

11213  
1a



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
INSTITUTO NACIONAL DE LA NUTRICIÓN  
"SALVADOR SUBIRÁN"  
SERVICIO DE NUTRIOLOGÍA CLÍNICA**

**BALANCE ENERGÉTICO Y NITROGENADO  
EN NIÑOS DE 1 A 12 AÑOS DE EDAD CON  
QUEMADURAS DE 2º Y 3º GRADO,  
DURANTE LA PRIMER SEMANA DE  
HOSPITALIZACIÓN.**

**T E S I S**

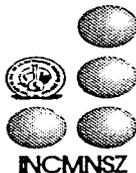
**PARA OBTENER EL DIPLOMA EN LA  
ESPECIALIDAD DE**

**NUTRIOLOGÍA CLÍNICA**

**PRESENTA:**

**DR. SERGIO ENRIQUE RAMÍREZ ESCUTIA**

**ASESOR: MC ALBERTO PASQUETTI CECCATELLI**



**NCMNSZ**

**México, D. F.**

**Febrero 2003**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

3  
2



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



**Dr. Alberto Pasquetti Ceccatelli**  
**Profesor Titular del Curso**  
**Jefe del Servicio de Nutriología Clínica**



**Dr. Luis Federico Uscanga Dominguez**  
**Director de Enseñanza**



**INCINSZ**  
INSTITUCIONAL  
DE CIENCIAS MEDICAS Y NUTRICION  
DR. "ALVARO ZUBIRAN"  
UNION DE ENSEÑANZA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
U.N.A.M.

**TESIS CON**  
**FALLA DE ORIGEN**



El presente trabajo fue realizado en:

**Servicio de Nutriología Clínica  
Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubiran"**

Con apoyo de:

**Hospital Pediátrico de Tacubaya  
Servicios Médicos del Departamento del Distrito Federal**

Tutores:

**Dr. Alberto Pasquetti Ceccatelli**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**Dedicatorias:**

Este trabajo esta dedicado:

A mi esposa Ranata por su apoyo, amor, estimulo y paciencia a seguir adelante

A mis padres Rodolfo y Yolanda por su apoyo y confianza

A mis hermanos Claudia, Rodolfo, Omar y Rosario por su cariño y afecto

A mis suegros por su confianza, cariño y apoyo

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**Agradecimientos:**

A mis maestros Dr. Alberto Pasquetti C. y Dr. Alberto Zuñiga R. por sus enseñanzas, confianza y apoyo durante y después de la residencia de Nutriología Clínica.

Al Servicio de Nutriología Clínica, Alejandra, Ofelia, Toño y las nutricionistas de quien aprendí mucho.

A la L.N. Gabriela Hernández y QFB Norma López que me apoyaron enormemente para la realización del presente trabajo.

Al Hospital Pediátrico de Tacubaya y en especial al Dr. Ramiro Rodríguez por las facilidades para la realización de este trabajo

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## INDICE :

A. Marco Teórico	
Antecedentes	13
Fisiopatología	14
Gasto energético	16
Metabolismo proteico	17
B. Justificación	21
C. Hipótesis de trabajo	23
D. Hipótesis nula	23
E. Objetivos	
Objetivos generales	25
Objetivos intermedios	25
F. Metodología	
Diseño Estructural	27
Selección de sujetos	27
Tamaño de muestra	27
Manejo nutricional	28
Procedimientos de evaluación	28
Técnicas utilizadas	29
Obtención de muestras	30
Análisis de datos	31
G. Resultados	33
H. Discusiones	39
I. Conclusiones	49
J. Recomendaciones	51
K. Anexos	
Anexo 1 (Formulario de Lund-Browder)	53
Anexo 2 (Superficie corporal total)	53
Anexo 3 (Formulas de requerimientos energéticos sanos)	54
Anexo 4 (Formulas de requerimientos energéticos sanos)	55
Anexo 5 (Formulas de requerimientos energéticos quemados)	56
Anexo 6 (Carta de consentimiento)	57
Anexo 7 (Hoja de ingreso)	58
Anexo 8 (Hoja diaria)	59
L. Bibliografía	61



## A. MARCO TEÓRICO:

### Antecedentes:

Las quemaduras son consideradas una de las causas más comunes de lesión en los niños. En Estados Unidos de América<sup>37</sup> ha sido reportada una incidencia anual del 1% (2 millones) de la población en edad pediátrica, siendo la principal causa de muerte en niños de 1 a 4 años de edad y la segunda entre 5 y 14 años de edad, después de los accidentes por vehículo de motor. El 50% de los casos se trata de lesiones graves que requieren manejo intrahospitalario y el 25% es necesario solo reposo en cama por un corto tiempo. La mortalidad anual es de 12% aproximadamente<sup>38</sup>.

Reportes de otros países como Kuwait<sup>39</sup> los infantes menores 6 años de edad son los más afectados, donde el 95% de los accidentes ocurrieron en casa y la mayoría con la presencia de los padres, el 3% presentaron más del 50% de superficie corporal quemada, con una mortalidad total del 3%.

En México el aumento de esta lesión en los últimos años parece favorecido por la inmigración del medio rural a los grandes centros urbanos, el nivel de vida precario y las grandes limitaciones en las necesidades elementales que encierra el ciclo pobreza - ignorancia.

En la capital del país los 3 principales centros de atención a niños con quemaduras son el Hospital de Traumatología Magdalena de las Salinas del Instituto Mexicano del Seguro Social, Hospital de alta especialidad Pemex sur, y el Hospital pediátrico de Tacubaya. En el primer hospital la población internada anualmente es de 150 niños en edades de 1 a 7 años, presentando en su mayoría un 15 a 20 % de superficie corporal quemada (SCQ). El Hospital de alta especialidad Pemex sur reporta una asistencia de 70 niños quemados por año entre 1 y 12 años de edad con un porcentaje de superficie corporal quemada semejante al anterior.

En el Hospital Pediátrico de Tacubaya 277 pacientes son hospitalizados por quemaduras anualmente; encontrando como grupo de edad más afectado a los niños entre 3 a 6 años de edad (38.2%), seguido del de 7 a 13 años (27.7%), y por último los niños menores de un año (4.3%). De acuerdo al sexo 60.3% fueron masculinos y el resto femeninas (39.7%). El 75% sufrieron quemaduras por escaldadura, 17% por fuego directo, 4.7% por corriente eléctrica, 2.5% por explosivos y 0.3% por fricción. El 51% de los accidentes ocurrieron en el hogar, 10% en la vía pública y en el 39% de los casos se desconoce la información a este respecto. Por las características de la lesión el 27% presentaron menos de 10% SCQ, 21% entre 10 a 15% SCQ y el 52.1% fueron afectadas más del 20 % SCQ. Por el grado de profundidad el 57 % fueron lesiones de segundo grado superficial y

43% de segundo grado profundo, considerando que con frecuencia presentan ambos grados de profundidad en el mismo paciente.

### **Fisiopatología**

Los traumatismos, quemaduras y sepsis son condiciones patológicas que incluyen marcadas alteraciones en el metabolismo y recambio de nutrimentos.

Sir David Cuthbertson<sup>1</sup> describió hace más de 60 años la respuesta al trauma, consistente en 2 etapas; la primera de choque (ebb), y una segunda de flujo.

La etapa de choque se inicia inmediatamente con la lesión y puede durar desde algunas horas como en una cirugía sin complicaciones, hasta 2-3 días en lesiones graves como accidentes, quemaduras ó sepsis, esta caracterizada por fuga del líquido intravascular al espacio intersticial ó transcelular, y/ó por hemorragia. La presión arterial, el flujo sanguíneo y el gasto cardíaco caen, y se incrementa considerablemente la actividad simpática, y el gasto energético disminuye. Se presenta una hiperglicemia inicial por la liberación de glucosa de los depósitos de glucógeno, seguido de hipoglicemia, por agotamiento de este, este es un dato de mal pronóstico en la recuperación del paciente. El gasto energético reducido es acompañado de descenso en la temperatura corporal por cambios en la termoregulación en el hipotálamo y en el medio hormonal, como incremento de catecolaminas, cortisol, hormona de crecimiento, glucagón e inhibición en la producción de insulina, al tiempo que se presenta resistencia periférica de esta (Ch'in Cheng Yu y col., 1989). Estos cambios favorecen la proteólisis y lipólisis pero no la cetogénesis. Las necesidades energéticas y de nitrógeno se cubren utilizando los depósitos de tejido adiposo y músculo esquelético. Lo más importante durante esta fase es la reanimación hemodinámica, reposición de volumen con soluciones y expansores plasmáticos. En esta etapa es difícil pensar en proporcionar nutrición completa, sin embargo, algunos autores han reportado que la alimentación enteral temprana puede ayudar a aminorar el hipermetabolismo inminente y preservar la integridad de la mucosa intestinal disminuyendo posibles infecciones (Chiarelli y col., 1990; Inoue y col., 1983).

La etapa de flujo puede durar de pocos días a varias semanas ó más en casos de quemaduras ó sepsis severas, este es un estado de estrés hipermetabólico y catabólico que se alcanza con rapidez cuando se completa la reanimación, se caracteriza por un incrementado del gasto cardíaco y estado hipermetabólico. Se cree que la causa es multifactorial debido a un aumento en el consumo de oxígeno en todos los lechos tisulares (Bassey y Wilmore 1988), temperatura corporal arriba del habitual dado por el hipotálamo y en le caso de quemaduras pérdida de color

REGISTRO  
FALTA DE ORIGEN  
TESIS CON

por evaporación. Condicionando un incremento del 100% de las necesidades básicas en algunas ocasiones.

Los cambios metabólicos pueden ser por 2 vías:

1. La primera es neuroendocrina central, por la estimulación de receptores del dolor en el sitio de la lesión, baroreceptores que responden al reducido volumen y flujo sanguíneo en la fase de choque y quimiorreceptores que responden a la variación en  $O_2$ ,  $CO_2$  y pH; los cuales mandan impulsos por la vía aferente al sistema nervioso. Esta variedad de estímulos son coordinados e integrados en el hipotálamo dando dos respuestas: una rápida en señales eferentes transmitidas a través del sistema simpático a la médula suprarrenal y una respuesta lenta por la glándula pituitaria. El miedo, la inquietud, la hipertermia y otros factores fisiológicos y ambientales tienen también así entrada en la respuesta metabólica.
2. La otra vía de respuesta al trauma es hormonal e involucra interleucinas secretadas por leucocitos en el sitio de la lesión o de la infección. La interleucina-1 tiene acción directa en el músculo incrementando la proteólisis, y de esta manera una disponibilidad de aminoácidos libres en suero para ser utilizados por el hígado y los tejidos hematopoyéticos, un segundo péptido producido de la degradación de interleucina-1 es la prostaglandina  $E_2$  que se ha aislado en plasma de pacientes sépticos y también produce proteólisis muscular; un tercer péptido es "la caquetina" o "factor de necrosis tumoral" (FNT), liberado por la estimulación a macrófagos, con efectos fisiopatológicos que traslapan a los causados por la interleucina-1 además de estimular la liberación de esta interleucina; es el mediador con mayores efectos sobre la respuesta al daño.

Los mediadores endógenos de los leucocitos y el factor activador de linfocitos son secretados por una amplia variedad de células, bajo una estimulación apropiada. Una vez liberados estos polipéptidos actúan en el hipotálamo, aumentando y suplementando los efectos del sistema nervioso aferente, estos efectos en suma interfieren en la actividad de muchos tejidos, incluyendo otros linfocitos, granulocitos, macrófagos, médula ósea, sistema retículo endotelial, hígado y órganos endócrinos, produciendo inducción de fiebre, granulopoyesis, síntesis de proteínas de fase aguda, hiperinsulinemia y depuración de hierro y zinc por el hígado.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Gasto energético

Los cambios en el gasto de energía (GE), están dados además de los factores hormonales-neuroendocrinos antes mencionados, por la suma de características fisiológicas que están ocurriendo en cada sujeto: a) individuales (edad, sexo, peso, estado nutricional, composición corporal), b) ambientales (temperatura, humedad del cuarto, área de hospitalización, etc.), y c) alteraciones patológicas (sepsis, traumatismos y/o quemaduras). En estas últimas el GE puede variar de un 10% como en el caso de cirugías electivas, hasta un 100% o más en quemaduras graves<sup>20-25</sup>.

En los pacientes con quemaduras dos factores son los que influyen en la respuesta hipermetabólica de manera importante son:

1. Las pérdidas de calor por radiación y evaporación en las heridas, modificables de acuerdo a la temperatura y humedad ambiental.
2. La respuesta hormonal-neuroendocrina demostrada por Bruce Zawaki en 1970 que esta también en relación con el tamaño de la quemadura.

Para ver el primer punto Crabtree y col.<sup>6</sup>, estudiaron en niños quemados los cambios en el GE de acuerdo a las concentraciones plasmáticas de catecolaminas y la respuesta termorreguladora, utilizaron anestesia con oxilurane para deprimir el centro hipotalámico, encontraron una mayor pérdida de calor durante el periodo de anestesia, descenso rápido de la temperatura corporal, disminución en las concentraciones plasmáticas de catecolaminas e incremento en el GE, con lo que concluyeron que el estímulo en el aumento de la actividad metabólica después de una lesión térmica es la pérdida de calor<sup>6</sup>.

Con lo anterior sabemos que el incremento en el gasto de energía en pacientes quemados es importante y puede variar dependiendo de múltiples factores por lo que la determinación exacta del requerimiento energético puede ser difícil. Un adecuado apoyo nutricional disminuye riesgo de complicaciones médicas y nutricias, ya que si el aporte energético es deficiente podemos provocar desnutrición con sus ya conocidas consecuencias (inmunosupresión, alteraciones en la cicatrización, hemodinámicas, etc.) y el exceso de complicaciones como aumento en el gasto metabólico, mayor producción de CO<sub>2</sub>, potencial desarrollo de hígado graso, hiperglicemia, diuresis osmótica, entre otras. Por lo que las recomendaciones energéticas continúan siendo un reto para mantener el balance energético adecuado y cubrir de manera más exacta el GE basal, la reparación de heridas y el crecimiento corporal. Varios autores<sup>20,24,25,40</sup> han propuesto fórmulas matemáticas para tratar de estimar los requerimientos energéticos en niños quemados que van desde la hechas para niños sanos, como: Nelson<sup>41</sup>, la RDA (Recommended Dietary Allowance), y otras (anexo 3) y las ecuaciones calculadas específicamente para esta

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

patología(anexo 5), que consideran como variantes además de la edad, peso y sexo algunas de las características de las quemaduras, como la de Curreri junior<sup>33,42</sup> la cual especifica 3 etapas pediátricas según la edad y es usada en quemaduras con menos de 50% SCQ, calculando requerimientos de energía basal (EB) con un factor adicional por la quemadura; la fórmula de Galveston<sup>22</sup> que esta restringida para niños con mas del 30 %SCQ, es la única que usa la superficie corporal total (SCT) en el calculo de requerimientos energéticos; con una versión modificada en 1990<sup>24</sup> para niños menores de 12 años con menos del 30% de SCQ disminuyendo de 2,200 kcal/m<sup>2</sup>SCQ en la primera a 1,300 kcal/m<sup>2</sup>SCQ en la segunda, esta última aparentemente más exacta, ya que no encontraron disminución en el peso de pacientes quemados cuando se utilizó esta fórmula. Una cuarta ecuación es la de Levis y Liljedahl<sup>44</sup>, sugiere los requerimientos de energía en niños menores de 12 años en base al peso previo a la lesión. Y las ultimas publicadas por la Dra. Mayes<sup>40</sup> en base a edad (menores de 3 años y de 5 a 10 años), considerando el peso previo a la quemadura, según la profundidad (2o o 3er grado) y %SCQ, calculada de un análisis regresivo tomando en base mediciones del GE por calorimetría indirecta (anexo 4).

Las condiciones clinicas cambiantes de cada individuo según el momento en la evolución de la enfermedad, dificulta una adecuada estimación del GE, hasta la fecha no contamos con la validación de las fórmulas para nuestra población.

### **Metabolismo proteico:**

Como en el GE los factores humorales y neuroendocrinos incrementan el metabolismo proteico como lo reporto Neely<sup>8</sup> por aumento en la actividad total proteolítica (AP), en pacientes pediátricos con lesión por quemadura, midiendo el índice de concentración plasmática de proteasas (elastasa neutrofilica), sus inhibidores (antitrombina III y  $\alpha_2$ -antiplasmina), y la activación del sistema circulante de la cascada proteolítica (prekalikreína y plaminogeno). Estudios en animales han mostrado que este aumento en AP esta asociada con una mayor susceptibilidad a infecciones, que no emana directamente del sitio de quemadura como tal<sup>33</sup>. Este incremento en la AP es necesario para tener disponible una mayor cantidad de aminoácidos libres circulantes útiles en la neoglucogenesis y para la formación de proteínas de fase aguda, entre otras funciones, durante la fase de flujo.

Aproximadamente el 95% del nitrógeno corporal total se encuentra como proteína y es después del agua el constituyente principal de todas las células excepto en los adipositos, conforma del 15 al 22% de los tejido en la mayoría de los mamíferos; aproximadamente dos terceras partes de las proteínas corporales son intracelulares, conformadas por enzimas, proteínas transportadoras, elementos contráctiles y

estructurales, por lo que se considera como el mayor elemento funcional de la célula. El otro tercio es extracelular como colágena y elastina componentes estructurales del hueso, cartilago tendones, ligamentos, tejido conectivo, proteínas plasmáticas y cabello.

La principal pérdida de nitrógeno es la urinaria que representa del 85 al 95% del nitrógeno excretado, reportándose valores desde 2g. en 24hrs en personas sanas<sup>1</sup>, hasta 35.1 g./24 hrs. (media  $10 \pm 8g.$ ) en pacientes con lesiones graves<sup>10</sup>, dada por la AP; por lo que el nitrógeno urinario (NU) es uno de los datos más importantes para determinar la pérdida de nitrógeno corporal. El restante 5-15% se pierde por otras vías como la digestiva( heces), respiratoria, piel (sudoración y heridas), por su dificultad en la cuantificación imposibilitan su medición rutinaria y algunos clinicos agregar al NU una corrección estándar para intentar determinar las pérdidas totales de nitrógeno, siendo esta acción criticada por varios investigadores<sup>10,21,27,28</sup>, ya que los cambios en estas pérdidas varían dependiendo las características individuales<sup>35</sup> y la gravedad de la lesión<sup>34</sup> en cada paciente. Por lo que el uso de una corrección universal para este tipo de pérdidas puede ser no válida para todas las edades y estados metabólicos y aun mas en quemaduras.

Un método clinico con buen costo-efectividad muy útil en el apoyo nutricio es el balance de nitrógeno (BN), este se calcula por la diferencia algebraica entre el aporte y las pérdidas de nitrógeno. En pacientes en estado critico<sup>11</sup> es útil para determinar el estado catabólico, la eficiencia del soporte nutricio proteico y el crecimiento de masa magra (que incluyen elementos intra y extracelulares).

Un problema metodológico para la realización del BN en los pacientes quemados es la dificultad para estimar las pérdidas de proteínas por las heridas ya que la obtención de muestra es difícil y además las pérdidas varían según el porcentaje de superficie corporal quemada (SCQ), el grado de profundidad, el tiempo de lesión, el tipo de curación, el uso de injertos, uso de hidroterapia<sup>27</sup>, entre otros; por esto existe pocos estudios disponibles para considerar la magnitud de estas pérdidas. En 1961, Nysten<sup>36</sup> y cols., calcularon un promedio de pérdidas por heridas secundario a quemaduras de 2.89 g de proteínas/ día por %SCQ en adultos. En 1978 un estudio realizado en niños por Kien<sup>34</sup> reportó pérdidas de nitrógeno de  $0.02 \pm 0.02$  g/k/día con menos de 10% SCQ, entre 11 a 30% SCQ  $0.05 \pm 0.02$  g/k/día y para más de 31% SCQ  $0.12 \pm 0.06$  g/k/día. En 1987 Waxman<sup>27</sup> y cols., realizan medición de pérdida de nitrógeno por superficie quemada en adultos reportando en los 3 primeros días de la lesión pérdida de  $0.50 \pm 0.59$  mg./cm.<sup>2</sup>/hr y a la segunda semana de la quemadura  $0.23 \pm 0.17$  mg./cm.<sup>2</sup>/hr.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En estas lesiones es difícil mantener un BN positivo debido a las importantes pérdidas proteicas por las heridas quemadas<sup>2</sup>, su redistribución en un intersticio edematoso, la acelerada velocidad de degradación, la elevada síntesis de proteínas corporales y hepáticas<sup>7</sup>. Pero si no contamos con un suministro de nitrógeno suficiente se puede llegar a provocar una disminución importante de tejido muscular y visceral, intentando preservar las proteínas hepáticas. Llegando a depletarse<sup>15</sup> toda la masa muscular de manera tan importante que puede causar un estado de alarma nutricia.

La gran cantidad de variables para calcular la pérdida de nitrógeno mediante fórmulas matemáticas factoriales no satisface las necesidades de los clínicos y se requiere de mayores investigaciones.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **B. JUSTIFICACIÓN:**

En México como en otros países el aspecto nutricional dentro de los hospitales está relegado a segundo término, los pacientes con quemaduras no son la excepción. Las demandas nutrimentales de los pacientes pediátricos son mayores y peculiarmente distintas a las de los adultos, ya que requieren de más energía y proteínas para metabolismo basal, crecimiento y curación de las heridas. El cálculo de requerimiento energético en los niños enfermos debe realizarse de forma precisa para cubrir adecuadamente estas necesidades y evitar la hipo o hipernutrición, que como sabemos ambas producen alteraciones metabólicas y pueden complicar la evolución. Por lo que el balance energético y nitrogenado es premisa necesaria para un mejor apoyo nutricional en la recuperación de los pacientes.

Considerando que en la mayoría de los hospitales no es posible realizar esta valoración en forma de rutina por las dificultades técnicas y las características del equipo necesario para su realización, los resultados de este estudio serán útiles como referencia para estas instituciones y para comparar resultados con otros autores y poder elaborar sugerencias en el manejo nutrimental, aplicables a nuestra población hospitalaria.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



### **C. HIPÓTESIS DE TRABAJO :**

El balance energético y nitrogenado en niños quemados durante la primer semana posterior a la lesión, es positivo

### **D. HIPOTESIS NULA:**

El balance energético y nitrogenado en niños quemados durante la primer semana posterior a la lesión es negativo

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **E. OBJETIVOS:**

### **Objetivos generales:**

1. Medir el gasto energético por calorimetría indirecta en niños quemados y calcular su balance.
2. Medir el balance nitrogenado de niños quemados tomando en cuenta las pérdidas urinarias, fecales y de las heridas por quemadura.

### **Objetivos intermedios:**

- A. Realizar mediciones antropométricas con cálculo de la superficie corporal total y de la superficie de las lesiones quemadas.
- B. Realizar cálculo de aporte energético y proteico en niños quemados.
- C. Medir las pérdidas diarias de nitrógeno en orina, heces y heridas por quemadura.
- D. Calcular los balances energético y nitrogenado con los datos obtenidos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **F. METODOLOGÍA:**

### **Diseño estructural:**

Es un estudio prospectivo y longitudinal durante los primeros 7 días de la lesión en pacientes pediátricos con quemaduras 2o y 3er grado, con o sin sepsis, evaluando gasto de energía en reposo y balance de nitrógeno.

### **Selección de sujetos:**

#### *a) Criterios de inclusión:*

Se incluyeron a todos los pacientes que ingresaron al Hospital Pediátrico de Tacubaya entre agosto y septiembre de 1996, con quemaduras de 2o y 3er grado, en edad comprendida entre los 1 y 12 años, sin discriminación por sexo.

Se obtuvo constancia de consentimiento informado firmado por los responsables legales del menor para todos los paciente del estudio.

#### *b) Criterios de exclusión:*

Se excluyeron del estudio a los pacientes en los que la recolección de muestras fue incompleta y pudieran alterar los resultados o los que expresaron inconformidad en mantener el consentimiento.

### **Tamaño de muestra:**

Se incluyeron a todos los pacientes que ingresaron al Hospital Pediátrico de Tacubaya entre agosto y septiembre de 1996, se estimó un número de 10 a 15.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **Manejo nutricional**

A cada paciente se calculo los requerimientos en base a la fórmula de Mayes<sup>40</sup> (anexo 5), para el gasto energético, con una distribución de 55-60% en hidratos de carbono, 15-10% de proteínas (alrededor de 3 g. por kilogramo de peso), y el restante 30-35% en lípidos. Vitaminas<sup>41</sup> y minerales<sup>42</sup> de acuerdo a las recomendaciones de Goodwin, a partir del 2o día de ingreso al hospital.

Una vez obtenido el gasto energético (por calorimetría indirecta) y pérdida de nitrógeno (por balance nitrogenado), aproximadamente al cuarto día, se buscara asegurar su administración según la vía elegida.

En caso de utilizar vía enteral se colocaría sonda nasoyeyunal (K30, 8Fr), por técnica peristáltica y se administraría por infusión continua.

En el caso de alimentación parenteral se colocó catéter central de silastic por venodisección o punción en yugular interna o externa.

## **Procedimiento de evaluación:**

Se recolectaron los datos de somatometría (tomando en cuenta las limitaciones que puedan darse por las lesiones o edema), peso seco, talla, edad, sexo, perímetro cefálico, circunferencia de brazo, pliegue cutáneo tricipital, superficie corporal total (anexo 2) y superficie corporal quemada (anexo 1).

A los sujetos en estudio se les realizó medición de GE por calorimetría indirecta con escafandra tipo canopy entre el día 3 y 7 de hospitalización. Además balance de nitrógeno midiendo ingestión y aporte total de nitrógeno, pérdidas de nitrógeno por orina, por heces y por las heridas de quemadura. Se correlacionaron las pérdidas de nitrógeno por las heridas con la superficie corporal quemada y el grado de profundidad.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **Técnicas utilizadas:**

### *Calorimetría indirecta*

La determinación del gasto energético por calorimetría indirecta es un procedimiento no invasivo que se basa en la cuantificación de oxígeno consumido y dióxido de carbono producido. El principio de esta técnica considera la oxidación de sustratos (carbohidratos, proteínas y lípidos) para proveer la energía necesaria, este proceso requiere oxígeno y produce dióxido de carbono y agua. Al medir los gases podemos calcular de manera indirecta la generación de calor, según la primera ley de la termodinámica de la transferencia de energía.

Para este fin se utilizó un calorímetro MGM/TWO Medical (Utha, USA) con campana sellada para recolectar todo el aire espirado, teniendo una válvula de entrada donde se mide la concentración de  $O_2$  inspirado y otra de salida con bomba de flujo variable que asegure el envío del contenido de la campana al calorímetro para medir el volumen, la temperatura, la presión atmosférica y las concentraciones de  $CO_2$  y  $O_2$  espirado y calcular así el volumen de oxígeno ( $VO_2$ ) y de dióxido de carbono ( $VCO_2$ ) en ml / min.

A partir del  $VO_2$  y  $VCO_2$  obtuvimos el gasto de energía en reposo (GER) utilizando las fórmulas de Lusk<sup>1</sup> y para el gasto de energía total (GET) agregaremos un factor de ajuste de 1.2 sugerido por Goran<sup>50</sup>.

### *Cuantificación de nitrógeno:*

Se utilizó la técnica de Kjendahl<sup>44</sup> para medir diariamente la concentración de nitrógeno amínico en muestras de orina, heces, gases, vendas y medicamentos utilizados en las curaciones de las heridas por quemadura, restándole en estas últimas el contenido de nitrógeno del material de curación y el de los medicamentos utilizados si es necesario.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### **Obtención de muestras:**

1. Heces

Se recolectaron las evacuaciones de 24 horas en recipientes plásticos sin conservador, manteniéndose en congelación hasta su procesado.

2. Orina

Se recolectó orina durante 24 horas, diariamente, en recipientes plásticos con tapón sellador, con una capacidad de 2.5 litros, teniendo en su interior ácido clorhídrico como conservador al 0.1% molar manteniéndose en refrigeración hasta su procesado

3. Gasas, apósitos y vendas de las lesiones por quemadura

En cada curación las gasas, apósitos y vendas que se retiraron de las lesiones por quemadura, se pesaron, sellaron y almacenaron en bolsas de PVC sin conservador y se refrigeraron hasta el momento de su procesamiento.

4. Medicamentos utilizados para la curación de heridas

Se midió el contenido de nitrógeno en el material y medicamento utilizado para las heridas:

- Silvadene (Sulfadiazina de plata 1%) de laboratorio Rhone-Poulenc, el cual fue de 0.5 mg por cada 100 g; la cantidad utilizada para las curaciones en promedio es de 10-20 g
- Gasas y apósitos limpios 0.2 y 0.1 mg por cada 100 g de material respectivamente

La cantidad utilizada en cada curación es aproximadamente de 0.1 a 0.2 mg en nitrógeno para el medicamento y una cantidad similar para gasas y apósitos, lo que representa únicamente el 0.03% del nitrógeno reportado en las heridas, sin ser estos factores que alteren de manera importante el resultado de nuestras mediciones.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### **Análisis de datos :**

A todos los pacientes al momento del ingreso se les asigno un número de registro, se recabaron los datos disponibles en una hoja de ingreso y hojas diarias (anexo 6 y 7 respectivamente) como control.

Se correlaciono los resultados de recambio energético y proteico con los datos antropométricos, de superficie y grado de quemaduras, así como variables en relación a la gravedad del paciente (infecciones, uso de antibióticos, estado hemodinámico, etc.), también se llevo a cabo una comparación de la evaluación metabólica entre los sujetos que reciben apoyo nutricio por vía intravenosa contra los que reciben apoyo nutricio enteral.

Todos los pacientes recibieron albúmina y solución glucosada por vía parenteral la cual fue considerada en el aporte de nitrógeno e hidratos de carbono.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## G. RESULTADOS:

### I. Generalidades:

Durante agosto y septiembre de 1996 ingresaron 15 niños entre 1 a 12 años al hospital pediátrico de Tacubaya por quemaduras de 2 y 3er grado, de los cuales se incluyeron 13 (8 niños y 5 niñas), que correspondieron al 86% del total (cuadro 1), excluyéndose dos por recolección inadecuada de datos y/o muestras. La edad promedio de los pacientes estudiados fue  $4.1 \pm 2.8$  años (1-10 años), el peso a su ingreso  $15.7 \pm 5.4$  k., con una superficie corporal quemada (SCQ)  $27 \pm 6.5\%$  que corresponde a  $0.18 \pm 0.1$  m<sup>2</sup> de la superficie corporal. 80% presentaron quemaduras de 2º grado y 5 pacientes (38%) quemaduras de 3er grado.

**Cuadro 1: Pacientes en protocolo**

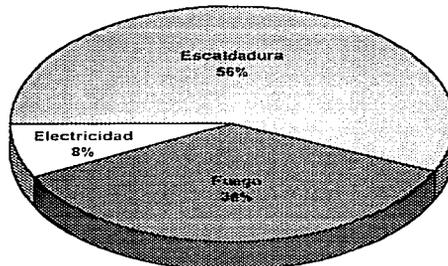
Paciente	Edad (años)	Peso (k)	Talla (cm)	Tipo de quemadura	Sexo	SCQ (%)	2º grado	3er grado	
1	IBL	1.16	11	78	Escaldadura	m	17.5	17.5	0
2	BAD	1.5	11.5	80	Escaldadura	f	28	28	0
3	HDAB	2.4	14.2	89	Escaldadura	m	24.9	24.5	0
4	RDH	2.4	12	87	Escaldadura	m	21.6	21.6	0
5	JSGG	2.5	13	92	Escaldadura	m	20.0	20	0
6	FOM	2.5	13.1	92	Escaldadura	m	32.0	32	0
7	VG	3	13	95	Escaldadura	f	25.0	25	0
8	AGC	3	14.8	95	Escaldadura	f	28.0	25	3
9	FPR	3.5	17.4	94	Fuego directo	m	26.0	14.3	11.7
0	FG	5.5	17.8	108	Fuego directo	m	35.0	10.5	24.7
1	MJM	8	17.4	123	Eléctrica	m	31.0	31	0
2	RPA	8	17	119	Fuego directo	f	22.0	13.2	8.8
3	EMS	10	32	138	Fuego directo	f	41.2	18.1	23.0

SCQ superficie corporal quemada 2º g quemadura de segundo grado 3er g quemadura de tercer grado

Por el tipo de quemadura (Grafica 1) 8 fueron por escaldadura (61.8%), 4 por fuego directo (38.8%) y 1 por corriente eléctrica (8.2%).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Grafica 1



Distribucion por tipo de quemadura

De acuerdo a la edad los podemos dividir en 2 grupos: de 3 años y menores ( grupo A ) que corresponde a 9 pacientes y los de 5 o más (grupo B) 4 pacientes. En todos se utilizó antibióticos por presentar datos clinicos o paraclínicos de proceso infeccioso entre el 4º-7º día

FFIC CON  
FALLA DE ORIGEN

## 2. Estado nutricional

La evaluación del estado nutricional de acuerdo al peso, talla y edad (cuadro 2) identifico a 2 pacientes (11 y 12) con percentilas abajo a la 5° en peso para edad y peso para talla. El resto se encontraron en promedio en percentilas 43 ( ± 28) en peso para edad; 35 ( ± 18) talla para edad en la centila y 50 ( ± 31) peso para talla en promedio.

Los indicadores bioquímicos no fueron de utilidad debido a la hiperhidratación como parte del manejo, provocando dilución vascular y por lo tanto parámetros alterados. También la composición corporal no fue valorable ya que más del 70% de los sujetos presentaban quemaduras en las áreas de referencia para pliegues y circunferencias.

**Cuadro 2**

Pc	Percentilas		
	P/E	T/E	P/T
1	60	45	65
2	80	60	85
3	65	25	90
4	10	5	25
5	40	50	40
6	40	50	40
7	25	50	25
8	75	50	80
9	80	25	>95
10	25	15	45
11	<5	25	<5
12	<5	10	<5
13	50	50	50

Percentil en la momento de ingreso con peso con peso previo a la quemadura. P/E= Peso para edad, T/E= Talla para edad, P/T: peso para talla

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 3. Aporte calórico

Solo un paciente recibió nutrición parenteral total por catéter central a partir del 6o día de la lesión por la imposibilidad de usar otra vía. El resto de los pacientes (92%) recibieron alimentación por vía oral a libre ingestión y tolerancia (cuadro 3), iniciando entre el 2o y 3er día. El aporte global promedio fue de 34 Kcal/k/día, por grupos de edad: para el de 1 a 5 años (10 niños) 37.2 kcal./k./d y de 6-10 años de edad (3 niños) 25 kcal./k/d.

### 4. Gasto de energía

La medición de el gasto energético total (GET) se realizo en 10 niños, en 3 casos por cuestiones técnicas en la utilización del calorímetro no se obtuvieron los datos, el promedio global fue de  $74 \pm 18$  Kcal/k/día, en el grupo A  $78 \pm 15$  Kcal/k., y en el grupo B  $66 \pm 23$  kcal/k.

El balance energético (cuadro 3 y grafica 2), fue negativo con 40 kcal/ k /d., en promedio en forma global, para el grupo A de 39 kcal/k/d., y para el segundo 43 kcal/k/d.

Esto representa un porcentaje de ingestión en relación a GET en forma general de  $48 \pm 28\%$ , en el grupo A  $53 \pm 24\%$ , y en el grupo B  $36 \pm 30$  kcal/k.

Cuadro 3:

Sujetos	Vía	Aporte (Kcal )	GET (Kcal )	Balance (Kcal )
1	Oral	666	937	-272
2	Oral	539	950	-412
3	Oral	372	1022	-650
4	Oral	169	924	-755
5	Oral	760	936	-176
6	Oral	504	937	-434
7	Oral	620	852	-232
8	Oral	624	930	-306
9	Oral	314	1979	-1665
10	Oral	280	1560	-1280
11	Oral	113	1297	-1184
12	Oral	1003	1138	-135
13	N.P.T.	329	1068	-739

Aporte calórico y gasto de energía (Kcal )

SE REALIZÓ CON FALLA DE ORIGEN

## 5. Aporte y pérdidas de nitrógeno

El aporte de nitrógeno en promedio fue de  $0.38 \pm 0.14$  g./día.

La excreción urinaria de nitrógeno  $4.46 \pm 1.76$  g./día en forma global, para el grupo A 4g./día y para el B 6 g./día.

La pérdida de nitrógeno por las heridas fue en promedio de  $99 \pm 0.43$  mg./cm<sup>2</sup> de superficie corporal quemada (SCQ), para el grupo A:  $83 \pm 26$  mg./cm<sup>2</sup>SCQ/día y para el B:  $135.2 \pm 55$  mg./cm<sup>2</sup>SCQ/día.

Respecto a las evacuaciones solo se pudo obtener muestras en 9 pacientes (69.5%) el resto no presentaron evacuaciones en esos días. La excreción promedio fue de 1.41 g.  $\pm$  1.3g./ día, para el grupo A 1.56  $\pm$  1.8 g./día y de 0.3  $\pm$  0.3 g./día para el B.

**Cuadro 4: Balance Nitrogenado**

Sujetos	Aporte (g.)	Urinaria (g.)	Excreción			Total	Balance
			cm2SCQ (mg)	Gasas (g.)	heces (g.)		
1	0.62	2.09	69.72	0.78	4.68	7.56	-6.93
2	0.49	2.43	66.95	0.87	0.31	3.61	-3.12
3	0.47	2.73	98.01	1.27	0.23	4.53	-4.06
4	0.35	4.20	96.71	1.12		5.32	-5.0
5	0.56	4.44	129.15	1.42	0.85	6.71	-6.15
6	0.38	2.67	99.67	1.79	2.80	7.26	-6.88
7	0.40	5.09	75.13	1.05		6.14	-5.74
8	0.38	3.98	70.83	1.20	0.01	5.19	4.81
9	0.20	4.82	39.88	0.76		5.58	-5.38
10	0.16	7.17	192.06	4.61	0.05	11.83	-11.66
11	0.41	4.77	100.38	2.21		6.98	-6.56
12	0.37	5.83	171.33	2.74	0.46	9.04	-8.67
13	0.15	7.77	76.95	3.85		11.61	-11.47

El total en pérdidas de nitrógeno en ambos grupos fue de  $7.0 \pm 2.5$  g. en promedio, para el grupo A  $5.8 \pm 1.3$  g. y para el grupo B  $9.9 \pm 2.3$  g.

Con estos datos determinamos un balance nitrogenado global negativo de  $6.7 \pm 2.6$  g.; para el grupo A  $5.4 \pm 1.2$  g., y  $9.6 \pm 2.4$  g para el grupo B.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## H. DISCUSIONES:

### 1. Generalidades

Este es el primer estudio realizado en niños quemados calculando balance energético y proteico. midiendo perdidas de nitrógeno por heridas, heces y orina. El numero de pacientes y la cantidad de variables imposibilita aplicar algún método estadístico por lo que únicamente realizamos el reporte de los resultados y lo comparamos con otras publicaciones.

Estos resultados nos puedan orientar para un mejor apoyo metabólico aplicable a nuestra población. sirviendo como precedentes para otras publicaciones

El tipo de quemadura en todos los menores a 3 años fue por escaldadura y en los mayores por fuego directo y corriente eléctrica, estas características creemos tienen relación con el medio socioeconómico. cuidados y actividad para la edad de los niños: que predisponen a este tipo de lesiones. De las quemaduras por escaldadura casi en su totalidad (98.2%) fueron de 2° grado con un promedio de 24% de superficie corporal quemada (cuadro 5). por fuego directo la mitad (54.7%) fueron quemaduras de 3er (grado cuadro 6).

**Cuadro 5: Quemaduras por Escaldadura**

Grado de Quem.	2o grado	3er grado
Porcentaje	45.3	54.7
Total	0.47	0.57
Promedio m2 (%)	0.12(14.3)	0.14 (17)

**Cuadro 6: Quemaduras por Fuego directo**

Grado de Quem.	2o grado	3er grado
Porcentaje	98.2	1.8
Total	1.07	0.02
Promedio m2 (%)	0.13 (24)	0

## 2. Estado nutricional:

De acuerdo a las percentilas los niños del grupo A se encontraban en rango de normalidad para las 3 mediciones (cuadro 5), ninguno de los niños se sobrepaso la percentila 50 en talla para edad, sin embargo si sobrepasaron esta en peso para edad llegando en una ocasión estar por arriba de la centila 95, por lo tanto una tendencia a tener un peso mayor para talla en 6 de 9 casos (66%), con esto podriamos suponer que es debido una porcentaje de grasa aumentado, desgraciadamente no contamos con mediciones antropométricas de pliegues y así confirmar este punto.

Cuadro 5:

Pacientes	P/E	T/E	P/T
Grupo A	53 ± 25	40 ± 18	61 ± 28
Grupo B	21 ± 1	25 ± 21	28 ± 18

Promedio percentilar por grupos de edad P/E = Peso para edad, T/E = Talla para edad, P/T = Peso para talla, Grupo A = 3 años Grupo B = 4 años

El grupo B presento talla bajas para la edad y los pacientes 11 y 12 muestran datos de mal nutrición crónica con percentilas debajo de la 5 en peso para edad y talla, con una deficiencia de peso del 15 y 10% respectivamente para su talla y mayor para su edad.

Todos estos datos nos hacen suponer que en la mayoría de los pacientes presentaban algún tipo de mal nutrición, por un aporte calórico bajo o por una mala distribución de macronutrientes (alta en hidratos de carbono y/o lípidos y probablemente deficiente en proteínas).

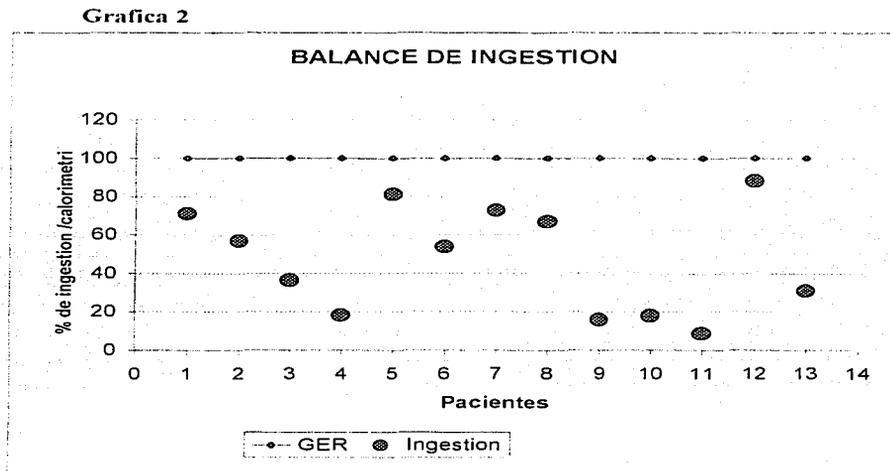
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 3. Aporte calórico

El aporte calórico durante los primeros 2 a 3 días fue en base a la dextrosa administrada por las soluciones parenterales, este aporte correspondió solo al 18% de las kilocalorías recibidas en promedio durante los 7 primeros días y solo el 3% del GET.

En el caso del paciente que recibo nutrición parenteral total en los días 6-7 alcanzó a cubrir el 90% de los requerimientos energéticos, a pesar de este aporte el balance fue negativo debido al inicio tardío por la inestabilidad metabólica.

Todos los pacientes presentaron ingestión menor a los requerimientos medidos (grafica 2)



En esta grafica la línea verde indica el 100% de requerimientos de energía medido por calorimetría (GER), los puntos representan el porcentaje de ingestión de cada paciente

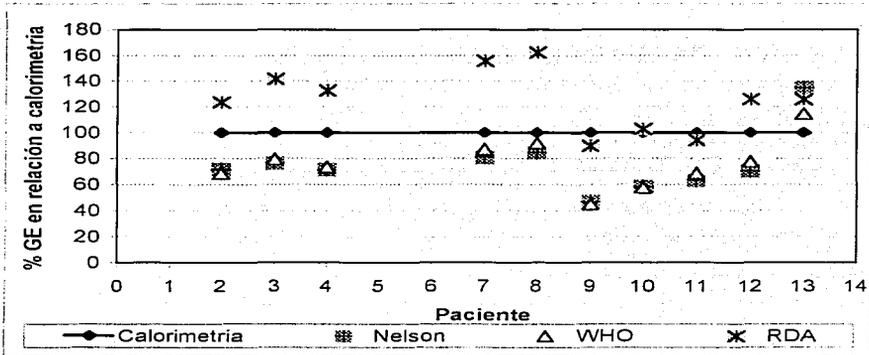
#### 4. Gasto de energía

Comparando diferentes fórmulas para cálculo de requerimiento energéticos en niños sanos con el GET obtenido (gráfica 3), la fórmula de Nelson la subestima en un  $76 \pm 24 \%$ , la sugerida por la W.H.O. de igual manera es baja en un  $76 \pm 19 \%$  y para la R.D.A. lo sobrestimo en un  $125 \pm 24 \%$ , aunque para el grupo B esta fórmula fue la que más se acercó al GET ( $115 \pm 18\%$ ). Hay que considerar que en este grupo el 50% de los pacientes eran desnutridos crónicos, esto provoca un menor GET, además el un número de pacientes en este grupo fue pequeño lo que dificulta una adecuada validación.

Las fórmulas factoriales para el cálculo de requerimientos energéticos en niños quemados sobrestimaron desde 155 hasta 523% comparando con el GET (gráfica 4), excepto para la fórmula de Mayes en el grupo A con solo 10% arriba de nuestros resultados, si consideramos que para fórmula de Mayes agrega un factor de 1.3 a la calorimetría indirecta y en el GET solo aplicamos 1.2, la variación entre estos resultados es prácticamente nula. Para el grupo B esta fórmula estuvo arriba, como ya mencionamos las variables como el estado nutricional y el número pequeño de pacientes en la muestra dificultada un comparación significativa, aun así la fórmula de Mayes es la segunda más cercana después de la RDA.

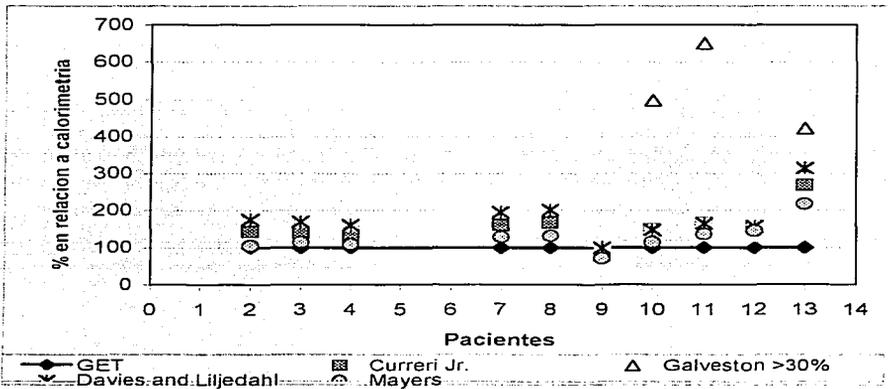
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Grafica 3



Comparación del GET, siendo este el 100%, con formulas para niños sanos

Grafica 4



Comparación del GET, siendo este el 100%, con formulas factoriales para el calculo de gasto energético en niños quemado

## 5. Aporte y pérdidas de nitrógeno:

La pérdida de nitrógeno por las heridas quemadas reportadas por otros autores como Nylen<sup>36</sup> y Waxman<sup>27</sup> fueron medidas en adultos y sobre estiman en un 653 y 190% respectivamente comparado con nuestros resultados. El único estudio encontrado en niños fue el de Kien<sup>34</sup> en 1978, representan el 68% de las pérdidas de nuestros pacientes (gráfica 5). En este estudio el grupo con menos variantes y que nos puede aportar datos aplicables son 7 niños con quemaduras de 2º grado por escaldadura en el grupo A (53% del total de la población), con una pérdida de nitrógeno por las heridas de  $90 \pm 22 \text{ mg./m}^2 \text{ SCQ}$ .

La excreción urinaria reportada por Leitel<sup>12</sup> en 1996 midiendo BUN en niños en estado crítico fue  $7.5\text{g/m}^2$  de superficie corporal total, comparando este valor con nuestros pacientes representaría el  $117 \pm 32\%$  de nuestros resultados. En 1998 Coss-Bu<sup>11</sup> midió nitrógeno urinario total en pacientes pediátricos en estado crítico con ventilación mecánica reportando un promedio de  $324 \pm 133 \text{ mg/k/día}$ ; que representa  $122 \pm 32\%$  de nuestros resultados.

Estudios en adultos como Richard<sup>28</sup> reporta una excreción de nitrógeno urinario de  $18.9\text{g}$  al día para pacientes con quemadura de 11-30% SCQ y de  $25.3\text{g}$  para 31.60 % SCQ, excediendo esta cantidad por más de 400% a lo encontrado en pacientes pediátricos.

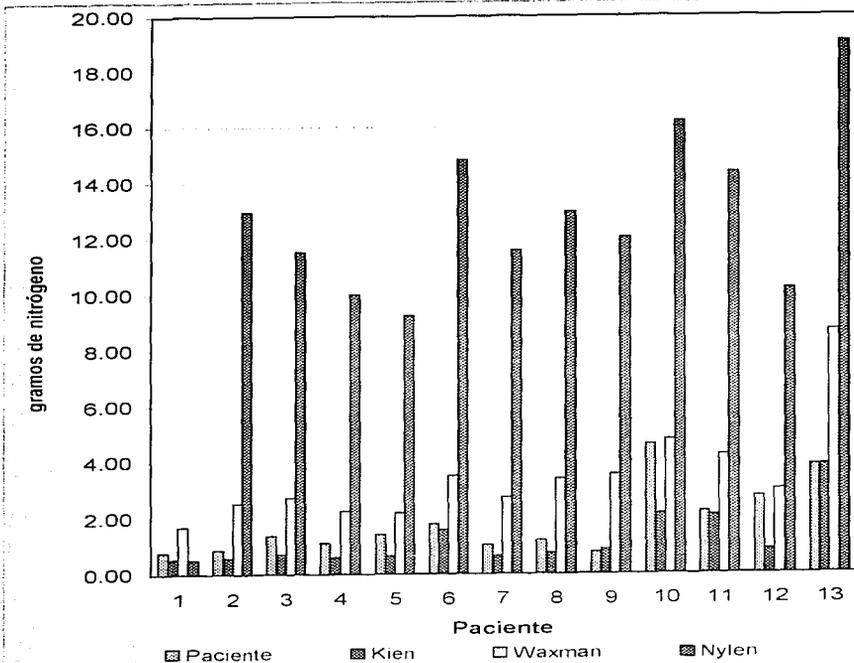
No encontramos reportes de excreción de nitrógeno en heces en niños quemados o en estado crítico.

Del total de las pérdidas de nitrógeno en los niños con  $\leq 30\%$  SCQ el 67.4% fue por orina, el 21% por las heridas y el 11.5% por las heces. En los pacientes con SCQ mayor del 30%, por orina perdieron el 58.1% del nitrógeno, por la heridas 32.1% y por las heces el 9.7%. Por lo que la mayor pérdida de nitrógeno es por la orina; seguida por las heridas que esta en relación a la extensión de SCQ. La excreción de nitrógeno por la orina parece estar más en relación con la edad o probablemente con masa muscular que con la profundidad o extensión de la quemadura, ya que no encontramos cambios significativos en la excreción de nitrógeno por la herida en relación a estos dos últimas variables.

La excreción de nitrógeno por las heces es significativa para el grupo A por el número de pacientes, y no para el grupo B, aunque en ambas la desviación estándar es importante para los 2 grupos lo que impide su validación.

REGIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**Grafica 5**



Comparación de los resultados obtenidos en las pérdidas de nitrógeno por las heridas con otros autores

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 6. Cambio en el peso:

A los 7 días después de la lesión la diferencia en el peso 9 pacientes (69%), presentaron pérdida de  $1.23 \pm 1k$ , que corresponde al 14% del peso corporal. Los restantes 4 pacientes presentaron un pequeño incremento de peso ( $0.6 - 2.1\%$ ), pero estos pacientes presentaron balances energético y nitrogenado mas bajos, inicio tardío de la alimentación enteral o parenteral, con las SCQ mas grandes y 2 de estos eran desnutridos; por lo que el incremento en el peso pueden deberse únicamente a edema y no a incremento en la masa corporal.

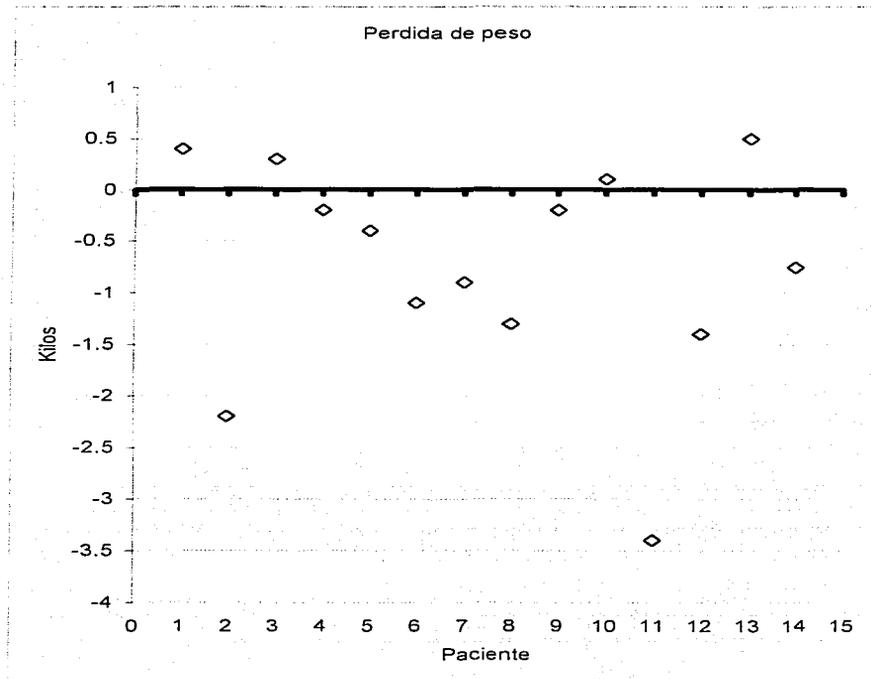
Cuadro 6:

Pacientes	Diferencia de peso	% de Peso
1	0.4	3.5
2	-2.2	-1.9
3	0.3	2.1
4	-0.2	-1.7
5	-0.4	-3.1
6	-1.1	-8.4
7	-0.9	-6.9
8	-1.3	-8.8
9	-0.2	-1.1
10	0.1	0.6
11	-3.4	-20
12	-1.4	-8.2
13	0.5	1.6

Cambios en el peso 7 días después de su ingreso

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Grafica 6



Cambio en el peso de cada paciente a los 7 días de la quemadura

TESIS CON  
FALLA DE CONTEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## I. CONCLUSIONES:

1. El balance energético y nitrogenado en niños quemados durante la primera semana de la lesión es negativo debido a los aportes habitualmente insuficientes para mantener sus requerimientos calóricos y nitrogenados.
2. La fórmula de Mayes puede ser útil en nuestra población para niños de 1-3 años de edad (grupo A) en el cálculo de requerimientos energéticos en niños quemados siendo la que más se aproxima a nuestros resultados.
3. La pérdida de nitrógeno por las heridas en menores de 3 años con quemaduras de segundo grado por escaldaduras pueden ser calculadas en  $90 \pm 22 \text{ mg/m}^2$  de SCQ.
4. La pérdida de nitrógeno por la orina para el grupo A fue de  $0.269 \pm 0.08 \text{ g/k}$  de peso ( $6.27 \pm 1.67 \text{ g/m}^2\text{sc}$ ) y para el grupo B  $0.316 \pm 0.07 \text{ g/k}$  de peso ( $8.02 \pm 1.5 \text{ g/m}^2\text{sc}$ ).
5. La excreción de nitrógeno en heces fue en promedio para el grupo A  $1.5 \text{ g} \pm 1.5 \text{ g/día}$ .

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **J. RECOMENDACIONES:**

Este estudio nos sirve como referencia para el apoyo nutricional en niños quemados, no siendo contundente por el número de pacientes, por lo que se debe continuar realizando estudios al respecto con un mayor número de pacientes y considerando otras variantes como adecuado estado nutricional y apoyo nutricional temprano apropiado entre otros.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





### Anexo 3

#### Formula para calculo de requerimientos energéticos en niños sanos

##### A. Cálculo de metabolismo en reposo según Nelson<sup>42</sup>

Niños y Niñas	Formula (kcal)
0-12 mese	$60 \times \text{peso (kg)}$
1-2 años	$59 \times \text{peso (kg)}$
2 años	$55 \times \text{peso (kg)}$
3 años	$53 \times \text{peso (kg)}$
4 años	$52 \times \text{peso (kg)}$
5 años	$51 \times \text{peso (kg)}$
6 años	$50 \times \text{peso (kg)}$
7 años	$48 \times \text{peso (kg)}$
8 años	$47 \times \text{peso (kg)}$
9 años	$46 \times \text{peso (kg)}$
10 años	$45 \times \text{peso (kg)}$

##### Recomendaciones diarias incluyendo crecimiento y desarrollo según RDA<sup>41</sup>

Niños y niñas edad en años	Formulas para determinar kcal/día
0-0.5	$108 \times \text{peso (kg)}$
0.5-1.0	$98 \times \text{peso (kg)}$
1-3	$102 \times \text{peso (kg)}$
4-6	$90 \times \text{peso (kg)}$
7-10	$70 \times \text{peso (kg)}$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### Anexo 4

### Ecuaciones de FAO/WHO/UNU<sup>46</sup> para predecir el metabolismo en reposo mediante el peso corporal

Rango de edad (años)	Gasto Energético en Reposo	
	Hombres	Mujeres
0-3	$60.9 \times \text{peso} - 54$	$61.0 \times \text{peso} - 51$
3-10	$22.7 \times \text{peso} + 495$	$22.5 \times \text{peso} + 499$
10-18	$17.5 \times \text{peso}$	$12.2 \times \text{peso} + 746$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Anexo 5

### Formulas factoriales para calculo de requerimientos energéticos para niños quemados

	Edad (años)	%SCQ	Formula para determinar kcal/d
<b>1. Curreri junior<sup>23</sup></b>			
	0 - 1	< 50	Basal + (15 x % SCQ)
	1 - 3	< 50	Basal + (20 x % SCQ)
	4 - 15	< 50	Basal + (40 x % SCQ)
<b>2. Galveston 1988</b>			
	< 15	> 30	1.800 kcal/m <sup>2</sup> SCT + 1.300 kcal/m <sup>2</sup> SCQ
<b>3. Galveston modificada 1990<sup>23</sup></b>			
	< 12	> 30	1.800 kcal/m <sup>2</sup> SCT + 1.300 kcal/m <sup>2</sup> SCQ
<b>4. Davies and Liljedahl</b>			
	< 12	Ninguno	(60 x peso en Kg) + (35 x SCQ)
<b>5. Formula de Mayes 40</b>			
Menores de 3 años			
	Mayes 1 = 108 + 68 P (kg) + 3.9 x % SCQ		
	Mayes 2 = 179 + 66 P (kg) + % quemadura de 3er grado		
Entre 5 a 10 años			
	Mayes 3 = 818 + 37.4 x peso (kg) + % SCQ		
	Mayes 4 = 950 + 38.5 x peso (kg) + % quemadura de 3er grado		

Donde:

SCQ = Superficie corporal

Basal = Requerimiento energéticos para niños sanos

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Anexo 6

CARTA DE CONSENTIMIENTO

Yo: \_\_\_\_\_ tutor y/o  
responsable \_\_\_\_\_ legal del  
menor \_\_\_\_\_ he sido  
informado de los objetivos y procedimientos de estudio: "Determinación de gasto  
energético por calorimetría indirecta y balance de nitrógeno en niños con quemaduras de  
segundo y tercer grado".

Se me ha aclarado que la participación del paciente en el estudio es totalmente voluntaria y que no es necesaria para el diagnóstico (o tratamiento), del problema que lo ha traído ha esta institución.

Se me han explicado las pruebas y procedimientos que se van a realizar; así como las molestias e inconvenientes que pueden ocurrir durante el estudio. De el mismo modo, se me ha informado de los posibles beneficios que se puedan obtener con el estudio. Además se me ha asegurado que las pruebas a realizar no afectan la evolución del paciente.

En el momento que desee podré suspender mi consentimiento, sin que afecte en nada la atención médica que recibe en esta institución.

Cualquier duda o pregunta que tenga acerca de mi participación en el estudio o de los efectos que note durante el mismo será consultada con el Dr. Alberto Pasquetti C. y el Dr. Sergio E. Ramirez Escutia en Nutriología Clínica de Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubiran".

Fecha: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Nombre del Tutor

\_\_\_\_\_  
Firma

\_\_\_\_\_  
Parentesco

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

\_\_\_\_\_  
1er Testigo: Nombre y firma

\_\_\_\_\_  
2º Testigo: Nombre y firma

Anexo 7

HOJA DE INGRESO

Fecha.....

Nombre..... Fecha de ingreso..... No de registro.....

Servicio..... Cama..... Edad..... años. Sexo m f.

A.I.F.F. ....

A. Perimetales.....

Peso al nacer..... kg. Talla..... cm. Per. cefálico..... cm. Apgar.....

A.P.no P: .....

A.P.P.: .....

P.A.: .....

Sitio en que ocurrió la quemadura: casa, vía pública, otro lugar.....

Mecanismo de producción de la quemadura .....

Tipo de quemadura .....

E.F.: .....

Talla..... cm. Peso seco..... kg. P. cefálico..... cm. Circ. de brazo..... cm. PCT..... cm.

PCB..... cm. PSE..... cm. A. codo..... cm. P. suprailiaco..... cm.

SCQ%..... de 2o grado..... % 3er grado..... %

SCTm<sup>2</sup>..... SCTm<sup>2</sup>..... 2o grado..... 3er grado.....

Dxs.....

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**Anexo 8**  
**Parte A**

**HOJA DIARIA**

Nombre:..... Fecha..... No. de registro.....

**Dx:**  
 Peso kg..... TAM mmHg..... FC m/min..... FC reposo/min.....  
 F.resp./min..... Temp °C..... Exceso T °C..... Diuresis ml.....  
 Perim abd cm..... Ascitis si no..... Peristalsis (1-4)..... Colico (1-4).....  
 Evacuación N°..... Cantidad gr..... 1. Líquidas, 2. Semilíquidas, 3 Formadas.....  
 Náuseas (1-4)..... Vómito (1-4)..... Flatulencia (1-4).....  
 Drenaje mls..... tipo..... Sangrado mls..... sitio.....

**Cantidades infundidas:**

Agua ml.....	Gluc..... % ml.....	Gluc..... % ml.....	Salina 0.9%.....
Mixta ml.....	Hartman ml.....	Otros.....	
Sodio mMol.....	Potasio mMol.....	Cloro mMol.....	Fosforo mMol.....
Calcio mMol.....	Magnesio mMol.....	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> mMol.....	Glucosa g.....
Sangre total ml.....	Paquet glob ml.....	Plasma ml.....	Plaquetas Um.....
Otros.....			

**Medicamentos:**

.....  
 .....  
 .....

**Laboratorio:**

Hb g/l.....	Hto %.....	L.euc N°.....	Linf %.....	Seg %.....
Gluc mg/dl.....	Urea mg/dl.....	Creat mg/dl.....	Bil T mg/dl.....	Bil D mg/dl.....
Ac U mg/dl.....	Trig mg/dl.....	Na mMol.....	Cloro mMol.....	Pot mMol.....
Ca mg/dl.....	Fosf mg/dl.....	Mg mg/dl.....	Fe ug/dl.....	pH (.....)
EB.....	PO <sub>2</sub> .....	PCO <sub>2</sub> .....		

**Alimentación:**

Via oral ml.....	kcal.....	Prot g.....	HCO g.....	Lip g.....
NPT ml.....	SNG ml.....	SNE ml.....		
Kcal.....	HCO g.....	Prot g.....	Péptidos g.....	Lip Tot g.....
Trig cad media g.....	Agua ml.....	Na mMol.....	K mMol.....	Fos mMol.....
Ca mMol.....	Mg mMol.....	Zinc mg.....	Sel ug.....	Hierro mg.....
Olig elem.....	Polivit.....	Vit B12 U.....	Folatos ug.....	Insulina UI.....
Heparina ui.....	Ranitidina mg.....	Vit K mg.....	Hidrocor mg.....	
T infus hrs.....	Horario de/a.....	Bolo ml/ml.....	Horario bolos c/hrs.....	

**TESIS CON**  
**FALLA DE ORIGEN**

## Anexo 8

### Parte B

#### Características:

Nº..... Hora..... Tipo.....  
Medicamentos utilizados.....  
Muestras colectadas gases vendas apositos liquido..... Vol.....  
Fisioterapia. Nº veces al día.....Tiempo.....

#### Calorimetría:

V02..... VCO2....., VR.....

#### NPT:

Cateter.....Material.....V.punción o disec. Vena..... Logitud cms.....  
Grosor Fr.....

#### SNG o SNE:

tipo..... material..... grosor..... long cm.....  
forma de instalación.....  
Complicaciones mecánicas por sonda o catéter.....  
Complicaciones metabólicas por aporte.....  
Complicaciones infecciosas.....  
Alteración en la función por aparatos y sistemas.....  
Otro manejo no médico.....  
Comentarios.....

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## L. BIBLIOGRAFÍA:

1. Bursztein S, Elwyn D, Askanazi J: Energy metabolism, indirect calorimetry and nutrition. 1989. Ed Williams and Wilkins. Baltimore; p:85-170
2. Clarke S. Tratado de quemaduras p 221-8
3. Wolfe R: Metabolic response to burn injury: Nutritional implications. Sem Nephrology 1993; 13 (4): 382-390
4. Derganc M: Present trends in fluid therapy, metabolic care, and prevention in burned children. Crit Care Med 1993; 21(9s):S397-s399
5. Carlson D, Cioffi W, Mason A, et al: Resting energy expenditure in patients with thermal injuries. JPEN 1993; 17 (1) 94-96
6. Crabtree J, Bowser B, Cambell J, et al: Energy metabolism in anesthetized children with burns. A J Surg 1980; 140: 832-835
7. Grecos G, Abbott W, Schiller W, et al: The effect of major thermal injury and carbohydrate-free intake on serum triglycerides, insulin, and 3-methylhistidina excretion. Ann Surg 1984; 200 (5): 932-637
8. Neely A, Warden G, Rieman M, et al: Components of the increased circulating proteolytic activity in pediatric burn patients J Trauma 1992; 33(6): 807-812
9. Coombes E, Shakescare P, Batstone G: Urine proteins after burn injury. Clin Chim Acta 1979; 95 201-209
10. Bell S, Molnar J, Krasker W, et al: Predictor of urinary nitrogen from urea nitrogen for burned patients. J Am Dietetic Ass 1985; 85(9): 1100-1104
11. Cynober L, Nguyen F, Blonde R, et al: Plasma and urinary amino acid pattern severe burn patients-evolution throughout the healing period Am J Clin Nutr 1982;36:416-425
12. Matsuda T, Kagan R, Hanumadass M, et al: The importance of burn wound size in determining the optimal calorie: nitrogen ratio. Surgery 1983;94(4) 562-568
13. Konstantinides F, Radmer W, Becker W, et al: Inaccuracy of nitrogen Balance determinations in the thermal injury with calculed total urinary nitrogen. J Burn Care Rehabil 1992;13:254-260
14. McArdle A, Palmason C, Brown R, et al: Early enteral feeding of patients with major burns. prevention of catabolism. Ann Plast Surg 1984;13(5):396-401
15. Dominioni L, Trocki O, Fang C, et al: Enteral feeding in burn hipermetabolic effect of different leveles of calorie and protein intake. JEPN 1985;9:269-279
16. Saito H, Trocki O, Alexandre W, et al : The effect of route of nutrient administration on the nutritional state, catabolic hormone secretion, and gut mucosal integrity after burn injury JEPN 1987;11:1-7
17. Kudsk K, Stone J, Sheldon G: Nutrition in trauma and burns. Surg Clin North Am 1982;62(1) 183-193
18. DeMichele S, Karlstad M, Bistrain B, et al: Enteral nutrition with structured lipid: effect on protein metabolism in the thermal injury. Am J Clin Nutr 1989;50:1296-1302
19. Mancusi-Ungaro H, Van Way C, Mccool C: caloric and nitrogen balance as predictor of nutritional outcome in patients with burns. J Burn Care Rehabil 1992;13:695-702

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

20. Turner W, Ireton C, Hunt J, et al: Predicting energy expenditures in burned patients. *J Trauma* 1985;25(1):11-16
21. Matsuda T, Clark N, Hariyani G, et al: The effect of burn wound size on resting energy expenditure. *J Trauma* 1987;27 (2):115-118
22. Hildreth M, Herndon D, Parks D, et al: Evaluation of caloric requirement formula in burned children treated with early excision. *J Trauma* 1987;27(2):188-189
23. Hildreth M, Herndon D, Desai M, et al: Caloric requirements of patients with burns under one year of age. *J Burn Care Rehabil* 1993; 14:108-112
24. Westenskow D, Schipke C, Raymond J, et al: Calculation of metabolic expenditure and substrate utilization from gas exchange measurements. *JEPN* 1988;12(1):20-24
25. Saffle J, Medina E, Raymond J, et al: Use of indirect calorimetry in the nutritional management of burned patients. *J Trauma* 1985;25(1):32-39
26. Blank I: What are the functions of skin lost in burn injury that affect short- and long-term recovery? *J Trauma* 1984;24:S10-S18
27. Waxman K, Rebello T, Pinderski L, et al: Protein loss across burn Wounds. *J Trauma* 1987;27(2):136-140
28. Kagan R, Matsuda T, Hanumadass, et al: The effect of burn wound size on ureagenesis and nitrogen balance. *Ann Surg* 1982;195(1):70-74
29. Hunt D, Lane H, Beesinger D, et al: Selenium depletion in burn patients. *JEPN* 1984;8(6) 695-699
30. Carr G, Wilkinson A: The urinary excretions of iron and chromium by children with burns and scalds. *Clin Chim Acta* 1979;96:73-78
31. Boosalis M, McCall J, Solem L, et al: Serum copper and ceruloplasmin levels and urinary copper excretion in thermal injury. *Am J Clin Nutr* 1986;44:899-906
32. Berger M, Spertini F, Shenkin A, et al: Clinical, immune and metabolic effect of trace element supplements in burns: a double-blind placebo-controlled trial. *Clin Nutr* 1996;15:94-96
33. Neely A, Holder I: Effect of proteolytic activity on virulence of *Candida albicans* in burned mice. *Infect Immun* 1990;58:1527.
34. Kien C, Young V, Rohrbaugh, et al: Increased rates of whole body protein synthesis and breakdown in childrens recovering from burns. *Ann surg* 1978;187:383
35. Mickell J: Urea nitrogen excretion in critical ill childrens. *Pediatrics* 1982;70:949
36. Nylén B, Wallenius G: The protein loss via exudation from burns and granulating wound surface. *Acta Chir Scand* 1961;112:97-100
37. Roudolph a, Hoffman J, Roudolph C: Pediatric burn injury (Timothy D, Warden G, Warden K ). *Roudolph's Pediatrics* 20<sup>TH</sup> edition, 1996, Apleton and Lenge editors. Pags: 861-867.
38. Chavarría C, Gómez L y cols.: Quemaduras. Urgencias pediátricas. Asociación de Médicos del Hospital Infantil de México "Federico Gómez" 1982, 3a edición, Edicions médicas de Hospital Infantil de México. Pags: 428-433
39. Lari A, Bang R, Ebrahim M y cols.: An analysis of Childhood burns in Kuwait. *Burns* 1992; 18 (3):224-227.
40. Mayes T, Goitschlich, Khoury J y cols.: Evaluation of predictive and measured energy requeriments in burned children. *J Am Diet Assoc* 1996;96:24-29
41. Food and nutrition Board. Recommended Dietary Allowences. 10th ed. Washington, DC : National Acedemy Press, 1989 : 24 -38.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

42. Berhman RE, Kliegman RM, Nelson WE: Nutrition and nutritional disorders. In : Nelson WE, ed. Textbook of pediatrics. 14th ed. Philadelphia, Pa WB Saunders Co. 1992: 105-142.
43. Davies J, Liljedahl S : Metabolic consequences of an extensive burn. In : Polk HC, Stone HH, eds. Contemporary Burn Burn Management. Boston, Mass: Little, Brown y Co. 1971;151-169
44. Goowin C. Parenteral Nutrition in Thermal Injuries. In: Rombeau J, Caldwell M: Parenteral nutrition Vol. 2 Clinical nutrition. Saunders Comapany Ed. 1986, P: 489-507
45. Barness L: Manual de Nutrición Pediátrica, American Academy of Pediatrics, 1993, primera edición en Español; 43 1-55.
46. World Health Organization. Energy and Protein Requeriments Report of a Join FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Geneva, Switzerland: WHO; 1995:206. Technical Report Series
47. Barton RG, Craft WB, Mone MC, Saffle JR Chemical paralysis reduces energy expenditure in patients with burns and severe respiratory failure treated with mechanical ventilation. J Burn Care Rehabil 1997 Sep-Oct;18(5) 461-8; discussion 460 &
48. Mittendorfer B, Hildreth MA, Desai MH, Herndon DN. The 1995 Clinical Research Award. Younger pediatric patients with burns are at risk for continuing postdischarge weight loss. J Burn Care Rehabil 1995 Nov-Dec;16(6):589-95
49. Pereira JL, Vazquez L, Garrido Gomez-Cia M, Parejo J, Mallen JM, Fraile J, Serrano P, Ayala C, Romero H, Franco A, Garcia Luna PP. [Evaluation of energy metabolism in burn patients: indirect calorimetry predictive equations]. Nutr Hosp 1997 May-Jun;12(3) 147-53
50. Goran MI, Peters EJ, Herndon DN, Wolfe RR. Total energy expenditure in burned children using the doubly labeled water technique. Am J Physiol 1990 Oct;259(4 Pt 1):E576-85
51. Curreri PW, Richmond D, Marvin J, Baxter CR, . Dietari requeriments in patients with major burns. J Am Diet Assoc 1974, 65: 415-7
52. Prelack K, Cunningham JJ, Sheridan RL, Tompkins RG Energy and protein provisions for thermally injured children revisited. an outcome-based approach for determining requirements. J Burn Care Rehabil 1997 Mar-Apr;18(2):177-81; discussion 176
53. Hildret MA, Hermdon DN, Desai MH, Broemeling LD. Caloric requirements of patients with burns under one year of age. J Burn Care Rehabil 1993; 14:108-112
54. Engelhardt VJ, Clark SM. Early enteral feeding of a severely burned pediatric patient. J Burn Care Rehabil 1994 May-Jun;15(3) 293-7
55. Cunningham JJ, Lydon MK, Russell WE. Calorie and protein provision for recovery from severe burns in infants and young children. Am J Clin Nutr 1990 Apr;51(4):553-7
56. Goran MI, Broemeling L, Herndon DN, Peters EJ, Wolfe RR. Estimating energy requirements in burned children: a new approach derived from measurements of resting energy expenditure. Am J Clin Nutr 1991 Jul;54(1):35-40
57. Salas JS, Dozio E, Goulet OJ, Marti-Henneberg C, Moukarzel E, Ricour C. Energy expenditure and substrate utilization in the course of renutrition of malnourished children. JPEN J Parenter Enteral Nutr 1991 May-Jun;15(3):288-93

58. Matoth I, Granot E, Gorenstein A, Abu-Dalu K, Goitein K. Gastrointestinal protein loss in children recovering from burns. *J Pediatr Surg* 1991 Oct;26(10):1175-8
59. Alexander JW, MacMillan BG, Stinnett JD, Ogle CK, Bozian RC, Fischer JE, Oakes JB, Morris MJ, Krummel R. Beneficial effects of aggressive protein feeding in severely burned children. *Ann Surg* 1980;192(4):505-17
60. Ferrando AA, Chinkes DL, Wolf SE, Matin S, Herndon DN, Wolfe RR. A submaximal dose of insulin promotes net skeletal muscle protein synthesis in patients with severe burns. *Ann Surg* 1999 Jan;229(1):11-8
61. Coss-Bu JA, Jefferson I.S, Walding D, David Y, Smith EO, Klish WJ. Resting energy expenditure and nitrogen balance in critically ill pediatric patients on mechanical ventilation. *Nutrition* 1998 Sep;14(9):649-52
62. Leite HP, de Carvalho WB, Fisberg M. Nutritional and metabolic assessment of critically ill children. *Rev Paul Med* 1996 May-Jun;114(3):1156-61
63. Boehm KA, Helms RA, Storm MC. Assessing the validity of adjusted urinary urea nitrogen as an estimate of total urinary nitrogen in three pediatric populations. *JPEN* 1994 Mar-Apr;18(2):172-6
64. Boehm KA. Accuracy of urinary nitrogen for predicting total urinary nitrogen in thermally injured patients. *JPEN* 1994 May-Jun; 18(3):285-6
65. Prelack K, Dwyer J, Yu YM, Sheridan R, Tompkins R. Urinary urea nitrogen is imprecise as a predictor of protein balance in burned children. *J Am Diet Assoc.* 1997; 97: 489-95.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN