

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN
SUBDIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y POSGRADO
ESPECIALIDAD EN NUTRIOLOGÍA CLÍNICA**



**COMPARACIÓN DE GASTO ENERGÉTICO EN REPOSO POR
CALORIMETRÍA INDIRECTA VS ECUACIÓN DE DIETZ EN ESCOLARES
CON OBESIDAD**

**COMO REQUISITO DEL PROGRAMA EDUCATIVO DE LA ESPECIALIDAD
EN NUTRIOLOGIA CLINICA No. DE REGISTRO 002390 PNPC-CONACYT
PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN NUTRIOLOGÍA
CLÍNICA**

PRESENTA

LN. HILDA MARÍA ÁLVAREZ DEL CASTILLO SALAZAR

LN. EDGAR URIEL FURLONG ESPÍRITU

MONTERREY N. L.

Diciembre 2018

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN
SUBDIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y POSGRADO
ESPECIALIDAD EN NUTRIOLOGÍA CLÍNICA**



**COMPARACIÓN DE GASTO ENERGÉTICO EN REPOSO POR
CALORIMETRÍA INDIRECTA VS ECUACIÓN DE DIETZ EN ESCOLARES
CON OBESIDAD**

**COMO REQUISITO DEL PROGRAMA EDUCATIVO DE LA ESPECIALIDAD
EN NUTRIOLOGIA CLINICA No. DE REGISTRO 002390 PNPC-CONACYT
PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN NUTRIOLOGÍA
CLÍNICA**

PRESENTA

LN. HILDA MARÍA ÁLVAREZ DEL CASTILLO SALAZAR

LN. EDGAR URIEL FURLONG ESPÍRITU

MONTERREY, NUEVO LEÓN

Diciembre 2018

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN
SUBDIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y POSGRADO
ESPECIALIDAD EN NUTRIOLOGÍA CLÍNICA**

**COMPARACIÓN DE GASTO ENERGÉTICO EN REPOSO POR
CALORIMETRÍA INDIRECTA VS ECUACIÓN DE DIETZ EN ESCOLARES
CON OBESIDAD**

PRESENTA

LN HILDA MARÍA ÁLVAREZ DEL CASTILLO SALAZAR

LN EDGAR URIEL FURLONG ESPÍRITU

DIRECTOR

ENC. María Alejandra Sánchez Peña, NC.

CO DIRECTOR

ENC. María del Carmen Mata Obregón

COMITÉ TUTORIAL

Dr. Erick Ramírez López

Dra. Vanessa Fuchs Travlosky

MONTERREY, NUEVO LEÓN

Diciembre 2018

**COMPARACIÓN DE GASTO ENERGÉTICO EN REPOSO POR
CALORIMETRÍA INDIRECTA VS ECUACIÓN DE DIETZ EN ESCOLARES
CON OBESIDAD**

Aprobación de Investigación:

Director

ENC. María Alejandra Sánchez Peña, NC.

Codirector

ENC. María del Carmen Mata Obregón

Comité Tutorial

Dr. Erick Ramírez López

Dra. Vanessa Fuchs Travlosky

DEDICATORIAS

A nuestros tutores y asesores quienes nos orientaron en el transcurso de la Especialidad, así como a mi familia y personas que me apoyaron en todo momento durante el proceso de la elaboración de la tesis.

LN. Hilda Ma. Álvarez del Castillo Salazar

A mi compañera y muy querida amiga de esta gran aventura: ¡Hilda! Sin ti, esto hubiera sido un camino eterno y lleno de piedras.

A Dami, quien me apoyo desde antes de comenzar, ha sido mi pilar para seguir adelante, la razón de sentirme tan orgulloso de culminar una meta más y jamás abandonarme.

A la Maestra Alejandra Sánchez, mejor tutora de tesis en el mundo no puede existir, gracias por su tiempo, dedicación y paciencia.

LN. Edgar Uriel Furlong Espíritu

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá, quien ha sido mi fortaleza, mi apoyo incondicional y la mano que nunca me ha soltado a lo largo de mi vida.

A mi papá, quien me ha enseñado a nunca rendirme, a entender que los límites no existen y que todo en esta vida se puede lograr con mucho esfuerzo siempre haciendo lo correcto.

A mi hermano, quien ha sido el mejor compañero de vida, quien en todo momento me ha escuchado, apoyado y aconsejado.

A mis amigos, que durante este proceso de preparación estuvieron apoyándome ya sea cerca o a distancia.

A Dios quien ha marcado siempre mi camino y me ha llevado de su mano para lograr todas las metas que me propongo.

A la ENC. María Alejandra Sánchez Peña tutora, revisora y asesora del caso clínico, por su tiempo, paciencia, empatía y colaboración a lo largo de los dos años de la especialidad.

Al apoyo económico de CONACYT durante el transcurso de la especialidad.

LN. Hilda María Álvarez del Castillo Salazar

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por ese apoyo incondicional que nunca me ha faltado, entenderme cuando estoy muy atareado o simplemente apoyarme al estar lejos de casa, me han enseñado a nunca rendirme, y saber que soy un triunfador y puedo con todo lo que me proponga.

A Damián, quien me apoyo desde antes de empezar, creyó en mi más de lo que yo mismo lo hago, siendo mi compañero fiel y de aventuras durante toda esta maravillosa experiencia, soportándome en todos los sentidos y alentándome a no darme por vencido.

A la ENC. María Alejandra Sánchez Peña, por su sabiduría y experiencia brindada, su paciencia y la motivación del día a día para ser mejor persona y profesionalista.

A mis amigos de la iglesia, que el tiempo y la distancia nunca fue una excusa para su apoyo y cariño incondicional.

A mis amigos de la especialidad, que en el corto tiempo de convivencia se convirtieron en algo más que amigos y no sé qué hubiera hecho sin ustedes.

A Dios padre y la Virgen María, quienes nunca me han dejado solo.

A CONACYT por el apoyo económico brindado durante el transcurso de la especialidad.

LN. Edgar Uriel Furlong Espíritu

ÍNDICE

I.-TÍTULO.....	11
a) RESUMEN	11
II. MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA O CONCEPTUAL	12
a) Antecedentes	12
b) Planteamiento del problema	21
c) Justificación.....	23
III. HIPÓTESIS.....	25
IV. OBJETIVOS	25
a) Objetivo general	25
b) Objetivos específicos	25
V. METODOLOGÍA.....	26
a) Diseño de estudio	26
b) Población de estudio.....	26
c) Criterios de selección	26
• Criterios de inclusión.....	26
• Criterios de exclusión.....	27
• Criterios de eliminación.....	27
d) Técnica de muestra.....	27
e) Calculo del tamaño de la muestra.....	27
f) Prueba piloto.....	27
g) Variables de estudio.....	27
h) Instrumento de recolección	28
i) Procedimientos	28
j) Análisis estadísticos.....	31
VI. CONSIDERACIONES ÉTICAS Y DE BIOSEGURIDAD	31
VII. RESULTADOS	31
VIII. DISCUSIÓN.....	35
IX. CONCLUSIÓN.....	36
XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

XII. ANEXOS..... 40

ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICAS

Tabla 1. Ecuación predictiva de la TMR por William H. Dietz.....	18
Tabla 2. Tipos de variables de estudio con su respectiva unidad y de medición.....	28
Tabla 3. Relación de generalidades de la población de muestra.....	32
Tabla 4. Obtención del gasto energético por Calorimetría Indirecta y por Ecuación de Dietz en la población estudiada.....	33
Tabla 5. Resultado de las diferencias pareadas entre la calorimetría indirecta y la Ecuación de Dietz	33
Tabla 6. Correlación del requerimiento calórico en reposo mediante CI y ecuación de Dietz en la población estudiada.....	34
Gráfica 1. Correlación del requerimiento calórico en reposo mediante CI y ecuación de Dietz en la población estudiada.....	34

NOMENCLATURAS

Vs	versus
GER	Gasto Energético en Reposo
CI	Calorimetría Indirecta
Kg	Kilogramo
m ²	metro cuadrado
IMC	Indice Masa Corporal
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
DE	Desviación Estándar
Kcal	kilocaloría
GET	Gasto Energético Total
GEB	Gasto Energético Basal
%	porcentaje
TMB	Tasa Metabólica Basal
TA	Termogénesis inducida por Alimentos
ETA	Efecto Térmico de los Alimentos
MG	Masa Grasa
°C	Centígrado
FAO	Organización para la agricultura y los alimentos (Food and Agriculture Organization)
GE	Gasto Energético
VO ₂	Consumo de oxígeno
VCO ₂	Producción de dióxido de carbono
kJ	kilojoules
AF	Actividad Física
EP	Ecuaciones Predictivas
N/n	Número
Kg/m ²	kilogramo metro cuadrado
m	Metro
Etc.	etcétera
>	mayor que
ENSANUT	Encuesta de Salud y Nutrición a Medio Camino
MC	
ENSANUT	Encuesta de Salud y Nutrición
PAICYT	Programa de Apoyo a la Investigación Científica y tecnológica

I.-TÍTULO

“Comparación de gasto energético en reposo por Calorimetría Indirecta vs Ecuación de Dietz en escolares con obesidad”

a) RESUMEN

Introducción. El Gasto Energético en Reposo (GER) es a la cantidad de energía mínima que el cuerpo necesita para mantener los procesos vitales. La Calorimetría Indirecta (CI) se considera el método más preciso para la obtención del GER involucrando efecto térmico de los alimentos y el factor de actividad física. Las ecuaciones predictivas son herramientas en la clínica habitual con mayor accesibilidad utilizando las variables incluidas en la CI. La ecuación de Dietz es una fórmula que utiliza variables de género, peso y talla para niños y adolescentes de 10 a 18 años. **Objetivo.** Comparar el gasto energético total estimado por CI con el GER obtenido por la fórmula de Dietz en escolares con obesidad. **Materiales y métodos.** Se realiza bioimpedancia mediante InBody J10 obteniendo peso y talla. La obtención del gasto energético se realizó mediante CI por Calorímetro Quark RMR (COSMED)® con canopy y por la ecuación de Dietz. Se realizó un análisis estadístico descriptivo no paramétrico utilizando la correlación de Spearman, así como un análisis de variables pareadas para comprobar la significancia entre ambas variables, así como la diferencia de medias utilizando el software SPSS® Versión 21. **Resultados.** Se incluyeron 28 sujetos 28.6%(8) mujeres y 71.4%(20) hombres entre 10 y 12 años con un peso actual promedio de 64.45 ± 10 kg, talla promedio de 1.49m y un IMC promedio de 28 ± 4 kg/m², el 100% de la población se clasificó con obesidad con +2DE según las tablas OMS 2007. Las calorías promedio obtenidas mediante CI fueron 1397.14 ± 167 kcal, mientras que por la ecuación predictiva de Dietz fueron 1670 ± 241 kcal, con una diferencia de -273Kcal ($p=.000$) lo que indica que existe una diferencia significativa entre los resultados obtenidos con la ecuación predictiva en comparación a la CI. **Conclusiones** Se determina que la ecuación de Dietz sobreestima el GER en la población de escolares mexicanos con obesidad incluidos en este estudio.

II. MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA O CONCEPTUAL

a) Antecedentes

Gasto Energético

En los seres humanos existen sistemas termodinámicos que necesitan de energía para el mantenimiento de diversas funciones orgánicas, incluyendo respirar, circulación, actividad física y temperatura corporal. La energía para soportar los procesos vitales es obtenida por la oxidación de los nutrientes contenidos en los alimentos ingeridos. (Hall, Heymsfield, Jemnitz, Klein., 2012)

El metabolismo energético se utiliza como un proceso de producción de energía a partir de carbohidratos, lípidos, proteínas y alcohol, el cual consiste en el consumo de oxígeno y termina produciendo un anhídrido carbónico. Subsecuente a una oxidación y se pierde en forma de calor, también se pierde por la orina y el resto es almacenado en moléculas altamente energéticas las cuales se transforman en ATP. (Labayen I, Lopes-Marques J, 1997)

El Gasto Energético Total (GET) es una sumatoria de tres factores: Gasto Energético Basal (GEB), Actividad Física (AF) y la Termogénesis Inducida por los Alimentos. La Organización Mundial de la Salud (OMS), define el GET como el nivel de energía necesario para mantener el equilibrio entre el consumo y el gasto energético, esto, cuando la persona presenta un peso, composición corporal y nivel de actividad física en buen estado de salud, debiéndose hacer ajustes para individuos con diferentes rangos como en crecimiento, embarazo, lactancia, enfermedad y/o envejecimiento. (World Health Organization 1998)

El GEB se refiere a la cantidad de energía mínima que el cuerpo necesita para poder mantener los procesos vitales, tomando en cuenta que se debe de estar en un ambiente neutro y no haber consumido alimentos por lo menos 12 horas, tomando en cuenta también otros factores como la masa corporal magra y en una menor constante factores como edad, sexo y genética familiar. El metabolismo basal constituye el 60% o 70% de los gastos energéticos diarios en la mayoría de los adultos sedentarios, mientras que en los individuos muy activos

físicamente es de aproximadamente el 50%. (Pinheiro Volp, Esteves de Oliveira, Duarte Moreira, Esteves, & Bressan, 2011)

Por GEB o Tasa Metabólica Basal (TMB): Entendemos que es la cantidad de energía que el cuerpo necesita para que se desarrollen los procesos vitales en el organismo, constituyendo un 60% a 70% del gasto energético total; es la parte del gasto energético consumida por una persona viva que está en posición supina, con reposo total y un mínimo de 10 a 12 horas de ayuno y en condiciones de clima normal. Varios factores influyen en el metabolismo basal como el tamaño corporal, la distribución de la masa magra y grasa, la edad, el sexo, situaciones especiales como embarazo, fiebre, algunas enfermedades, factores genéticos entre otros. (López, Martínez, & Martínez, 2003)

En la Termogénesis Inducida por Alimentos (TA) o Efecto Térmico de los Alimentos (ETA): Se observa la cantidad de energía que se necesita para el metabolismo de los alimentos, ya sea su absorción y parte de su síntesis. La termogénesis inducida por la dieta normalmente es equivalente aproximadamente al 10% de las necesidades energéticas diarias.

Entendemos por gasto de energía por Actividad Física (AF) a la cantidad de energía utilizada diariamente en movimientos y actividad. En escolares mayores, la actividad física representa una gran cantidad del gasto total de energía. “Estudios en humanos indican una elevación a corto tiempo en el GER en respuesta a eventos individuales de ejercicio”. (Speakman & Selman, 2003)

El gasto de energía por AF, pero no el tiempo de actividad total, está inversamente relacionado con la Masa Grasa (MG) en niños y adolescentes. Esto relacionado a que la AF es el componente más fácil de modificar del GET, el balance de energía es una función del gasto de energía por AF que del tiempo de actividad y, por lo tanto, a pesar del incremento de la obesidad, el consumo de energía de niños y adolescentes no ha cambiado durante décadas. (Roemmich, Clark, Walter, Patrie, Weltman, & Rogol, 2000)

Margus-Levy en 1899 ofreció el término metabolismo basal y afirmó que su medición debe realizarse en las siguientes condiciones: sujeto totalmente descansado antes y durante las mediciones, acostado, en ayuno de 10-12 horas, en condiciones controladas de temperatura (22-26 C°), en ausencia de infección y libre de estrés emocional (Henry CJK. 2005)

El metabolismo basal expresado como GEB, es diferente al GER; este último se obtiene cuando la determinación se hace en reposo y en las condiciones descritas para el GEB sin incluir el ayuno, incluyendo por tanto la energía utilizada para el aprovechamiento biológico de los alimentos. Estas mediciones, difieren en menos del 10% y ambos términos se tienden a utilizar indistintamente, en la actualidad se utiliza más la denominación de GER. (Mataix J, Martínez JA. 2006)

La medición del GEB despertó el interés de investigadores en los primeros años del siglo XX; los primeros estudios eran dirigidos al diagnóstico del hipotiroidismo y del hipertiroidismo. Posteriormente, alrededor de la segunda década del siglo 20, Bedale utilizó la medición del GEB para estimar requerimientos energéticos en niños y niñas entre 7 y 18 años; este trabajo fue considerado importante y su método fue retomado en 1985, por la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la OMS y la Organización de Naciones Unidas (ONU). (Levine JA. 2005)

Existen varias características fisiológicas que hacen que el GER varíe de unas personas a otras, las principales son el tamaño, composición corporal, edad, sexo y la producción de hormonas. El GER puede ser estimado o medido; la medición es más precisa que la estimación, siempre y cuando se controlen los factores que pueden introducir modificaciones, como son la energía inducida por la alimentación, el consumo de alcohol, el uso de nicotina, la actividad física, la temperatura ambiental, la posición del individuo durante la prueba y el tiempo de medición. (Mahan LK, Escott-Stump S. 2009)

La determinación de la necesidad de energía es un componente básico en la planeación de la alimentación debido a que el balance entre consumo y GE tiene

implicaciones importantes para la salud. En la práctica, es común utilizar ecuaciones de referencia para estimar el GEB y aplicar el método factorial para determinar el requerimiento energético diario. (Mahan LK, Escott-Stump S. 2009)

Calorimetría Indirecta

En 1789, Antonie-Lauret de Lavoisier y Édouard Seguin estudiaron el consumo de oxígeno (VO₂) en diferentes situaciones y realizaron las primeras mediciones del consumo energético por calorimetría indirecta. A principios del Siglo XIX se empieza a desarrollar el método “estándar de oro” para obtener el GER: la calorimetría indirecta. (Marsé, Diez , & Raurich, 2008)

La CI evalúa el GER midiendo el consumo de oxígeno (VO₂) en tiempo real y la producción de dióxido de carbono (VCO₂), en esta medición se permite relacionar la oxidación de sustratos energéticos, es decir la oxidación de lípidos, carbohidratos y proteínas, obteniendo estas últimas mediante las pérdidas urinarias de nitrógeno. (Marsé, Diez , & Raurich, 2008)

La CI se considera el método más preciso para la obtención del GER ya que se mide en completo reposo e involucra el ETA y el factor de AF de cada individuo, es por eso que las fórmulas predicativas se elaboran y validan con este método. (De la Cruz Marcos, 2015)

Las calorías totales se calculan en base al cálculo de Weir JB utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Kcal} = 3.9 \times \text{oxígeno consumido (L)} + 1.11 \times \text{dióxido de carbono producido (L); } 1 \text{ kcal} = 4.186 \text{ kJ). (De la Cruz Marcos, 2015)}$$

La técnica de medición juega un rol fundamental, esto con la finalidad de minimizar posibles errores de estimación. El GER medido por calorimetría indirecta se lleva a cabo de la siguiente manera:

- El sujeto tiene que estar despierto
- La posición del sujeto debe ser en decúbito supino
- El sujeto debe tener un ayuno de 10 a 12 horas, 8 horas de

inactividad física y en estado de relajación mental.

- La temperatura de la habitación debe mantenerse a 22-26 °C.
- Para evitar el estrés asociado a la técnica de medición es importante que el individuo esté familiarizado con el aparato.
- Se determina el GER mediante el uso de canopy, mascarilla o boquilla. (De la Cruz Marcos, 2015)

Existen dos tipos principales de CI, los cuales son la calorimetría indirecta circulatoria y la calorimetría indirecta ventilatoria. Siendo la calorimetría indirecta ventilatoria el método más conveniente debido a que es menos invasivo. (Marsé, Diez , & Raurich, 2008)

La estimación obtenida del gasto energético por la CI proporciona aspectos relacionados con la obesidad sobre los cuales es importante hacer un enfoque.

La tasa metabólica en reposo, el factor de AF y la cuantificación respiratoria de 24 horas, son los principales factores que influyen en la relación entre el gasto energético, metabolismo y obesidad. (Lam & Ravusin, 2017)

Alrededor de los años de 1670 James y Trayhum propusieron sobre la TMB que en individuos con obesidad la tasa metabólica está relacionada con el aumento de peso y con un mayor almacén de grasa a comparación de aquellos individuos con peso normal en los cuales influye el nivel de AF y la ingesta de energía diaria. El factor de AF se clasifica según la intensidad de la misma ya sea desde ejercicios de resistencia, ejercicios cardiovasculares o aquella actividad física que se considera más ligera como son las propias actividades de la vida diaria como subir escaleras, caminar, jugar, sin involucrar una AF específica representando entre un 15% a 50% del gasto energético total dependiendo del tipo de AF, intensidad y frecuencia realizado. (Lam & Ravusin, 2017)

La cuantificación respiratoria de 24 horas que se obtiene mediante la medición por CI demuestra algunas variaciones en el balance energético en aquellos individuos con obesidad sobre en cuanto a la relación con la oxidación de los carbohidratos y proteínas que estas últimas se miden mediante la excreción de

nitrógeno urinario, mientras que la oxidación de las grasas es menor en pacientes con obesidad lo que da como resultado un almacenamiento mayor que predispone a la obesidad. (Lam & Ravusin, 2017)

Ecuaciones de gasto energético

La determinación de las necesidades energéticas es un factor principal para la planeación de la alimentación, debido al balance que se puede generar entre el consumo y el GE, teniendo complicaciones graves para el estado de salud. En la práctica, es normal el uso de ecuaciones para estimar el GEB. (OMS, 1998)

Debido a que los métodos de determinación de GE no se encuentran disponibles en todos los centros hospitalarios, se han ido publicando diversas ecuaciones predictivas cuya fórmula incluyen variables como peso, estatura, edad, sexo, AF, entre otros. Entre las ecuaciones de uso común destacan la ecuación Harris-Benedict, la ecuación Mifflin St-Jeor, la ecuación Livingstone y las ecuaciones de FAO-OMS.

Las Ecuaciones Predictivas (EP) usualmente han sido desarrolladas con personas sanas y están basadas en análisis de regresión que incluye peso, altura, sexo y edad como variables independientes y en la medición del GER por CI como variable dependiente; por ejemplo, la ecuación de la FAO/WHO/UNU 1985 tiene en cuenta el sexo, los grupos de edad y el peso. (Weijs PJM & Cols, 2008).

Las EP son herramientas en la clínica habitual ante la imposibilidad de utilización de métodos más eficaces y rigurosos.

Ecuación de Dietz

William H. Dietz realizó diferentes estudios en los años 80s, pero fue hasta 1991 que realizó ecuaciones para la población adolescente con obesidad basándose en una población que incluía más de 54 niños y adolescentes

observando que por la falta de estándares validados dentro de la población de adolescentes con obesidad las EP sobreestimaban las necesidades energéticas en comparación con la CI, este estudio fue aprobado por los comités de revisión de investigación del Centro Médico de Nueva Inglaterra y del Instituto de Tecnología de Massachusetts, en este estudio se compararon diferentes EP anteriormente estudiadas, sin embargo la población estudiada con este tipo ecuaciones no era la misma a la cual se estaban aplicando. (Dietz , Bandini, & Scholler , 1991)

La ecuación de Dietz es una fórmula la cual utiliza las variables de género, peso y talla específicamente para niños y adolescentes de 10 a 18 años, esta fórmula al considerar variables como peso y talla es muy útil y acertada para adolescentes con obesidad.

Se determinó la masa libre de grasa que proporciona en esta población mediante las variables que incluía lo cual mostraba resultados que concordaban con los ya obtenidos mediante bioimpedancia. Obtener la masa libre de grasa en pacientes con obesidad da como resultado una estimación acertada del gasto energético en reposo. (Dietz , Bandini, & Scholler , 1991)

A continuación, se describe la ecuación predictiva de la tasa metabólica en reposo de Dietz también conocida como ecuación N 2 de la FAO/OMS/UNU. (Dietz , Bandini, & Scholler , 1991)

Tabla 1 Ecuación predictiva de la TMR por William H. Dietz	
Hombres 10-18 años	$TMR = 16.6 \text{ peso [kg]} + 77 \text{ talla [m]} + 572$
Mujeres 10-18 años	$TMR = 7.4 \text{ peso [kg]} + 482 \text{ talla [m]} + 217$

Escolares

Se entiende por escolares que son una población en constante crecimiento y desarrollo, por tanto, esta etapa del ciclo vital les permite adquirir capacidades y habilidades. El progreso en estas características depende del balance

energético, el cual debe ser continuo para llegar a la adolescencia con un estado nutricional y de salud acorde con la nueva etapa de crecimiento y desarrollo que se inicia. (OMS, 1998)

De igual forma, en esta etapa el niño comienza a establecer patrones de conducta y de comportamiento más firmes; de ahí que, es importante ser disciplinado en todo lo que corresponde a la alimentación: horarios de las comidas, variedad de menús, entre otros. El niño necesita y debe tener una alimentación variada que le permita crecer, desarrollarse y mantenerse sano. (Aréchiga , A. F., Peña, E. R., Diaz , J. L., & Espinel, I. G. 2016)

Obesidad Infantil

La obesidad y el sobrepeso se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud. Una forma simple de medir la obesidad es el IMC, esto es el peso de una persona en kilogramos dividido por el cuadrado de la talla en metros. IMC para la edad con más de 2 DE por encima de la mediana establecida en los patrones de crecimiento infantil de la Organización Mundial de la Salud. (Organización Mundial de la Salud, 2016)

Es considerada como una patología de etiología multifactorial caracterizada por el aumento de grasa corporal que se asocia con el riesgo de desarrollar diversas comorbilidades como diabetes mellitus, hipertensión arterial, síndrome metabólico, enfermedades cardiovasculares y cáncer. En la etiología destacan alteraciones del balance energético, características genéticas, factores emocionales y socio-ambientales. (Steinberg, 2016)

Factores de riesgo

Existen diversos factores que promueven la obesidad en adolescentes y niños mexicanos. Dentro de estos factores destacan los factores dietéticos, aquellos relacionados con el sedentarismo y los factores sociales culturales y económicos

que están comprobados como factores predisponentes a la obesidad. (Acevez-Martins, Llauradó, & Tarro, 2016)

Entre los factores dietéticos identificados en la población mexicana joven que promueven la obesidad están los siguientes:

- Falta de opciones de bebidas saludables en las escuelas, así como falta de agua potable tanto en la escuela como en casa.
- Bajo consumo de agua natural y alto consumo de bebidas carbonatadas y bebidas endulzadas.
- Alimentos de alta densidad energética de bajo precio.

Un factor comprobable que promueve la inactividad física o sedentarismo es el cambio en los patrones de AF y entretenimiento al aire libre a un mayor tiempo en el interior de los hogares con poca AF. (Acevez-Martins, Llauradó, & Tarro, 2016)

Un aumento de la exposición de los niños a los anuncios de alimentos industrializados y procesados consiste en un factor que abarca tanto lo social, cultural como el factor económico que promueve el aumento de peso y por lo tanto obesidad en la población mexicana joven. (Acevez-Martins, Llauradó, & Tarro, 2016)

Un factor muy importante y determinante del consumo diario es el motivo de selección de los alimentos de las personas, en donde el estado emocional predomina sobre el consumo adecuado. Esto es referente a que se eligen los alimentos en condiciones de estrés, enojo, tristeza, alegría e inclusive se utilizan ciertos alimentos, en su mayoría de alta densidad energética, para premiar o gratificar situación que ocurre en gran frecuencia en la población de estudio (escolares de 10 a 12 años), en donde no hay una selección objetiva sino emocional que predisponen a una selección de alimentos no adecuada, creando de esta manera un hábito donde la ingesta es mayor a la actividad física ya que el sedentarismo ha aumentado significativamente, lo que trae como

consecuencia un aumento de peso debido a una balance energético positivo, que conduce a distintas condiciones clínicas tales como diabetes tipo 2, dislipidemia, hipertensión arterial sistémica, enfermedades cardiovasculares, digestivas y respiratorias, alteraciones óseas y articulares, hiperuricemia, neoplasias (mama, colon, próstata, etc.) y síndrome metabólico. (Ramírez & Sanchez , 2014)

b) Planteamiento del problema

La ingesta diaria está determinada por las calorías totales consumidas vinculadas principalmente al GE del individuo por diversos factores los cuales son: AF, edad, sexo, peso y talla, por los cuales se obtendrá el requerimiento calórico total como resultado de un balance energético neutro el cual evitará una sobreestimación de energía con el fin de reducir o prevenir la obesidad. (Parra, 2013)

El balance energético positivo o sobreestimación energética se obtiene de un exceso de la ingesta alimentaria diaria vs la recomendada la cual se puede obtener mediante ecuaciones predictivas de gasto energético que nos permite establecer el requerimiento para cada individuo. (Parra, 2013)

En la actualidad el balance energético positivo originado por una sobrealimentación sobre el gasto energético recomendado es un problema que está afectando a los escolares de México, ocupando el primer lugar en obesidad según la OMS.

Cuando no se obtiene una correcta evaluación de la recomendación del requerimiento total de energía involucrando todos los factores que engloba el gasto energético las implicaciones que tiene el exceder el consumo de calorías conlleva a un estado de sobrepeso u obesidad.

Es por eso que la CI es utilizada como un método considerado “estándar de oro” para la medición del GER el cual se basa en el intercambio gaseoso en unidades de producción de calor y utilización de sustratos energéticos. Sin embargo, este método es costoso, complejo y generalmente difícil de realizar.

Por esta razón en la práctica clínica comúnmente se utilizan ecuaciones de estimación de gasto energético. (Steinberg, 2016)

Existen diversas ecuaciones que han sido propuestas a nivel internacional para la estimación del GER en escolares, las cuales han sido validadas contra el GER medido por CI. Sin embargo, varían en gran medida de acuerdo con la edad, sexo, raza y composición corporal del grupo estudiado. (Steinberg, 2016)

Muchas de las ecuaciones validadas para estimar el gasto energético sobreestiman o subestiman el requerimiento total de energía en escolares con obesidad, debido a que no son aplicadas en una población similar a la población en estudio.

W.H. Dietz estableció criterios específicos para un rango de edad de 10 a 18 años con sobrepeso y obesidad los cuales integró para ser estudiados y establecer el gasto energético recomendado para este grupo de edad con el fin de evitar una sobreestimación en el gasto energético incluyendo diversos parámetros del grupo en estudio siendo estos: la historia familiar (antecedentes genéticos y heredofamiliares), presión arterial, colesterol total, incremento del IMC y orientación acerca del aumento de peso y consumo energético. (Dietz , Bandini, & Scholler , 1991)

A nivel mundial, la OMS reporta aproximadamente más de 340, 000,000 de niños y adolescentes entre las edades de 5 a 19 años con sobrepeso y obesidad demostrando una elevación en comparación con las cifras de sobrepeso y obesidad en 1975 de un 4% con una elevación de hasta el 18% en el 2016 en niños y adolescentes entre las edades anteriormente mencionadas. (OMS, 2016)

La Encuesta de Salud y Nutrición de Medio Camino (ENSANUT MC) menciona que la prevalencia de obesidad en niñas en el 2016 fue de 12.2% siendo en el 2012 una prevalencia de 11.8% mientras que en los niños la prevalencia de obesidad en el 2016 fue de 18.6%, mostrando un aumento no estadísticamente diferente en comparación en el 2012 donde se obtuvo una prevalencia de 17.4%. (ENSANUT MC, 2016)

La Encuesta Estatal de Salud y Nutrición de Nuevo León refiere que de los niños de 5 a 11 años que viven en el área metropolitana, 16.4% presentó sobrepeso y 18.8% obesidad para una suma de 35.2%, mientras que de los niños que viven fuera del área metropolitana 11.3% presentó sobrepeso y 12.4% obesidad con una suma de 23.7%. (Aréchiga, 2016)

c) Justificación

En la actualidad, el desequilibrio entre la ingestión de alimentos y el gasto energético ha aumentado en los niños en etapa escolar (ENSANUT, 2016), obteniendo como resultado una mayor prevalencia de obesidad.

La ENSANUT muestra que, en cuanto a los grupos no recomendables para su consumo cotidiano, el porcentaje de consumo más elevado se observó para botanas, dulces y postres (61.9%), cereales dulces (53.4%), bebidas no lácteas endulzadas (81.5%) y bebidas lácteas endulzadas (40.4%) en el grupo de escolares. (ENSANUT MC, 2016)

Los datos obtenidos mediante estas encuestas nos ayudan a relacionar que una sobreestimación del gasto energético es un factor que predispone la obesidad en escolares.

Es de suma importancia que se establezcan los requerimientos de energía adecuados a la población en estudio para evitar sobre y subestimación de las necesidades de gasto energético ya que el problema que representa la obesidad en México predispone a los escolares a enfermedades metabólicas en etapa adulta, trayendo consigo no solo problemas de salud, sino también problemas socioeconómicos debido a que el costo al tratar las enfermedades metabólicas a causa de la obesidad han ido en ascenso en los últimos años. (Fernández Cantón, Montoya Nuñez , & Viguri Uribe, 2011)

La calorimetría directa e indirecta, el agua doblemente marcada, el monitoreo de frecuencia cardíaca y las EP son algunos métodos existentes que se utilizan para calcular el GE. (Fernández Cantón, Montoya Nuñez , & Viguri Uribe, 2011)

Sin embargo, en este protocolo de investigación se hizo la comparación de solo 2 de ellos, la CI con las EP.

La CI se considera el método más eficiente y confiable para medir el gasto energético ya que además de proporcionar datos específicos del cociente respiratorio brinda un panorama más completo al indicar la oxidación específica de los nutrientes, información relevante para realizar adecuaciones específicas a los requerimientos no solo de calorías, sino también de macronutrientes que el sujeto utiliza como sustrato en su metabolismo (Fernández Cantón, Montoya Nuñez , & Viguri Uribe, 2011). El costo este método para calcular el gasto energético es elevado y el manejo del mismo es complejo.

Es por eso que las EP se consideran un método práctico, fácil y económico al poder disponer de ellas en cualquier momento y sin implicar algún costo, sin embargo, no son consideradas como el método más específico para el cálculo del gasto energético ya que pueden subestimar o sobreestimar el requerimiento energético total si no son seleccionadas de la manera correcta y para la población adecuada. (Becerril Sánchez, Flores Reyes, Ramos Ibañez, & Ortiz Hernández, 2015)

Las EP que se utilizan con mayor frecuencia en la población en estudio son la ecuación de Schofield creada en 1985, la cual determina el gasto energético en reposo utilizando el peso o la combinación de peso y estatura, la ecuación de Tverskaya es utilizada en sujetos con peso normal, sobrepeso y obesidad, la ecuación de Dietz se utiliza solo para sujetos entre 10 a 18 años teniendo como variables el peso y la edad siendo considerada una ecuación válida para determinar el gasto energético en niños y adolescentes con obesidad. (Becerril Sánchez, Flores Reyes, Ramos Ibañez, & Ortiz Hernández, 2015)

Se considera relevante al seleccionar una EP, saber en qué tipo de población fue elaborada y aplicada dicha fórmula y de esta manera seleccionar la fórmula que se haya realizado con el tipo de población similar a la población en la que se llevará a cabo el estudio para evitar el mayor número de sesgos posibles. Se

utilizará como objeto de estudio la fórmula utilizada por William H. Dietz la cual se realizó en población de niños y adolescentes con obesidad. (Becerril Sánchez, Flores Reyes, Ramos Ibañez, & Ortiz Hernández, 2015)

Un factor a considerar que puede llegar a subestimar o sobreestimar el gasto energético es la selección del peso en las ecuaciones predictivas ya que al usar el peso actual en sujetos con obesidad este subestima el gasto energético lo cual propicia al balance energético positivo que se correlaciona con un aumento de peso y un riesgo de enfermedades metabólicas como hiperlipidemia, resistencia a la insulina, hiperglucemias, por mencionar las más comunes, mientras que el peso ideal subestima el gasto energético el cual tiene como resultado una restricción mayor la cual puede originar una resistencia al plan de alimentación con la energía estimada. Considerando el peso ajustado como una alternativa para calcular el gasto energético más acertada. (Fabiano, Moreira, & González, 2009)

Se hizo la comparación de la estimación del gasto energético en reposo mediante la CI contra la ecuación Dietz para comprobar la validación de esta fórmula aplicada y evitar la sobre o sub estimación del GEB otorgando un aporte confiable que evite el balance energético positivo y de esta manera nos ayude al control, tratamiento y prevención de la obesidad.

III. HIPÓTESIS

La ecuación de Dietz, para estimar el gasto energético en reposo, es precisa y exacta comparada contra la Calorimetría Indirecta en escolares con obesidad de 10 a 12 años de edad.

IV. OBJETIVOS

a) Objetivo general

Comparar la estimación del gasto energético en reposo obtenido por la ecuación de Dietz vs calorimetría indirecta en escolares con obesidad.

b) Objetivos específicos

- Determinar el gasto energético en reposo por calorimetría indirecta en los escolares.
- Determinar el requerimiento energético por la ecuación de Dietz en escolares de 10 a 12 años.
- Comparar el gasto energético total estimado por calorimetría indirecta con el GET obtenido por la fórmula de Dietz.

V. METODOLOGÍA

a) Diseño de estudio

Transversal, descriptivo y comparativo.

b) Población de estudio

Escolares con obesidad de ambos géneros en un rango de edad de 10 a 12 años participantes en el campamento de niños con sobrepeso y obesidad, organizado por la Facultad de Salud Pública y Nutrición de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

c) Criterios de selección

- **Criterios de inclusión**
 - Escolares de 10 a 12 años, participantes del campamento con sobrepeso y obesidad en el periodo de julio 2014 y agosto 2016
 - Sujetos con diagnóstico de obesidad clasificados por arriba +2 desviaciones estándar (DE) según las tablas de la OMS 2007
 - Sujetos sin comorbilidades respiratorias como asma, alergias o enfermedades pulmonares.
 - Sujetos con carta de consentimiento informado firmado por padre o tutor y asentimiento informado firmado por ellos.
 - Sujetos en reposo y ayuno de 10 horas previas a la medición de la calorimetría indirecta y que presenten total reposo a la hora de realizar la medición, sin quedarse dormidos.

- **Criterios de exclusión**
 - Sujetos con diagnóstico según el IMC menor de +2 DE.
 - Sujetos con comorbilidades respiratorias.
 - Sujetos menores de 10 y mayores de 12 años.
 - Consentimiento informado sin firmar por padre o tutor.
 - Asentimiento informado sin firmar por el sujeto.
- **Criterios de eliminación**
 - Escolares que presenten inestabilidad respiratoria a la hora de la medición.
 - Sujetos que no cumplan con el ayuno pertinente o realizado reposo de 10 horas.
 - Sujetos que soliciten salir del estudio.

d) Técnica de muestra

El tamaño de la muestra fue no probabilística a conveniencia.

e) Calculo del tamaño de la muestra

Para este estudio no se realizó el cálculo de la muestra

f) Prueba piloto

Para la elaboración de este estudio no se realizó prueba piloto

g) Variables de estudio

Tabla 2. Tipos de variables de estudio con su respectiva unidad y de medición.			
<u>Variable</u>	<u>Tipo de variable</u>	<u>Unidad de medición</u>	<u>Escala de medición</u>
Gasto energético en reposo por calorimetría	Independiente	Kilocalorías (kcal)	Cuantitativa Continua

Gasto energético en reposo por ecuación de predicción de Dietz	Independiente	Kilocalorías (kcal)	Cuantitativa Continua
Peso	Independiente	Kilogramos (kg)	Cuantitativa Continua
Estatura	Independiente	Metros (m)	Cuantitativa Continua
IMC	Dependiente	Kg/m ²	Cuantitativa Continua

h) Instrumento de recolección

Se realizó la recolección de datos mediante utilizando una base de datos del programa Excel 2013® donde se vaciaron todos los datos obtenidos de la calorimetría indirecta.

i) Procedimientos

La selección de la muestra se obtuvo de una base de datos en la cual se invitó a participar al campamento a escolares de 6 a 12 años en julio del 2014 en el Bioparque Estrella en Montemorelos, Nuevo León y en agosto del 2016 en Teotepec en Arteaga, Coahuila por una duración de 7 días consecutivos por 24 horas. Se determinó el diagnóstico de obesidad a todos los participantes que asistieron al campamento por medio del IMC, todas las determinaciones se realizaron después de haber firmado la carta de consentimiento y asentimiento informado.

Evaluación antropométrica

A todos los sujetos se les realizó evaluación antropométrica y de composición corporal por medio del Inbody J10. Tomando los datos de peso y talla de acuerdo al procedimiento estandarizado por la OMS.

Se obtuvo el IMC o Índice de Quetelet ($IMC = \text{peso (kg)/m}^2$), clasificando obesidad por arriba de +2 DE en base a las tablas de referencia de la OMS 2007.

Determinación del gasto energético en reposo por calorimetría indirecta

La medición de gasto energético se llevó a cabo en un cuarto adaptado a las necesidades del estudio, sin corrientes de aire ni temperaturas extremas manteniendo la temperatura entre 22 a 26 °C, cuidando que el sujeto no pusiera en marcha mecanismos de producción o disipación de calor. El equipo de análisis utilizado fue el calorímetro Quark RMR (COSMED)[®] el cual calibrado por personal capacitado.

El sujeto fue informado del procedimiento de medición por calorimetría indirecta con la finalidad de evitar estrés asociado a la técnica de medición y familiarizarse con el aparato.

Para la determinación del gasto energético en reposo el sujeto se colocó en posición decúbito supino y se mantuvo despierto en todo momento, utilizando la calorimetría indirecta ventilatoria mediante canopy con una duración de 30 minutos.

La ecuación utilizada por el calorímetro Quark RMR (COSMED)[®] para el cálculo de las calorías totales se calcularon en base al cálculo de Weir JB utilizando la siguiente ecuación: $Kcal = 3.9 \times \text{oxígeno consumido (L)} + 1.11 \times \text{dióxido de carbono producido (L)}$; 1 kcal = 4.186 kJ (Sandra de la Cruz Marcos, 2015).

Determinación del gasto energético en reposo por ecuación de Dietz

En el año 1991 Dietz realizó la ecuación de Dietz aplicada a niños y adolescentes con obesidad entre 10 y 18 años demostrando que esta ecuación no mostraba alguna sobreestimación del gasto energético en reposo debido a las variables que utilizaba (peso y talla) comparándose con otras ecuaciones predictivas (Dietz , Bandini, & Scholler , 1991).

Para realizar la comparación se tomaron los datos que incluye la ecuación de Dietz y se aplicó la fórmula a cada sujeto.

(Hombres 10-18 años) TMR = 16.6 peso [kg] + 77 talla [m] + 572

(Mujeres 10-18 años) TMR = 7.4 peso [kg] + 482 talla [m] + 217

La talla y el peso se obtuvieron mediante el Inbody J10®.

Recursos materiales

- Equipo analizador de composición corporal para niños Inbody J10® marca Biospace.
- Tabla de IMC Para la Edad, de NIÑOS de 5 a 18 años (OMS 2007)
- Calorímetro Quark RMR (COSMED)®. Ecuación de medición: JB Weir.
- Cuarto acondicionado de 22 a 26°C para realizar la calorimetría indirecta.
- Transporte para traslado de los sujetos. ²

Recursos financieros

- PAICYT 2015
- Ingresos de la dependencia
- Ingresos propios

Recursos humanos

- Sujetos participantes en el Campamento para niños con sobrepeso y obesidad 2014 y 2016.

Lugar: Bioparque Estrella en Montemorelos, Nuevo León (2014) y Teetepec, Arteaga Coahuila (2016).

Periodo: Julio 2014 y agosto 2016.

Personal:

2 Licenciados en nutrición, Especialistas en Nutrición Clínica

2 Estudiantes de la Especialidad en Nutriología Clínica de la Facultad de Salud Pública y Nutrición.

j) Análisis estadísticos

Se realizó un análisis estadístico descriptivo no paramétrico utilizando la correlación de Spearman, así como un análisis de variables pareadas para comprobar la significancia entre ambas variables y diferencia de medias utilizando el software SPSS® V 21.

VI. CONSIDERACIONES ÉTICAS Y DE BIOSEGURIDAD

En todo momento se resguardó la seguridad del sujeto, explicando a los familiares y a los sujetos el procedimiento por el cual se iban a someter. Se les proporcionó la carta de consentimiento y asentimiento informado el cual firmaron respectivamente.

El estudio fue realizado bajo la norma técnica 313 y la declaración de Helsinki.

VII. RESULTADOS

La población de estudio fue de 28 sujetos de los cuales 28.6% (n=8) fueron al género femenino y 71.4% (n=20) al género masculino, con un peso y talla promedio de 64.45 ± 10 kg, 1.49 ± 0.06 m respectivamente. Presentando el 100% de obesidad con IMC promedio fue 28 ± 4 kg/m², (+2DE, OMS, 2007) sin encontrar diferencia significativa entre la media de las variables (Tabla 3).

Las calorías promedio obtenidas por Calorimetría Indirecta fueron 1397.14 ± 167 kcal, mientras que las calorías promedio para la ecuación predictiva de W. H. Dietz fueron 1670 ± 241 kcal (Tabla 4).

Tabla 3. Relación de generalidades de la población de muestra					
Mujer (n=8)			Hombre (n=20)		
N=28	Mínimo – Máximo	Media	Mínimo- Máximo	Media	Valor de <i>P</i>
Edad (años)	10-11	10.3 ± 0.5	10-12	10.7 ± 0.7	0.265
Peso (kg)	47.8-80	60.2 ± 9.3	52.7-90	66.1 ± 10.5	0.184
Talla (m)	1.38-1.60	1.5 ± 0.06	1.35-1.65	1.4 ± 0.07	0.865
IMC (kg/m ²)	22.9-31.2	26.7 ± 2.7	24.6- 40.5	29.5 ± 3.81	0.068

Tabla 4. Obtención del gasto energético por Calorimetría Indirecta y por Ecuación de Dietz en la población estudiada.			
n=28	Mínimo	Máximo	Media
Gasto Energético en Reposo por Calorimetría Indirecta	1096 kcal	1838 kcal	1397 ±167
Gasto Energético en Reposo por ecuación de WH. Dietz	1235 Kcal	2187 Kcal	1670 ± 241

La comparación entre el GER por la calorimetría versus la ecuación de Dietz tiene una diferencia de 273 kcal ($P=0.0001$) demostrando una diferencia significativa en la población estudiada, un error sistemático de 46 el cual define los límites aceptables de exactitud, la prueba en t aplicada en esta población es

una expresión de la diferencia entre los puntajes en sus dos condiciones experimentales, en cuanto mayor es el valor de t, más pronunciada es la diferencia entre sus condiciones y menor es la probabilidad de que esta diferencia ocurra por casualidad. Los límites de concordancia fueron como mínimo 179 y 368 kcal como máximo (Tabla 5).

La correlación del gasto energético por CI vs ecuación de Dietz se observa en la Gráfica 1, realizando una correlación de Spearman para medir el error proporcional que existe entre las variables incluidas descrito en la tabla 6, en esta tendencia en donde el resultado será más confiable cuando la Rho de Spearman resulte 1 o cerca de 1, obteniendo un valor Rho=0.350 encontrado una variación

	Tabla 5. Resultado de las diferencias pareadas entre la calorimetría indirecta y la Ecuación de Dietz					t	df	P=0.05
	Media	Desviación Estándar	Error sistemático	95% Intervalo de confiabilidad				
				Mínimo	Maximo			
Calorimetría indirecta vs Ecuación de Dietz	273	243	46	179	368	5.9	27	.000*

Nota: Prueba T con variables pareadas
 *(p<0.05)

amplia entre ambas variables, lo cual indica que no hay correlación.

Gráfica 1. Correlación del requerimiento calórico en reposo mediante CI y ecuación de Dietz en la población estudiada*

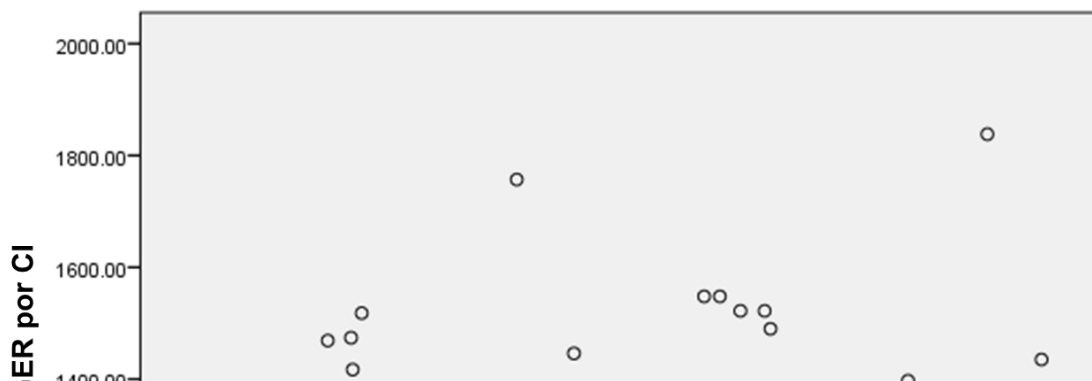


Tabla 6. Correlación del requerimiento calórico en reposo mediante CI y ecuación de Dietz en la población estudiada			
		GER por CI	GER mediante Ecuación de Dietz
Calorimetría Indirecta	Coeficiente	1.000	.350
	Significancia		.068
	N	28	28
Ecuación de Dietz	Coeficiente	.350*	1.000
	Significancia	.068**	
	N	28	28
<p>* Correlación de Spearman en donde Rho de Spearman= 0.350. Se demuestra una correlación cuando Rho de Spearman = 1. **p= >0.05 (correlación significativa)</p>			

VIII. DISCUSIÓN

En este estudio se propuso comparar el GER obtenido mediante la ecuación de W.H. Dietz en comparación con la CI considerada como el estándar de oro para su obtención del GER presentando una diferencia de 237 kcal ($p=0.000$) resultando una sobreestimación energética por la ecuación de Dietz en comparación con el requerimiento energético estimado mediante calorimetría indirecta en escolares mexicanos con obesidad de 10-12 años, lo cual rechaza la hipótesis planteada en este estudio.

Encontramos una justificación debido a que la ecuación de W. H. Dietz utilizada en la población mexicana con obesidad fue desarrollada para población estadounidense con obesidad en la cual las edades que oscilan entre los 10 a los 18 años.

La exactitud de predicción aceptable que se define como el resultado de la ecuación cuando es $\pm 10\%$ o ± 200 kcal en relación a la CI.

En la ecuación predictiva formulada por William H. Dietz en 1991 demostró como resultando en relación a la CI de 1759 ± 158 kcal correspondiente a un 108% lo que demuestra que en esta población la ecuación ya mencionada se considera confiable al no diferir en más del 10% respecto a la CI. Sin embargo, al momento de comparar ambos métodos para la obtención del GER en población mexicana del norte del país se demuestra una diferencia de 1670 ± 241 kcal correspondiente a un 114%, mostrando una sobreestimación para la población mexicana de niños de 10-12 años con obesidad. (Dietz , Bandini, & Scholler , 1991)

En un estudio realizado en el INP en Ciudad de México en escolares de 6 a 12 años se compararon cuatro ecuaciones predictivas (Schofield, de FAO/OMS, de Tverskaya y de Harris-Benedict), todas obtuvieron resultados semejantes al de nosotros al sobrestimar el gasto de energía en reposo; en promedio, las diferencias fueron de 12.1 a 97.5 kcal/día. Las ecuaciones que tuvieron la mayor

concordancia con el gasto de energía en reposo medido fueron las de Schofield y las de FAO/OMS ($r = 0.74$), mientras que las de Tverskaya y de Harris-Benedict tuvieron la menor ($r = 0.64$). La concordancia fue menor en los niños más pequeños, especialmente con las ecuaciones de Harris-Benedict ($r = 0.33$) y Tverskaya ($r = 0.47$). (Becerril-Sánchez, 2015)

A pesar de que la ecuación predictiva de Dietz es sugerida para niños y adolescentes con obesidad, se debe tener precaución al momento de utilizarla debido a que sobreestima las calorías en la población mexicana de acuerdo al grupo estudiado, esto puede ser por diferentes circunstancias y características que no son relacionadas específicamente como el género, la edad, el metabolismo y genética.

IX. CONCLUSIÓN

Al comparar la estimación del gasto energético en reposo obtenido por la ecuación de Dietz vs calorimetría indirecta en escolares con obesidad. En base a lo obtenido podemos concluir que la ecuación en estudio no se considera precisa y exacta en comparación con la CI ya que sobre estima el GER en la población de escolares con obesidad de 10 a 12 años. El balance energético positivo correlaciona con un aumento de peso, resistencia a la insulina y un riesgo de enfermedades metabólicas.

Consideramos importante elegir un método de estimación de GER adecuado a la población en la que se aplica para evitar un balance energético positivo y prevenir las comorbilidades asociadas a la obesidad en el individuo, siendo la CI la mejor herramienta para su obtención.

Este estudio da pie a que se realicen próximas investigaciones con un mayor número de sujetos debido a que es escasa la evidencia en donde se determine el GER a través de la ecuación de W. H. Dietz. con la finalidad de evitar un GER sobreestimando dando pie a una ingesta calórica excesiva que pueda propiciar al sobrepeso, la obesidad y enfermedades metabólicas.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevez-Martins, M., Llauradó, E., & Tarro, L. (2016). Obesity-promoting factors in Mexican children and adolescents: challenges and opportunities. *Global Health Action*, 1-13. doi. 10.3402/gha.v9.29625

Aleman-Mateo H &Cols. (2006). Total energy expenditure, resting metabolic rate and physical activity level in free-living rural elderly men and women from Cuba, Chile and Mexico. *Eur J Clin Nutr*; 60:1258-65. DOI: 10.1038/sj.ejcn.1602446

Alicia Parra-Carriedo. (2013). Comparación del gasto energético en reposo determinado mediante calorimetría indirecta y estimado mediante fórmulas predictivas en mujeres con grados de obesidad I a III. *Nutr Hosp*. 2013;28(2):357-364. DOI:10.3305/nh.2013.28.2.6188

Angel LA, Barrera Ma del P. (2007). Evaluación nutricional de adulto hospitalizado. Bogotá. Celsus: 163-72.

Arechiga , A. F., Peña, E. R., Diaz , J. L., & Espinel, I. G. (2016). Prevalencia de sobrepeso y obesidad en escolares de educación básica de Nuevo León, México. *Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Autónoma de Nuevo León*.

Arthur Harris, B. J., & Benedict, F. G. (1919). A BIOMETRIC STUDY OF HUMAN BASAL METABOLISM. *Bull. Amer. Math. Soc*, 23, 233–236. <https://doi.org/10.1073/pnas.4.12.3707>.

Becerril Sánchez, M., Flores Reyes, M., Ramos Ibañez, N., & Ortiz Hernández, L. (2015). Ecuaciones de predicción del gsto de energía en reposo en escolares de la Ciudad de México. *Acta Pediátrica de México*, 147-157.

Compher C, Frankenfield D, Keim N, Roth-Yousey L. (2006). Best Practice methods to apply to measurement of resting metabolic rate in adults: a systematic review. *Am J Diet Assoc*.; 106:881-903. DOI: 10.1016/j.jada.2006.02.009

Dietz , W., Bandini, L., & Scholler , D. (1991). Estimates of metabolic rate in obese and nonobese adolescents. *The Journal of Pediatrics*, 146-149.

Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016 (ENSANUT MC 2016)

Esteves de Oliveira & cols. (2008). Gasto energético de adultos brasileños saludables: una comparación de métodos. *Nutr Hosp.* 23:554-61.

Fabiano, V. A., Moreira, E. D., & González, M. (2009). Assesment of resting energy expenditure of obese patients: Comparison of indirect calorimetry with formulae. *Journal of Clinical Nutrition*, 299-304. doi:10.1016/j.clnu.2009.03.011

FAO/WHO (1985). Energy and protein requirements. World Health Organization. ISSN 0512-3054

FAO/WHO/UNU. (1985). Energy and protein requirements. P. 220

FAO/WHO/UNU. (2005). Human energy requirements. P. 85

Fernández Cantón, S., Montoya Nuñez , Y., & Viguri Uribe, R. (2011). Sobrepeso y obesidad en menores de 20 años de edad en México. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México*, 79-81.

Ferro-Luzzi, A. (2005). The conceptual framework for estimating food energy requirement. *Public Health Nutrition*, 8(7a). doi:10.1079/phn2005789

Frankenfield, D. (2006). Requerimientos Energéticos y Macro sustratos. En M. Gottschlich, *Ciencia y Práctica del Apoyo Nutricional: Programa de Estudio Basado en Casos Clínicos* (págs. 50-62). México: Intersistemas. doi: 10.1016/j.jada.2005.02.005.

Hall, K. D., Heymsfield, S. B., Kemnitz, J. W., Klein, S., Schoeller, D. A., & Speakman, J. R. (2012). Energy balance and its components: Implications for body weight regulation. *American Journal of Clinical Nutrition*, 95(4), 989–994. <https://doi.org/10.3945/ajcn.112.036350>

Harris JA, Benedict FG. (1919). A Biometric Study of the Basal Metabolism in Man. Washington, DC: Carnegie Institution of Washington; 279.

Henry CJK. (2005). Basal metabolic rate studies in humans: measurement and development of new equations Public Health Nutr; 8:1133-52. DOI: 10.1079/PHN2005801

Herrera, C., & Cabrera, J. (2014). Validación del Método CNNCAD para la Predicción del Gasto Energético-Calórico por factor de Entrenamiento y Actividad Física. PubliCe Lite, 1-11.

Jackson, A., & Pollock, M. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. Texas, USA: Br. J. Nutr: 161 – 168. DOI: 10.1079/BJN19780152

Lam, Y., & Ravussin, E. (2017). Indirect calorimetry: an indispensable tool to understand and predict obesity. Eur J Clin Nutr. 2017 Mar;71(3):318-322. doi: 10.1038/ejcn.2016.220

Levine JA. (2005). Measurement of energy expenditure. Public Health Nutr; 8:1123-32.

Lorenzo DA & cols. (2001). Measured and predicted resting metabolic rate in Italian males and females, aged 18 ± 59 y. European Journal of Clinical Nutrition.55: 208-214.

Ma. M. Ramírez Alvarado, C. S. (2014). El factor de necrosis tumoral- α , la resistencia a la insulina, el metabolismo de lipoproteínas y la obesidad en humanos. Nutrición Hospitalaria , 1751-1757.

Mahan LK, Escott-Stump S. (2009). Dietoterapia de Krause. Edit. Elsevier Masson. 12 a. ed. Barcelona: 22-37.

Manore M. & Thompson J. (2000). Sport Nutrition for Health and Performance. Human Kinetics, IL.

Marsé, P. M., Díez , M. P., & Raurich, J. P. (2008). Calorimetría: aplicaciones y manejo. Nutrición Clínica en Medicina, 155-166.

Mataix J, Martínez JA. (2009). Gasto energético en “Nutrición y alimentación humana”. Tomo II. Ed. Mataix J. Editorial ERGON, Madrid. DOI: 10.1079/PHN2005801

Melzer K & cols. (2007). Comparison of equations for estimating resting metabolic rate in healthy subjects over 70 years of age. Clin Nutr. 26:498-505. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2007.05.002>

Mifflin, M., & cols, e. (1990). A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. Am J Clin Nutr, 46-87. DOI: 10.1093/ajcn/51.2.241

Müller MJ & cols. (2004). World Health Organization equations have shortcomings for predicting resting energy expenditure in persons from a modern, affluent population: generation of a new reference standard from a retrospective analysis of a German database of resting energy expenditure. Am J Clin Nutr.; 80:1379-90.

Organización Mundial de la Salud. (2016)

Pinheiro Volp, A., Esteves de Oliveira , F., Duarte Moreira, R., Esteves, E., & Bressan, J. (2011). Energy expenditure: components and evaluation methods. Nutrición Hospitalaria , 430-440. doi: 10.1590/S0212-16112011000300002.

Ramírez, M. A., & Sanchez , C. R. (2014). El factor de necrosis tumoral- α , la resistencia a la insulina, el metabolismo de lipoproteínas y la obesidad en humanos. Nutrición Hospitalaria, 1751-1757.

Sandra de la Cruz Marcos, B. d. (2015). Propuesta de una nueva fórmula de estimación del gasto energético en reposo para población sana española. Nutrición Hospitalaria, 2346-2352.

Spears KE, Kim H, Behall KM, Conway JM. Hand-Held. (2009). indirect calorimeter offers advantages compared with prediction equations, in a group of

overweight women, to determine resting energy expenditures and estimated total energy expenditures during research screening. *J am Diet Assoc*; 109:836-45.

Sports Nutrition Care Manual. USA: Academy of Nutrition and Dietetics. 2012.

Steinberg, A., Manlihot, C., Cordeiro, K., Chapman, K., Pencharz, P. B., McCrindle, B. W., & Hamilton, J. K. (2017). Determining the accuracy of predictive energy expenditure (PREE) equations in severely obese adolescents. *Clinical Nutrition*, 36(4), 1158–1164. doi:10.1016/j.clnu.2016.08.006.

Torres, R. E., Miranda, R., & Castañón, J. (1995). Cálculo del requerimiento energético para pacientes graves en estado crítico por dos métodos utilizando el Índice de Masa Corporal (IMC). VI Congreso Nacional de la Asociación de Alimentación Enteral y Endovenosa, 28-30.

Torres, R., Castañón, J., & Miranda, R. (1996). Comparación del Gasto Energético obtenido por calorimetría indirecta y el índice de Masa Corporal. VII Congreso Nacional de la Asociación de Alimentación Enteral y Endovenosa, 24-28.

Weijs PJM & Cols. (2008). Validation of predictive equations for resting energy expenditure in adult outpatients and inpatients. *Clin Nutr*. 27:150-57. DOI: 10.1016/j.clnu.2007.09.001

WHO (1998). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Geneva: World Health Organization. ISBN: 92 4 120894 5

XII. ANEXOS

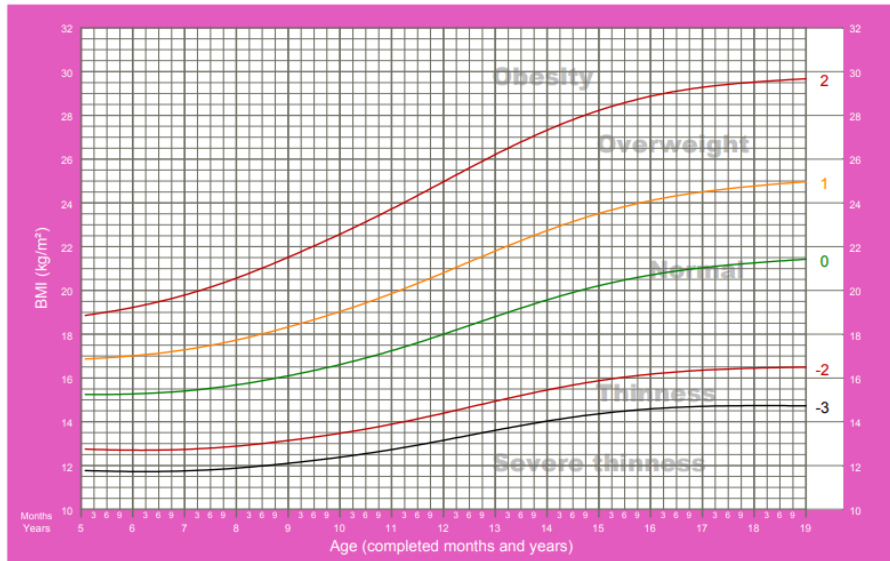
ANEXO I. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Mes	Febrero-Junio				Agosto a Diciembre				Enero-Junio				Julio Diciembre			
	2017								2018							
Realización de Metodología del Proyecto	■	■	■	■												
Depuración de base de datos					■	■	■	■								
Exposición de Avance de proyecto de investigación							■	■								
Determinación de prueba preliminar a utilizar para proyecto de investigación					■	■	■	■								
Análisis de base de datos y resultados									■	■	■					
Redacción de resultados												■	■	■	■	
Exposición de Avance de terminación del proyecto de investigación															■	
Entrega de Proyecto Final															■	

ANEXO II. TABLAS DE REFERENCIA DE IMC PARA LA EDAD OMS 2007

BMI-for-age GIRLS

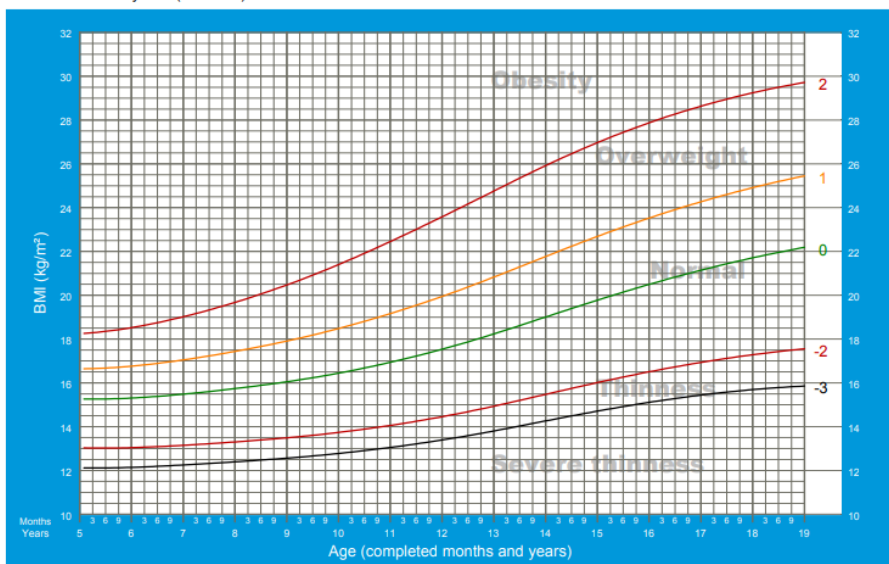
5 to 19 years (z-scores)



2007 WHO Reference


BMI-for-age BOYS


5 to 19 years (z-scores)



2007 WHO Reference

ANEXO III. NÚMERO DE REGISTRO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

 **UANL**
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

 **FaSPyN**
Facultad de Salud Pública y Nutrición

Oficio FaSPyN-4-1800/2017.

ENC. María Alejandra Sánchez Peña
Presente.-


Me permito notificarle que el proyecto de investigación presentado por usted, cuyo título es:

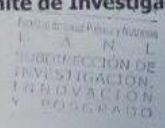
"Comparación de gasto energético en reposo por Calorimetría Indirecta vs Ecuación de Dietz en escolares con obesidad"

Fue **Autorizado**, asimismo, le comunico que el proyecto ha quedado registrado con el número:


17-FaSPyN-SA-07.TP

Atentamente,
"Alere Flammam Veritatis"
Monterrey, Nuevo León, 25 de octubre de 2017.


Dr. en C.S. ESTEBAN GILBERTO RAMOS PEÑA
Presidente del Comité de Investigación


COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN,
INNOVACIÓN
Y POSTGRADO

Dr. Eduardo Aguirre Pequeño y Yuriria
Itzae Centro, C.P. 64460
Monterrey, Nuevo León, México
Tel: 81 13 40 48 90 y 83 48 60 60 (en fax)
Email: espyn.uanl.mx ; faspyn@uanl.mx


Visión
2020
UANL
"Educación de clase mundial,
un compromiso social"

Resumen autobiográfico

Nombre: Hilda María Álvarez del Castillo Salazar

Grados e instituciones de formación

- 2011-2016. Licenciatura en Nutrición en la Facultad de Salud Pública y Nutrición de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) en Monterrey, Nuevo León.
- Enero 2017 – Diciembre 2018. Especialidad en Nutriología Clínica en la Facultad de Salud Pública y Nutrición de la UANL

Practica académica y profesional

- Enero – Julio 2015. Prácticas profesionales en consulta externa en el hospital ISSSTE CONSTITUCION.
- Agosto- Octubre 2015. Prácticas profesionales en el la Unidad Médica de Alta Especialidad del IMSS 25.
- Rotaciones realizadas en la Especialidad en Nutriología Clínica:
Enero-abril 2017: Consulta externa en Servicios Médicos de la UANL en el área de medicina interna, **Abril- Mayo 2017:** Casa de Reposo Sagrado Corazón de Jesús en Monterrey, Nuevo León en el área de geriatría, **Junio- Octubre 2017:** Consulta externa en la Unidad de Hígado del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” (HU) en Monterrey, Nuevo León en el área de hepatología, **Agosto-Octubre 2017** Nutrióloga clínica en la Unidad de hemodiálisis y servicio de nefrología, **Octubre-Diciembre 2017:** Nutrióloga clínica y colaboración en trabajos de investigación en el Instituto Nacional de Cancerología (INCan) en el área de gastrocirugía oncológica.
Enero-Abril 2018 Hospital Regional Licenciado Adolfo López Mateos ISSSTE en la Ciudad de México en el área de medicina interna. **Abril- Junio 2018.** Hospital General de México “Dr. José Eleuterio González” en la Ciudad de México en el área de terapia intensiva de infectología y de cardiología.
Agosto – Octubre 2018. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutricion Salvador Zubirán en la Ciudad de México en el área de gastroenterología y

hepatología, **Octubre– Diciembre 2018** Clínica NOVA en Monterrey Nuevo León en el área de medicina interna y cirugía.

Datos de localización:

Teléfono celular: 8111799036

Correo electrónico: nutriologa.alvarez@gmail.com, hildamaria_93@hotmail.com

Nombre: Edgar Uriel Furlong Espiritu

Grados e instituciones de formación

- 2011-2016. Licenciatura en Nutrición en la Facultad de Salud Pública y Nutrición de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) en Monterrey, Nuevo León.
- Enero 2017 – Diciembre 2018. Especialidad en Nutriología Clínica en la Facultad de Salud Pública y Nutrición de la UANL

Practica académica y profesional

- Agosto – Diciembre 2015. Prácticas profesionales en el Centro de Alto Rendimiento Estatal C.A.R.E.
- Enero - Junio 2016. Prácticas profesionales en el la U.M.A.E. #4 del IMSS

- Rotaciones realizadas en la Especialidad en Nutriología Clínica FASPYN-UANL:

Enero-Marzo 2017: Nutrición Clínica rotando por las áreas de: Cirugía, Medicina Interna, Geriátría, Ginecología, Oncología Cabeza y Cuello, UCI de Ginecología y UCI de Cabeza y Cuello en el Hospital General de México Dr. Eduardo Liceaga.

Abril-Junio 2017: Nutrición Clínica rotando por el área de Geriátría en el Hospital Metropolitano Dr. Bernardo Sepúlveda en Monterrey, Nuevo León.

Julio-Octubre 2017: Nutrición Clínica rotando por el área de Pediatría General en el Hospital Regional de Alta Especialidad Materno Infantil en Monterrey, Nuevo León. **Octubre-Diciembre 2017** Nutrición Clínica por el área de Geriátría en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición

Salvador Zubirán en Tlalpan, Ciudad de México. **Enero-Marzo 2018:**
Nutrición Clínica rotando por el área de Trasplante en el Hospital de
Especialidades #25 del IMSS en Monterrey, Nuevo León. **Abril-Junio 2018**
Nutrición Clínica rotando por el área de Unidad de Cuidados Intensivos
Pediatria en el Hospital Regional de Alta Especialidad Materno Infantil en
Monterrey, Nuevo León. **Julio-Septiembre 2018.** Nutrición Clínica rotando
en el área de Cirugía en el Hospital General Dr. Miguel Silva en Morelia,
Michoacán. **Octubre-Diciembre 2018** Nutrición Clínica rotando en el área
de Nefrología en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.

Datos de localización:

Teléfono celular: 8180786583

Correo electrónico: edur_furlong@otmail.com