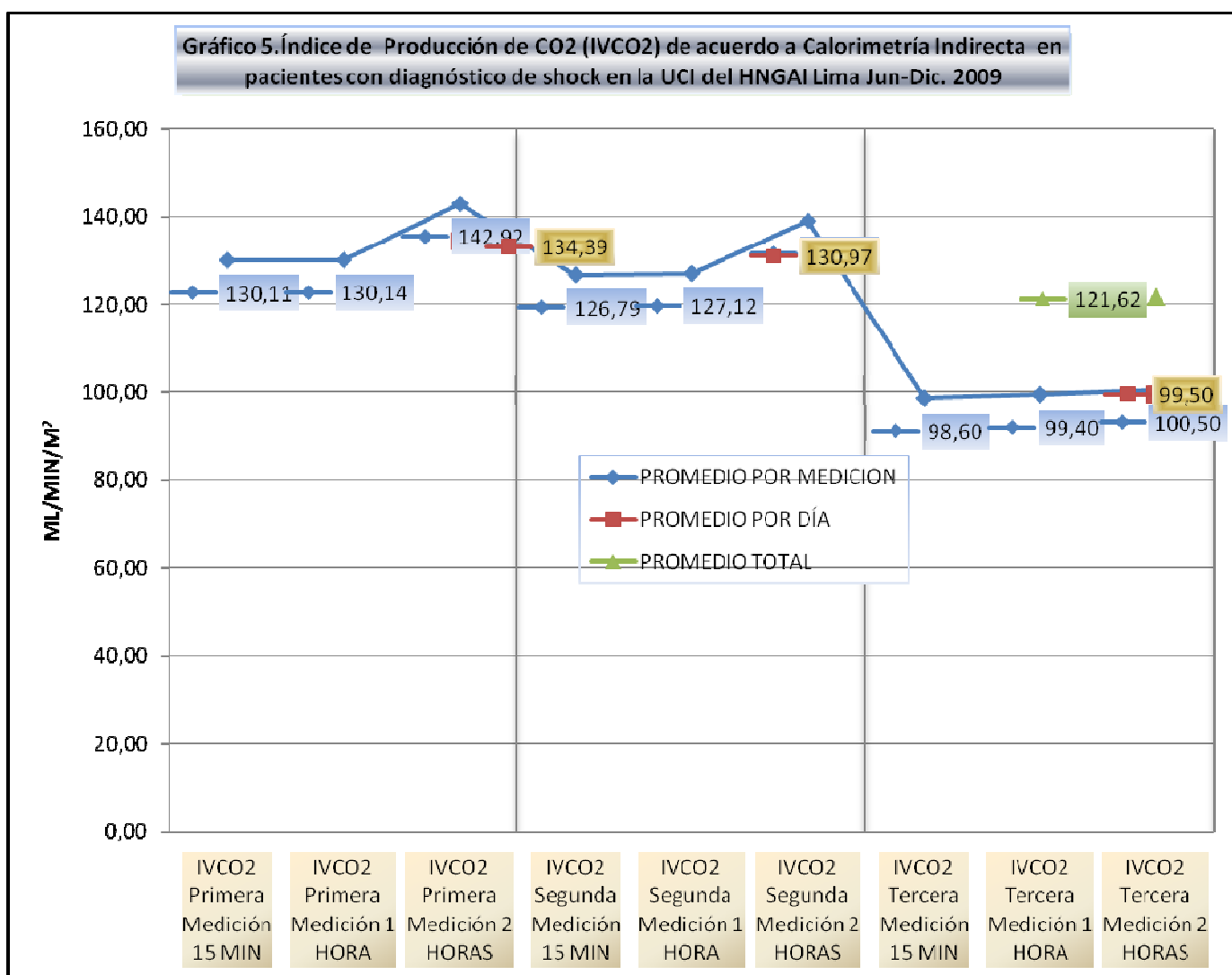


Gráfico 6. Gasto Energético Basal (GEB) en Kcal según Calorimetría Indirecta en pacientes con diagnóstico de shock en la UCI del HNGAI Lima Jun-Dic. 2009

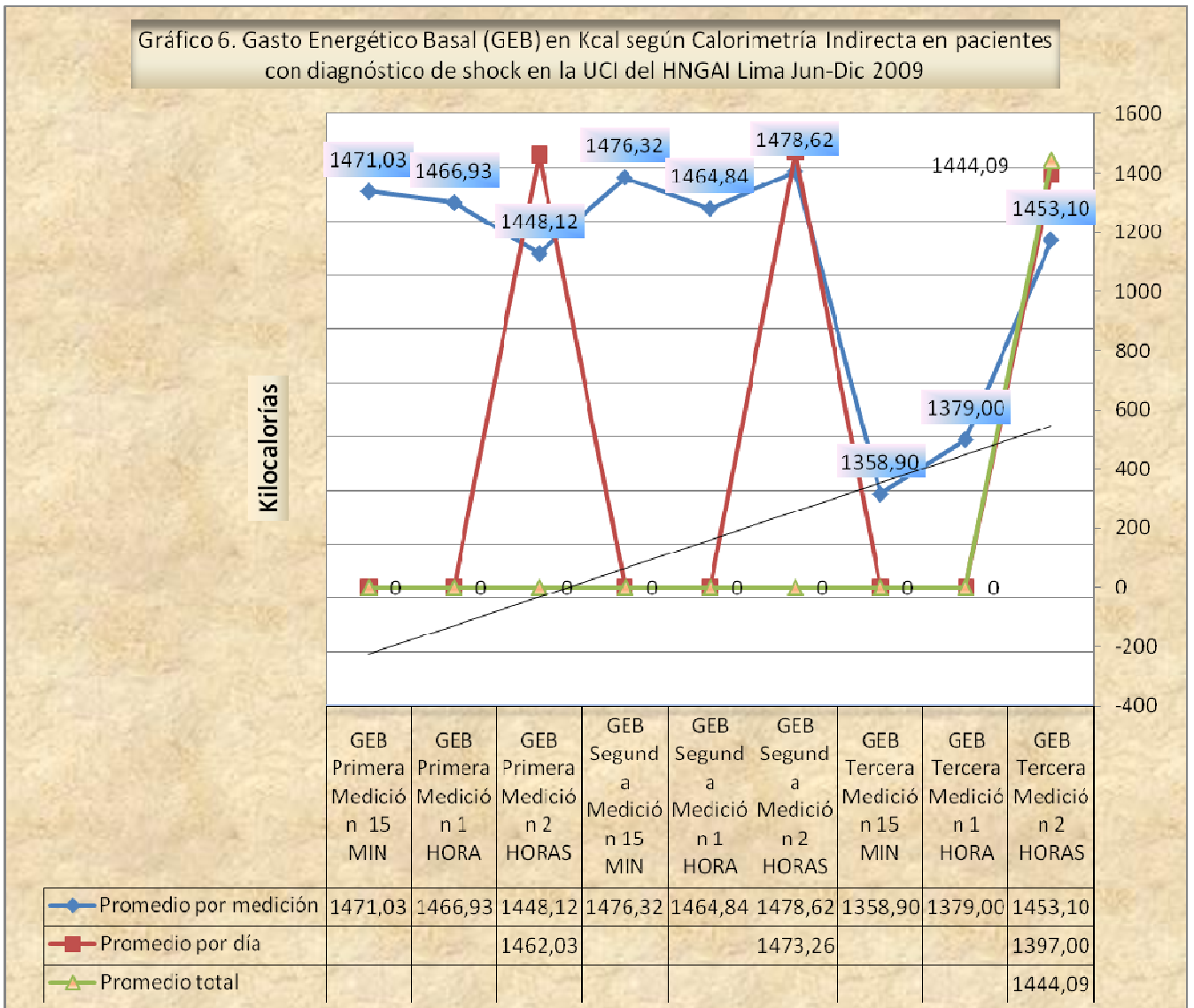


Gráfico 7. Cociente Respiratorio (RQ) según Calorimetría Indirecta en pacientes con diagnóstico de shock en la UCI del HNGAI Lima Jun-Dic. 2009

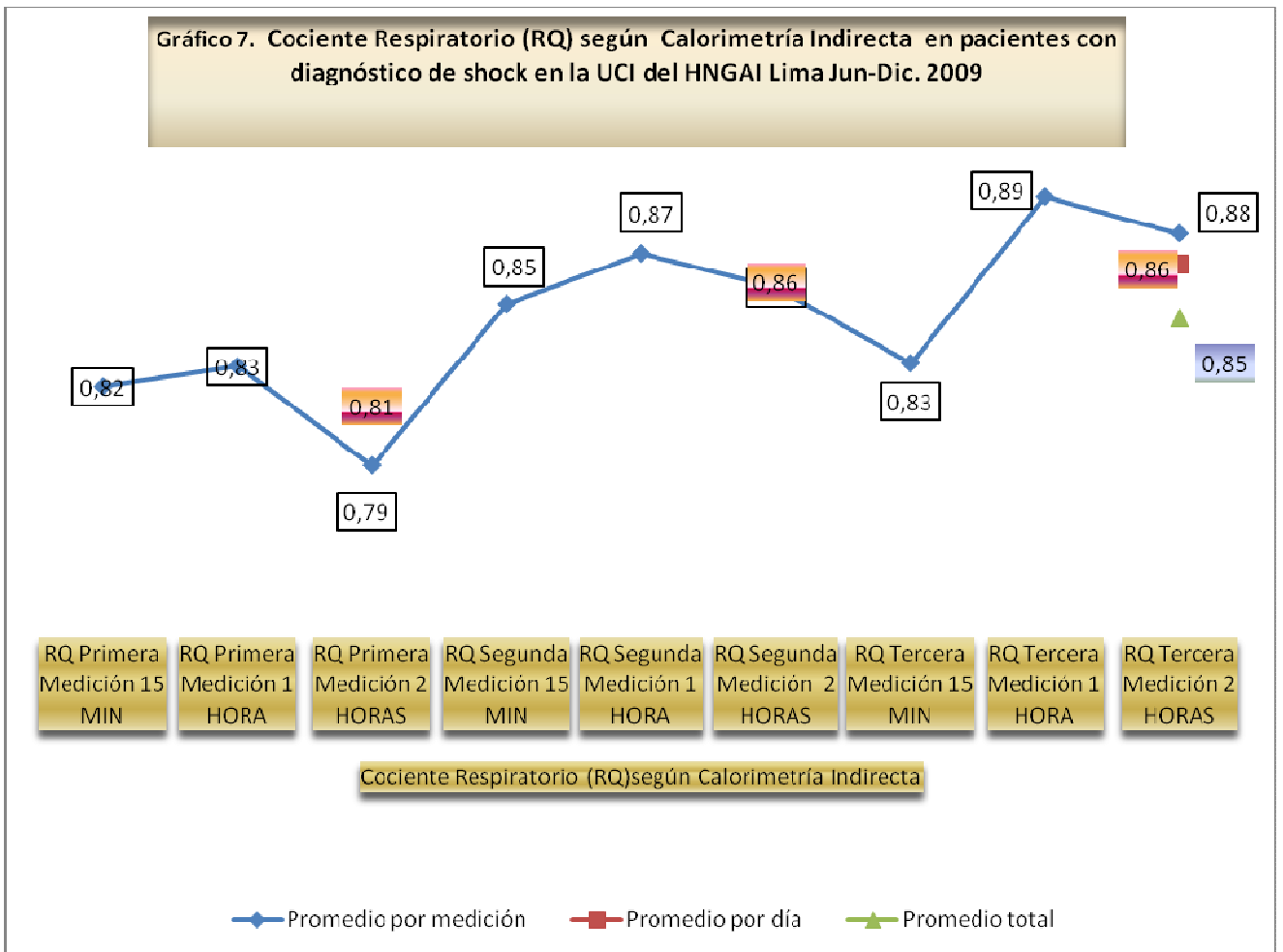


Gráfico 8.- Distribución porcentual de pacientes de acuerdo al tipo de nutrición indicada y administrada en pacientes con shock en UCI del HNGAI Lima Jun- Dic 2009

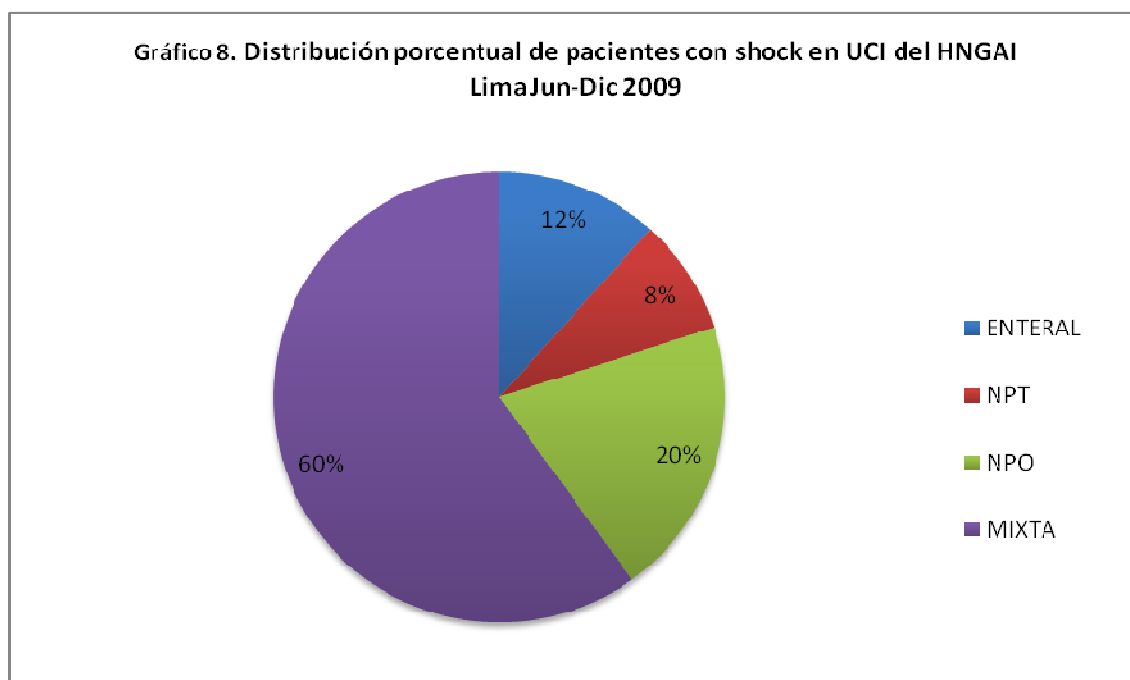


Gráfico 9.- Kilocalorías indicadas y administradas en cada medición de calorimetría en pacientes con shock en UCI del HNGAI Lima Jun- Dic 2009.

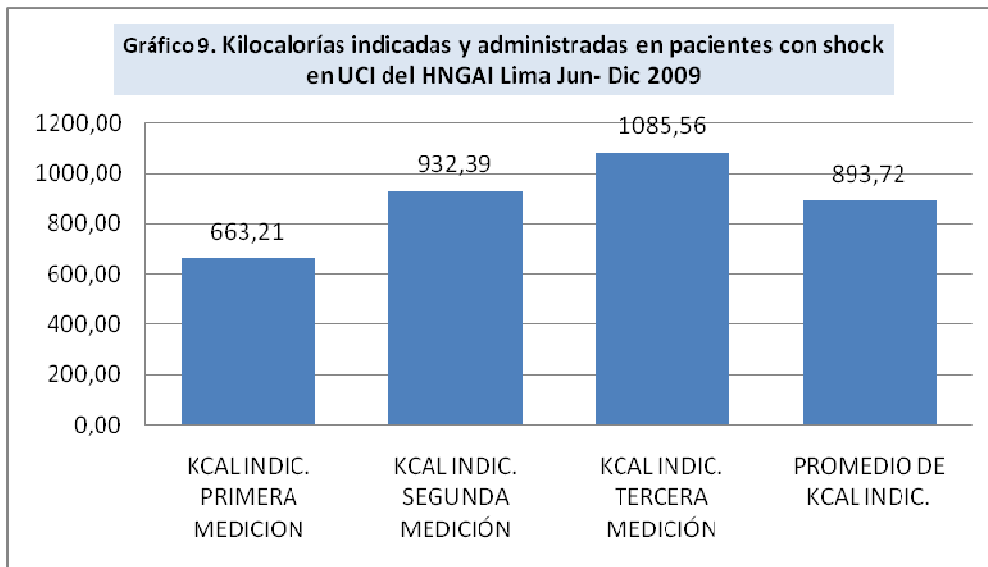
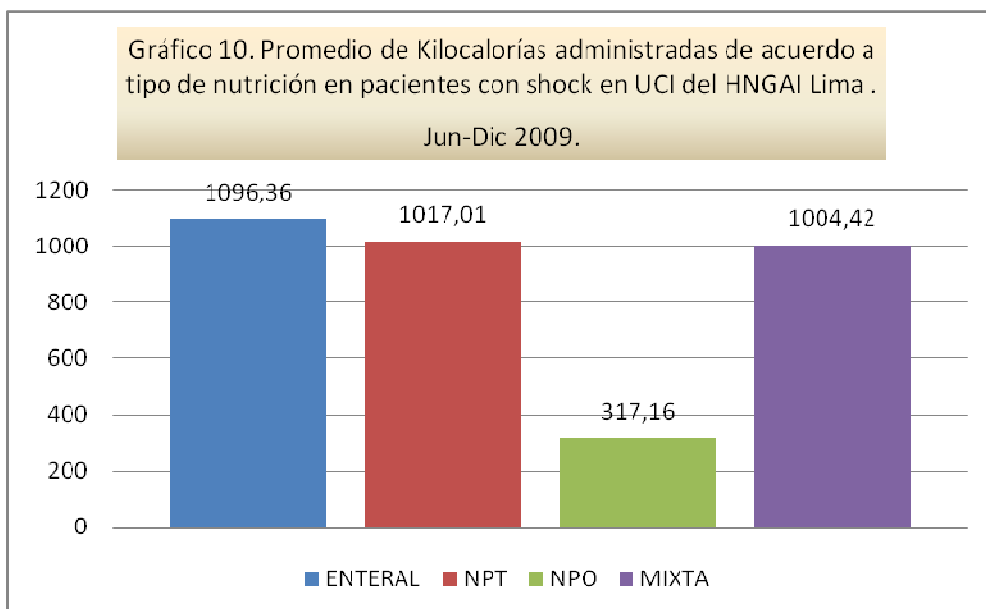


Gráfico 10. Promedio de Kilocalorías administradas de acuerdo a tipo de nutrición en pacientes con shock en UCI del HNGAI Lima Jun-Dic 2009.



VI. Discusión

En el análisis del trabajo realizado comentaremos inicialmente las variables demográficas predominantes en la población de estudio del HNGAI, siendo ésta una población en promedio adulta y adulta mayor, habiendo sido excluidos de la muestra total hasta un 16% de pacientes por límite de edad, la distribución por sexo es semejante por completo en partes iguales, la antropometría calculada y obtenida para este trabajo se encuentra dentro de los rangos observados en trabajos similares.¹⁻³ En el estudio de Raurich⁸ y col. evalúan la heterogeneidad de los grupos estudiados y no encuentran diferencias significativas en los valores en Kcal/día entre los pacientes sépticos y los pacientes quirúrgicos y politraumatizados incluidos en su estudio.

Prácticamente toda la etiología de los pacientes con shock es de punto de partida abdominal, siendo los porcentajes menores hallados de diversas etiologías (Gráfico 1). Estos resultados difieren significativamente de los referidos en la bibliografía^{4-6,8}, en los que consignan diferentes etiologías de insuficiencia respiratoria, no se han considerado estudios previos en población únicamente en shock. En el presente estudio se obtuvo una PAM media cercana a 60 mm Hg, siendo usual el uso de fármacos vasoactivos e inotrópicos; de manera indistinta se utiliza dopamina y noradrenalina como primera elección, el modo ventilatorio A/C por Presión fue el preponderante en este estudio, coincidente con la mayor parte de reportes internacionales⁸.

Debemos precisar que respecto a los valores obtenidos con el Calorímetro Indirecto Datex - Ohmeda los valores obtenidos tanto de Consumo de O₂(VO₂) como de producción de CO₂ (VCO₂) son los pilares fundamentales para el cálculo deductivo del G.E.B. en Kcal, así como la obtención del Cociente Respiratorio (RQ) ^{10,12-15}, se menciona en la bibliografía amplios rangos de consumo de O₂(VO₂) desde 102 a 204 ml/min y el rango de producción de CO₂ (VCO₂) desde 84 a 186 ml/min y los valores de RQ desde 0.67 a 1.3¹⁶, nuestros valores obtenidos presentan intervalos menos amplios, tanto en el consumo como en la producción de CO₂, habiendo obtenido Índices de ambos valores en relación a la superficie corporal, de acuerdo a las características de nuestro estudio existen variaciones entre las diversas mediciones realizadas en distintos momentos, quedando pendiente el análisis correspondiente que pudiera correlacionar

factores intervinientes y el grado de significancia de la relación entre variables, queda pendiente el análisis estadístico de los factores condicionantes significativos en los valores obtenidos entre la primera medición y la última, es decir entre el momento de mayor actividad metabólica (al inicio de la enfermedad o injuria) y al inicio del periodo de destete, es decir cuando la liberación del ventilador mecánico significa el inicio de la recuperación fisiológica o el retorno al estado basal previo a la injuria o enfermedad.

Respecto al momento en que se realiza la medición y la duración del mismo, en el trabajo de Marsé² se preconiza la duración de 10 minutos como una medida óptima a estandarizar, en un trabajo con 60 pacientes en condiciones de reposo y en ventilación mecánica comparando éste periodo de tiempo versus 60 minutos, la diferencia con nuestro trabajo radica en que el trabajo mencionado fue realizado en pacientes hemodinámicamente estables y con una medición única a diferencia de la serie de mediciones realizadas en el nuestro, en el mismo trabajo² se analiza en estudios similares las variaciones de los resultados de VO₂, VCO₂ y GEB, en relación a las actividades cotidianas de los pacientes o maniobras terapéuticas realizadas sobre ellos, al respecto de las múltiples observaciones se puede inferir que es muy seguro realizar mediciones en corto tiempo siempre y cuando sean realizadas con características técnicas fiables y rigurosas.

La calorimetría indirecta como método de medición de energía, es calculada a partir de los equivalentes calóricos del oxígeno consumido y el CO₂ producido, el GEB comprende el consumo en estado basal y el efecto térmico de los alimentos, consignándose la importancia del RQ como un marcador de sustrato^{6,14,19}, siendo el RQ la relación entre VCO₂ y VO₂, pero con limitaciones al ser correlacionado con la clínica o con el tipo y volumen de nutrición recibida así como con la etapa de la enfermedad o agresión, sin embargo puede ser usado este índice como indicador de la tolerancia a la dieta, y si sus valores son superiores a 1,0 quizás constituyan una alarma para modificar el régimen nutricional, disminuyendo la carga calórica incrementada^{10,12}; valores menores a 0,67 pueden significar una significativa pérdida de gas en el sistema de medición, podría significar exclusivamente metabolismo predominantemente lipídico, valores cercanos a 0,8 indican mayormente predominio de consumo proteico, valores entre 0,84 y menores de 1 sugieren metabolismo mixto de nutrientes, siendo los valores de 1 ó mayor indicativos de metabolismo glúcido exclusivo³; sin embargo es preciso mencionar que no necesariamente valores $\leq 1,0$ garanticen la no existencia de

sobrealimentación; Mc Clave y colaboradores¹⁰ encontraron en su estudio prospectivo que sólo un 28,4% de pacientes sobrealimentados mostraron valores de $RQ \geq 1,0$, pero que todos estos pacientes presentaban algún grado de compromiso ventilatorio importante y demostraron algún grado de intolerancia a la nutrición, el mayor beneficio por ende del índice RQ podría estar en relación a la calidez de la Calorimetría Indirecta en sí misma como método de validación si éste se encuentra dentro de un rango fisiológico³.

Los valores obtenidos en nuestro trabajo no difieren significativamente de los obtenidos a nivel internacional, sin embargo en promedio no son mayores a 1,0 ; dichos valores no sufren modificaciones importantes independientemente del momento en que son obtenidos, se reportan diferencias moderadas en pacientes que tienen espacio muerto fisiológico incrementado; en quienes se halló una tasa de producción de CO₂ promedio de 238ml/min incrementado en 46 ml/min respecto al límite superior del intervalo¹⁰.

Los siguientes parámetros estudiados en nuestro estudio están relacionados a los valores obtenidos en los diferentes estudios, aún cuando la metodología no es similar y las poblaciones no son exactamente comparables^{1,2,3,5-7}, en el estudio de Zijlstra¹ y col. se evalúa en 24 horas el G.E.B. de pacientes críticos en V.M. con nutrición enteral se hallaron valores promedio de 1658 kcal/día ± 279 , sin diferencias significativas relacionadas con el momento de la medición, recomendando la medición de 2 horas como un buen indicador del G.E.B. , por el contrario existe el estudio de Marsé² y col. quienes sostienen que sólo son necesarios 10 minutos en comparación a una hora , nosotros obtuvimos valores a los 15 minutos, a la hora y a las 2 horas, bajo las condiciones descritas anteriormente, para obtener mediciones confiables del G.E.B. sus valores promedios fueron de 1818 \pm 319 kcal/día, en un estudio realizado en mujeres obesas⁵ se obtuvieron valores medidos de 1797 \pm 239 kcal/día sin correlación con las fórmulas predictivas. Podemos al analizar nuestros resultados observar que existen diferencias respecto al momento en que se realizó la medición , los valores promedio menores fueron obtenidos en los instantes que clínicamente es más florido el cuadro séptico, es destacable que respecto a las ecuaciones predictivas del GEB con pacientes bajo determinadas circunstancias^{5-7,9,14}, características sin embargo la gran mayoría de estudios coinciden en elegir la calorimetría indirecta como método fácil y confiable para la obtención del GEB.

Por último del análisis de nuestros resultados podemos mencionar que es clara la disociación entre las kilocalorías administradas empíricamente según indicación médica y los requerimientos basales , al respecto existe un claro estudio¹¹, realizado en pacientes en V.M. recibiendo nutrición enteral, quienes por diversos factores entre los cuales destaca la interrupción de la nutrición continua por problemas con la sonda de administración, residuo gástrico, procedimientos, etc., por lo cual los pacientes reciben significativamente menos de lo que les corresponde. En nuestro trabajo realizado en pacientes sépticos pudimos constatar en todas las mediciones que la cantidad administrada de kilocalorías es menor que el promedio obtenido por calorimetría indirecta, el tipo de nutrición preponderante es la nutrición mixta 60% y existe en un porcentaje menor 20% ausencia completa de algún tipo de nutrición en los periodos tempranos de enfermedad, si bien es cierto la nutrición enteral es preponderante es notorio el impacto de las soluciones glucosadas como forma de administración calórica. Es notoria la diferencia existente entre los intervalos encontrados en nuestro trabajo en el promedio de Kilocalorías del GEB obtenido en todas las mediciones, con valores que fluctúan entre 1358,90 y 1478,62 kilocalorías en comparación con los valores indicados y administrados desde 663,21 en las primeras mediciones y 1085,56 kilocalorías en la tercera medición siendo el promedio de todas las mediciones 893,72 ; constituyendo éste intervalo unos valores claramente inferiores a los obtenidos por Calorimetría Indirecta.

VII. Conclusiones:

- ✓ El GEB promedio obtenido por Calorimetría indirecta de los pacientes con shock hospitalizados en V.M. de UCI del HNGAI fue de 1444,09 \pm 44,02 kcal.
- ✓ Los valores promedio de GEB en las mediciones del día de ingreso fueron de 1462,03 \pm 12,22 Kcal; a las 24 horas de 1473,26 \pm 7,38 Kcal y 1397 \pm 49,61 Kcal en la tercera medición realizada al inicio del destete de Ventilador Mecánico.
- ✓ El tiempo de duración de la medición de la calorimetría puede variar de 15 minutos hasta 2 horas.
- ✓ El promedio de kilocalorías administradas a los pacientes en shock en V.M. en UCI durante las mediciones con calorimetría indirecta fue de: 893,72 Kcal. \pm 213,81
- ✓ El promedio de kilocalorías administradas el primer día de medición de calorimetría fue 663,21, en la segunda medición fue de 932,39 kilocalorías y al inicio del periodo de destete del Ventilador Mecánico fue de 1085,56 kilocalorías.
- ✓ Las calorías prescritas en los pacientes con shock en V.M. fueron menores a las requeridas medidas con calorimetría indirecta.
- ✓ La nutrición mixta fue la forma predominante de administración de kilocalorías en pacientes con shock en UCI con V.M.
- ✓ Los valores de G.E.B. en kilocalorías difieren respecto al momento en que es obtenida la Calorimetría Indirecta, al inicio de la Ventilación mecánica o al inicio del periodo de destete.

VIII. Recomendaciones:

- ✓ Realizar estudios similares respecto a los requerimientos nutricionales de pacientes críticos considerando las variables intervinientes en el proceso de su enfermedad.

- ✓ Estandarizar el uso del calorímetro como una estrategia de abordaje en pacientes en shock en las UCI, para una correcta valoración de los requerimientos nutricionales.

IX. Referencias Bibliográficas

1. Zijlstra N, Dam SM, Hulshof PJM, Colette R, Hiemstra G, Roos NM. 24-Hour Indirect Calorimetry in Mechanically Ventilated Critically Patients. *Nutr Clin Pract* 2007; 22:250-255
2. Marsé MP, Puigdevall RM, Ramirez HJ, Riera SM, Ibáñez JJ. Calorimetría indirecta en el enfermo crítico: Validez de la medición durante 10 minutos. *Nutr Hosp* 2004,19:95-98
3. Moreira RE, Girard FV, Barcellos V da Fonseca R. Indirect Calorimetry: methodology, instruments and clinical application. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* 2006, 9:247–256
4. Gariballa S, Forster S. Energy expenditure of acutely ill hospitalized patients. *Nutrition Journal* 2006;5:9-12.
5. Carrasco F, Rojas P, Rebolledo A, Mizon C, Codoceo J, Inostroza J, Papapietro K, Csendes A. Concordancia entre gasto energético y reposo medido por fórmulas predictivas en mujeres con obesidad severa y mórbida. *Nutr Hosp* 2007;22: 410-6.
6. Marson F, Martins MA, Coletto FA, Campos AD, Basile-Filho A. Correlação entre o Consumo de Oxigênio Obtido pelo Método de Fick e pela Calorimetria Indireta no Paciente Grave. *Arq Bras Cardiol*, 2003,82:72-76
7. Basile-Filho A, Martins MA, Batiston MT. Gasto energético em pacientes sépticos: Correlação entre a calorimetria indireta e as equações preditivas derivadas a partir de dados hemodinâmicos. *Rev Bras Ter Int* 2003;15:101-107
8. Raurich JM, Ibáñez J, Marsé P, Riera M, Homar X. Resting Energy Expenditure During Mechanical Ventilation and Its Relationship With the type of Lesion. *J Parenter Enteral Nutr* 2007;31: 58-63
9. Mc Clave SA, Mc Clain CJ, Snider HL. Should Indirect Calorimetry be used as Part of Nutritional Assessment? *J Clin Gastroenterol* 2001;33:14-19.

10. Mc Clave SA, Lowen CC, Kleber MJ, Mc Connell W, Jung LY, Goldsmith LJ. Clinical Use of the Respiratory Quotient obtained from Indirect Calorimetry. *J Parenter Enteral Nutr* 2003;27:21-26.
11. O'Meara D, Mireles-Cabodevila E, Frame F, Hummell C, Hammel J. Evaluation of delivery of enteral nutrition in critically ill patients receiving mechanical ventilation. *Am J Crit Care* 2008;17:53-61
12. Frankenfield D, Hise M, Malone A, Russell M, Gradwell E, Compher C. Prediction of resting metabolic rate in Critical Ill Adult Patients: Results of a Systematic Review of the Evidence. *J Am Diet Assoc* 2007;107:1552-1561
13. Vincent JL. Metabolic support in sepsis and multiple organ failure: More questions than answers... *Crit Care Med* 2007; 35:S436-440
14. Haugen HA, Chan LN, Li F. Indirect Calorimetry: A practical Guide for clinicians. *Nutr Clin Pract* 2007;22:377-387
15. Frankenfield D, Smith JS, Cooney RN. Validation of 2 Approaches to Predicting Resting Metabolic Rate in Critically Ill Patients. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 2004;28:259-264.
16. Mc Carthy MS. Use of Indirect Calorimetry to Optimize Nutrition Support and Assess Physiologic Dead Space in the Mechanically Ventilated ICU Patient: A Case Study Approach. *AACN Advanced Critical Care* 2000, 11: 619-630
17. Jocilyn E. Dellava and Daniel J. Hoffman Validity of resting energy expenditure estimated by an activity monitor compared to indirect calorimetry. *British Journal of Nutrition*, Published online by Cambridge University Press 13 Jan 2009 doi:10.1017/S0007114508143537
18. Holdy KE. Monitoring Energy Metabolism with Indirect Calorimetry: Instruments, Interpretation, and Clinical Application. *Nutr Clin Pract* 2004;19:447-456
19. Diener JRC. Calorimetria indireta. *Rev Ass Med Brasil* 1997;43(3):245-53
20. Basile-Filho A, Martins MA, Antoniazzi P, Marchini JS. Calorimetria Indireta No Paciente em Estado Critico . *Rev Bras Ter Int* 2003;1:29-33
21. Schoeller DA. Making Indirect Calorimetry a Gold Standard for Predicting Energy Requirements for Institutionalized Patients. *Am J Diet Assoc* 2007;107:390-392

22. Flancbaum L, Choban PS, Sambucco S, Verducci J, Burge JC. Comparison of indirect calorimetry, the Fick method, and prediction equations in estimating the energy requirements of critically ill patients. *Am J Clin Nutr* 1999;69:461-6.
23. Martins MA, Campos Filho WO, Machado VJ, Nicolini EA, Dorival CA, Basile Filho A. Análise Comparativa do Débito Cardíaco obtido pelo Método de Fick e pela Calorimetria Indireta em Pacientes Sepsicos. *RBTI* 2003;15:5-14.
24. Seoung WL, Jung KH, Kyung KH, Mee SS, Ho SJ, Moon-Jae K. Agreements between Indirect Calorimetry and Prediction Equations of Resting Energy Expenditure in End Stage Renal Disease Patients on Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis. *Yonsei Med J* 2008;49:255-264.
25. Mullen J. Indirect calorimetry in Critical Care. *Proceedings of the Nutrition Society* 1991;50:239-244.
26. Singer P, Pogrebetsky I, Attal-Singer J, Cohen J. Comparison of metabolic monitors in critically ill, ventilated patients. *Nutrition* 2006;22:1077-86
27. Webb P, Annis JF, Troutman SJ. Energy Balance in man measured by direct and indirect calorimetry. *Am J Clin Nutr* 1980;33:1287-98.
28. Collen M, Puntillo KA, Barr J, Stotts N, Douglas MK. Nutritional Adequacy in Patients Receiving Mechanical Ventilation Who Are Fed Enterally. *Am J Crit Care* 2005;14:222-231.

X. Anexo:

MONITOREO CALORIMETRIA INDIRECTA																	
NOMBRE		EDAD		SEXO		M		F		VGS							
SERVICIO		PESO		TALLA													
FECHA DE INGRESO DCC:		SS															
ANTECEDENTES:																	
TQT		TET															
FECHA	HORA	TEMP	FC	PAM	MODO VENT.	PEEP	FIO2	ETCO2	INOTROPICOS	VO2 / IVO2	VCO2 / IVCO2	G.E.	RQ/ IRQ	NUTRICION(Kcal)			
														N.E.	NPT	N.M.	N.P.O