

Universidad del Valle de Guatemala
Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Nutrición

**Validación del Índice de Viteri
como método para predecir peso corporal en adultos.**

Laura Edith de León Trujillo

Guatemala
2005

**Validación del Índice de Viteri
como método para predecir peso corporal en adultos.**

Universidad del Valle de Guatemala
Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Nutrición

**Validación del Índice de Viteri
como método para predecir peso corporal en adultos.**

**Trabajo de graduación presentado por Laura Edith de León Trujillo
para optar al grado académico de Licenciada en nutrición**

Guatemala
2005

Vo. Bo.

(f)

*136
Insc.*

Licda. Lorena López Donado de Reyes

Tribunal:

(f)

*136
Insc.*

Licda. Lorena López Donado de Reyes

(f)

Abastucio Castellanos

Licda. Lucía Castellanos de Rodríguez

(f)

Annelisse Balsells

Ing. Annelisse Balsells de Martini

Fecha de aprobación: Guatemala, noviembre 18 de 2005

ÍNDICE

LISTA DE CUADROS	vii
LISTA DE ILUSTRACIONES	vii
LISTA DE GRÁFICAS	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	2
A. Evaluación del estado nutricional	2
1. Métodos de evaluación del estado nutricional en adultos	3
a. Definición e historia de la antropometría	5
b. Variables antropométricas	6
1) Peso	7
2) Estatura	8
3) Circunferencias o perímetros	8
c. Índices antropométricos	9
1) Índice de peso para la talla	9
2) Índice de masa corporal, IMC	9
3) Características de los métodos antropométricos	10
2. Modelos para la estimación de peso corporal en adultos	11
B. Validación de métodos de medición clínica	14
1. Regresión simple	16
a. Definición	16
b. Relación entre variables	16
1) Diagramas de dispersión	17
2) Ecuación de ajuste	17
a) Intervalos de predicción	17
2. Análisis de correlación	18
a. Coeficiente de determinación, r^2	19
b. Coeficiente de correlación, r	19
3. Métodos estadísticos para evaluar acuerdo entre métodos de medición clínica	20
a. Método de Bland y Altman	20
III. JUSTIFICACIÓN	24
IV. OBJETIVOS	25
A. General	25
B. Específicos	25
V. HIPÓTESIS	26
VI. MATERIAL Y MÉTODOS	27

A. Materiales	27
B. Métodos	28
VII. RESULTADOS	33
VIII. DISCUSIÓN	40
IX. CONCLUSIONES	43
X. RECOMENDACIONES	44
XI. BIBLIOGRAFÍA	45
XII. APÉNDICES	50
Apéndice A Instrumento de recolección de datos	51
Apéndice B Carta de solicitud de autorización	52
Apéndice C Procedimiento de estandarización	53
Apéndice D Marco muestral utilizado para la sistematización	56
Apéndice E Consentimiento informado	57
Apéndice F Metodología para la toma de mediciones	58
Apéndice G Resultados de la evaluación antropométrica	60
Apéndice H Datos de la validación de la ecuación a proponer	63
Apéndice I Análisis de residuos	66

LISTA DE CUADROS		Pág.
Cuadro 1.	Métodos de estimación de peso corporal en adultos	12
Cuadro 2.	Estratos formados para la selección de la muestra	28
Cuadro 3.	Gráficos necesarios para la validación del Índice de Viteri según el peso con balanza...	31
Cuadro 4.	Características demográficas de la población estudiada	33
Cuadro 5.	Medidas antropométricas de los sujetos de estudio	34
Cuadro 6.	Ecuaciones de ajuste obtenidas por el software Excel® para establecer la relación entre el Índice de Viteri y el peso real medido con balanza	37
Cuadro 7.	Resultados obtenidos de los cálculos realizados para la selección de la ecuación de ajuste	37
Cuadro 8.	Dirección del sesgo asociado a la estimación de peso corporal con cada una de las ecuaciones obtenidas	38
Cuadro 9.	Magnitud del sesgo asociado a la estimación de peso corporal con cada una de las ecuaciones obtenidas	38

LISTA DE FIGURAS		Pág.
Figura 1.	Relación directa e inversa entre la variable independiente X y la variable dependiente Y	16
Figura 2.	Intervalos de predicción alrededor de la línea de regresión: $\pm 1Se$, $\pm 2Se$, $\pm 3Se$	18
Figura 3.	Primera fase del análisis de validez con el Método de Bland y Altman: gráfico de los valores obtenidos por el método evaluado (eje x) y el estándar (eje y) para buscar sesgo	21
Figura 4.	Modelo de sesgo asociado	22
Figura 5.	Segunda fase del análisis de validez con el Método de Bland y Altman: gráfico de sesgo (eje y) asociado a la media (eje x) para analizar el sesgo y si presenta falta de uniformidad	23

LISTA DE GRÁFICOS		Pág.
Gráfico 1.	Comparación del peso en kilogramos estimado según la ecuación del Índice de Viteri y el peso real medido con balanza en sujetos adultos	34
Gráfico 2.	Diferencia o sesgo asociado a la media entre el peso corporal medido con balanza y estimado con la Ecuación del Índice de Viteri en sujetos adultos	36
Gráfico 3.	Comparación del peso corporal de sujetos adultos medido con balanza, estimado con la ecuación del Índice de Viteri y estimado con la ecuación polinomial propuesta por este estudio utilizando como variable independiente el valor del Índice de Viteri	39

RESUMEN

El uso del Índice de Viteri (IV), creado en los años 60s, se ha difundido en Guatemala para estimar el peso corporal. Sin embargo, desde su creación, este ha sido modificado sin evidencia escrita hasta llegar a la variación utilizada actualmente estimando el peso en kilogramos mediante la sumatoria de su Circunferencia de pantorrilla (CP) y la Circunferencia distal del brazo (CMB) en centímetros.

El Objetivo principal de este estudio fue validar la utilización del Índice de Viteri como método para estimación de peso corporal en adultos.

La población estuvo formada por 102 pacientes de los servicios de Medicina de Adultos del Hospital Roosevelt, (Refiérase a la Sección Materiales y Métodos). A cada sujeto se le midió el peso corporal, la CMB y CP; posteriormente, se realizaron los cálculos y las gráficas para la validación utilizando la metodología de Bland y Altman.

Mediante la gráfica de la relación entre el peso medido con balanza y el peso estimado por el Índice de Viteri (Refiérase a la Gráfica 1) y el análisis de regresión se confirmó la relación entre las variables estableciendo que si existe relación pero esta no es perfecta: el coeficiente de determinación, R^2 es 0.87 y el de correlación, r , 0.76.

Se calculó los límites del intervalo de predicción para el Índice de Viteri al 95% de de confianza estableciendo que para un valor dado del Índice de Viteri, el peso con balanza puede estar 15.2 kilos abajo o 5.6 kilos arriba. (Refiérase a la Gráfica 2)

Del gráfico de sesgo asociado a la media (Refiérase a la Gráfica 2) en donde los puntos no se distribuyen aleatoriamente alrededor del eje X se determinó que la estimación pierde exactitud dependiendo de la magnitud del valor real. Adicionalmente, se determinó que existe falta de uniformidad en los residuos, lo que supone otro factor no considerado en este estudio que afecta la exactitud de la estimación.

Dado que no existe error sistemático en la estimación del peso, se propuso dos ecuaciones que describen la relación: una lineal y otra polinomial. El coeficiente de determinación y la disminución del sesgo es similar para ambas ecuaciones, por ello, se eligió el modelo lineal: $y = 1.2654x - 19.676$ donde x representa el valor estimado mediante el índice de Viteri dada la sencillez del cálculo.

Se recomienda realizar otros estudios validando el Índice de Viteri con una muestra más grande de sujetos y considerar algunas características no incluidas este estudio tal como nivel de actividad física, estado nutricional u otras que permitan suponer las causas de la heteroscedasticidad.

I. INTRODUCCIÓN

El peso es una medida antropométrica de utilidad clínica desde el punto de vista nutricional y en medicina en general ya que varios indicadores la incluyen en sus fórmulas. Sin embargo, cuando no es posible determinarlo con exactitud, estos indicadores pierden validez y carecen de utilidad. Por ello, esta variable es determinante en la elaboración de diagnósticos nutricionales, lo cual en pacientes hospitalizados cobra mayor importancia pues además que un estado nutricional inadecuado aumenta la morbilidad de los pacientes, es con base en este se toma decisiones con respecto al manejo de los mismos.

Existen varias ecuaciones para predecir el peso a partir de otras variables antropométricas, sin embargo, la mayoría de estas han sido validadas en poblaciones con rasgos antropológicos diferentes a la población de Guatemala, o bien, utilizan numerosas variables, para las cuales se suele requerir más de un instrumento de medición lo que las hace poco funcionales.

En Guatemala se desarrolló un método de predicción de peso en una población de soldados: el índice de Viteri, el cual es ampliamente utilizado en los hospitales públicos del país debido a la sencillez de su obtención pues solamente utiliza dos mediciones antropométricas: la circunferencia del brazo y la circunferencia de la pantorrilla, además que en su cálculo estas solamente se suman para obtener el peso en kilogramos del individuo. Sin embargo, este índice no ha sido validado en una población cuya actividad física sea menor a la que generalmente mantiene el personal militar por lo su utilización pudiera ser inapropiada induciendo un error sistemático.

La finalidad de este estudio fue validar el Índice de Viteri para poder utilizarlo en los pacientes hospitalizados. Para ello, mediante la metodología de Bland y Altman para la validación de métodos de medición de variables clínicas, cuyo fundamento es el análisis de correlación, se buscó obtener la ecuación de ajuste para el método.

La metodología propuesta consistió en la recolección de datos de 102 individuos adultos de ambos sexos con edad comprendida entre 20 y 49 años seleccionados de forma sistemática de la población total de pacientes internados en el Hospital Roosevelt durante el período de recolección de datos que pudieran ponerse y permanecer de pie y que no presentaran alguna condición que afectara la medición del peso. A estos sujetos se les midió las dos circunferencias necesarias para la determinación del Índice de Viteri: brazo y pantorrilla y el peso real, luego mediante una gráfica de dispersión y las funciones estadísticas del programa Microsoft Excel© se determinó la variación del peso estimado mediante el Índice de Viteri con relación al peso con balanza y se obtuvo una ecuación de estimación que describe el comportamiento de los datos, la cual fue la ecuación de ajuste propuesta por este estudio.

II. ANTECEDENTES

A. Evaluación del estado nutricional

El estado nutricional de un individuo es el resultante del balance entre ingesta y requerimiento de nutrientes; es decir, el grado en el que un individuo alcanza sus necesidades fisiológicas de nutrimentos para mantener la composición y funciones metabólicas de su organismo. (Acuna y Cruz, 2004); (Hodgson, 2001); (Saucedo-Molina, *et al*, 1998: 392); (Hebat, *et al*, 1997: 8).

Tradicionalmente, la evaluación nutricional, se ha orientado al diagnóstico y clasificación de estados de deficiencia. Sin embargo, frente a la situación actual debe aplicarse una metodología diagnóstica que permita detectar también el sobrepeso y la obesidad cuya prevalencia ha aumentado en forma significativa en los últimos años. (Hodgson, 2001); (Arús, 2003); (UNIZAR, 2001a); (Albala, 2002)

El estado nutricional de un individuo está condicionado por múltiples factores que afectan en última instancia el consumo de alimentos y la utilización biológica de los mismos. (Ramírez, 1990: 7) Estos factores son principalmente:

- Biológicos, que incluyen edad, sexo, estado de salud, estado fisiológico, herencia, etc.
- Sociales, entre ellos políticas de producción y distribución de alimentos, sistema de salud, nivel de educación, y otros.
- Económicos, como el nivel de ingresos, la capacidad de compra, la tenencia de tierra, vivienda, etc.
- Culturales, que comprenden costumbres, creencias, hábitos alimentarios, etc.
- Ambientales, por ejemplo las condiciones sanitarias, el sistema de eliminación de excretas, abastecimiento de agua, condiciones climatológicas, etc.

Aquí se observa que las causas y efecto de la situación nutricional son varias y comprenden diversos sectores.

La malnutrición hospitalaria, ha sido detectada en un alto porcentaje de pacientes internados. (Hebat, *et al*, 1997:8) La enfermedad afecta el estado nutricional por la ruptura del balance entre la ingesta de nutrientes y la pérdida de energía. Por ejemplo, el cáncer y la infección están relacionados con la disminución de la ingesta, el trauma y el stress quirúrgico producen un incremento en el consumo de energía, así como las fistulas entero cutáneas llevan a la pérdida de nutrientes. En ocasiones estos mecanismos actúan sinérgicamente y de hecho, la enfermedad por si misma produce desnutrición en los pacientes hospitalizados por diferentes mecanismos. Sin embargo, su pronóstico se favorece cuando es corregida apropiadamente, unido al tratamiento específico de la enfermedad de base. (Hebat, *et al*, 1997: 8); (Mandirola, 1997); (Arús, 2003)

En los pacientes hospitalizados, monitorizar el estado nutricional es determinante ya que el déficit de nutrientes se asocia con alteraciones en la inmunidad y el funcionamiento de los órganos vitales; es decir, la malnutrición aumenta su morbi-mortalidad.(Hebat, *et al*, 1997:8) En estos pacientes e incluso en pacientes ambulatorios con enfermedades específicas como cáncer, VIH, SIDA, fallo renal, entre otras, los objetivos de valorar el estado nutricional mediante cualquiera de los métodos son varios, entre ellos:

- Identificar a los pacientes con malnutrición o con mayor riesgo de desarrollarla.
- Cuantificar el riesgo del paciente en desarrollar malnutrición.
- Planear una adecuada terapia nutricional durante todo el proceso de la enfermedad.

(Mandirola, 1997); (Hebat, *et al*, 1997:8)

Lo anterior para prevenir el deterioro nutricional, las complicaciones y mantener o mejorar la calidad de vida del paciente. Sin embargo, en individuos hospitalizados muchas veces no es posible realizar la evaluación nutricional completa. (Mandirola, 1997); (Hebat, *et al*, 1997:8)

La evaluación del estado nutricional es la obtención, interpretación y uso de la información obtenida de estudios antropométricos, bioquímicos, clínicos y dietéticos para determinar el estado nutricional a nivel de individuos o poblaciones. Además, esta es una forma de realizar una intervención primaria, es decir, detectar de forma temprana los casos de malnutrición y planificar intervenciones.

Existen varias técnicas para determinar el estado nutricional de un individuo, las cuales pueden permitir una planeación eficaz del apoyo nutricional antes que se presenten consecuencias. (UNIZAR, 2001a); (Albala, 2002); (Gordon *et al*, 2000: 570); (Hebat, *et al*, 1997:8); (Mandirola, 1997)

1. Métodos de evaluación del estado nutricional en adultos. Según la Organización

de la Alimentación y la agricultura, FAO por sus siglas en inglés y la Organización Mundial de la Salud, OMS se clasifica dentro del grupo de adultos a individuos comprendidos dentro del rango de edad de 25 – 50 años, (Cogill, 2003:70); (Acuna y Cruz, 2004); (Berdasco, 2002: 146) aunque el rango puede extenderse a 20 –50 años. (Cogill, 2003:70); (Tanchoco y Duante, 2002)

Para identificar desviaciones en el estado nutricional, los indicadores son básicamente de cuatro tipos:

- **Clínicos, incluyendo la apariencia física:** Este examen proporciona elementos valiosos para la evaluación nutricional. En algunos casos, solamente mediante la observación del aspecto general se obtiene una impresión nutricional. La evaluación debe ser minuciosa para encontrar signos acerca de condiciones o patologías no nutricionales que pueden predisponer a trastornos nutricionales, por lo tanto, permite identificar a aquellos que requieren vigilancia nutricional más estrecha. (Acuna y Cruz, 2004); (Hodgson, 2001); (Albala, 2002); (Hebat, *et al*, 1997:8); (Mandirola, 1997)

- **Bioquímicos con exámenes de laboratorio.** Incluye hematología y química sanguínea. Es una herramienta objetiva, bastante precisa y muy útil para diagnosticar estados de desnutrición y padecimientos específicos. (Acuna y Cruz, 2004); (Hodgson, 2001); (Hebat, *et al*, 1997:8); (Mandirola, 1997);
- **Dietéticos.** Buscan establecer el balance de ingesta del individuo según sus requerimientos estimados para establecer una adecuación. Esta evaluación debe ser acuciosa, en especial si la impresión física orienta a un trastorno nutricional ya sea por deficiencia o por exceso. (Mandirola, 1997); (Acuna y Cruz, 2004); (Hodgson, 2001); (Hebat, *et al*, 1997:8)
- **Antropométricos.** La metodología básica para hacer uso de la antropometría consiste en inicialmente hacer la medición, construir con ella un índice, comparar este índice con la referencia para poder interpretarlo y luego concluir. (Monterrey y Porrata, 2003: 62)

En algunos casos, principalmente en pacientes hospitalizados se aplica la Evaluación Global Subjetiva, una herramienta diseñada en 1987 que estima el estado nutricional a través de la historia clínica y el examen físico para obtener un diagnóstico cualitativo en circunstancias en donde la evaluación nutricional completa no es práctica ni útil para establecer el riesgo nutricional. El resultado se obtiene clasificando a los pacientes en: estado nutricional adecuado, sospecha de desnutrición o desnutrición moderada y malnutrición severa.(Gordon *et al*, 2000: 572); (Arús, 2003); (Cohen, 2000).

Según Arús, este sistema tiene mayor sensibilidad y especificidad que la valoración a través de los otros métodos. Sin embargo, en un estudio en el que comparó diferentes técnicas de valoración nutricional y estudió su exactitud para el diagnóstico nutricional aplicadas a pacientes hospitalizados, Mandirola observó la evaluación global subjetiva, cinco técnicas de mediciones objetivas únicas (albúmina, transferrina, hipersensibilidad cutánea, antropometría e índice creatinina-talla) y el índice de pronóstico nutricional, y se encontró la mejor combinación de sensibilidad y especificidad para la evaluación clínica, en segundo lugar el índice creatinina-talla e índice pronóstico nutricional. Es decir, la evaluación subjetiva por sí, no fue el método más confiable o estadísticamente más válido para el tamizaje. Una de las desventajas de este sistema es que la variabilidad intra evaluador es difícil de reducir debido a la falta de estandarización del mismo ya que su valoración depende del sujeto que realice la evaluación.

La falta de objetividad en la interpretación de los signos clínicos y la evaluación dietética y la dificultad para lograr la estandarización en los métodos observacionales al momento de su expresión en forma cuantitativa, vuelven a estos métodos en pobres para valorar el estado nutricional aún cuando en el paciente hospitalizado puede obtenerse información dietética precisa ya que esta no está sujeta a los errores de la encuesta alimentaria pero esto no expresa el porque de la situación actual además que la anamnesia nutricional proporciona antecedentes de gran ayuda en la evaluación del estado nutricional, pero por sí sola no permite formular un diagnóstico. Por otra parte, los exámenes bioquímicos son objetivos pero poco precisos y en ocasiones no están al alcance.

Por estas razones, al utilizar cualquiera de los métodos de evaluación nutricional, esta debe volverse objetiva con parámetros específicos. (Acuna y Cruz, 2004); (Hodgson, 2001); (UNIZAR, 2001a); (Hebat, *et al*, 1997:8); (Mandirola, 1997); (Albala, 2002); (Cogill, 2003:78); (Hebat, *et al*, 1997:8)

Las mediciones antropométricas son más cuantificables y prácticas; por ello, la Organización Mundial de la Salud, OMS recomienda los índices antropométricos para efectuar la evaluación nutricional. (Hodgson, 2001); (Cogill, 2003: 14); (Hebat, *et al*, 1997:8); (Mandirola, 1997); (UNIZAR, 2001); (Albala, 2002); (Lohman, *et al*, 1999: 2); (Saucedo-Molina, *et al*, 1998: 392)

a. Definición e historia de la antropometría. Según sus raíces, la palabra antropometría significa “medición de humanos” y de acuerdo a la enciclopedia Columbia esta es la técnica de medición de las dimensiones, proporciones y perímetros del cuerpo humano. En el campo de la salud y nutrición, la antropometría es un conjunto de mediciones físicas y de composición corporal que permite conocer los diferentes niveles y grados de nutrición de un individuo de acuerdo a su edad y hace años es una herramienta básica en la elaboración de diagnósticos nutricionales objetivos. (Acuna y Cruz, 2004); (Monterrey y Porrata, 2003: 62), (Cogill, 2003: 14); (Jeliffe, *et al*, 1971: 1377); (Mandirola, 1997); (Hodgson, 2001); (Tanchoco y Duante, 2002)

La antropometría se utiliza para la evaluación nutricional con varios propósitos:

- Análisis de riesgos nutricionales específicos.
- Establecimiento de pautas y parámetros sobre el tratamiento o las intervenciones.
- Tamizaje, selección o focalización de pacientes en riesgo de malnutrición.
- Monitoreo de cambios en la prevalencia de patologías asociadas con malnutrición.
- Evaluación del impacto de intervenciones. Incluso, estudios recientes han demostrado el uso de la antropometría como medio para predecir en quién una intervención puede tener impacto, identificando inequidad social y económica y evaluando la respuesta a las intervenciones.
- Actualmente, se utiliza para asesorar y predecir el rendimiento y supervivencia de individuos y reflejar la situación económica y social de poblaciones.

(Acuna y Cruz, 2004); (Cogill, 2003: 10); (Mandirola, 1997); (Hodgson, 2001)

La antropometría es la parte de la antropología física que estudia las proporciones y medidas del cuerpo humano de individuos de distintas poblaciones, mediante la colección e interpretación sistemática de estas medidas. Históricamente, el término se utilizó para referirse a la medición de humanos en general, incluyendo esqueletos y osamentas; sin embargo, en el contexto actual, se utiliza para referirse a la medición únicamente de individuos vivos. (Lohman, *et al*, 1999: 93)

La primera aplicación de la antropometría fue en el año 1883 por Alphonse Bertillion, cuando se utilizó en criminología para identificar criminales. A fines del siglo XIX, los datos antropométricos se utilizaban, a menudo subjetivamente, por científicos sociales buscando reafirmar teorías asociando la raza biológica con los niveles de desarrollo cultural e intelectual. (Hebat, *et al*, 1997:8); (Mandirola, 1997)

El fisiatra y sociólogo italiano Cesare Lombroso, en busca de evidencia física del llamado “tipo criminal”, utilizó mediciones antropométricas para examinar y categorizar a cierto número de prisioneros con el objetivo de encontrar un patrón. El conjunto de datos obtenidos de estas investigaciones fueron usados por antropólogos físicos a principios del XX para intentar caracterizar varios grupos raciales, étnicos y nativos en términos de sus rasgos específicos o característicos. La aplicación de la antropometría al estudio de los tipos raciales fue reemplazada posteriormente por técnicas más sofisticadas de evaluación racial; sin embargo, continúa siendo una técnica muy valiosa. Además de su función educativa, la antropometría también posee aplicaciones comerciales, la información antropométrica ha sido usada por investigadores industriales en el diseño de ropa, uniformes militares, y en la ingeniería, por ejemplo en los asientos de automóviles, cápsulas espaciales. (Cogill, 2003: 10)

b. Variables antropométricas. La antropometría es la técnica más usada en la evaluación nutricional ya que proporciona información fundamental principalmente acerca de la suficiencia del aporte de macro nutrientes. (Acuna y Cruz, 2004); (Cogill, 2003: 10); (Hebat, *et al*, 1997: 9); (Jeliffe, *et al*, 1971:1377); (Kuczmarski y Flegal, 2000: 1074); (Mandirola, 1997); (Monterrey y Porrata, 2001: 62); (Rosales, 2000: 13); (Hodgson, 2001); (UNIZAR, 2001); (Lohman, *et al*, 1999: 93); (De Onis y Habitch, 1996)

Los cuatro bloques de la antropometría para la construcción de índices son las siguientes variables: edad, sexo, talla o estatura y peso.(Cogill, 2003: 10)

Cada una de estas variables brinda una pieza de información sobre el individuo, y combinados pueden proporcionar información valiosa sobre el estado nutricional del mismo interpretando las mediciones comparándolas con estándares de referencia.

Existen también varios métodos antropométricos que se utilizan cada uno como complemento de otro, ya que el estado nutricional de un individuo se refleja como el estado general de salud, composición y dimensiones corporales que el mismo presente.(Cogill, 2003: 11) Estos métodos miden:

- **Composición corporal:** midiendo el porcentaje de nutrientes específicos y componentes de los líquidos corporales, que generalmente deben mantenerse en cierto rango. Entre ellos están: agua, grasa, fibra, masa magra (tejido libre de grasa), etc. (Saucedo-Molina, *et al*, 1998: 392)

▪ **Dimensiones corporales:** las más utilizadas de estas dimensiones son el peso y la talla o estatura según sea el caso. También proporcionan información importante mediciones de ancho de codo, altura talón – rodilla y las circunferencias o perímetros corporales como la del brazo, pantorrilla, cintura, cadera, etc. (Cogill, 2003: 70); (Hebat, *et al*, 1997:8); (Saucedo-Molina, *et al*, 1998: 392); (Jeliffe, *et al*, 1971: 1377); (Kuczmarski y Flegal, 2000: 1074); (Mandirola, 1997); (Monterrey y Porrata, 2001: 62); (Hodgson, 2001); (De Onis y Habitch, 1996)

En el caso de adultos, las variables antropométricas no han sido estandarizadas en término de datos de referencia como las curvas de crecimiento o percentiles y puntajes z utilizados en pediatría. (Cogill, 2003: 39) Por ello, ya que estas variables no tienen valores de referencia con los cuales hacer una comparación, una vez obtenidas las mediciones y para interpretarlas adecuadamente, estas deben ser interpretadas construyendo un índice antropométrico. (Cogill, 2003: 43)

1) Peso. El peso es una medida de la masa corporal total del individuo considerada clave para evaluar el crecimiento y detectar desnutrición u obesidad, que cambia reflejando eventos recientes. Por ello es una medida comúnmente utilizada en la evaluación de adultos, ya que considerando que no se espera encontrar cambio en la estatura, este se vuelve un buen indicador. Sin embargo muchos son los casos en los que esta variable no se interpreta de la forma correcta, pues el peso por sí solo no brinda información específica, por ello, es necesario construir un índice a través del cual pueda hacerse una interpretación y luego concluir. Básicamente los usos de interpretación que se le da al peso son dos: la adecuación al peso ideal esperado para la estatura y el porcentaje de pérdida de peso en un período de tiempo determinado. (Ramírez, 1990: 8); (Acuna y Cruz, 2004); (Cogill, 2003: 43); (Lohman, *et al*, 1999: 8); (Monterrey y Porrata, 2003: 63)

La pérdida del peso corporal es el rasgo que con mayor frecuencia se asocia con malnutrición, esta en función del tiempo en el que se dio es un indicador de desnutrición. Una pérdida del 5% del peso habitual sin mediar tratamiento dietoterapéutico en un mes, o más del 10% en seis meses son considerados signos de desnutrición. De igual forma, un peso igual o menor al 90% del peso esperado para la talla de un sujeto se considera un indicador de desnutrición. (Hebat, *et al*, 1997: 9); (Mandirola, 1997); (Arús, 2003); (Ramírez, 1990: 11) Lastimosamente, en pacientes hospitalizados, específicamente en hospitales públicos, es difícil cuantificar la pérdida de peso ya sea por que los individuos no han monitorizado su peso o bien, quienes sí lo han hecho es común que no recuerden cuánto fue su peso.

El peso, además de ser una variable determinante en la evaluación nutricional lo es en la planificación de intervenciones, ya que es parte del cálculo de las necesidades dietéticas, que incluyen las necesidades de energía, líquidos y macro nutrientes de un individuo.

En el caso de individuos enfermos es importante para la implementación del tratamiento médico al igual que del farmacológico, ya que tratamientos como quimioterapia, radioterapia y muchos medicamentos se dosifican según la masa corporal del paciente. (Ramírez, 1990: 8)

2) Estatura. La estatura representa el mejor indicador del tamaño corporal. A diferencia del peso, no es utilizada en adultos de manera aislada ya que la etapa de crecimiento termina desde los 17 años cuando la mayor parte de la estatura del adulto ha sido alcanzada. De hecho, la estatura está determinada por factores genéticos además del estado de salud y nutrición que el individuo mantuvo desde que era feto. Por ello, es útil como indicador de situaciones pasadas y para tamizaje, pero no para evaluar impacto de intervenciones o procesos agudos o para monitorizar y evaluar programas. (Lohman, *et al*, 1999: 4); (Monterrey y Porrata, 2003: 63); (Acuna y Cruz, 2004); (Cogill, 2003: 71); (Berdasco, 2002: 147)

3) Circunferencias o perímetros. A medida que se vuelve necesario evaluar la composición corporal de manera más completa, se hace necesario utilizar más variables antropométricas. Las circunferencias o perímetros corporales son mediciones que expresan el tamaño de dimensiones transversales del cuerpo. A pesar de ser mediciones relativamente sencillas, requieren precisión y exactitud para tener validez, lo cual puede volverlas menos comunes de utilizar que el peso y la talla. Utilizadas de forma aislada, en combinación con pliegues cutáneos en el mismo punto, o en combinación con otras circunferencias son medidas del crecimiento y pueden ser indicadores del estado nutricional y de las reservas de grasa y proteína corporal. Esta información puede utilizarse para evaluar el impacto de un tratamiento nutricional, de terapia física o de rehabilitación. (Lohman, *et al*, 1999: 39); (Acuna y Cruz, 2004); (Ramírez, 1990: 12)

Algunas de las circunferencias más comunes son: cráneo, cuello, pecho, cadera, abdomen, brazo, muñeca, caderas, nalgas, muslo, pantorrilla y tobillo, y existe una técnica específica para la medición de cada una de estas circunferencias. (Lohman, *et al*, 1999: 39); (Acuna y Cruz, 2004); Sin embargo, también hay aspectos metodológicos comunes entre ellas, por ejemplo:

- Todas se miden con una cinta métrica común que debe ser flexible e inelástica, de preferencia deberá tener la escala solamente de un lado y aproximadamente 0.7cm de ancho. (Lohman, *et al*, 1999: 39)
- Se recomienda que las circunferencias se registren a partir del extremo 0 de la cinta métrica en la mano izquierda y la parte de la cinta en la mano derecha. (Lohman, *et al*, 1999: 39)
- Para todas las circunferencias, a excepción de cabeza y cuello, el plano en que se coloca la cinta métrica es perpendicular al eje corporal de la parte del cuerpo que se mide. (Lohman, *et al*, 1999: 40)
- La cinta métrica se coloca alrededor de la parte a medir ejerciendo presión suficiente para que no quede flojo, pero sin presionar el tejido. (Lohman, *et al*, 1999: 40)
- El lado de la extremidad medida no afecta significativamente el resultado. (Lohman, *et al*, 1999: 91)

Según Lohman, *et al.* la principal causa de error en la medición es la colocación inadecuada de la cinta métrica y diferencias en la presión ejercida por el metro sobre la piel. (1999: 40)

c. Índices antropométricos. Cuando dos o más variables antropométricas se combinan mediante cálculos matemáticos, se construye un índice antropométrico, cuya utilización es común para hacer mejor uso de mediciones que de forma individual no dan información útil. (Cogill, 2003: 44) Debido a que no todos los índices tienen la misma función, la comprensión del uso e interpretación de cada uno permite establecer el mejor indicador para la evaluación según los objetivos de la misma. (Cogill 2003: 10); (Lohman *et al.*, 1999: 99); (Mandirola, 1997)

El uso de índices antropométricos para la evaluación de adultos es limitado; de hecho, no existe una recomendación general sobre el mejor indicador para adultos. Las combinaciones de peso y estatura son las más utilizadas en la evaluación de adultos, se conocen principalmente dos índices: (Acuna y Cruz, 2004); (Cogill, 2003: 72); (Carrasco, 2001:3); (Monterrey y Porrata, 2001: 62); (Berdasco, 2002: 147)

1) Índice de peso para la talla, Este se basa en la relación entre el peso real y el esperado de acuerdo a los estándares de la Metropolitan Life Insurance Company (MLIC) de 1983 que son los utilizados hasta la fecha y que consideran el género y la complexión del individuo. Este índice es útil para determinar si el peso de un sujeto es adecuado para su estatura. Los puntos de corte son los mismos utilizados en pediatría, los cuales van desde desnutrición severa hasta obesidad grado III. (Acuna y Cruz, 2004); (Carrasco, 2001:11-12)

2) Índice de masa corporal, IMC. Uno de los métodos más utilizados desde hace más de tres décadas por la simplicidad de su medición y de análisis. Por ello, es el método recomendado para la evaluación de adultos según la Organización Mundial de la Salud, OMS, e incluso se ha sugerido como indicador de estado nutricional no solo para adultos, sino también en mayores de 10 años. (Hodgson, 2001); (Acuna y Cruz, 2004); (Monterrey y Porrata, 2003: 62), (Cogill, 2003: 10,70), (Kuczmarski y Flegal, 2000: 1075, 1078); (De Onis y Habitch, 1996); (Berdasco, 2002: 147)

El IMC, también conocido como Índice de Quetelet, se basa en la relación peso : talla, considerada un buen indicador de la grasa corporal y las reservas de proteína ya que se espera que los individuos con estado nutricional adecuado tengan reservas corporales de grasa y proteína dentro de ciertos rangos.

Para su interpretación existen distintos rangos de clasificación, que consideran desde delgadez extrema hasta obesidad. (Cogill, 2003: 72); (Monterrey y Porrata, 2001: 63); (Kuczmarski y Flegal, 2000:1075); (Berdasco, 2002: 147)

3) Características de los métodos antropométricos. Los métodos de evaluación utilizando variables antropométricas son muy utilizados en la evaluación del estado nutricional debido a los muchos beneficios que presentan. Dichos beneficios incluyen:

- Los procedimientos de medición son prácticos y simples.
- Proporcionan información actual y pasada.
- Se utiliza equipo sencillo, portátil y duradero; por ejemplo: caliper, balanza, cinta métrica, infantómetro, etc.
- Son menos invasivos: a diferencia de los métodos dietéticos en los que es necesario ver las despensas, examinar la adquisición de alimentos en el supermercado, e incluso en ocasiones pesar la cantidad de alimentos que se preparan, con los métodos antropométricos no es necesario realizar una observación directa por un período de tiempo específico.
- No es necesario personal altamente capacitado para la medición de sus variables o para su cálculo, ya que personal alfabeto con adecuada preparación puede realizar un buen trabajo.
- Son de bajo costo.
(Acuna y Cruz, 2004); (Ramírez, 1990: 16); (Monterrey y Porrata, 2003: 62); (Rosales, 2000: 13-14); (Saucedo-Molina, *et al*, 1998: 393); (Berdasco, 2002: 146); . (Cogill, 2003:10); (UNIZAR, 2001);

Sin embargo, también debe considerarse las desventajas de una evaluación nutricional utilizando este tipo de métodos.

- Dan información tardía, es decir son de tipo reactivo. Un índice construido con mediciones de tipo antropométricas, y comparado luego con estándares mundiales proporciona información de cómo ha estado y como se encuentra el individuo, pero difícilmente brinda información con la que se pueda realizar un tratamiento preventivo en cuanto al estado nutricional. Sin embargo, si permiten prevenir complicaciones asociadas a este.
- Pueden tener error en la medición o del medidor a consecuencia de personal no estandarizado o por equipo en mal estado.
- Son poco específicos. Las mediciones antropométricas únicas representan sólo una instantánea y pueden inducir errores en el diagnóstico. Por ejemplo, El peso y la talla por sí solos no indican el estado nutricional de un individuo, ya que no permiten distinguir entre el cambio de peso debido a la grasa, al músculo, la masa ósea o a los líquidos corporales. Las mediciones seriadas son una mejor guía del estado nutricional del individuo.

(Ramírez, 1990: 17)

2. Modelos para la estimación del peso corporal total. Como ya se mencionó, ya sea para determinar la pérdida de peso en función del tiempo o la adecuación de este para la talla o el índice de masa corporal, el peso corporal es la variable antropométrica más ampliamente usada, fácil de realizar en el paciente que puede pararse, pero difícil en aquellos que están en decúbito, para lo cual se utilizan balanzas especiales o se puede determinar utilizando alguna fórmula de estimación.(Hebat, *et al*, 1997: 9); (Cogill, 2003: 43); (Lohman, *et al*, 1999: 8);

La estimación de parámetros ha sido una necesidad para la evaluación nutricional en poblaciones con dificultado o incapacidad total para levantarse como minusválidos, pacientes operados, adultos mayores y otros. Desde hace varios años la antropometría ha sido utilizada como medio para estimar estos parámetros buscando la simplificación de los procedimientos. Diversos métodos estadísticos se han utilizado para obtener ecuaciones de predicción basadas en mediciones antropométricas y por ello, la validación de la metodología para realizar estas estimaciones cada vez es más importante. (Lohman, *et al*, 1999: 115, 126)

Un estudio realizado por Dugdale, (1971) validó un índice antropométrico independiente de la edad para utilizar en niños debido a que es común que los padres no recuerden la fecha de nacimiento de sus hijos. En este se logró encontrar una buena correlación entre la estimación y el valor real, sin embargo, concluye que cuando si se conoce los datos del niño, no deberá sustituirse la determinación con el nuevo método. En 1985, Chumlea y otros validaron el uso de la altura de rodilla en como indicador de estatura en individuos de la tercera edad y encontraron alta correlación entre esta medición aislada y la estatura de los individuos lo cual es muy valioso ya que medir la estatura a esta población con los métodos tradicionales es difícil por el problema de lordosis que es común en este grupo.

En el año 2002, en Filipinas, Tanchoco y Duante utilizaron la altura de rodilla y la extensión de brazada como indicadores combinados de la estatura en sujetos adultos mayores de 65 años obteniendo ecuaciones específicas para este grupo racial y por sexo para cada una de las dos mediciones. En otro estudio en 2003, Huang y otros utilizaron medidas antropométricas para predecir el porcentaje de grasa corporal en niños latinos para sugerir una metodología menos tediosa que la medición de pliegues y menos costosa que el análisis DEXA. Los resultados de este estudio propusieron ocho diferentes ecuaciones todas con coeficientes de determinación mayores de 0.85 y con alta significancia de los resultados.

Al igual que estos, varios estudios buscando una nueva metodología que por sencillez, costo o por funcionalidad pueda sustituir a los métodos tradicionales de evaluación, o bien, ecuaciones específicas para distintos grupos étnicos, etáreos, raciales, de género, etc. se han desarrollado obteniendo resultados que permiten dar un paso más en la evaluación nutricional de individuos y de grupos poblacionaels específicos.

Los estudios de validación son muy importantes para la evaluación nutricional, ya que cada población presenta rasgos antropológicos específicos, por lo que implementar fórmulas validadas en otras poblaciones, no es adecuado aunque sí común. (Bermúdez, *et al*, 1999: 922); (Lohman, *et al*, 1999: 127)

Dentro de los estudios de composición corporal, se ha intentado establecer una relación funcional entre el peso corporal y otras medidas antropométricas. El peso corporal ha sido expresado en varias ecuaciones como una combinación de variables antropométricas utilizando varios métodos incluyendo el análisis de regresión. (Ramírez, 1990: 25); (Lohman, *et al*, 1999: 94)

En el siguiente cuadro se lista y describe algunos de los métodos utilizados para la estimación de peso corporal en adultos.

Cuadro 1. Métodos de estimación de peso corporal en adultos.

Nombre	Ecuación del método	Descripción
Kupriyanoff	-----	En 1883, este científico Ruso recolectó una serie de mediciones antropométricas realizadas a soldados, y, con base en relaciones geométricas calculó un radio corporal que permite predecir el peso asumiendo que este es proporcional al volumen del cuerpo.
Behnke <i>et al</i>	$W = P^2hk$ <p>W: peso en Kg. P: suma de circunferencias en cm h: estatura en dm k: suma de las constantes de referencia de las circunferencias</p>	Varios científicos introdujeron el concepto de somatograma para describir la configuración corporal expresada en unidades del porcentaje de desviación de un estándar de referencia. Utilizando la estatura, el ancho biacromial, y diez circunferencias (pecho, brazo, antebrazo, nalgas, muslo, pantorrilla, muñeca, rodilla, tobillo y cintura), se obtuvo una constante para cada una de las mediciones y, usando el cilindro como un análogo geométrico del cuerpo humano, dedujeron la ecuación del método.
Hechter	$W = 4.66 \times 10^{-5} c b s$ <p>W: peso en Kg. c: circunferencia pectoral en cm b: circunferencia de nalgas en cm s: estatura en cm</p>	Basándose en el estudio de Behnke y colaboradores, Hechter derivó una relación más simple indicando la importancia relativa de las variables antropométricas que el primero utilizó; según él, algunas de estas variables no contribuyen significativamente a la predicción del peso corporal, por ello sugirió una ecuación nueva que elimina ocho circunferencias, lo que vuelve el método más funcional.

Cuadro 1. Métodos de estimación de peso corporal en adultos. (Continuación)

Nombre	Ecuación del método	Descripción
Somatograma ponderal	$W = \frac{S^2}{339} h$ <p>W: peso en Kg. S: \sum de 12 circunferencias en cm h: estatura en dm</p>	<p>En 1987, Katch, Behnke y Katch extendieron el trabajo original de Behnke refinando el método somatográfico y llamándolo somatograma de equivalentes ponderales. Distinguieron los componentes musculares (circunferencia de hombro, pecho, brazo, antebrazo, muslo y pantorrilla) y los no musculares (circunferencia de abdomen, nalgas, muñeca, rodilla y tobillo) y las proporciones corporales de referencia las derivaron de encuestas antropométricas de adultos y jóvenes civiles y militares.</p> <p>La forma abreviada del método se validó en Chile en una muestra de 250 individuos sanos, obteniendo que el peso se calcula utilizando todas las circunferencias y la suma de todas las constantes de referencia.</p>
Chumlea <i>et al.</i>	<p>El primero incluye medición de las circunferencias del brazo y de rodilla y el pániculo adiposo subescapular:</p> <p>Hombres $W = 1.92 CB + 1.44 CP + 0.25 PS - 39.97$</p> <p>Mujeres $W = 0.92 CB + 1.5 CP + 0.42 PS - 26.19$</p> <p>El segundo incluye la circunferencia del brazo y pantorrilla, el pliegue subescapular adiposo y la altura de rodilla</p> <p>Hombres $W = 1.75 CB + 0.98 CP + 0.37 PS - 1.16 h - 81.69$</p> <p>Mujeres $W = 0.98 CB + 1.27 CP + 0.40 PS - 0.87 h - 62.35$</p> <p>W: peso en Kg. CB: circunferencia del brazo en cm CP: circunferencia de la pantorrilla en cm PS: pliegue subescapular en mm H: altura de rodilla en cm</p>	<p>Existen dos métodos para este modelo que propone ecuaciones específicas para cada sexo. Estas ecuaciones se desarrollaron mediante análisis de regresión múltiple.</p>

Cuadro 1. Métodos de estimación de peso corporal en adultos. (Continuación)

Nombre	Ecuación del método	Descripción
Índice de Viteri	$W = CB + CP$ <p>W: peso en Kg. CP: circunferencia del brazo en cm CB: circunferencia de pantorrilla en cm</p>	<p>Según Ramírez, en una entrevista realizada a Álvaro Salguero, jefe del departamento de Nutrición y Dietética del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, IGGS en 1989, en algunas instituciones hospitalarias de Guatemala se ha difundido desde entonces este índice para estimar el peso en adultos. De acuerdo con Salguero, el método se obtuvo mediante estudios sobre composición corporal realizados con soldados guatemaltecos durante la década de los 60's. Sin embargo, desde entonces y a la fecha este método no está apoyado por referencia escrita y actualmente no se aplica como está descrito sino como la sumatoria de la circunferencia de pantorrilla y la circunferencia distal del brazo, aún cuando esta última no se encuentra registrada en los manuales de antropometría como tal.</p>

(Ramírez, 1990: 26-30)

B. Validación de métodos de medición clínica

Se entiende por validez el que un método de medición realmente mida la magnitud que se desea cuantificar, es decir, una variable es válida, si su valor está cerca del valor real que esta pretende medir. (Hopkins, 2001)

En ocasiones existen diferentes métodos de medición, siendo uno de ellos el que mejor determina la magnitud de la variable en estudio o el que más se acerca a la realidad por lo que se le conoce como patrón de referencia (en inglés gold standard) y en principio, este sería el método de preferencia para emplear salvo que presente inconvenientes, como el costo o que sea complicado de utilizar. Es poco común que algún método iguale al patrón de referencia; de allí que el objetivo final de validar un método de medición clínica es determinar la magnitud del error que esta tiene con respecto al patrón de referencia para asegurar que la utilización del nuevo método no afectará el manejo del paciente, es decir, validarlo implica determinar cuan inexacto es el nuevo método. Cuando se busca estimar la inexactitud de un método de medición se debe realizar una comparación entre métodos con el patrón de referencia.

Este procedimiento de validación se hace mediante un experimento recolectando mediciones de sujetos con los dos métodos: el que se desea comparar y el de referencia y luego se hace un análisis estadístico para determinar el error con base a las diferencias observadas .(Westgard, 2000); (Hopkins, 2001); (Moliner, 2001: 1); (Westgard, 1974: 825); (Altman y Bland, 1983)

La validez de una medición clínica cuantitativa que busca igualar a un estándar se determina mediante el análisis de regresión y correlación. Este análisis permite determinar tanto la naturaleza como la fuerza de una relación entre dos variables y además, predecir con cierta precisión el valor de una variable desconocida a partir de la conocida, tomando como base observaciones anteriores.(Levin y Rubin, 1997: 654); (Hopkins, 2001); (Altman y Bland, 1983)

Para asegurar que el nuevo método en realidad tiene validez, es necesario realizar cierta metodología tomando consideración sobre varios aspectos, entre ellos:

- **Selección del método de referencia:** este se debe seleccionar cuidadosamente y en el caso de mediciones clínicas, con responsabilidad, ya que en base a este se tomará decisiones sobre el manejo de individuos. Este método debe ser de alta calidad y sus resultados debe tenerse la seguridad que son exactos. (Westgard, 2000) Para medición del peso corporal, el patrón de referencia mundial es el peso corporal con balanza, que es un método sencillo, práctico, cuyo equipo es barato, por lo que este deberá ser el patrón de referencia a utilizar para validar cualquier método de estimación de peso.
- **Tamaño de la muestra.** Según Westgard (2000) un mínimo de 40 muestras deben tomarse para validar un nuevo método de medición clínica similar al estándar. Según él, tiene mayor relevancia el que la muestra sea representativa de la población que el tamaño de la misma y la calidad del experimento depende más de incluir un rango amplio de mediciones que del número de mediciones que se realice. Sin embargo, en el mismo documento Westgard (2000) y Bland en las notas sobre como decidir el tamaño muestral en estudios de concordancia entre dos métodos (2004) recomiendan un tamaño muestral de 100 individuos cuando los métodos no tienen el mismo principio.
- **Exactitud.** De acuerdo con Bland, un intervalo de predicción de 95 % es adecuado para establecer acuerdo entre dos métodos de medición clínica. (2004)

La elaboración de estudios clínicos y epidemiológicos implica finalmente emitir resultados cuantificables, y la claridad de la presentación de estos datos es determinante para la comprensión de los resultados y su interpretación. (Pértega y Pita, 2001: 1)

1. Regresión simple

a. Definición. El término regresión fue utilizado por primera vez en 1877 por Francis Galton, quien designó así al proceso de predecir una variable de otra; se puede considerar entonces como una técnica sencilla y accesible en la práctica clínica para valorar la relación entre dos variables cuantitativas proponiendo un modelo de ajuste de esta relación.

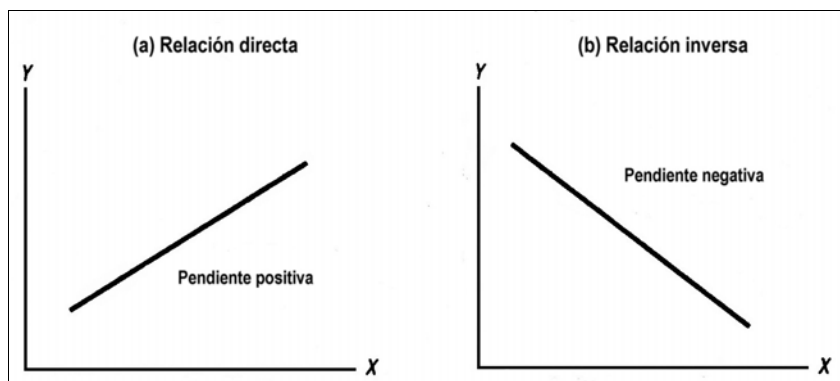
Se denomina regresión simple cuando se trata de relacionar únicamente dos variables. Se puede decir entonces que los modelos de regresión se pueden usar con dos objetivos: estimativo y predictivo. (Levin y Rubin, 1997: 654) (Pértega y Pita, 2000: 7); (Abraira *et al*, 2004)

b. Relación entre variables. La regresión simple y el análisis de correlación se basan en la relación o asociación entre dos variables: la conocida se llama variable independiente y se denomina generalmente como variable X , y la variable que se trata de predecir es la variable dependiente que se denomina como Y . En regresión, tanto simple como múltiple, sólo se puede tener una variable dependiente en la ecuación de estimación, y en el caso de la regresión simple también el número de variables independientes es uno. (Levin y Rubin, 1997: 654)

La primera etapa en la determinación de relación entre dos variables es examinar la gráfica de los datos observados o desconocidos. Con ella, se puede buscar visualmente un patrón que indique relación entre las variables, y de ser así, ver qué tipo de línea de tendencia describe esta relación. Se dice que la relación entre las variables es **directa** cuando al incrementar la variable independiente, la dependiente también incrementa. Cuando es al contrario, es decir, la variable dependiente decrece al aumentar la independiente, la relación es **inversa**. (Levin y Rubin, 1997: 655); (Moliner, 2001: 3); (Westgard, 2004)

La siguiente figura muestra los dos posibles tipos de relación entre dos variables cuantitativas.

Figura 1. Relación directa e inversa entre la variable independiente X y la variable dependiente Y .



(Levin y Rubin, 1997: 655)

1) Diagramas de dispersión. Cuando se busca estudiar la relación entre dos variables, el método de análisis adecuado es la correlación. A partir de una muestra de n individuos para los que se conoce el valor de la variable dependiente Y y otra predictora o independiente X , se obtiene los valores de ambas variables (X_i, Y_i) para cada individuo. Una vez se tiene todos los datos, un método sencillo de comprobar, gráficamente, si existe correlación es mediante un diagrama de dispersión, que es el patrón de puntos que resulta de graficar cada pareja de datos: el conocido (x) en el eje horizontal y el predicho (y) en el vertical. (Pértega y Pita, 2001: 3); (Pértega y Pita, 2000: 1); (Levin y Rubin, 1997: 656)

2) Ecuación de ajuste. Para que la metodología de regresión sea útil, es necesario encontrar una línea que ajuste a la nube de puntos del diagrama de dispersión y que pueda ser utilizada para predecir los valores de Y a partir de los de X ; esta línea se conoce como línea de tendencia. (Pértega y Pita, 2000: 1)

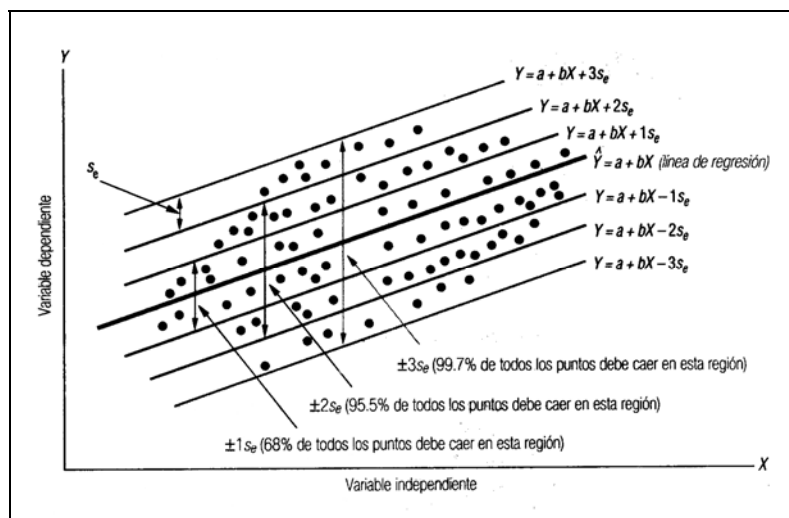
En el análisis de regresión se crea una ecuación de estimación con base a la línea de tendencia, la cual es una fórmula matemática que relaciona las variables conocidas con la variable desconocida. Esta ecuación es un modelo probabilístico de regresión lineal entre dos variables ya que puede ser utilizada para predecir el valor de la variable Y para cada valor de X . Para construir esta ecuación se utiliza el diagrama de dispersión y los datos de todos los individuos con información de las dos variables cuantitativas: la variable X se considera la variable explicativa y la variable Y la variable respuesta. (Levin y Rubin, 1997: 660); (Abraira *et al*, 2004); (Pértega y Pita, 2000:1)

a) Intervalos de predicción. Con la ecuación de estimación se puede predecir o estimar el valor medio de Y para cada valor de la variable X , de modo que la línea de regresión sirve como un estimador. (Pértega y Pita, 2000: 6). De tal manera, una forma de ver el error estándar de la estimación es como la herramienta que se puede usar para hacer un enunciado de probabilidad sobre el intervalo alrededor del valor estimado de Y , denominado \hat{Y} , dentro del cual se encuentra el valor real de Y , el cual se conoce como intervalo de predicción, ya que a partir del error estándar se construye este intervalo de la medida correspondiente.

Cuando se trata de estimaciones, se considera que existe siempre cierta incertidumbre asociada, por ello en lugar de un valor puntual se utiliza intervalos; este intervalo permite determinar cuán precisa será la estimación realizada; es decir, cuán lejos del valor del método de referencia está el valor obtenido con el método de prueba. Se espera encontrar el valor real de Y con una seguridad de 68 % dentro de $\pm 1Se$, al 95.5% de los puntos dentro de $\pm 2Se$ y 99.7% dentro de $\pm 3Se$. Estos intervalos se aplican cuando la muestra es de un parámetro que tiene una distribución normal y su tamaño es grande, $n > 30$. (Bland, 2004); (Levin y Rubin, 1997: 674); (Abraira, 2002); (Pértega y Pita 2000: 6); (Bland y Altman, 1986:4)

La siguiente figura muestra estos límites alrededor de la línea de regresión.

Figura 2. Intervalos de predicción alrededor de la línea de regresión: $\pm 1s_e$, $\pm 2s_e$, $\pm 3s_e$.



(Levin y Rubin, 1997: 674)

Entonces, por ejemplo, el encontrar el intervalo al 95% quiere decir que, con una probabilidad de acierto de 0,95, el valor real del parámetro estimado está realmente incluido en dicho intervalo. (Abraira 2002); (Levin y Rubin, 1997: 675)

2. Análisis de correlación. La correlación mide la relación entre dos variables y su sentido, si es directo o inverso, por ello, esta herramienta se puede utilizar para describir el grado hasta el cual una variable está relacionada con otra, ya que al representar gráficamente los datos se espera obtener una imagen donde sobre una línea recta a 45° pasarían todos los puntos en caso de que existiera una concordancia perfecta, lo cual como se mencionó es poco común en la práctica. Se conocen dos medidas para describir la correlación entre dos variables: el coeficiente de determinación y el coeficiente de correlación. (Levin y Rubin, 1997: 680) (Molinero, 2001: 1,3); (Bland y Altman, 1986:3)

Este tipo de análisis es importante y útil en el área clínica ya que si se dispone de un método alternativo al de referencia, que sea más práctico o menos costoso, se debe determinar la correlación entre ambos sistemas; para lo cual, el nuevo método debe ser evaluado comparándolo con la técnica de referencia. Mediante este análisis se puede establecer aquellos coeficientes que son estadísticamente significativos; sin embargo, aunque exista una correlación significativa entre dos variables, no se debe confundir correlación con causalidad, para ello, la relación de causa debe ser determinada mediante el conocimiento del área de estudio. (Levin y Rubin, 1997: 684); (Molinero, 2001: 1,5); (Bland y Altman, 1986:1)

El análisis de correlación se ha utilizado en el campo de la salud, específicamente en antropometría desde hace varios años. En 1971, Wakat y otros determinaron la correlación entre ciertas variables y el volumen corporal en sujetos adultos de la Fuerza Aérea de Estados Unidos; se encontró buena correlación con el peso corporal, pobre correlación con la estatura y una correlación moderada entre la superficie corporal y el volumen corporal. Dado que las variables se encontraron bien relacionadas entre sí, se obtuvo una ecuación para estimar el volumen corporal a partir del peso.

- a. Coeficiente de determinación, R^2 .** Es la principal forma para medir la extensión, o fuerza, de la asociación entre dos variables. La fórmula para calcularlo es la siguiente:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (Y - \hat{Y})^2}{\sum (Y - \hat{y})^2}$$

En donde:

R^2 : el coeficiente de determinación

Y: valores de la variable dependiente

\hat{Y} : valores estimados de la ecuación que corresponde a cada valor de Y

\hat{y} : media de los valores de la variable dependiente

(Levin y Rubin, 1997: 681); (Pértega y Pita, 2000: 1)

El coeficiente de determinación es un número sin dimensiones con valor entre 0 y 1 y se interpreta como el porcentaje en que la variable X se relaciona con la variable Y. Cuando la relación es perfectamente lineal dicho coeficiente vale 1, cuando el coeficiente tiene un valor próximo a cero, indica que no existe relación entre las variables analizadas. (Levin y Rubin, 1997: 680) Sin embargo, un concepto erróneo es el de que solamente si el coeficiente de determinación entre dos medidas es significativamente diferente de cero la fiabilidad es buena. Este coeficiente puede ser muy pequeño y resultar significativamente diferente de cero si el tamaño de la muestra es suficientemente grande. (Molinero, 2001: 4); (Bland y Altman, 1986:5) Según Molinero, un coeficiente de correlación de 0.1966 es significativamente diferente de cero si se ha calculado en una muestra con al menos 100 parejas de observaciones. (2001: 4)

- b. Coeficiente de correlación, r.** Es la segunda medida para describir qué también una variable explica otra; es la raíz cuadrada del coeficiente de determinación, está dado por:

$$r = \sqrt{R^2}$$

(Levin y Rubin, 1997: 687)

Cuando la pendiente de la ecuación es positiva, r es la raíz cuadrada positiva, pero si la pendiente es negativa, r es la raíz cuadrada negativa; por lo tanto, el signo de r indica la dirección de la relación entre las dos variables. Si existe una relación inversa, es decir, Y disminuye al aumentar X , r caerá entre 0 y -1 . Si existe una relación directa, Y aumenta al aumentar X , r será un valor entre 0 y 1. (Levin y Rubin, 1997)

Es decir,

$r = 0$	Las dos variables no tienen correlación.
$0 > r > -1$	Las dos variables tienden a aumentar o disminuir juntas.
$r = 1.0$	Correlación perfecta directa
$-1 > r > 0$	Una variable aumenta mientras la otra disminuye.
$r = -1.0$	Correlación perfecta inversa.

(Levin y Rubin, 1997: 688)

3. Métodos estadísticos para evaluar acuerdo entre métodos de medición

clínica. En ocasiones, se necesita analizar la relación entre dos variables cuantitativas principalmente para determinar si dichas variables están asociadas y en qué sentido se da esta asociación, y, si existe relación matemática, sea lineal o no, estudiar si el valor de una puede utilizarse para predecir el valor de la otra. Para lo primero se utiliza el análisis de correlación, y para determinar si se puede predecir una a partir de la otra el análisis de regresión. (Pértega, 2000: 1); (Molinero, 2001: 2); (Abraira *et al*, 2004)

Distintos autores han propuesto técnicas para el análisis de concordancia para mediciones cuantitativas, principalmente de tipo gráfico. (Pita y Pértega, 2004: 1)

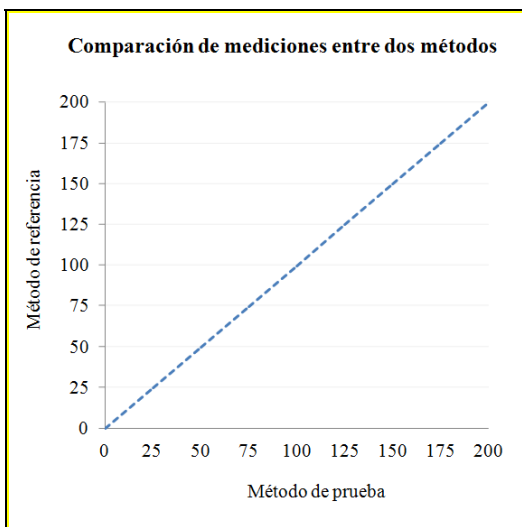
a. Método de Bland y Altman. Uno de los procedimientos gráficos para validar métodos de medición con mayor validez para evaluar la concordancia entre los dos sistemas es el de Bland y Altman, el cual ha sido utilizado como referencia para validar y diseñar nuevas metodologías en más de 900 casos y cuyo uso había sido citado para el año 2004 aproximadamente 10,000 veces. (Pita y Pértega, 2004: 1); (Hopkins, 2004); (Molinero, 2001: 4); (Bland, 2004a); (Altman y Bland, 1983)

La base de este método es el análisis de dos gráficos a partir de los cuales se determina de qué forma se asocian las mediciones con los dos métodos; el mismo se fundamenta en que toda medición tiene cierto sesgo asociado, por lo que, al validar se busca cuantificar el error asociado a la estimación y determinar su efecto sobre el uso que se le da a la información. (Bland y Altman, 2001)

La primera gráfica necesaria es una comparación entre las mediciones obtenidas con ambos métodos en la que se incluye en el eje x los valores del método de prueba y en el eje y los del método de referencia. Se dibuja la línea de tendencia esperada, conocida como línea de equidad; esta línea tiene un ángulo de 45° y es la que se obtendría si todos los valores estimados son iguales al valor real, lo cual es poco común.

La gráfica obtenida deberá ser similar a la siguiente, donde la línea diagonal punteada representa la línea de equidad observada si ambos métodos tuvieran la misma exactitud, es decir, el valor estimado es igual al valor medido con el método de referencia, lo cual como se mencionó no suele ser común. (Hopkins, 2001); (Molinero, 2001: 3); (Altman y Bland, 1983), (Bland y Altman, 1986:3); (Altman y Bland, 1983)

Figura 3. Primera fase del análisis de validez con el Método de Bland y Altman: Gráfico de los valores obtenidos por el método evaluado (eje x) y el estándar (eje y) para buscar sesgo.

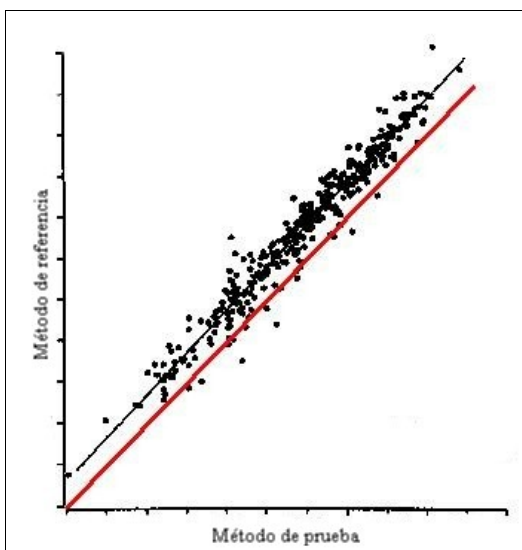


(Molinero, 2001: 5); (Bland y Altman, 1984:2)

Con esta gráfica se establece la relación entre ambas mediciones y si existe error sistemático para determinar si ambos métodos pueden utilizarse indistintamente con suficiente exactitud según los propósitos con que se utilizará la medición. No se recomienda utilizar el análisis de correlación aislado ya que este coeficiente indica que existe o no asociación, pero no indica nada con relación al acuerdo o concordancia entre las mediciones, además, el análisis de correlación ignora cualquier sesgo sistemático, por lo que aún cuando exista sesgo sistemático en las mediciones, el coeficiente de correlación puede indicar que las variables están bien asociadas. (Altman y Bland, 1983: 312), (Bland, 2003)

Para ejemplificar la posibilidad de encontrar sesgo sistemático aún cuando existe buena correlación en la estimación se presenta la Figura 4, en la cual la línea color negro es la línea de tendencia observada para los datos graficados y la línea color rojo es la línea de equidad para un grupo de datos cualquiera. De acuerdo con lo que se observa en esta figura, puede decirse que existe buena correlación ya que los datos si están asociados, sin embargo, no tienen concordancia ya que existe un sesgo por sobreestimación para los datos, el cual es sistemático, lo cual se refiere a que el error es aproximadamente de la misma magnitud para todos los datos; mientras que si no existe error sistemático, los datos se distribuirán por ambos lados de la línea de equidad en proporciones similares. (Bland, 2003)

Figura 4. Modelo de sesgo asociado: casi todos los puntos se encuentran a la izquierda de la línea de equidad, existe sesgo sistemático, el método de prueba tiende a subestimar al método de referencia por un valor casi constante.

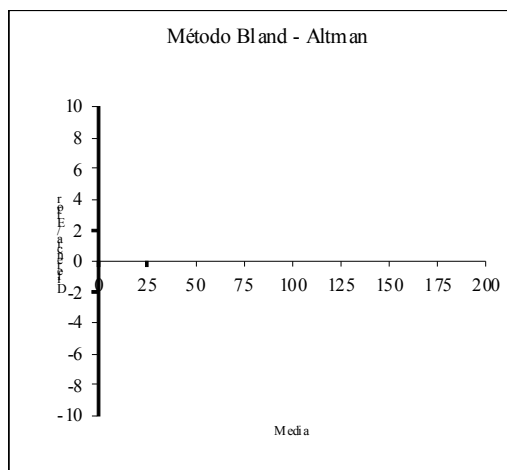


(Bland, 2003)

Considerando esta limitación del análisis de correlación, el Método de Bland y Altman utiliza una gráfica del sesgo asociado a la diferencia en la que se grafica la diferencia entre ambos métodos (Referencia - Prueba) frente a la media entre ellos $(Referencia + Prueba)/2$, como se ejemplifica en la Figura 5. De acuerdo con los autores del método, con esta gráfica es más sencillo validar la concordancia y determinar si existe cierta tendencia del sesgo a aumentar para cierto rango de datos sobre el eje x, es decir, se logra establecer por cuánto el método de prueba sobre estima o subestima el valor de la medición con el método de referencia y si existe un patrón de aumento o disminución de la magnitud del sesgo asociado a la magnitud. (Bland y Altman, 1984:1,3); (Altman y Bland, 1983); (Pita y Pértega, 2004: 2).

Se utiliza para graficar la media entre los dos valores y no uno de ellos aislado, ya sea el estimado o el de referencia, pues ninguno es el valor real absoluto, sino aún el de referencia se considera como el valor del método que más se acerca al valor real. Por ello considerar solamente este valor introduce un sesgo. (Bland y Altman, 1984:1,3); (Pita y Pértega, 2004: 2); (Molinero, 2001: 4); (Bland, 2004)

Figura 5. Segunda fase del análisis de validez con el Método de Bland y Altman: Gráfico de sesgo (eje y) asociado a la media (eje x) para analizar el sesgo y si presenta falta de uniformidad.



(Molinero, 2001:5); (Bland y Altman, 1984:2)

En caso no haya error sistemático los puntos se distribuirán de forma aleatoria a uno y otro lado de la recta correspondiente a la diferencia 0 entre medidas. Sin embargo, en la práctica clínica los resultados observados raramente mostrarán relaciones tan exactas, generalmente se encuentra un error sistemático o no, sin embargo, este sesgo es de fácil corrección una vez determinado el tipo de relación que existe entre ambos, entonces, el análisis de regresión es una buena opción para ajustar o calibrar la estimación de un valor con un método a partir de otro de referencia. (Molinero, 2001: 2); (Pita y Pértega, 2004: 3)

En la práctica, es común que el sesgo no sea perfectamente sistemático, lo cual se conoce como heterosedasticidad o falta de uniformidad del sesgo, que para este método se define también como sesgo asociado a la media. Generalmente, el sesgo varía en función de la magnitud medida, aumentando o disminuyendo para cierto rango de datos, o presentando forma curvilínea indicando que para los datos extremos se pierde exactitud con la estimación. Con la misma gráfica de sesgo asociado a la media se puede determinar para que rango la magnitud de la medición afecta la exactitud de la estimación, es decir, si a medida que los valores son menores o mayores el método pierde exactitud, o si el método de prueba es funcional solamente en cierto rango de datos. Puede darse también el hecho que se encuentre distinto sesgo para datos con la misma magnitud, es decir, que para cierto valor medio el sesgo tenga dos valores, lo cual indicará que hay otro factor no considerado en ese análisis que afecta la exactitud de la estimación. (Bland y Altman, 1996: 106); (Molinero, 2001: 7); (Hopkins, 2004)

III. JUSTIFICACIÓN

La mayoría de Índices utilizados para tomar decisiones en cuanto al estado nutricional de los individuos tienen como variable el peso corporal actual, por ello se considera esta medición determinante. Existen ecuaciones para estimar el peso corporal de manera indirecta, las cuales utilizan como referencia varias medidas antropométricas: pliegues cutáneos, circunferencias corporales o altura de rodilla. Sin embargo, en la práctica clínica, estas son poco utilizadas debido a que se necesita tomar de tres a siete diferentes medidas para hacer la estimación; o bien, se necesita al menos dos instrumentos de medición para hacer la misma: caliper, calibrador de rodilla, cinta métrica u otros equipo más costoso.

Cuando las condiciones de la evaluación nutricional son apropiadas, las técnicas comunes o tradicionales de medición antropométrica pueden ser utilizadas. Sin embargo, cuando estas no son las ideales, tal es el caso de individuos con incapacidad para mantenerse de pie, no es posible utilizar estas técnicas tradicionales. Por esta razón, contar con un método confiable de estimación del peso corporal es muy importante para asegurar un diagnóstico nutricional correcto.

Actualmente, en los hospitales públicos de Guatemala se estima el peso corporal de los pacientes internados mediante la sumatoria de las siguientes mediciones antropométricas: circunferencia distal del brazo en centímetros y la circunferencia de pantorrilla en centímetros, asumiendo que esta sumatoria es igual al peso en kilos del sujeto. Por ello, se considera importante comprobar si existe relación entre la sumatoria de estas dos circunferencias y el peso corporal medido con balanza y de ser así, establecer la magnitud de esta relación de manera que pueda validarse este como un método de estimación de peso.

IV. OBJETIVOS

A. General

1. Validar el Índice de Viteri en una población de adultos internados en el Hospital Roosevelt.

B. Específicos

2. Determinar la correlación que existe entre el peso corporal medido con balanza y el peso estimado por la sumatoria de la circunferencia media del brazo y circunferencia de pantorrilla mediante el análisis de regresión.
3. Obtener una ecuación con los parámetros de regresión lineal simple que pueda utilizarse para predecir el peso corporal a partir del Índice de Viteri como variable independiente.
4. Comparar el peso real medido con balanza con el peso estimado por el Índice de Viteri y el de la Ecuación obtenida.

V. HIPÓTESIS

- Ho. No existe relación lineal entre la sumatoria de la circunferencia media del brazo y la circunferencia de pantorrilla y el peso corporal de un individuo hospitalizado.
- Ha. Existe relación lineal entre la sumatoria de la circunferencia media del brazo y la circunferencia de pantorrilla y el peso corporal de un individuo hospitalizado.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Materiales

1. Población. La población estuvo formada por los pacientes de ambos sexos con edad comprendida entre 18.0 y 49.9 años que se encontraban internados en los servicios de Medicina A, C, D y E del área de adultos del Hospital Roosevelt y que cumplían los criterios establecidos.

2. Muestra. De acuerdo con documentos publicados por los creadores del método a utilizar, Bland y Altman (1986) Bland (2001 y 2004) y con Westgard (2000) una muestra de 100 sujetos es adecuada para establecer la concordancia entre dos métodos de medición clínica, en este estudio, por motivos del diseño de muestreo el tamaño de la muestra fue 102 sujetos. No se contempló margen de seguridad por pérdida de sujetos ya que el estudio no era prospectivo.

La muestra la constituyeron los individuos seleccionados por el diseño de muestreo que cumplían con los criterios de inclusión y que aceptaron participar en el estudio.

3. Criterios de exclusión. Para fines de este estudio, durante la selección de la muestra no se incluyó el estado nutricional de los sujetos. Se excluyó a quienes presentaron alguna de las siguientes condiciones:

- Estar amputado,
- Presentar edema o ascitis: individuos con diagnóstico de cirrosis, hepatitis de cualquier tipo, fallo renal o hipoalbuminemia,
- Estar utilizando esteroides,
- Tener yeso en cualquier parte del cuerpo,
- En el caso de mujeres, estar embarazadas.

4. Instrumento. El instrumento de recolección de datos fue una hoja electrónica del software *Documents to go*® de una computadora tipo Palm® pilot. Dicha hoja fue diseñada por la investigadora de acuerdo a los objetivos del estudio para recolectar la siguiente información:

Datos generales del individuo:

- Nombre, para asegurar que un individuo no será medido dos veces
- Sexo
- Edad en años

Datos antropométricos

- Peso corporal real en libras
- Circunferencia media del brazo en centímetros
- Circunferencia de pantorrilla en centímetros

Una muestra del instrumento diseñado se adjunta en el Apéndice A.

5. Recurso

a. Humano

- La autora

b. Físico

- 1 balanza de pie tipo digital marca Tanita™, modelo BF 852 con capacidad de 240 libras, con escala de 0.5 onzas.
- 1 cinta métrica plástica con límite de 150 cm, con escala de 1 milímetros.
- Una computadora
- 1 computadora tipo Palm© Pilot
- Materiales y útiles de oficina

B. Métodos

- 1. Tipo de estudio.** El estudio fue transversal, cuantitativo y descriptivo.
- 2. Solicitud de autorización.** Se solicitó permiso por escrito en la Jefatura del Departamento de Nutrición del Hospital Roosevelt para realizar el estudio explicando los objetivos del mismo, la metodología a seguir y los beneficios esperados del mismo. Una copia de esta carta se adjunta en el Apéndice B.
- 3. Estandarización de la investigadora.** La investigadora llevó a cabo un proceso de estandarización para la toma de las circunferencias únicamente ya que el peso se midió en una balanza digital. El proceso de estandarización que se siguió fue el sugerido por el Instituto nutricional de Centro América y Panamá, INCAP según la norma NSP-7 “Cómo estandarizar la técnica de tomar peso y talla” adecuada a la medición de circunferencias, el cual se adjunta en el Apéndice C.

La estandarización se realizó en las instalaciones de la Universidad del Valle de Guatemala. Los participantes fueron la autora y 10 individuos más: cinco hombres y cinco mujeres con edades comprendidas entre 20 y 49 años, a quienes se les solicitó verbalmente su participación y luego que se les explicó el procedimiento, aceptaron participar de forma voluntaria. Se les indicó que debían presentarse con pantalones cortos en los que se pudiera descubrir la pantorrilla y con blusa o camisa sin mangas.

4. Selección de la muestra. El muestreo se hizo de forma estratificada y sistemática; para la formación de los estratos se dividió la muestra en seis grupos de 17 sujetos cada uno: dos según sexo y tres según la edad para evitar sesgo. Se hizo un instrumento de recolección de datos por grupo para determinar cuándo se completó cada uno.

De esta forma, los grupos que se formaron fueron los siguientes:

Cuadro 2. Estratos formados para la formación de la muestra.

		Según género	
		Femenino	Masculino
Según edad	18 – 29,9	Grupo 1	Grupo 2
	30 – 39,9	Grupo 3	Grupo 4
	40 – 49,9	Grupo 3	Grupo 6

Para la selección de la muestra de forma sistemática fue necesario conocer el tamaño del intervalo con el que se invitará a los sujetos a participar en el estudio (k), el cual está dado por:

$$k = N / n$$

Siendo N el tamaño del marco muestral o de la población, el cual fue igual al número de camas de los servicios que se incluyeron en la muestra que es 140 y n , el tamaño de la muestra que en este estudio es 102, se calculó que el tamaño del intervalo, el cual fue 1.37 y se aproximó a dos; es decir se invitó a uno de cada dos pacientes. Para seleccionar el primer sujeto de la muestra se tomó un número entre 1 y k , que para este caso fue 2; así, con el marco muestral que se adjunta en el Apéndice D formado por las 140 camas de los servicios, a partir de la cama # 2, cada dos camas se invitó al paciente a participar en el estudio, siendo estos los pacientes en las camas número dos, cuatro, seis, ocho... etc.

Para la creación del marco muestral se hizo un listado de los servicios que se incluyen en la población colocados en orden alfabético y para cada servicio los números de las camas que tienen y se numeró cada cama con continuidad entre los servicios.

La selección de los participantes se realizó de sala en sala en el orden en que aparecen los servicios en el marco muestral, es decir, en el siguiente orden:

- Medicina A
- Medicina C
- Medicina D
- Medicina E

El primer día de la recolección de datos en cada servicio se revisó la papeleta de todos los pacientes en las camas seleccionadas para establecer quienes cumplían con los criterios de inclusión e invitarlos a participar en el estudio. Cuando algún individuo no cumplía con los criterios de inclusión, no aceptaba participar en el estudio o el grupo al que correspondía según su edad o sexo ya estaba completo, se siguió con la siguiente cama según la sistematización.

Se consideró el listado circular; es decir, ya que al terminar con el listado en la sala de Medicina E todavía no se tenía a los 102 sujetos, se inició de nuevo con la lista en la Medicina A y sucesivamente mientras fue necesario hasta completar los 102 sujetos de la muestra; lo cual tomó 17 días.

Se incluyó a los pacientes que estaban internados el primer día de la medición en cada servicio, quienes ingresaron durante el período de recolección fueron incluidos para la siguiente vuelta del muestreo si todavía estaban internados.

5. Recolección de los datos. A los individuos a quienes se invitó a participar en el estudio y aceptaron, se les tomaron las medidas antropométricas. Antes de iniciar la medición:

- La investigadora se presentó con el médico residente a cargo del servicio para explicarle los objetivos del estudio y el procedimiento que se seguiría.
- Para el control de los sujetos internados se hizo un listado en formato electrónico con todos los números de cama en cada servicio en el cual se anotaba para cada cama el nombre del paciente que la ocupaba. Cuando el sujeto ya había sido medido se marcaba su nombre en verde, si no había aceptado participar o no cumplía los criterios para ser invitado se colocaba en rojo.
- La invitación a participar en el estudio se hizo de forma verbal explicándoles un consentimiento informado. La información que se les explicaba se muestra en el Apéndice E

La técnica que se siguió para las mediciones es la sugerida por Lohmann *et. al.* (1999) y por el manual “Instrucciones para medir y pesar” (1967) desarrollado por el INCAP. La misma se describe en el Apéndice F. Las medidas antropométricas que se tomaron de cada paciente fueron peso, circunferencia media del brazo y circunferencia de pantorrilla.

El lugar de la medición fue la cama de cada paciente en el Servicio en dónde se encontraba. Para la toma de estas medidas se siguió las siguientes normas:

- La medición de las circunferencias se realizó de lado izquierdo.
- Todos los datos se registraron con una aproximación de 0.1 centímetros
- Se colocaba la balanza en un lugar adecuado, con suelo firme.
- Se anotaba las medidas directamente en la hoja de cálculo.
- Se midió un sujeto a la vez para evitar el riesgo de confundir los datos.
- Se media primero las dos circunferencias y luego el peso directo para evitar sesgo.

6. Tabulación de los datos. Los datos de las mediciones fueron trasladados del instrumento de recolección de datos a una hoja electrónica creada en Microsoft Excel® para su análisis

7. Análisis de resultados

a. Características de la población. Una vez tabulados todos los datos, utilizando las funciones estadísticas de Excel® se calculó la media y desviación estándar para todas las circunferencias medidas y el peso.

b. Validación del Índice de Viteri con el Método de Bland y Altman. Para la validación se utilizó el método de Bland y Altman, el cual se consideró adecuado luego que la investigación bibliográfica mostrara que este ha sido ampliamente utilizado para validar métodos de medición clínica por su sencillez de aplicación e interpretación. Se utilizó las funciones estadísticas y funciones gráficas de los programas estadísticos Microsoft Excel® y SPSS®. Se realizaron dos gráficas con todos los datos:

Cuadro 3. Gráficos necesarios para la validación del Índice de Viteri según el peso con balanza utilizando el Método de Bland y Altman

<i>Gráfico</i>	<i>eje X</i>	<i>eje Y</i>	<i>Finalidad</i>
1	Peso según el Índice de Viteri	Peso con balanza	Visualizar la relación entre ambas mediciones: con balanza y estimado según el Índice de Viteri.
2	Promedio (Viteri+Balanza)/2	Sesgo (Real – Viteri)	Determinar si existe pérdida de exactitud asociada a la magnitud del peso.

A continuación se describe el procedimiento que se siguió para el análisis.

1) Análisis de concordancia. En el Gráfico 1 mencionado en el Cuadro 2, se obtuvo la línea de tendencia de los puntos para determinar el tipo de correlación que existe: ascendente, descendente o nula.

Para establecer si la correlación era buena se aplicó el análisis de correlación mediante el coeficiente de determinación obtenido utilizando las funciones estadísticas de Excel[®] y el valor mínimo para que dicho coeficiente sea significativo al 95% en una muestra de 100, el cual según Chang (2000) y Levin y Rubin (1996) es de 0.1966. Esto se interpreta como que, si el valor de r^2 obtenido es mayor que 0.1966 se consideraría que el valor del Índice de Viteri y el peso real tienen buena correlación; de lo contrario, una mala correlación indicaría que el nuevo método no podría utilizarse para predecir el peso real de los individuos con ninguna ecuación.

2) Sesgo asociado a la media. La Gráfica 2 mencionada en el Cuadro 2 se utilizó para determinar cualitativamente si la magnitud del peso del sujeto afecta la exactitud de la estimación, además, en esta gráfica se representó el Intervalo de predicción, cuyos límites se calcularon con la ecuación:

$$\text{Ecuación 1.} \quad IP = \text{Media} \pm (z * \text{Desviación estándar})$$

Reemplazando los valores de la media y desviación estándar del sesgo (Balanza-Viteri) obtenidos mediante las funciones estadísticas de Excel y el valor z de 1.96, que es el recomendado para un estudio de este tipo se obtuvo los límites superior e inferior de este intervalo que permiten establecer la exactitud de la estimación del peso real utilizando el Índice de Viteri.

c. Ecuación de ajuste. Utilizando el software de Excel[®] se obtuvo las siguientes ecuaciones de ajuste:

- Lineal general, con datos de toda la población, asumiendo una asociación lineal.
- Polinomial general, con datos de toda la población, asumiendo una asociación curvilínea.
- Lineal específica, con los datos separados por sexo, asumiendo una asociación lineal.
- Polinomial específica, con los datos separados por sexo, asumiendo una asociación curvilínea.

Con cada ecuación se calculó el peso de los sujetos sustituyendo el valor de x por el valor del Índice de Viteri y se calculó el sesgo de cada ecuación con relación al peso real (Real-Ecuación). Posteriormente se estableció el valor absoluto de este sesgo y mediante el cálculo de la media para estos valores absolutos se seleccionó la ecuación que presentara el menor sesgo asociado.

Finalmente, se creó una gráfica en la que se compara el peso real, el peso según el Índice de Viteri y el peso según la ecuación de ajuste seleccionada.

VII. RESULTADOS

Se realizó un estudio en el Hospital Roosevelt con el objetivo de validar el uso del Índice de Viteri como método para la estimación del peso corporal en sujetos adultos según la metodología de Validación de Métodos de Medición de Bland y Altman.

La muestra estuvo constituida por un total de 102 individuos con edades comprendidas entre 20.0 y 49.9 años internados en las salas de Medicina A, C, D y E, los cuales fueron seleccionados sistemática y estratificadamente formando 3 grupos según edad y dos según sexo. A cada sujeto se le midió la circunferencia media del brazo y de pantorrilla y el peso. Los resultados obtenidos en el estudio se presentan a continuación.

A. Características de la población

Debido al sistema de muestreo utilizado, las características demográficas de la población son tales que, en cada estrato, tanto por sexo como por edad, se incluyó el mismo número de sujetos como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 4: Características demográficas de la población estudiada

Edad	Femenino		Masculino		Total	
	f	%	F	%	f	%
20.0 – 29.9 años	17	16.6	17	16.6	34	33.3
30.0 – 39.9 años	17	16.6	17	16.6	34	33.3
40.0 – 49.9 años	17	16.6	17	16.6	34	33.3
TOTAL	51	50	51	50	102	100

B. Medición antropométrica

Los datos individuales de los sujetos que formaron la muestra se adjuntan en el Apéndice G. En el Cuadro 5 se resume los datos antropométricos según sexo y para el total de la población como Media \pm Desviación estándar. Como se puede observar, los valores de ambos grupos de sexo fueron bastante cercanos, las medidas antropométricas fueron mayores en el grupo masculino que en el femenino pero esta diferencia no fue significativa.

Cuadro 5. Medidas antropométricas de los sujetos de estudio.

Característica	Femenino	Masculino	Total*
N	51	51	102
Edad*	34.6 ± 9.3	34.5 ± 8.7	34.5 ± 9.0
CMB*	23.6 ± 4.0	26.1 ± 3.9	24.9 ± 4.1
CP*	30.7 ± 3.6	31.8 ± 3.5	31.3 ± 3.6
Peso real en kilos*	48.9 ± 9.7	53.8 ± 10.1	51.3 ± 10.2

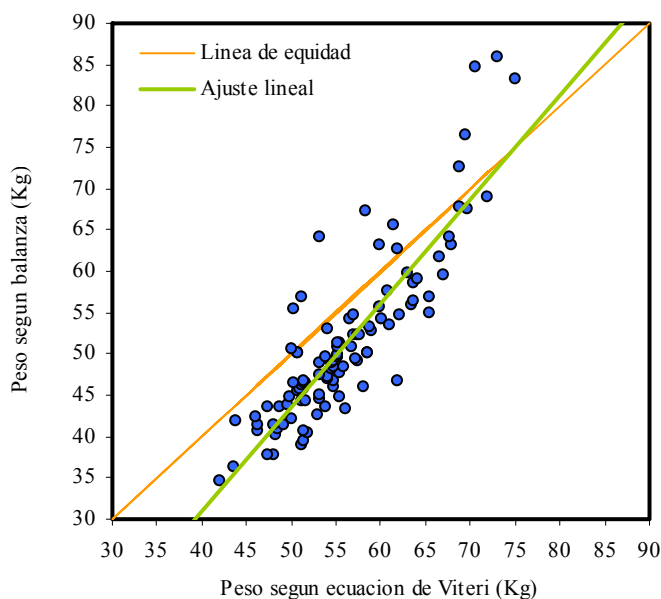
*La varianza entre ambos sexos no es estadísticamente significativa, $P < 0.05$ por lo que no se hizo análisis estadístico específico para cada género.

C. Validación del Índice de Viteri con el Método de Bland y Altman

Para presentar los datos del análisis de validez se diseñó la tabla de datos que se presenta en el Apéndice H y tres gráficas con todos los datos como se definió en la metodología: Comparación del peso estimado según el Índice de Viteri y el peso real medido con balanza, Diferencia o sesgo asociado a la media y Comparación de peso medido con balanza, estimado según el Índice de Viteri y estimado según la(s) ecuación(es) sugerida(s) por este estudio; las cuales se describen en las siguientes secciones.

Tal como lo establece la metodología de Bland y Altman, la Gráfica 1 es un contraste entre los dos métodos de medición: la estimación con la ecuación del Índice de Viteri y la medición con balanza.

Gráfica 1. Comparación del peso según el Índice de Viteri y el peso medido con balanza en sujetos adultos. N=102



En esta gráfica, la línea verde representa la línea de ajuste o de tendencia utilizada para realizar el análisis de correlación descrito más adelante.

En color amarillo, se muestra la línea de equidad o línea de tendencia esperada la cual tiene su origen en el 0 y su inclinación es de 45°. Esta es la línea a la cual se ajustarían los puntos si el valor del peso estimado fuera igual al del peso medido con balanza lo cual es poco común y de allí, surge la necesidad de validar el método.

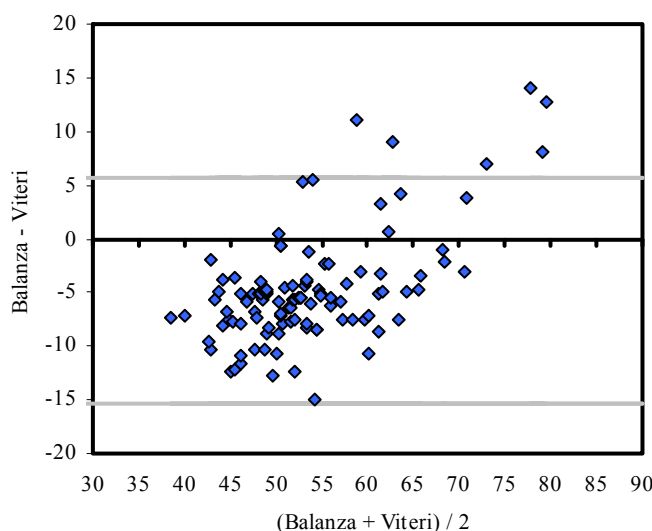
En relación a dicha línea de equidad, 90 de los 102 datos se encuentran por abajo de esta y 12 por arriba; es decir, para el 88% de los datos recolectados, el Índice de Viteri sobreestima el peso con balanza y para el 12% lo subestima. Además, se observa que la pendiente de la línea de tendencia del modelo lineal no es igual a la de la línea de equidad. Por tanto, se determinó que no existe error sistemático en la estimación, es decir, la estimación de peso según el Índice de Viteri tiende a sobreestimar o subestimar el peso con balanza pero no de forma proporcional o sistemática.

1. Análisis de correlación. En la Gráfica 1 se observa que los puntos no siguen una línea recta, es decir, la relación entre el peso estimado según la ecuación del Índice de Viteri y el peso con balanza no es perfecta. Sin embargo, se confirma que aunque no es perfecta, sí existe asociación. Para establecer la calidad de esta asociación se utilizó el análisis de correlación mediante las funciones estadísticas de Excel. El Apéndice H muestra los datos de dicho análisis. El coeficiente de determinación, R^2 calculado, es 0.87 y el de correlación, r , 0.76. De acuerdo con este análisis, según el valor crítico del coeficiente de determinación para una muestra de este tamaño, el cual según Chang (2000) y Levin y Rubin (1996) es de 0.197, la asociación obtenida es buena ya que el coeficiente obtenido, 0.87, es mayor que este valor. Además, de acuerdo con el coeficiente de correlación, el cual es de 0.76, en un 76% el cambio en el Índice de Viteri se asocia al cambio en el peso con balanza de forma directa, es decir, al aumentar el primero aumenta el segundo.

2. Error relacionado a la media. El punto principal del método de Bland y Altman es el Gráfico 2, en el cual se busca determinar si la magnitud del sesgo se asocia a la magnitud de la medición y de ser así, presumir las causas para comprobarlas con otra validación.

Como se explicó en el Cuadro 2, en esta Gráfica se muestra la diferencia entre ambos métodos frente a la media entre estos mismos; un valor negativo indica que el peso con balanza está debajo del obtenido con el Índice de Viteri y viceversa. La razón por la que no se utiliza el valor bruto del peso con balanza en el eje x, es porque aún cuando esté es el estándar de oro, se toma como el que más se acerca al valor real pero no el que obtiene el valor real absoluto.

Gráfica 2. Sesgo asociado a la media entre el peso medido con balanza y estimado con el Índice de Viteri en sujetos adultos. N=102



De esta gráfica es importante notar los intervalos de predicción representados por las líneas gris y la tendencia de los puntos a lo largo del eje x .

Los límites del intervalo de predicción para el Índice de Viteri con un nivel de confianza de 95%, representados por las líneas color gris, se calcularon como se estableció en la metodología y se obtuvo un valor de -15.19 y 5.56 para el inferior y el superior respectivamente, lo cual se interpreta como que para un valor dado del Índice de Viteri, el valor del peso con balanza puede estar 15.2 kilos abajo o 5.6 kilos arriba.

Con relación al sesgo, dada la tendencia de los puntos de la Gráfica 2 los cuales no se distribuyen en forma aleatoria en una banda alrededor del eje X sino con una pendiente positiva, se determinó que sí existe error asociado a la media: es decir, la estimación con el Índice de Viteri pierde exactitud dependiendo de la magnitud del valor real que se mide.

Así mismo, con base en que dicho sesgo es siempre menor que 0 en el extremo de los valores más bajos (los sobreestima) y mayor que 0 en el de los valores más altos (los subestima) se puede establecer la posibilidad que el Índice de Viteri tiende a sobreestimar a los pesos bajos, y subestimar a los pesos altos.

Finalmente, dada la tendencia de los puntos de la Gráfica 2 a lo largo del eje X se determinó que existe heterosedasticidad o falta de uniformidad en los residuos. Es decir, la magnitud del sesgo o la distancia entre cada punto y el 0 no es uniforme para todos los pares de datos, incluso para valores de la misma magnitud en X por lo que puede haber otro factor afectando la exactitud de la estimación además de la magnitud.

D. Ecuación de ajuste

Con base en el análisis de correlación se determinó que sí podría utilizarse el Índice de Viteri para predecir el peso con balanza. Sin embargo, debido a que la asociación entre ambos no es directa, es decir no existe error sistemático, fue necesario obtener una ecuación que describa la relación entre ambos. Dicha ecuación será la ecuación de ajuste propuesta por este estudio la cual utiliza el valor del Índice de Viteri como variable independiente y como variable dependiente el valor del peso corporal medido con balanza.

Como se mencionó en la metodología, mediante las funciones estadísticas de Excel se obtuvo dos ecuaciones y sus correspondientes valores para el coeficiente de determinación, las cuales se presentan en el Cuadro 6. Además, se incluye la ecuación del Índice de Viteri como referencia ya que es en función del valor de este Índice utilizan las otras ecuaciones posteriormente.

Cuadro 6. Ecuaciones de ajuste obtenidas por el software Excel® para establecer la relación entre el Índice de Viteri y el peso real medido con balanza.

Tipo de ecuación		R ²
Índice de Viteri	$x = \text{CMB en centímetros} + \text{CP en centímetros}$	---
Lineal	$y = 1.2654x - 19.676$	R ² =0.7628
Polinomial	$y = 0.027x^2 - 1.8873x + 70.748$	R ² =0.7886

Ambos modelos de regresión dan un valor de coeficiente de determinación R2 ajustado similar.

Para seleccionar la ecuación de ajuste a proponer se buscó la que tuviera el menor valor promedio para el sesgo. El procedimiento seguido se explica a continuación, para ello se incluye la primera fila del cuadro completo de resultados que se adjunta en el Apéndice H.

Cuadro 7. Resultados de los cálculos realizados para la selección de la ecuación de ajuste.

Datos		Peso corporal según cada método				Diferencia (Método – Balanza)		
A	B	c	d	E	f	g	h	I
Sexo	Edad	Balanza	Ecuación de Viteri	Modelo Lineal	Modelo Polinomial	Ecuación de Viteri	Modelo Lineal	Modelo Polinomial
F	23	34.7	42.1	33.6	39.1	-7.4	1.1	-4.4

En las columnas c – f se muestra el valor del peso estimado según cada método, y en las columnas g – i el sesgo asociado. Para facilidad visual, las casillas color amarillo son aquellas en las que el método en cuestión sobreestima el peso, es decir, el peso con balanza es menor al obtenido con el método respectivo y las blancas aquellas en las que lo subestima; para este ejemplo, el valor -7.4 indica que el peso con balanza está 7.4 kilogramos debajo del estimado según el Índice de Viteri.

En el Cuadro 8 se resume la distribución del tipo de sesgo según el total de datos que se sobreestima o subestima con relación al peso medido con balanza. Como se observa, el Índice de Viteri presenta una marcada tendencia a sobreestimar el peso la cual mejora al utilizar una ecuación de ajuste, independientemente cual sea.

Cuadro 8. Dirección del sesgo asociado a la estimación de peso corporal con cada una de las ecuaciones obtenidas por este estudio.

MÉTODO	Índice de Viteri		Modelo lineal		Modelo polinomial	
	Sobre estima	Sub estima	Sobre estima	Sub estima	Sobre estima	Sub estima
Frecuencia	89	13	59	43	51	51
Porcentaje	87	13	58	42	50	50
Total	102	100	102	100	102	100

En el Cuadro 9 se presenta la diferencia media y la desviación estándar de dicha diferencia para cada método o modelo de ajuste.

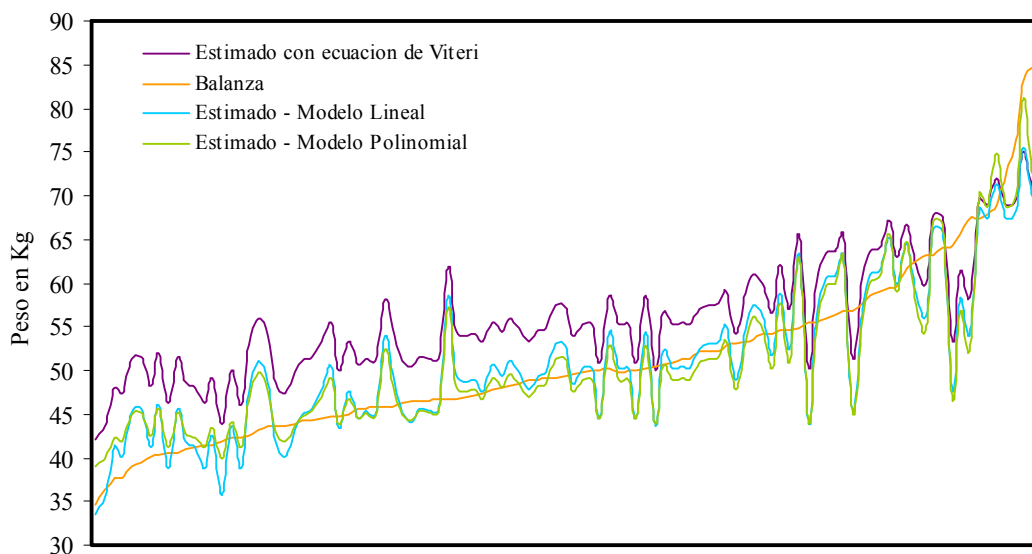
Cuadro 9. Magnitud del sesgo asociado a la estimación de peso corporal con cada uno de las ecuaciones con relación al peso real

Método / Sexo	Diferencia media \pm SD
Índice de Viteri	6.4 \pm 3.0
Modelo lineal	3.5 \pm 3.5
Modelo polinomial	3.3 \pm 3.3

El sesgo encontrado al estimar el peso mediante el Índice de Viteri disminuye al utilizar una ecuación de ajuste siendo el modelo polinomial la que menor error asociado presenta aunque como se observa, con ambos se obtiene un ajuste similar.

La Gráfica 3 presenta una comparación entre el valor del peso corporal medido con balanza, el obtenido con el Índice de Viteri, y el obtenido con cada una de las ecuaciones de ajuste.

Gráfica 3. Comparación del peso corporal de sujetos adultos medido con balanza, estimado utilizando el Índice de Viteri y con las ecuaciones lineal y polinomial obtenidas por este estudio utilizando como variable independiente el valor del Índice de Viteri. N=102



Como se aprecia en la gráfica, la estimación del peso mejora considerablemente al ajustarla con una ecuación en comparación a cuándo se hace con el Índice de Viteri, sin embargo con las tres estimaciones se observa picos más lejanos al peso con balanza los cuales pueden deberse a otra variable que no se tomó en cuenta en este estudio. Aunque no de forma sistemática ni proporcional, las líneas del peso estimado con las ecuaciones propuestas se acercan más a la de peso según balanza e incluso cruzan dicha línea en varios puntos mientras que la línea del peso según el Índice de Viteri no lo hace sino hasta que el peso llega a los valores superiores.

Dado que ambas ecuaciones propuestas presentan coeficientes de determinación similares que explican aproximadamente el 80% de la variación total, además ambas presentan un buen ajuste (Refiérase a la Gráfica 3) y disminuyen el sesgo medio de forma similar (Refiérase al Cuadro 9), se utilizó únicamente el modelo lineal dada la sencillez del cálculo pues los beneficios obtenidos no varían significativamente.

En el Apéndice I se presenta el análisis de residuos de dicho modelo; según este análisis estadístico, las suposiciones acerca de los errores correspondientes a varianza constante, independencia de las variables y normalidad parecen estar adecuados.

VIII. DISCUSIÓN

Para determinar el estado nutricional de pacientes hospitalizados al igual que en individuos sanos, considerar el uso que se dará a la información es fundamental para seleccionar el indicador a utilizar. En individuos enfermos, identificar a quienes están en riesgo de malnutrición o con un cuadro de malnutrición aguda es determinante para su recuperación y para el pronóstico de su enfermedad ya que además de relacionarse con la morbilidad, con base en el estado nutricional se tomará decisiones clínicas con relación al paciente. Dado que el peso corporal, ya sea en relación a la talla o comparado consigo mismo en función del tiempo es un indicador antropométrico de gran valor, tener una medida confiable de esta es también de gran importancia.

La antropometría es la principal herramienta para la evaluación del estado nutricional, pero en poblaciones como las de los hospitales, en donde muchos de sujetos, ya sea por el dolor asociado a su enfermedad o por cirugía no pueden ponerse o permanecer de pie, esta puede resultar poco funcional, inexacta y por ende inapropiado. Por razones como esta, hace varios años la estimación de parámetros a partir de otros ha sido utilizada para obtener indicadores que se consideran necesarios y que por distintas causas no pueden ser medidos con técnicas tradicionales.

El presente estudio buscaba validar el uso del Índice de Viteri como método para estimar el peso corporal en sujetos adultos de ambos sexos comprendidos entre las edades de 20 a 49 años.

A. Validación del Índice de Viteri

El Índice de Viteri, es un modelo matemático que describe asociación del peso corporal con la sumatoria de dos perímetros corporales: la circunferencia media del brazo y la circunferencia de pantorrilla. Al validarlo con relación al peso medido con balanza se buscó determinar si este es apropiado utilizar los dos métodos, el Índice de Viteri y la medición con balanza, indistintamente para la evaluación nutricional de pacientes adultos.

El método de validación utilizado se fundamenta en que toda medición tiene cierto sesgo asociado. Por ello, al validar se buscó cuantificar el error al estimar el peso con balanza a partir del Índice de Viteri y determinar el posible efecto de utilizar este método sobre el uso que se le dé a la información; en este caso, el error al estimar el peso con el Índice de Viteri.

Como se observa en la Gráfica 1 la relación entre el Índice de Viteri y el peso con balanza no es perfecta ya que el patrón de los puntos de datos no sigue a la línea de equidad sino que en la mayoría de los casos dicho índice sobre estima el peso. Además, con base en esta gráfica se determinó que no existe error sistemático al estimar el peso con el Índice de Viteri, por lo que no sería adecuado ajustar el peso medido con balanza sumando o restando un valor constante al obtenido con el Índice de Viteri.

De acuerdo con el análisis de regresión, el Índice de Viteri y el peso con balanza están directa y fuertemente asociados, lo cual es importante ya que si los valores no están asociados o la asociación es pobre no tiene valor realizar una validación.

La heterosedasticidad o falta de uniformidad en los puntos observada en la Gráfica 2 es importante ya que aunque el peso por sí solo no es un indicador del estado nutricional sí está relacionado al mismo. Por ello, con base en la posibilidad que los datos de los extremos izquierdo y derecho correspondan a sujetos con desnutrición y sobrepeso respectivamente, puede suponerse que uno de los factores que afecta la exactitud del método es el estado nutricional del sujeto que se mide; es decir, la estimación podría ser menos inexacta en personas con estado nutricional normal.

Adicionalmente, debe considerarse que la validación original de este Índice se realizó durante la década de los 60's en una población de militares. De tal manera, dado que las circunferencias corporales, que son las dos medidas que utiliza, son reflejo del desarrollo muscular o masa libre de grasa, y este a su vez de la actividad física, es posible, que el método pierda exactitud en personas que no mantienen actividad física elevada, lo cual no fue tomado en cuenta en este estudio.

Dado que este estudio buscaba validar el funcionamiento del índice de Viteri como método para estimar el peso corporal y de ser posible, proponer una ecuación de ajuste, estas suposiciones habría que validarlas mediante un estudio aparte evaluando el impacto del estado nutricional, actividad física y/o composición corporal además de otras variables se consideren necesarias.

En relación a los intervalos inferior y superior obtenidos para el Índice de Viteri, los cuales establecen con una probabilidad de acierto de 0.95 que para un valor cualquiera del Índice de Viteri el valor del peso con balanza puede estar 15.2 kilos abajo o 5.6 kilos arriba; cada evaluador deberá establecer según los intereses de la evaluación nutricional que realiza si este rango es adecuado. Sin embargo, estimar el peso en un intervalo tan amplio llevará a diagnósticos erróneos por lo que se recomienda realizar antes una Validación Diagnóstica¹ para desnutrición utilizando el Índice de Viteri.

¹ *Validación diagnóstica*: método para precisar la confiabilidad de una prueba diseñada para detectar una característica específica, el cual con base a criterios de sensibilidad y especificidad logra establecer qué tanto una prueba mide la característica para la cual fue creada. (Pita y Pértega, 2003 : 1) En este caso diagnosticar desnutrición estimando el peso con el Índice de Viteri.

B. Proposición de un modelo de ajuste

Debido a que hubo estandarización del procedimiento de medición por la investigadora y los datos sí pertenecen a una distribución normal, la heteroscedasticidad observada hace pensar que la relación entre las variables no es perfectamente lineal; por ello, no es necesario extenderse en un análisis de la pendiente y el intercepto.

Ambos modelos muestran un valor de R^2 ajustado que explica aproximadamente el 80% de la variación total y un ajuste y sesgo muy similares. Por tanto, tal como se mencionó anteriormente, la discusión relacionada a los resultados obtenidos con la ecuación polinomial no se extenderá ya que ninguno de los dos modelos mejora con una diferencia significativa sobre el otro dicha estimación y la realización de los cálculos con el modelo lineal es más sencilla. De tal manera, dado que el objetivo de utilizar el Índice de Viteri es tener una forma simple de estimar el peso corporal por lo que utilizar una ecuación de mayor complejidad no daría ningún valor agregado a la utilización de dicho índice.

Tal como se mencionó, el modelo lineal presenta un buen ajuste y disminuye el sesgo medio; adicionalmente presenta un coeficiente de determinación que explica aproximadamente el 80% de la variación total. De acuerdo al análisis estadístico, las suposiciones acerca de los errores correspondientes a normalidad, varianza constante e independencia parecen estar adecuados.

El coeficiente R^2 , aunque tiene un valor aceptable, permite presumir que hay otra variable además de las circunferencias que se debe considerar al realizar la estimación. De hecho, aunque dicha estimación mejora al utilizar una ecuación de ajuste, se observan picos en las líneas de peso estimado así como en la de peso estimado utilizando el Índice de Viteri (Referirse a la Gráfica 3). De aquí que se presuma que dichos picos podrían pertenecer a los sujetos en quienes, otra variable distinta a las circunferencias medidas afecta la estimación.

Es importante considerar, que aún cuando según Hopkins por ser la muestra mayor de 50 los datos pueden ser generalizados, en este caso no sería recomendable extrapolar los datos a otra población, ya que no se incluyó suficientes individuos con valores de peso en los extremos de la curva, por lo que no es recomendable utilizar esta ecuación en otra población en dónde pueda encontrarse sujetos que se salgan del rango de peso encontrado en esta muestra.

IX. CONCLUSIONES

1. De acuerdo con el análisis de regresión, la asociación entre el Índice de Viteri y el peso en kilogramos medido con balanza es de tipo directo ya que el último aumenta a medida que se incrementa el valor para el Índice de Viteri; además se considera que esta asociación es adecuada ya que el valor del coeficiente de determinación es mayor que el valor crítico para una muestra como la utilizada en este estudio (>0.197)
2. De acuerdo con el Análisis de Validación de Métodos de Medición Clínica de Bland y Altman, el Índice de Viteri y el peso medido con balanza tienen relación positiva sin error sistemático; además, el sesgo de la estimación está asociado a la magnitud del peso del sujeto que se mide. Es decir, la estimación de peso con balanza utilizando el Índice de Viteri pierde exactitud dependiendo de la magnitud del valor real del peso corporal del sujeto, por lo que es necesario encontrar el factor que provoca esta heteroscedasticidad.
3. La distribución de los puntos en el gráfico de sesgo asociado a la media (Gráfico 2) puede deberse a que el factor que afecta la exactitud de la estimación con el Índice de Viteri sea el estado nutricional del sujeto que se mide, ya que se observó mayor error en ambos extremos del eje x de los datos, siendo el sesgo menor a cero para los datos de menor magnitud y mayor a cero para los más altos del rango.
4. El ancho del rango de estimación de peso con balanza utilizando el Índice de Viteri dado por el intervalo de predicción al 95% se considera demasiado amplio para una estimación de peso. Más aún tomando en cuenta que este será utilizado para la toma de decisiones clínicas con base al peso y al estado nutricional del sujeto, por lo que no se recomienda su uso para la evaluación nutricional de pacientes.
5. El utilizar una ecuación de ajuste para el Índice de Viteri, mejora el error de la estimación de peso que al utilizar el Índice solo. Se consideró la mejor opción la ecuación lineal general para toda la población, la cual establece que el peso con balanza está dado por $y = 19.676 + 1.265x$, en donde x es el valor del Índice de Viteri, con un sesgo asociado de ± 3.5 Kg., el cual es menor que el asociado al Índice de Viteri que es de ± 6.4 Kg.

X. RECOMENDACIONES

1. Para determinar la causa de la heterosedasticidad, se recomienda realizar otros estudios validando el Índice de Viteri con una muestra más grande de sujetos y considerar algunas características que no se incluyeron en este estudio tal como nivel de actividad física, estado nutricional u otras.
2. Tomar en cuenta que la funcionalidad de utilizar el Índice de Viteri radica precisamente en la facilidad de las medidas que relaciona, las cuales además de ser sencillas de obtener no necesitan equipo sofisticado, lo que lo hace una buena opción para utilizar en hospitales incluso por los médicos, pero pierde funcionalidad si el cálculo matemático que requiere pasa su ajuste es complicado pues de esta forma se vuelve también más complejo capacitar a personal que pudiera hacer uso de esta medida.
3. Hacer un estudio para la determinación de la Validez Diagnóstica utilizando la sensibilidad y especificidad de los Índices diagnósticos como el Índice de peso para la talla o el Índice de masa corporal utilizando el peso medido con balanza y el peso estimado según el Índice de Viteri y el obtenido con la ecuación de ajuste propuesta por este estudio.
4. Utilizar otra metodología para la determinación de concordancia tal como el Método de Kappa.
5. En caso se utilice el Índice de Viteri para estimar el peso en adultos, se debe considerar los límites del intervalo de predicción obtenidos por esta validación, los cuales establecen que la magnitud del peso con balanza puede estar 15.2 kilos abajo o 5.6 kilos arriba del obtenido según el Índice de Viteri.
6. Realizar un estudio para validar la utilización de las medidas en posición acostada para realmente poder extrapolar este Índice de Viteri a poblaciones de pacientes que no puedan movilizarse.

XI. BIBLIOGRAFÍA

1. Abraira, Víctor. 2002. <<Desviación estándar y error estándar>>. *SEMERGEN*. [Revista electrónica] (28):621-623. Consultado en febrero de 2005.
<http://db2.doyma.es/pdf/40/40v28n11a13041428pdf001.pdf#search='error%20estándar'>
2. Abraira, Víctor *et al.* 2004. *Sección 4: Correlación y concordancia*. Unidad de Bioestadística clínica. Hospital Ramón y Cajal. [España] Consultado en febrero de 2005
http://www.hrc.es/bioest/M_docente.html#tema5.
3. Acuna, Kátia y T. Cruz. 2004. <<Nutritional assessment of adults and elderly and the nutritional status of the Brazilian population>>. *Arquivos Brasileiros de Endocrinología y Metabología*, [Versión electrónica] 48(3): 345-361. [Consultado en febrero de 2005] Disponible en:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27302004000300004&tlng=es&lng=en&nrm=iso
4. Albala, Cecilia. 2002. *Capítulo IX: Evaluación del estado nutricional en el anciano*. Manual de geriatría del Programa de geriatría y gerontología. Universidad Católica de Chile. Escuela de Medicina. Departamento de Medicina Interna.
http://escuela.med.puc.cl/paginas/udas/Geriatria/Geriatria_Manual/Geriat_M_31.html
5. Altman, Douglas y M. Altman. 1983. << Measurement in Medicine: the Analysis of Method Comparison Studies >>. *The Statistician*. (32) 307-317
6. Arús, Mirella. 2003. <<Nutrición en el paciente con cáncer: hacia una mejor calidad de vida>>. Notas del Congreso *Calidad de vida y nutrición*. Laboratorio NOVARTIS®. 21-22 de noviembre. Francia.
7. Bermúdez, Odilia, *et al.* 1999. <<Development of sex-specific equations for estimating stature of frail elderly Hispanics living in the northeastern United States>>. *The American Journal of clinical nutrition*. Estados Unidos. (69):992-998.
8. Berdasco, Antonio. 2002. <<Evaluación del estado nutricional del adulto mediante la antropometría>>. *Revista Cubana de alimentación y nutrición*. . Cuba. 16(2):146-152
9. Bland, Martin y D. Altman. 1984. *Comparing methods of measurement: why plotting difference against standard method is misleading*. Inglaterra. Departamento de epidemiología clínica y medicina social de la escuela de medicina del hospital St. George. 7 págs.
10. _____; 1986. <<Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement>>. *The Lancet*. Inglaterra. 307-310.
11. _____; 1996. <<Statistics Notes: Measurement error proportional to the mean>>. *British Medical Journal*. (313):106.

12. _____; 1996a. <<Statistics Notes: Measurement error and correlation coefficients>>. *British Medical Journal*. (313):41-42.
13. _____; 1999. <<Measuring agreement in method comparison studies>>. *Statistical Methods in Medical Research*. (8), 135-160.
14. Bland, Martin. <<Applying the Right Statistics: Analyses of Measurement Studies>> Notas de la conferencia dictada en el congreso científico anual de radiología clínica del colegio de radiólogos. Septiembre 19 de 2001. Inglaterra.
15. _____; 2004. <<How can I decide the sample size for a study of agreement between two methods of measurement?>> Inglaterra. Departamento de epidemiología clínica y medicina social de la escuela de medicina del hospital St. George. <http://www-users.york.ac.uk/~mb55/meas/sizemeth.htm>
16. _____; 2004a. << Citation history of Bland and Altman (1986)>> Inglaterra. <http://www-users.york.ac.uk/~mb55/meas/history.htm>
17. _____; 2005. << How do I estimate limits of agreement when the mean or SD of differences is not constant?>> Inglaterra. Departamento de epidemiología clínica y medicina social de la escuela de medicina del hospital St. George. <http://www-users.york.ac.uk/~mb55/meas/glucose.htm>
18. Carrasco, Fernando. 2001. *Evaluación de la composición corporal*. Departamento de nutrición. Facultad de Medicina. Universidad de Chile. [Chile] 24 págs.
19. Cogill, Lois. 2003. *Anthropometric indicators measurement guide*. Food and nutrition technical assistant project, FANTA-project. Estados Unidos, US-AID. 92 págs.
20. Cohen, Judith. 2000. *Validación del método de evaluación global subjetiva en niños de cuidados intensivos*. Tesis para licenciatura en nutrición clínica de la Universidad Francisco Marroquín. Guatemala. [Publicación electrónica] <http://www.nutricion.ufm.edu.gt/tesis/JudithCohen.asp>
21. *Cómo estandarizar la técnica de tomar peso y talla*. Instituto de nutrición de Centro América y Panamá, INCAP. Guatemala. 14 págs.
22. Chumlea William, *et al.* 1985. <<Estimating Stature from Knee Height for persons 60 to 90 years of age>> *Journal of the American Geriatric Society*. Estados Unidos. (33): 116-120.
23. De Onis, M. y J. Habitch. 1996. <<Antropometric reference data for international use: Recommendations from a World Health Organization Expert Committee>>. Resúmen. *The American Journal of clinical nutrition*. (64): 650-658. [Publicación electrónica] http://www.ajcn.org/cgi/content/abstract/64/4/650?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESULTFORM=AT=&andorexactfulltext=and&searchid=1109377157078_14430&stored_search=&FIRSTINDEX=0&sortspec=relevance&volume=64&firstpage=650&resource=1&journalcode=ajcn

24. De Witte, K. *et al.* 2002. << Application of the Bland–Altman Plot for Interpretation of Method-Comparison Studies: A Critical Investigation of Its Practice>> *Clinical Chemistry*. (48):799-801
25. Dugdale, A. 1971. <<An age-independent anthropometric index of nutritional status>>. *The American Journal of clinical nutrition*. Estados Unidos. (24):174–176.
26. Enciclopedia Columbia, Sexta edición. 2004. Columbia University Press.
<http://www.bartleby.com/65/an/anthrpmism.html>
27. Gordon, Sack *et al.* 2000. <<Use of Subjective Global Assessment to Identify Nutrition-Associated Complications and Death in Geriatric Long-Term Care Facility Residents>> *Journal of the American College of Nutrition*. 19(5): 570–577
28. Halligan, S. 2002. <<Reproducibility, repeatability, correlation and measurement error.>> *British Journal of Radiology* 75,193-194
29. Hebat, Adriana *et al.* 1997. <<Evaluación del estado nutricional del individuo hospitalizado>> *Nuestro Hospital*. 1(3): 8-9. Hospital Nacional Prof. Dr. Alejandro Posadas. Argentina. [Publicación electrónica] http://www.hospitalposadas.org.ar/revistadig/1997/n3/1_3_nutpachos.pdf
30. Hodgson, Isabel. 2001. *Capítulo 18. Evaluación del estado nutricional*. Manual de pediatría. Universidad Católica de Chile. Escuela de Medicina. Departamento de pediatría.
<http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/ManualPed/EvalEstadNutric.html>
31. Hopkins, Will. 2000. <<Measures of validity>>. Sports science.
<http://www.sportsci.org/resource/stats/index.html>
32. _____; 2004. << Bias in Bland-Altman But Not Regression Validity Analyses>>. *Sports science* (8):42-46. Nueva Zelanda. <http://www.sportsci.org/jour/04/wghbias.htm>
33. Huang, Terry, *et al.* 2003. <<Predicting Total Body Fat From Anthropometry In Latino Children>>. *Obesity Research* (11) 1192–1199.
34. Instituto nacional de estadística, INE. 2001. Encuesta de condiciones de vida, ENCOVI.
35. *Instrucciones para medir y pesar*. 1967. Serie “Enseñando nutrición” No. 10 Instituto de nutrición de Centro América y Panamá, INCAP. Guatemala. 5 págs.
36. Jelliffe, D. *et al.* 1971. <<Age Independent Anthropometry>>. *American journal of clinical nutrition*. Estados Unidos. (24): 1377-1379.
37. Kuczmarski, Robert y K. Flegal. 2000. <<Criteria for Definition of Overweight in Transition: Background and Recommendations for the United States>>. *The American Journal of clinical nutrition*. Estados Unidos. (72): 1074–1081.
38. Levin, Jack. 1979. *Fundamentos de estadística en la investigación social*. Segunda edición. México, Harla. 305 pp.

39. Levin, Richard y D. Rubin. 1996. *Estadística para administradores*. Sexta edición. Prentice Hall. México. 1137 págs.
40. Lohman, Timothy, *et al.* 1999. *Anthropometric standarization reference manual*. Human kinetics books. Illinois. 170 págs
41. Magnani, Roberto. 2001. *Guía de muestreo*. Food and nutrition technical assistant project, FANTA-project. /US-AID. Estados Unidos, US-AID. 65 págs.
42. Mandirola, Humberto. 1997. *Evaluación clínica del estado nutricional de pacientes hospitalizados*. Tesis para doctorado en medicina de la Universidad de Buenos Aires. Argentina. [Publicación electrónica]. <http://www.biocom.com.ar/Tesis/TESIS.htm>
43. Molinero, Luis. 2001. *Errores de medida en variables numéricas: correlación y concordancia*. Asociación de la Sociedad española de hipertensión. Sección de bioestadística. [España]. 8 págs. <http://www.seh-lelha.org/pdf/concor1.pdf>.
44. Monterrey, Pablo y C. Porrata. 2001. <<Procedimiento gráfico para la evaluación del estado nutricional de adultos según el índice de masa corporal>> *Revista cubana de alimentación y nutrición*. Cuba. 15(1):62-67
45. Pita, Salvador y S. Pértega. 1997. <<Relación entre variables cuantitativas>>. FISTIERRA – Cadernos de atención primaria. (4) 141-144. España. 8 págs. http://www.fisterra.com/mbe/investiga/var_cuantitativas/var_cuantitativas2.pdf
46. Pértega, Salvador y S. Pita. 2000. <<Técnicas de regresión: regresión lineal simple>>. FISTIERRA - Metodología de la investigación. España. 7 págs. http://www.fisterra.com/mbe/investiga/regre_lineal_simple/regre_lineal_simple2.pdf
47. _____; 2001. <<Representación gráfica en el análisis de datos>>. FISTIERRA - Metodología de la investigación. España. 11 págs. <http://www.fisterra.com/mbe/investiga/graficos/graficos2.pdf>
48. Pita, Salvador y S. Pértega. 2003. <<Pruebas diagnósticas>>. FISTIERRA - Metodología de la investigación. España. 6 págs. http://www.fisterra.com/mbe/investiga/pruebas_diagnosticas/pruebas_diagnosticas2.pdf
49. _____; 2004. <<La fiabilidad de las mediciones clínicas: el análisis de concordancia para variables numéricas>>. FISTIERRA - Metodología de la investigación. España. 11 págs. http://www.fisterra.com/mbe/investiga/conc_numerica/conc_numerica2.pdf
50. Ramírez, Marisa, 1990. *Modelo antropométrico para la predicción de peso corporal en pacientes adultos del Hospital General San Juan de Dios*. Tesis de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 76 págs.

51. Rosales, Leila. 2000. *Validación de dos técnicas para medir composición corporal en adultos guatemaltecos de áreas urbanas*. Tesis para licenciatura en nutrición de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 68 págs.
52. Saucedo-Molina, Teresa, *et al.* 1998. <<Validación del índice nutricional en preadolescentes mexicanos con el método de sensibilidad y especificidad>>. *Salud Publica de México*. (40):392-397.
53. Tanchoco, Celeste y C. Duante. 2002. <<Arm span and knee height as proxy indicators for height.>> *The FNRI digest*. [Publicación electrónica]. Food and nutrition research institute.(FNRI) Filipinas. [Consultado en febrero de 2005] Disponible en: <http://www.fnri.dost.gov.ph/htm/armspan.htm>
54. Universidad de Zaragoza, UNIZAR. 2001. Contenido del curso de dietoterapia en el niño y el adolescente. Maestría en dietética y nutrición. *Tema 41: Evaluación del estado nutricional: antropometría*.
55. _____. 2001a. *Ingesta alimentaria y estado nutricional*. Centro de documentación científica.
56. Wakat, Diane, *et al.* 1971. <<Correlation between body volume and body mass in men>>. *The American Journal of clinical nutrition*. Estados Unidos. (24): 1308–1312.
57. Westgard, James. 1974. <<Criteria for judging precision and accuracy in method development and evaluation>>. *Clinical Chemistry* . (20): 825-833.
58. _____.; 2000. Lesson 23. Method validation: the comparison of methods experiment. En WESTGARD QC. [Sito web] Sección Lessons. [Consultado en febrero de 2005] Disponible en: <http://www.westgard.com/lesson23.htm>

XII. APÉNDICES

APÉNDICE A
INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En el software Documents to go[®] se creó una hoja electrónica para cada estrato de los que conformaron la muestra con el siguiente formato:

#	NOMBRE	Sexo*	Edad (años)	Circunferencia media del brazo	Circunferencia de pantorrilla	Peso real
1				__ . __ cm	__ . __ cm	__ . __ Lb
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						

*Se incluyó el sexo por razones de facilidad en la tabulación posteriormente.

APÉNDICE B
CARTA DE SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN

Guatemala, junio 22 de 2005

Licenciada
Lourdes Ochaeta, Directora
Departamento de Alimentación y Dietética
Hospital Roosevelt
Guatemala

Estimada Lic. Ochaeta,

Le saludo deseándole éxito en sus labores diarias.

Como es de su conocimiento, me encuentro realizando mi Trabajo de graduación para la licenciatura en nutrición, cuyo título es “Validación del Índice de Viteri como método para la predicción de peso en adultos con edad entre 20 y 49 años”, con el objetivo de ajustar este método para una población de adultos hospitalizados de manera que al final del estudio espero obtener una ecuación sencilla que permita optimizar la evaluación nutricional realiza a los pacientes.

Por este medio me permito solicitar su autorización para realizar el trabajo de campo en el Hospital Roosevelt. El trabajo que realizaré, previa autorización de usted, consiste en la medición de la circunferencia de pantorrilla, circunferencia media de brazo y peso real a 102 individuos, hombres y mujeres, hospitalizados en los servicios de Medicina A, C, D, y E del Hospital a quienes se les pedirá anticipadamente su autorización. Las mediciones se realizarán de lunes a viernes, en horas de la mañana, entre 8:00 a.m y 12:00 p.m para no interrumpir la visita médica ni la visita personal de los pacientes.

Adjunto me permito enviar la justificación, objetivos, y metodología de la investigación para su revisión.

Agradezco su atención a la presente, esperando una respuesta favorable a mi solicitud.

Sin otro particular, me suscribo, con las muestras de mi estima y consideración.

Atentamente,

Laura Edith de León Trujillo
Licenciatura en nutrición
Universidad Del Valle de Guatemala

APÉNDICE C

PROCEDIMIENTO DE ESTANDARIZACIÓN

Adaptado de:

1. Cogill, Lois. 2003. *Anthropometric indicators measurement guide*. Food and nutrition technical assistant project, FANTA-project. Estados Unidos, US-AID. 92 págs.
 2. *Cómo estandarizar la técnica de tomar peso y talla*. Instituto de nutrición de Centro América y Panamá, INCAP. Guatemala. 14 págs.
 3. Lohman, Timothy, *et al.* 1999. *Anthropometric standarization reference manual*. Human kinetics books. Illinois. 170 págs
-

Antes de iniciar la estandarización se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

I. Requisitos

- A. El local.** Que el local fuera cómodo para el examinador, permitiéndole libertad de movimientos y que tuviera una temperatura ambiente normal y suficiente luz para permitir la correcta visibilidad de los números.
- B. Instrumento de recolección de datos o formulario de estandarización.** Para la estandarización se utilizó el formulario adjunto en el que se anotaron los datos. Este formulario se colocó cerca de donde se colocaban los instrumentos de manera que pudiera anotarse en él inmediatamente después de la observación, sin necesidad de movilizarse de uno a otro lugar, tiempo en el cual podría modificarse u olvidarse el dato tomado en la memoria.
- C. La cinta métrica.** La cinta métrica que se utilizó para las mediciones fue siempre la misma ya que aunque aparentemente todas las cintas son iguales, tienen diferencias entre ellas que hacen variar los resultados.

Se controló que la cinta estuviera completa en sus números, especialmente al principio.

D. El examinado. La persona que iba a ser medida debía encontrarse cómoda.

E. El examinador. La posición de la investigadora permitía la correcta lectura de los números; para ello se colocó frente al instrumento de medición a fin de leer los números en línea recta, evitando así los errores de visión.

F. La medición. Se leyó no solamente los centímetros, sino también los milímetros.

II. El procedimiento de estandarización

1. Asegurarse de tener todas las condiciones anteriores.
2. Asegurarse de tener todo el equipo necesario.
3. Se reunió a un grupo de 10 sujetos
4. Se les alineó y numeró
5. Se anotó en el formulario la fecha de la medición y que era la primera medición.
6. Se llamó al primer sujeto.
7. Se anotó en el formulario sus datos generales.
8. Se le midió.
9. Se anotó el resultado
10. Se retiró al sujeto
11. Se llamó al siguiente sujeto y se procedió de la misma forma.
12. Se continuó el ejercicio con los niños restantes.
13. Cambiar el orden de los sujetos en el grupo.
14. Tomar un nuevo formulario anotando la fecha de la medición e indicar que es la segunda medición.
15. Repetir el ejercicio llamando nuevamente al primer niño.
16. Anotar en el formulario sus datos generales.
17. Medirlo.
18. Anotar el resultado
19. Retirar al sujeto
20. Llamar al siguiente sujeto y proceder de la misma forma.
21. Continuar el ejercicio con los niños restantes.
22. Comparar las cifras obtenidas en las dos mediciones, estableciendo las diferencias.
23. Repetir el ejercicio de dos mediciones hasta que las diferencias sean mínimas, menos de 0.5cm.

III. EL FORMULARIO DE ESTANDARIZACIÓN

El formulario utilizado para ambas circunferencias fue el mismo, similar al que se muestra a continuación, solamente cambia la última columna según la medición que se realice.

Fecha: _____ Medición: _____

NO. DE ORDEN	NOMBRE	FECHA DE NACIMIENTO	EDAD	SEXO	CIRCUNFERENCIA
1					___ . __ cm
2					___ . __ cm
3					___ . __ cm
4					___ . __ cm
5					___ . __ cm
6					___ . __ cm
7					___ . __ cm
8					___ . __ cm
9					___ . __ cm
10					___ . __ cm

APÉNDICE D
MARCO MUESTRAL UTILIZADO PARA LA SISTEMATIZACIÓN

Medicina A		Medicina C		Medicina D		Medicina E	
# de cama	# orden	# de cama	# orden	# de cama	# orden	# de cama	# orden
1	1	1	21	1	61	1	101
2	2	2	22	2	62	2	102
3	3	3	23	3	63	3	103
4	4	4	24	4	64	4	104
5	5	5	25	5	65	5	105
6	6	6	26	6	66	6	106
7	7	7	27	7	67	7	107
8	8	8	28	8	68	8	108
9	9	9	29	9	69	9	109
10	10	10	30	10	70	10	110
11	11	11	31	11	71	11	111
12	12	12	32	12	72	12	112
13	13	13	33	13	73	13	113
14	14	14	34	14	74	14	114
15	15	15	35	15	75	15	115
16	16	16	36	16	76	16	116
17	17	17	37	17	77	17	117
18	18	18	38	18	78	18	118
19	19	19	39	19	79	19	119
20	20	20	40	20	80	20	120
		21	41	21	81	21	121
		22	42	22	82	22	122
		23	43	23	83	23	123
		24	44	24	84	24	124
		25	45	25	85	25	125
		26	46	26	86	26	126
		27	47	27	87	27	127
		28	48	28	88	28	128
		29	49	29	89	29	129
		30	50	30	90	30	130
		31	51	31	91	31	131
		32	52	32	92	32	132
		33	53	33	93	33	133
		34	54	34	94	34	134
		35	55	35	95	35	135
		36	56	36	96	36	136
		37	57	37	97	37	137
		38	58	38	98	38	138
		39	59	39	99	39	139
		40	60	40	100	40	140

APÉNDICE E

CONSENTIMIENTO INFORMADO

La siguiente información le será explicada verbalmente a cada persona como parte de la invitación a participar en el estudio antes de empezar a realizarle las mediciones antropométricas.

Sr. o Sra. X:

Se le invita a participar en un estudio de investigación de la relación entre dos medidas corporales y el peso de una persona. Antes de que decida participar o no, es importante que usted comprenda y acepte la siguiente información. Si tiene usted alguna duda pregúntela según se le va explicando.

<i>Aspecto a tratar</i>	<i>Explicación que se dará</i>
PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA	Su participación es totalmente voluntaria y no afectará su tratamiento médico durante su hospitalización.
OBJETIVO DEL ESTUDIO:	El estudio busca encontrar una fórmula matemática para poder calcular el peso en pacientes que por alguna razón no pueden ser pesados con una balanza.
PROCEDIMIENTO:	Si decide participar en este estudio lo que se le va a realizar es lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> – Se le va a medir la pantorrilla y el brazo con un metro. – Se le va a medir el peso con una balanza digital. Para esto no es necesario que usted vaya a ningún lugar ya que si acepta, va a ser medido en su cama.
DURACIÓN:	El tiempo en el que se le realizará las mediciones será aproximadamente 5 minutos.
RIESGOS:	No existe algún riesgo o molestia asociado a las mediciones que se le realizaran.
BENEFICIOS	<ul style="list-style-type: none"> – El beneficio que usted obtendrá por participar es que conocerá su peso y otras medidas corporales. – El beneficio que se espera obtener con el estudio es mejorar la forma de evaluar a los pacientes que no pueden levantarse.
COSTO:	Las mediciones se le harán sin cobro alguno.
COMPENSACIÓN:	No se le dará compensación económica por su participación en el estudio.
DERECHO A PREGUNTAR	Usted tiene oportunidad de preguntar cualquier duda sobre el estudio y todas ellas le serán respondidas.

Si ha comprendido la información y voluntariamente decide participar en el estudio, entonces será medido.

Muchas gracias.

APÉNDICE F

METODOLOGÍA PARA LA TOMA DE LAS MEDICIONES

I. Medición de la circunferencia de pantorrilla, CP

A. Condiciones

- El sujeto debía tener ropa que le permitiera tener expuesta la pantorrilla hasta la rodilla, lo cual se logró ya que la ropa del hospital es ancha.

B. Procedimiento

- 1) Se pedía al sujeto que se sentara en la orilla de la cama de manera que las piernas colgaran libremente.
- 2) Se colocaba la cinta métrica alrededor de la pantorrilla, moviéndola distal y proximalmente hasta encontrar el punto más ancho de esta en el plano paralelo a la pantorrilla.
- 3) Se colocaba la cinta métrica de forma perpendicular alrededor del punto ajustándola sin comprimir el tejido.
- 4) Se hacía la lectura en voz alta y se anotaba en el formulario.

II. Medición de la circunferencia media del brazo, CMB

A. Condiciones

- El sujeto debía tener ropa que le permitiera tener expuesto el brazo, para lo cual se le pedía que se usaran batas o suéteres que no cumplieran con esto.

B. Procedimiento

- 1) La investigadora se paraba a la par del sujeto.
- 2) Se pedía al sujeto que se parase recto con el codo flexionado a 90° y con la palma de la mano hacia arriba.
- 3) Se localizaba la punta lateral del acromión palpando a lo largo de la superficie de la escápula y se hacía una marca visible sobre la piel con lapicero.

- 4) Luego se localizaba la punta lateral del oleacrón palpando el codo y se hacía una marca visible sobre la piel con lapicero.
- 5) Se unía las dos marcas con el metro, se determinaba con este la distancia entre ellas y se localizaba el punto medio. Luego se hacía una marca visible sobre la piel con lapicero.
- 6) Se pedía al sujeto que relajara el brazo y que lo dejara colgando libremente al lado del tronco con la palma de la mano hacia los muslos.
- 7) Se colocaba la cinta métrica de forma perpendicular alrededor del punto medio ajustándola sin comprimir el tejido.
- 8) Se hacía la lectura en voz alta y se anotaba en el formulario.

III. Medición del peso, W

A. Condiciones

- Los sujetos se pesaron descalzos y con la menor cantidad de ropa posible.

B. Procedimiento

- 1) Se solicitaba al sujeto que se despojara de cualquier objeto extra que tuviera en el cuerpo: anillos, cadenas, relojes, etc. y en la bolsa o en las manos.
- 2) Se pedía al sujeto que se colocara sobre la balanza en el centro de la plataforma viendo hacia delante.
- 3) Se solicitaba al sujeto que no se moviera y que se mantuviera en posición recta y viendo hacia delante. Una vez quieto el sujeto, cuando la balanza indica con sonido que ya realizó la medición, hacer la lectura del peso en voz alta y anotar en el formulario.

APÉNDICE G
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ANTROPOMÉTRICA

#	Sexo	Edad en años	Circunferencia		Peso real en libras	Peso real en kilogramos		Promedio (We+Wr)/2	Diferencia Wr - We
			media del brazo CMB	de pantorrilla CP		Wr	Peso estimado en kilogramos We		
1	f	27	22.2	30.7	94.6	42.6	52.9	47.8	-10.3
2	f	23	23.6	18.5	77.0	34.7	42.1	38.4	-7.4
3	f	23	22.3	29.0	86.6	39.0	51.3	45.2	-12.3
4	f	26	21.3	29.5	111.2	50.1	50.8	50.4	-0.7
5	f	21	34.5	40.6	184.6	83.2	75.1	79.1	8.1
6	f	25	25.1	36.7	103.8	46.8	61.8	54.3	-15.0
7	f	22	19.3	32.3	103.0	46.4	51.6	49.0	-5.2
8	f	24	21.4	30.0	101.4	45.7	51.4	48.5	-5.7
9	f	27	19.8	31.4	102.5	46.2	51.2	48.7	-5.0
10	f	29	22.3	28.4	101.0	45.5	50.7	48.1	-5.2
11	f	20	24.0	27.6	98.4	44.3	51.6	48.0	-7.3
12	f	21	21.5	33.1	108.6	48.9	54.6	51.8	-5.7
13	f	23	21.9	29.2	98.3	44.3	51.1	47.7	-6.8
14	f	26	25.7	34.1	123.5	55.6	59.8	57.7	-4.2
15	f	29	24.1	31.3	114.0	51.4	55.4	53.4	-4.0
16	f	26	19.9	28.3	89.0	40.1	48.2	44.1	-8.1
17	f	25	21.1	27.5	91.0	41.0	48.6	44.8	-7.6
18	m	28	30.1	38.7	150.4	67.7	68.8	68.3	-1.1
19	m	22	24.2	29.7	96.8	43.6	53.9	48.8	-10.3
20	m	29	22.1	26.6	96.8	43.6	48.7	46.2	-5.1
21	m	23	28.1	37.4	121.6	54.8	65.5	60.1	-10.7
22	m	20	21.7	28.0	97.2	43.8	49.7	46.7	-5.9
23	m	22	24.0	30.8	107.4	48.4	54.8	51.6	-6.4
24	m	25	31.0	37.8	161.4	72.7	68.8	70.8	3.9
25	m	22	29.7	32.3	139.0	62.6	62.0	62.3	0.6
26	m	27	21.8	28.6	102.9	46.4	50.4	48.4	-4.0
27	m	29	22.5	31.4	110.1	49.6	53.9	51.7	-4.3
28	m	28	25.3	30.1	99.3	44.7	55.4	50.1	-10.7
29	m	26	24.6	31.3	107.3	48.3	55.9	52.1	-7.6
30	m	24	26.1	29.9	96.0	43.2	56.0	49.6	-12.8
31	m	21	28.4	37.1	126.0	56.8	65.5	61.1	-8.7
32	m	20	26.1	31.5	116.2	52.3	57.6	55.0	-5.3
33	m	25	23.1	31.6	104.0	46.8	54.7	50.8	-7.9
34	m	28	25.0	29.8	101.8	45.9	54.8	50.3	-8.9
35	f	30	26.5	30.8	109.6	49.4	57.3	53.3	-7.9
36	f	36	29.8	33.8	125.2	56.4	63.6	60.0	-7.2
37	f	34	21.5	31.8	108.4	48.8	53.3	51.1	-4.5
38	f	30	25.8	34.9	128.2	57.7	60.7	59.2	-3.0
39	f	34	24.2	29.8	104.2	46.9	54.0	50.5	-7.1

APÉNDICE G (Continuación)
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ANTROPOMÉTRICA

#	Sexo	Edad en años	Circunferencia media del brazo	Circunferencia de pantorrilla	Peso real en libras	Peso real en kilogramos	Peso estimado en kilogramos	Promedio (We+Wr)/2	Diferencia Wr - We
			CMB	CP		Wr	We		
40	f	30	19.1	24.5	80.8	36.4	43.6	40.0	-7.2
41	f	33	20.3	28.9	92.0	41.4	49.2	45.3	-7.8
42	f	37	24.6	32.1	112.6	50.7	56.7	53.7	-6.0
43	f	34	17.0	29.1	94.0	42.3	46.1	44.2	-3.8
44	f	31	21.5	31.7	105.3	47.4	53.2	50.3	-5.8
45	f	36	23.6	31.6	113.0	50.9	55.2	53.1	-4.3
46	f	34	17.5	32.6	93.6	42.2	50.1	46.1	-7.9
47	f	32	19.7	27.6	84.0	37.8	47.3	42.6	-9.5
48	f	33	18.4	27.9	91.8	41.4	46.3	43.8	-4.9
49	f	36	27.4	32.5	140.0	63.1	59.9	61.5	3.2
50	f	39	27.3	29.7	121.4	54.7	57.0	55.8	-2.3
51	f	30	23.6	31.2	108.9	49.1	54.8	51.9	-5.7
52	m	33	32.7	38.0	188.0	84.7	70.7	77.7	14.0
53	m	33	25.9	24.3	123.2	55.5	50.2	52.8	5.3
54	m	33	25.3	27.9	142.6	64.2	53.2	58.7	11.0
55	m	39	32.1	35.8	140.0	63.1	67.9	65.5	-4.8
56	m	38	33.7	38.3	153.2	69.0	72.0	70.5	-3.0
57	m	36	30.9	36.2	132.0	59.5	67.1	63.3	-7.6
58	m	31	23.9	33.5	109.3	49.2	57.4	53.3	-8.2
59	m	35	20.1	27.2	96.9	43.6	47.3	45.5	-3.7
60	m	34	27.3	29.2	120.3	54.2	56.5	55.3	-2.3
61	m	32	19.6	30.3	99.5	44.8	49.9	47.4	-5.1
62	m	39	23.2	32.3	105.9	47.7	55.5	51.6	-7.8
63	m	30	21.8	29.6	103.2	46.5	51.4	48.9	-4.9
64	m	37	23.7	29.6	98.7	44.5	53.3	48.9	-8.8
65	m	33	25.3	29.9	114.1	51.4	55.2	53.3	-3.8
66	m	31	21.2	26.9	91.6	41.3	48.1	44.7	-6.8
67	m	32	21.5	29.9	103.7	46.7	51.4	49.1	-4.7
68	m	37	26.7	31.6	149.4	67.3	58.3	62.8	9.0
69	f	45	20.8	27.3	83.8	37.7	48.1	42.9	-10.4
70	f	41	27.6	34.5	121.2	54.6	62.1	58.3	-7.5
71	f	40	24.6	29.9	106.8	48.1	54.5	51.3	-6.4
72	f	47	16.8	34.5	126.2	56.8	51.3	54.1	5.5
73	f	42	34.7	38.4	190.8	85.9	73.1	79.5	12.8
74	f	47	18.3	27.9	90.2	40.6	46.2	43.4	-5.6
75	f	43	25.0	30.3	110.8	49.9	55.3	52.6	-5.4
76	f	42	26.6	30.4	115.8	52.2	57.0	54.6	-4.8
77	f	48	25.7	25.3	101.6	45.8	51.0	48.4	-5.2
78	f	49	28.0	35.4	124.0	55.9	63.4	59.6	-7.5

APÉNDICE G (Continuación)
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ANTROPOMÉTRICA

#	Sexo	Edad en años	Circunferencia media del brazo	Circunferencia de pantorrilla	Peso real en libras	Peso real en kilogramos	Peso estimado en kilogramos	Promedio (We+Wr)/2	Diferencia Wr - We
			CMB	CP		Wr	We		
79	f	50	22.6	28.9	87.4	39.4	51.5	45.4	-12.1
80	f	49	27.0	33.0	120.0	54.1	60.0	57.0	-5.9
81	f	49	25.8	32.4	101.8	45.9	58.2	52.0	-12.3
82	f	49	19.4	24.4	92.8	41.8	43.8	42.8	-2.0
83	f	48	24.4	30.8	110.4	49.7	55.2	52.5	-5.5
84	f	43	26.8	30.6	116.2	52.3	57.4	54.9	-5.1
85	f	47	31.3	32.4	130.1	58.6	63.7	61.2	-5.1
86	m	48	25.7	32.9	111.4	50.2	58.6	54.4	-8.4
87	m	42	23.7	29.5	100.0	45.0	53.2	49.1	-8.2
88	m	45	22.1	32.1	117.7	53.0	54.2	53.6	-1.2
89	m	47	24.2	29.9	104.6	47.1	54.1	50.6	-7.0
90	m	40	24.7	34.0	118.4	53.3	58.7	56.0	-5.4
91	m	49	28.9	32.6	145.6	65.6	61.5	63.5	4.1
92	m	42	32.5	37.0	169.6	76.4	69.5	72.9	6.9
93	m	46	21.3	30.2	90.2	40.6	51.5	46.1	-10.9
94	m	41	23.6	28.3	89.4	40.3	51.9	46.1	-11.6
95	m	43	30.0	34.1	131.3	59.1	64.1	61.6	-5.0
96	m	42	33.2	36.4	149.7	67.4	69.6	68.5	-2.2
97	m	40	29.9	33.1	132.6	59.7	63.0	61.4	-3.3
98	m	47	27.8	31.2	117.3	52.8	59.0	55.9	-6.2
99	m	49	27.8	33.2	118.8	53.5	61.0	57.3	-7.5
100	m	44	31.7	34.9	136.9	61.7	66.6	64.1	-4.9
101	m	42	24.0	26.0	112.0	50.5	50.0	50.2	0.5
102	m	49	32.5	35.1	142.2	64.1	67.6	65.8	-3.5
Media		34.5	24.9	31.3	114.0	51.3	56.1	53.7	-4.8
SD		9.0	4.1	3.6	22.6	10.2	7.0	8.3	5.3

APÉNDICE H
DATOS DE LA VALIDACIÓN DE LA ECUACIÓN DE AJUSTE A PROPONER

#	Datos		Peso corporal según cada método				Diferencia (Balanza - Método)		
	a	b	c	d	e	f	g	h	i
	Sexo	Edad	Balanza	Ecuación de Viteri	Modelo Lineal	Modelo Polinomial	Ecuación de Viteri	Modelo Lineal	Modelo Polinomial
1	f	23	34.7	42.1	33.6	39.1	-7.4	1.1	-4.5
2	f	30	36.4	43.6	35.5	39.8	-7.2	0.9	-3.4
3	f	45	37.7	48.1	41.2	42.4	-10.4	-3.4	-4.7
4	f	32	37.8	47.3	40.2	41.9	-9.5	-2.3	-4.0
5	f	23	39.0	51.3	45.2	45.0	-12.3	-6.2	-6.0
6	f	50	39.4	51.5	45.5	45.2	-12.1	-6.1	-5.8
7	f	26	40.1	48.2	41.3	42.5	-8.1	-1.2	-2.4
8	m	41	40.3	51.9	46.0	45.5	-11.6	-5.7	-5.3
9	f	47	40.6	46.2	38.8	41.2	-5.6	1.8	-0.6
10	m	46	40.6	51.5	45.5	45.2	-10.9	-4.9	-4.5
11	f	25	41.0	48.6	41.8	42.8	-7.6	-0.8	-1.8
12	m	31	41.3	48.1	41.2	42.4	-6.8	0.1	-1.2
13	f	33	41.4	46.3	38.9	41.2	-4.9	2.4	0.1
14	f	33	41.4	49.2	42.6	43.3	-7.8	-1.1	-1.8
15	f	49	41.8	43.8	35.7	39.9	-2.0	6.1	1.9
16	f	34	42.2	50.1	43.7	44.0	-7.9	-1.6	-1.8
17	f	34	42.3	46.1	38.7	41.1	-3.8	3.7	1.2
18	f	27	42.6	52.9	47.3	46.5	-10.3	-4.7	-3.9
19	m	24	43.2	56.0	51.2	49.7	-12.8	-7.9	-6.5
20	m	22	43.6	53.9	48.5	47.5	-10.3	-4.9	-3.9
21	m	29	43.6	48.7	41.9	42.9	-5.1	1.7	0.7
22	m	35	43.6	47.3	40.2	41.9	-3.7	3.5	1.8
23	m	20	43.8	49.7	43.2	43.6	-5.9	0.6	0.1
24	f	23	44.3	51.1	45.0	44.8	-6.8	-0.7	-0.5
25	f	20	44.3	51.6	45.6	45.3	-7.3	-1.3	-0.9
26	m	37	44.5	53.3	47.8	46.9	-8.8	-3.3	-2.4
27	m	28	44.7	55.4	50.4	49.1	-10.7	-5.7	-4.3
28	m	32	44.8	49.9	43.5	43.8	-5.1	1.4	1.0
29	m	42	45.0	53.2	47.6	46.8	-8.2	-2.6	-1.7
30	f	29	45.5	50.7	44.5	44.5	-5.2	1.0	1.0
31	f	24	45.7	51.4	45.4	45.1	-5.7	0.3	0.6
32	f	48	45.8	51.0	44.9	44.7	-5.2	0.9	1.0
33	m	28	45.9	54.8	49.7	48.4	-8.9	-3.8	-2.6
34	f	49	45.9	58.2	54.0	52.4	-12.3	-8.1	-6.5
35	f	27	46.2	51.2	45.1	44.9	-5.0	1.1	1.3

APÉNDICE H (Continuación)
DATOS DE LA VALIDACIÓN DE LA ECUACIÓN DE AJUSTE A PROPONER

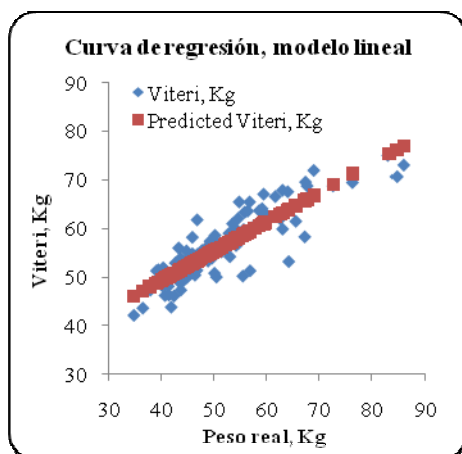
#	Datos		Peso corporal según cada método				Diferencia (Balanza - Método)		
	a	b	c	d	e	f	g	h	i
	Sexo	Edad	Balanza	Ecuación de Viteri	Modelo Lineal	Modelo Polinomial	Ecuación de Viteri	Modelo Lineal	Modelo Polinomial
36	m	27	46.4	50.4	44.1	44.2	-4.0	2.3	2.1
37	f	22	46.4	51.6	45.6	45.3	-5.2	0.8	1.1
38	m	30	46.5	51.4	45.4	45.1	-4.9	1.1	1.4
39	m	32	46.7	51.4	45.4	45.1	-4.7	1.3	1.6
40	f	25	46.8	61.8	58.5	57.2	-15.0	-11.8	-10.5
41	m	25	46.8	54.7	49.5	48.3	-7.9	-2.7	-1.5
42	f	34	46.9	54.0	48.7	47.6	-7.1	-1.7	-0.6
43	m	47	47.1	54.1	48.8	47.7	-7.0	-1.7	-0.6
44	f	31	47.4	53.2	47.6	46.8	-5.8	-0.2	0.7
45	m	39	47.7	55.5	50.6	49.2	-7.8	-2.9	-1.5
46	f	40	48.1	54.5	49.3	48.1	-6.4	-1.2	0.0
47	m	26	48.3	55.9	51.1	49.6	-7.6	-2.7	-1.3
48	m	22	48.4	54.8	49.7	48.4	-6.4	-1.3	0.0
49	f	34	48.8	53.3	47.8	46.9	-4.5	1.1	2.0
50	f	21	48.9	54.6	49.4	48.2	-5.7	-0.5	0.7
51	f	30	49.1	54.8	49.7	48.4	-5.7	-0.6	0.6
52	m	31	49.2	57.4	53.0	51.4	-8.2	-3.7	-2.1
53	f	30	49.4	57.3	52.8	51.3	-7.9	-3.5	-1.9
54	m	29	49.6	53.9	48.5	47.5	-4.3	1.1	2.1
55	f	48	49.7	55.2	50.2	48.8	-5.5	-0.4	0.9
56	f	43	49.9	55.3	50.3	48.9	-5.4	-0.4	1.0
57	f	26	50.1	50.8	44.6	44.6	-0.7	5.5	5.5
58	m	48	50.2	58.6	54.5	52.9	-8.4	-4.3	-2.7
59	m	42	50.5	50.0	43.6	43.9	0.5	6.9	6.6
60	f	37	50.7	56.7	52.1	50.5	-6.0	-1.4	0.2
61	f	36	50.9	55.2	50.2	48.8	-4.3	0.7	2.1
62	f	29	51.4	55.4	50.4	49.1	-4.0	0.9	2.3
63	m	33	51.4	55.2	50.2	48.8	-3.8	1.2	2.6
64	f	42	52.2	57.0	52.5	50.9	-4.8	-0.3	1.3
65	m	20	52.3	57.6	53.2	51.6	-5.3	-0.9	0.7
66	f	43	52.3	57.4	53.0	51.4	-5.1	-0.6	1.0
67	m	47	52.8	59.0	55.0	53.4	-6.2	-2.1	-0.5
68	m	45	53.0	54.2	48.9	47.8	-1.2	4.1	5.2
69	m	40	53.3	58.7	54.6	53.0	-5.4	-1.3	0.3
70	m	49	53.5	61.0	57.5	56.1	-7.5	-4.0	-2.6

APÉNDICE H (Continuación)
DATOS DE LA VALIDACIÓN DE LA ECUACIÓN DE AJUSTE A PROPONER

#	Datos		Peso corporal según cada método				Diferencia (Balanza - Método)		
	a	b	c	D	e	f	g	h	I
	Sexo	Edad	Balanza	Ecuación de Viteri	Modelo Lineal	Modelo Polinomial	Ecuación de Viteri	Modelo Lineal	Modelo Polinomial
71	f	49	54.1	60.0	56.2	54.7	-5.9	-2.2	-0.7
72	m	34	54.2	56.5	51.8	50.3	-2.3	2.4	3.9
73	f	41	54.6	62.1	58.9	57.7	-7.5	-4.3	-3.1
74	f	39	54.7	57.0	52.5	50.9	-2.3	2.2	3.8
75	m	23	54.8	65.5	63.2	63.0	-10.7	-8.4	-8.2
76	m	33	55.5	50.2	43.8	44.0	5.3	11.6	11.4
77	f	26	55.6	59.8	56.0	54.4	-4.2	-0.4	1.2
78	f	49	55.9	63.4	60.6	59.6	-7.5	-4.7	-3.8
79	f	36	56.4	63.6	60.8	59.9	-7.2	-4.4	-3.5
80	m	21	56.8	65.5	63.2	63.0	-8.7	-6.5	-6.2
81	f	47	56.8	51.3	45.2	45.0	5.5	11.6	11.9
82	f	30	57.7	60.7	57.1	55.7	-3.0	0.6	2.1
83	f	47	58.6	63.7	60.9	60.1	-5.1	-2.3	-1.5
84	m	43	59.1	64.1	61.4	60.7	-5.0	-2.3	-1.6
85	m	36	59.5	67.1	65.2	65.7	-7.6	-5.8	-6.2
86	m	40	59.7	63.0	60.0	59.0	-3.3	-0.3	0.7
87	m	44	61.7	66.6	64.6	64.8	-4.9	-2.9	-3.1
88	m	22	62.6	62.0	58.8	57.5	0.6	3.8	5.1
89	f	36	63.1	59.9	56.1	54.6	3.2	6.9	8.5
90	m	39	63.1	67.9	66.2	67.1	-4.8	-3.2	-4.0
91	m	49	64.1	67.6	65.9	66.6	-3.5	-1.8	-2.5
92	m	33	64.2	53.2	47.6	46.8	11.0	16.6	17.5
93	m	49	65.6	61.5	58.1	56.8	4.1	7.4	8.8
94	m	37	67.3	58.3	54.1	52.5	9.0	13.2	14.8
95	m	42	67.4	69.6	68.4	70.2	-2.2	-1.0	-2.8
96	m	28	67.7	68.8	67.4	68.7	-1.1	0.4	-1.0
97	m	38	69.0	72.0	71.4	74.8	-3.0	-2.4	-5.8
98	m	25	72.7	68.8	67.4	68.7	3.9	5.3	4.0
99	m	42	76.4	69.5	68.3	70.0	6.9	8.1	6.4
100	f	21	83.2	75.1	75.4	81.3	8.1	7.8	1.9
101	m	33	84.7	70.7	69.8	72.3	14.0	14.9	12.4
102	f	42	85.9	73.1	72.8	77.1	12.8	13.1	8.9

APÉNDICE I Análisis de residuos

A. Estadísticas



<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.873398
Coefficiente de determinación R^2	0.762824
R^2 ajustado	0.760452
Error típico	3.435106
Observaciones	102

Existe asociación entre las variables de interés. Dicha relación es positiva, es decir, al aumentar una aumenta la otra.

<i>Estadística descriptiva de la regresión</i>	
Media	51.33775
Error estándar	0.87937
Mediana	49.66792
Moda	47.64328
Desviación estándar	8.881198
Varianza	78.87569
Kurtosis	-0.04257
Simetría	0.627775
Rango	41.7582
Mínimo	33.59734
Máximo	75.35554
Suma	5236.451
Cuenta	102
Intervalo de confianza (95.0%)	1.744433

La distribución parece normal, el valor de kurtosis es menor que cero, lo que indica que la curva es una distribución platúrica, es decir, más plana que la campana de Gauss o bien, tiene un reducido grado de concentración de valores centrales.

El coeficiente de simetría es mayor que cero, lo que indica que es una distribución asimétrica positiva, es decir, se concentran más valores a la derecha de la media que a su izquierda presentando una distribución que parece normal.

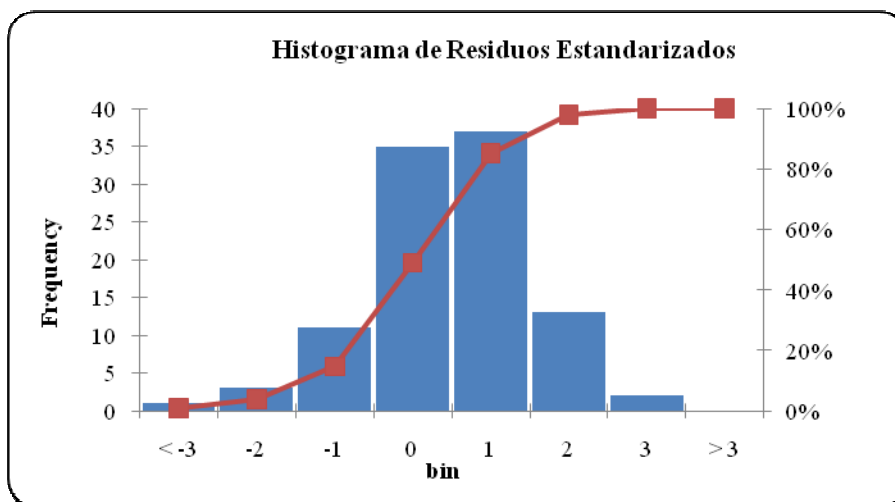
Análisis de varianza, ANOVA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	3795.186	3795.186	321.6272637	5.15103E-33
Residuos	100	1179.995	11.79995		
Total	101	4975.181			

Prueba t de regresion

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	-19.676	1.758857	14.31142	6.07005E-26	21.68221	28.66126	21.68222	28.66126
Variable X	1.265	0.033614	17.93397	5.15103E-33	0.536140	0.669519	0.536141	0.669519

B. Histograma de residuos estandarizados

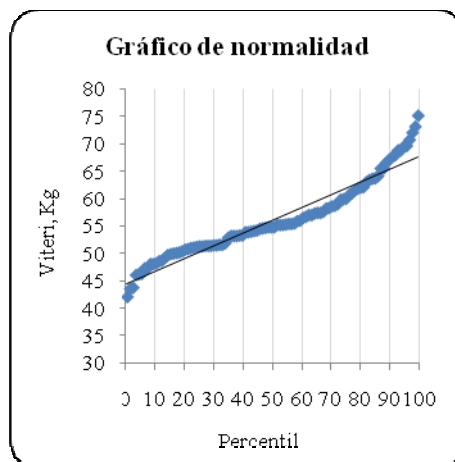


La distribución parece normal; adicionalmente, con esta gráfica puede confirmarse la asimetría positiva de dicha distribución.

C. Gráfico de probabilidad normal de residuos

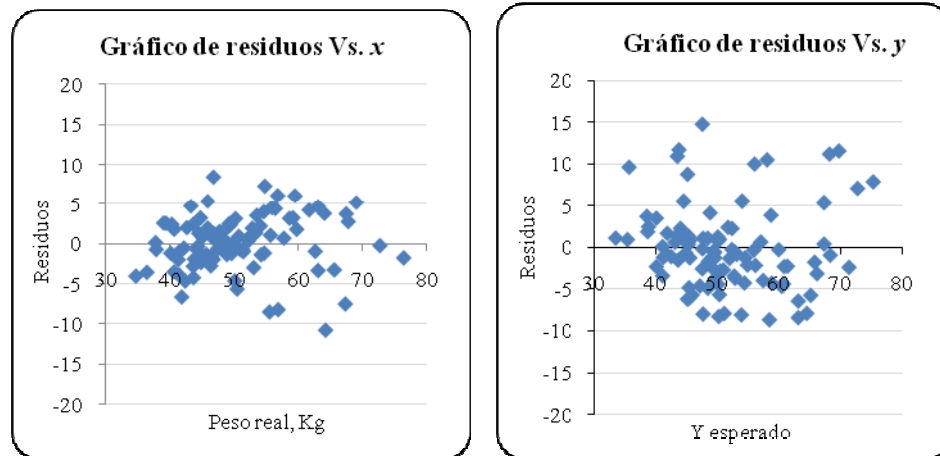
Una de las hipótesis básicas del modelo de diseño de experimentos es que los errores del modelo siguen una distribución normal. En caso de no cumplirse dicha condición, se puede afectar la estimación de la varianza y no se obtendría intervalos de confianza correctos del error experimental.

El gráfico de normalidad compara la frecuencia acumulada en forma de percentil por los residuos tipificados con la propabilidad esperada bajo la hipótesis de normalidad y la línea de tendencia de dichos residuos.



En la muestra de este estudio, los puntos parecen normalmente distribuidos ya que se encuentran cercanos a la línea de tendencia.

D. Gráficos de residuos



Los gráficos de residuos confirman que se cumplen las suposiciones de variación constante ya que la distribución de los puntos es en una franja de ancho constante a lo largo del eje x y también la de independencia de las variables pues se encuentran distribuidas aleatoriamente a lo largo del eje x y alrededor de cero.

El análisis de residuos demuestra que si se cumplen las suposiciones necesarias: los datos parecen normalmente distribuidos, la variación es constante por lo que el modelo es adecuado.