

EVALUACION DEL ESTADO NUTRICIONAL Y VALORACION BIOQUIMICA NUTRICIONAL EN PEDIATRIA

Gladys Barrera A. Prof. Asociado INTA, Universidad de Chile.

Raquel Burrows A. Prof. Asociado INTA, Universidad de Chile.

Tradicionalmente la evaluación del estado nutricional tuvo como objetivo determinar si las necesidades fisiológicas, bioquímicas y metabólicas de los diferentes nutrientes estaban cubiertas por la ingestión de los alimentos en la dieta. Chile y el mundo están experimentando cambios socioeconómicos, ambientales, de salud pública y nutricionales que se han traducido en un cambio en el perfil epidemiológico. Ello ha significado que nuestro país pasó en pocos años, de una situación de pre transición epidemiológica y nutricional, con elevados índices de enfermedades materno-infantiles, infecciosas y desnutrición, a una situación de post transición con un evidente predominio de enfermedades crónicas no transmisibles, como las cardiovasculares, cáncer, diabetes, osteoporosis, enfermedades neurológicas y degenerativas, y en el ámbito nutricional, a las enfermedades asociadas a una malnutrición por exceso, por lo que pesquisar tempranamente los trastornos metabólicos asociados al mayor riesgo de estas enfermedades es muy importante y ese es un objetivo que debemos agregar cuando hacemos una evaluación nutricional.

La evaluación nutricional en el niño debe considerar:

- Historia médica incluyendo datos dietarios (anamnesis nutricional)
- Examen físico
- Evaluación antropométrica
- Exámenes bioquímicos

ANAMNESIS NUTRICIONAL¹

Debe contemplar información acerca del crecimiento previo del niño, incluyendo el peso y la talla de nacimiento; lo cual permite conocer su patrón de crecimiento. Además, en los lactantes, es importante consignar la edad gestacional, ya que en la evaluación de un niño prematuro, durante los primeros meses de vida, debe corregirse su edad, lo que se obtiene restando de la edad cronológica las semanas que faltaron para llegar al término del embarazo. Por ejemplo, un niño de 4 meses que nació a las 32 semanas de gestación tiene efectivamente dos meses de edad corregida y debe ser evaluado como tal.

La omisión de la corrección de la edad de acuerdo a la prematurez es un factor frecuente de error y conduce a sobrediagnóstico de desnutrición en niños que están creciendo normalmente, y puede inducir conductas inadecuadas, como la suspensión de la lactancia o la introducción precoz de alimentación artificial en niños que no la requieren.

El antecedente de patología crónica o de infecciones recurrentes que modifiquen la ingesta, absorción o excreción de nutrientes, o bien, aumenten el gasto energético o las pérdidas nitrogenadas, obliga a una vigilancia nutricional cercana.

Encuesta Nutricional¹

La encuesta alimentaria es un método directo de evaluación nutricional. Permite conocer defectos alimentarios, antes que éstos se traduzcan en alteraciones bioquímicas; de allí su importancia en las acciones preventivas y tratamiento precoz. Debe ser siempre acuciosa, en especial si la impresión general orienta a un trastorno nutricional ya sea por deficiencia o por exceso.

En los niños menores, deberá incluir datos sobre duración de lactancia, edad de introducción de alimentación láctea artificial, preparación de mamaderas (volumen y composición detallada con respecto a tipo y cantidad de ingredientes), total de fórmula recibida en el día, introducción de alimentos no lácteos (tipo, cantidad, preparación), suplementos vitamínicos y minerales e impresión de la madre acerca del apetito del niño.

En el lactante, la menor variabilidad de la dieta facilita la obtención de datos que reflejen la ingesta habitual, pero la información proporcionada por la madre no siempre es precisa, ya que los datos obtenidos pueden corresponder a lo que ella cree que debe recibir el niño y no a lo que efectivamente está recibiendo, o bien, puede no ser la madre quien prepare la

alimentación, o haber errores en el tipo de instrumentos de medición usados (cucharitas en vez de medidas o viceversa).

En niños mayores, es importante consignar el número de comidas, su distribución y el tipo, cantidad y variabilidad de alimentos consumidos, incluyendo jugos, bebidas, golosinas y extras ingeridos entre comidas, tanto dentro como fuera de la casa.

Los resultados de la encuesta nutricional o del balance de ingesta deben compararse con los requerimientos estimados del niño para establecer su adecuación. Es importante consignar antecedentes socioeconómicos y culturales, por su relación con la disponibilidad de alimentos o con patrones dietéticos específicos. La anamnesis nutricional proporciona antecedentes de gran ayuda en la evaluación del estado nutricional, pero por sí sola no permite formular un diagnóstico.

EXAMEN FISICO¹:

El examen físico completo y cuidadoso proporciona elementos valiosos para la evaluación nutricional. En algunos casos, el aspecto general del niño, la observación de la masa muscular y la estimación del panículo adiposo, permiten formarse una impresión nutricional, pero ésta debe objetivarse con parámetros específicos.

Los signos clínicos que orientan a desnutrición proteica o a carencias específicas dependen de cambios estructurales a nivel tisular y, por lo tanto, son de aparición tardía. Pueden observarse especialmente en la piel y sus

anexos, en los ojos y en la boca; en su mayoría son inespecíficos ya que pueden ser causados por carencias de diferentes nutrientes e incluso obedecer a factores externos, como exposición al frío o higiene deficiente (Ej.: estomatitis angular, queilosis).

En Chile, las carencias específicas son poco frecuentes, con excepción del hierro especialmente en lactantes, y posiblemente el zinc en preescolares y escolares; sin embargo, su existencia no debe olvidarse ya que pueden aparecer en relación a infecciones graves, síndrome de mala absorción, desnutrición proteica y en desnutridos en recuperación nutricional, especialmente en niños con ingesta insuficiente previa. También, pueden presentarse en niños sometidos a nutrición parenteral prolongada que no han recibido una suplementación adecuada.

El examen físico también proporciona información acerca de patologías no nutricionales que pueden predisponer a trastornos nutricionales y, por lo tanto, permite identificar a aquellos que requieren vigilancia nutricional más estrecha, como por ejemplo niños con genopatías, enfermedades metabólicas, cardiopatías congénitas, daño neurológico, problemas respiratorios crónicos, patología gastrointestinal, cáncer, infecciones prolongadas o cirugía mayor .

Evaluación Antropométrica:

Es el método más usado en la evaluación nutricional por su simplicidad, fácil aplicación y bajo costo. Proporciona información fundamentalmente acerca de

la suficiencia del aporte de macronutrientes. Deben ser efectuadas por personal calificado, usando instrumentos adecuados y ser interpretadas comparándolas con estándares de referencia. Son numerosas las mediciones antropométricas posibles de realizar y muy variada la utilidad de cada una de ellas en los diferentes períodos de edad.

Considerando el carácter dinámico del crecimiento no basta conocer la distancia entre dos medidas sino también determinar el ritmo, la velocidad de crecimiento². Las mediciones antropométricas únicas representan sólo una instantánea y pueden inducir a errores en el diagnóstico, especialmente en lactantes; las mediciones seriadas son una de las mejores guías del estado nutricional del niño¹

Las medidas antropométricas de mayor uso en clínica son el peso, la longitud en el menor de dos años, la circunferencia de cráneo, la estatura en el niño mayor de 2 años, el perímetro del brazo y el grosor de pliegues cutáneos permiten estimar la composición corporal. El perímetro de la cintura permite evaluar la distribución de la grasa corporal. Con estas medidas se han confeccionado indicadores antropométricos, tales como: relación peso para la edad (P/E), talla para la edad (T/E), peso para la talla (P/T), índice de masa corporal para la edad (IMC/E), relación de segmentos (SS/SI), circunferencia de cráneo para la edad (CC/E), pliegues cutáneos, áreas magra y grasa del brazo, porcentaje de grasa corporal total y perímetro de cintura para la edad.

Estos índices se pueden expresar como:

- Puntaje Z (Z): Ha sido recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Es la desviación estándar (DE) del valor antropométrico de un individuo desde el valor de la mediana de una población de referencia para sexo y edad, peso y estatura, dividida entre la DE de la referencia poblacional. Se expresa en unidades de DE y se obtiene a través de la siguiente fórmula:

$$Z \text{ score} = \frac{\text{valor antropométrico actual} - \text{valor de la mediana de la referencia}^*}{DE}$$

*Valor de referencia del indicador según la edad y sexo.

- Percentiles (P): Es la posición de un individuo respecto al dado por una población de referencia, expresada en términos de qué porcentaje del grupo de individuos es igual o diferente. Así, por ejemplo, si se tiene un niño de una determinada edad con un peso que cae en el percentil 10, el porcentaje de la población que pesa igual o menos que él es 10% de la población de referencia y, por consiguiente el 90% tendrá un peso superior^{3,4}.

PESO/EDAD: El peso como parámetro aislado no tiene validez y debe expresarse en función de la edad o de la talla. La relación peso/edad (P/E) es un buen indicador durante el primer año de vida, pero no permite diferenciar a niños constitucionalmente pequeños. Se acepta como normal una variación entre ± 1 desviación estándar, sobrepeso $>+1DS$, obesidad $\geq +2 DS$, entre -1 y -2 en riesgo de desnutrir y un peso bajo 2 desviaciones estándar es sugerente de desnutrición. El P/E no debe usarse como parámetro de evaluación nutricional especialmente en mayores de 2 años¹.

TALLA/EDAD: Refleja el grado de crecimiento (en talla o longitud) alcanzado por los niños a una determinada edad. Dado que el crecimiento se afecta lenta y progresivamente, a este indicador se le considera como un indicador de nutrición crónica. El crecimiento lineal continuo es el mejor indicador de dieta adecuada y de estado nutricional a largo plazo.

La talla también debe expresarse en función de la edad. Es importante considerar que es un parámetro muy susceptible a errores de medición, y que por lo tanto, debe ser repetida, aceptándose una diferencia inferior a 5 mm entre ambas mediciones. Se acepta como normal una talla entre los percentiles 90 y 10 ó entre ± 1 DE, talla alta cuando está sobre el percentil 90 ó sobre $+ 2$ DE y talla baja si está bajo el percentil 10 o bajo $- 2$ DS. En Chile la normativa diagnostica la talla baja cuando está bajo el percentilo 5 para la edad.

Los indicadores peso para la edad (Peso/Edad) y talla para la edad (Talla/Edad), se aplican fundamentalmente para evaluar la calidad del aporte calórico en el menor de 2 años.

Relación de Segmentos – Segmento Superior/Segmento Inferior- (SS/SI):

El crecimiento de un niño, especialmente en los primeros años de vida (período de crecimiento rápido) es fundamentalmente por el crecimiento de extremidades inferiores. Un sujeto que ha retrasado por alguna noxa su crecimiento estatural en este período, tendrá un retraso de talla especialmente con acortamiento de extremidades inferiores y por lo tanto del segmento inferior. El crecimiento normal de un sujeto presenta una determinada relación

entre segmento superior (tronco y cabeza) y segmento inferior según sexo y edad⁵. Las tablas que discriminan esta relación en función de la edad y sexo se pueden encontrar en el Manual Harriet Lane del Hospital de John Hopkins, pero en promedio puede observarse la siguiente proporción de acuerdo al grupo etáreo: recién nacido, 1.7; menores de 10 años >1.0; a los 10 años, 1.0 y mayores de 10 años, 0.9⁶.

PESO/TALLA: El índice de peso para la talla (P/T) es un buen indicador de estado nutricional actual y no requiere un conocimiento preciso de la edad. Es útil para el diagnóstico, tanto de desnutrición como de sobrepeso y obesidad. Su uso como único parámetro de evaluación puede no diagnosticar como desnutridos a algunos niños que efectivamente lo son, como por ejemplo algunos casos de retraso global de crecimiento. Por ello, se recomienda el uso combinado de los índices peso/talla y talla/edad, lo que permite una evaluación más precisa. El peso para la talla, se ha utilizado en niños mayores de 2 años, pero su gran dependencia con la estatura, lo hace poco confiable, especialmente en el niño mayor.

INDICE DE MASA CORPORAL (IMC): El peso corporal está formado por dos componentes casi indivisibles como son el peso y la talla. A mayor talla tenderá a haber mayor peso corporal. El índice busca a hacer independiente la masa (o peso corporal) de la talla con el fin de facilitar la comparación entre diferentes individuos. Se han planteado una serie de índices, tales como: Índice de Peso (Peso /Talla), Índice de Benn (Peso/Talla^p), Índice Ponderal (Peso/Talla³), Índice de Quetelet [Peso(kg)/Talla(m²)]. Este último, es el más usado y se

obtiene al dividir el peso por la estatura² y luego comparar el valor según sexo y edad, independiente de la talla.

La OMS y la Academia Americana de Pediatría (AAP) recomiendan evaluar el estado nutricional de niños de 2 a 18 años, a través de este indicador, por su adecuada correlación con la grasa corporal total, con variables asociadas al daño biológico (colesterol, presión arterial, resistencia insulínica) y con el riesgo de morbilidad y mortalidad por enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) en la edad adulta^{7,8,9}. En pediatría los estándares de referencia de IMC para evaluar el estado nutricional más usados son:

- Centro de Control de Enfermedades de los Estados Unidos (CDC)¹⁰
- International Obesity Task Force (IOTF), asociados al corte de sobrepeso y obesidad del adulto 25 y 30 Kg/m²¹¹.
- Organización Mundial de la Salud 2006 (OMS)¹².

Circunferencia Craneana: La medición de la circunferencia de cráneo (CC) en relación a la edad, es un buen indicador del desarrollo cerebral que debe incluirse en la valoración del crecimiento y estado nutricional en los menores de 2 años¹³. La presencia de macrocefalia CC mayor al percentil 95 y/o microcefalia (CC menor al percentil 5), debe motivar la evaluación por médico. Esta circunferencia debe medirse también a los padres de los niños cuya CC sea anormal, ya que la circunferencia de cráneo de los padres e hijos están estrechamente relacionadas¹⁴. Después de los 36 meses de edad, el

crecimiento del perímetro cefálico es más lento, aunque el peso del cerebro aumenta en un 30% después de esta edad¹⁴.

Perímetro Braquial: La medición del perímetro del brazo (PB), se ha usado como técnica de "screening" de desnutrición a nivel masivo, especialmente en preescolares, por ser de fácil medición y experimentar poca variación entre uno y cuatro años. Debe medirse en el brazo, en el punto medio entre el acromion y el olécranon, usando una huincha angosta, flexible e inextensible. Puede ser utilizado como medida independiente, pero habitualmente se usa combinado con los pliegues cutáneos, lo cual permite calcular el perímetro muscular y las áreas magra y grasa braquiales^{1,14,15}.

Perímetro de cintura: La valoración de la circunferencia de cintura es una metodología sencilla y eficaz para detectar factores de riesgo de enfermedades, tales como la diabetes tipo 2, hipertensión, y enfermedades cardiovasculares, debido a la alta relación positiva que tiene con los niveles de grasa intraabdominal acumulados¹⁶.

Esta medición relacionada con la circunferencia de cadera permite definir el patrón de distribución de la grasa más tempranamente que los pliegues cutáneos: androide = centrípeta o «tipo manzana» y ginoide o «tipo pera». Su empleo ayuda a identificar niños en edad escolar, susceptibles de tener niveles elevados de lípidos e insulina¹⁷. En escolares, adolescentes y adultos, la circunferencia de cintura se ha propuesto como una medida válida de obesidad central¹⁸

Diferentes sitios anatómicos han sido usados para medir la circunferencia de cintura, es el perímetro corporal que más variación tiene en cuanto a su localización. En una revisión de la literatura, Wang J. et al ¹⁹, identificaron 14 diferentes descripciones del lugar donde medirlo; pero los sitios más utilizados son: el punto medio entre la última costilla y la cresta ilíaca la parte más estrecha de la cintura y la medida de la cintura a nivel del ombligo; los tres puntos tienen una buena correlación con la cantidad de grasa acumulada en el tronco²⁰.

De allí que desde este punto de vista, sería correcto utilizar cualquiera de los sitios de medición descritos anteriormente. Sin embargo, hay que tener en cuenta lo siguiente:

- El sitio escogido para medir el perímetro de cintura debe ser el mismo que el utilizado en la formulación de las tablas de referencia, ya que diferentes sitios entregan distintos resultados¹⁹.
- Utilizar un sitio de medición ubicado a través de la palpación y marcación de puntos óseos²¹, ya que de esta manera nos aseguramos medir siempre en el mismo lugar cuando realizamos seguimientos longitudinales. Por ejemplo, no utilizar el punto umbilical como referencia²².

Índice Cintura-Talla: Este índice mayor a 0.5, también ha sido propuesto como indicador de obesidad central y predictor de riesgo cardiovascular²³; sin embargo, en niños menores de 6 años, este punto de corte podría sobre estimar el número de niños considerados en riesgo²⁴.

Composición corporal:

Durante el proceso de crecimiento y desarrollo, se producen una serie de cambios en la composición corporal, principalmente en el almacenamiento y distribución de tejido muscular, óseo y adiposo, de acuerdo a edad y sexo. La niñez es un período de intensa actividad metabólica, con un desarrollo sostenido de masa muscular y ósea hasta alcanzar la vida adulta. Las variaciones de estos componentes corporales dependen de la edad, sexo, grupo étnico. Herencia, alimentación, actividad física, salud, ambiente físico y psico-social²⁵.

Si bien los indicadores resultantes de la combinación del peso corporal y la talla, son claves para la evaluación nutricional tanto a nivel individual como poblacional, éstos no proporcionan información acerca de la composición corporal. Para el diagnóstico de sobrepeso y obesidad se requiere demostrar un incremento de la grasa corporal, mientras que en la desnutrición interesa la información tanto de grasa como de masa libre de grasa para evaluar la recuperación nutricional^{1 3}

La composición del cuerpo, puede medirse a través de los siguientes niveles de complejidad²⁶

- Nivel I (Atómico): oxígeno, carbono, hidrógeno, calcio, etc
- Nivel II (Molecular): Agua , lípidos, proteínas, minerales y glucógeno
- Nivel III (Celular): Masa Celular, líquido extracelular, sólidos extracelulares

- Nivel IV (Tisular): Músculo esquelético, tejido adiposo, vísceras, hueso, sangre, otros.
- Nivel V (todo el cuerpo): es la suma de todos los componentes corporales, representados por el peso corporal.

El criterio más ampliamente usado para evaluar la composición corporal, es aquél que subdivide el cuerpo en cuatro grandes compartimentos: masa grasa, masa libre de grasa, agua corporal y minerales²⁷. Sin embargo, con fines prácticos y en términos nutricionales, se emplea el modelo bicompartimental (masa grasa y masa libre de grasa)

La masa no grasa, también se denomina masa libre de grasa (MLG), que como su nombre lo indica es un concepto químico que implica la ausencia de grasa, difiere del concepto de masa magra, en que esta última, es una concepción anatómica y, por lo tanto, contiene una proporción variable de lípidos. Sin embargo, en muchas ocasiones ambos términos se usan como sinónimos ²⁸. La masa grasa (MG) en cambio representa la cantidad de grasa “pura” del cuerpo. Existen diferencias en la composición corporal dependientes de la edad, el sexo y la raza del sujeto ²⁹.

Un número importante de metodologías indirectas se han desarrollado para estimar la composición corporal, debido a la dificultad inherente de acceder directamente a cada uno de los compartimentos (la forma más precisa de determinarlos es a través del análisis químico). Los hay desde muy sofisticados y de elevado costo como la activación de neutrones, para

determinar de manera muy precisa el contenido de nitrógeno, calcio, potasio, fósforo y otros componentes corporales, hasta la antropometría, mediante la medición de los pliegues cutáneos.

Otros métodos vigentes en la actualidad, han sido validados en poblaciones, como para constituirse en patrones de referencia para un determinado compartimento corporal, como es la determinación de agua corporal, mediante la dilución isotópica utilizando deuterio (^2H) u oxígeno 18 (^{18}O), la cuantificación del mineral óseo a través de absorciometría de doble energía radiológica (iDXA)- lo cual elimina el supuesto que el esqueleto óseo representa una fracción constante de la masa libre de grasa- , o el porcentaje de grasa corporal total, mediante densitometría por pesaje bajo inmersión entre otros³⁰. Métodos, como determinación del potasio corporal total, (^{40}K), tomografía axial computada (TAC), ultrasonido, interactancia infrarroja, resonancia magnética nuclear, conductibilidad eléctrica total (TOBEC), han sido utilizados principalmente en estudios de investigación de la composición corporal.

Actualmente se dispone del Análisis de Bioimpedancia Eléctrica (BIA) para estimar el agua corporal total y el sistema BODPOD, permitiendo este último evaluar la densidad corporal utilizando el método de desplazamiento de aire para estimar el volumen corporal. Asimismo, recientemente se ha utilizado EchoMRI-AH, instrumento cuantitativo de resonancia magnética nuclear para medir composición corporal total, el cual utiliza un campo magnético de baja

intensidad para cuantificar los átomos de hidrógeno y, por lo tanto, el agua y la masa grasa^{31,32}.

Sin embargo, todas las metodologías usadas para estimar composición corporal tienen algún grado de limitación, que en algunas oportunidades pueden llegar a ser importantes. Por ejemplo: el cálculo de masa grasa o masa libre de grasa a partir de ciertas determinaciones, utiliza algunos supuestos que no siempre se cumplen y que afectan en diferentes grados la estimación de la composición corporal. La supuesta constancia de la proporción de agua de la masa libre de grasa, algo similar ocurre con la proporcionalidad del contenido de potasio y de la masa ósea de este compartimento, lo cual no es correcto en niños²⁹. Por otra parte, la hidrodensitometría utiliza fórmulas para calcular el porcentaje de grasa corporal asumiendo una densidad constante de 0.901 o de 0,88876 g/ml para la masa grasa y de 1,10 o 1.10333 g/ml para la masa libre de grasa, según se utilice la fórmula de Siri³³ o la de Brozek respectivamente³⁴

La impedancia bioeléctrica si bien tiene ventajas (su simplicidad, bajo costo, rapidez, no ser invasiva y no tener el error del examinador), se ha planteado que las ecuaciones que utiliza el equipo para determinar la masa magra, deben continuar validándose en diferentes poblaciones^{35,36}

La antropometría a través de la medición de un número variable de pliegues cutáneos (habitualmente tricipital, bicipital, subescapular y/o suprailíaco), realizada con calíper o plicómetro, es el método más frecuentemente usado en

clínica para estimar la reserva energética, por su menor costo. Sin embargo, también presenta limitaciones como: la alta variabilidad entre examinadores (por ello se efectúa la medición tres veces en el mismo momento y se trabaja con el valor promedio), cambios de la densidad corporal con la edad, la supuesta relación entre grasa subcutánea y grasa interna, baja precisión en obesos con tejido subcutáneo muy firme y el edema limita su uso en situaciones clínicas³⁷.

En consecuencia, resulta claro que hasta el momento no se ha logrado desarrollar el método “ideal”, que cumpla con todos los requisitos simultáneamente en cuanto al costo, menor inconveniencia para el sujeto, fácil aplicación, alta sensibilidad y especificidad y fácil aplicación.

Diversos investigadores han desarrollado ecuaciones para determinar el porcentaje de grasa corporal, utilizando la sumatoria de dos o más pliegues cutáneos^{38,39}; entre estas mencionamos las siguientes:

- Ecuaciones de Slaughter: basadas en un modelo multicompartimental (densidad corporal, agua corporal, masa mineral ósea), obtenidas en 50 niños norteamericanos de 8 a 9 años de edad y 16 niñas de 10 años⁴⁰.
- Ecuaciones de Deurenberg: considera 4 pliegues cutáneos y densidad corporal. Fueron obtenidas en base a 114 niños holandeses de 11 años y 98 niñas de 13 a 16 años de edad⁴¹.

- Ecuaciones de Brook: derivadas de agua corporal total y densidad en niños de ambos sexos, de 1 a 11 años de edad. En el cálculo de la densidad corporal incluye 4 pliegues (tricipital, bicipital, subescapular y suprailíaco)⁴².
- Ecuaciones de Johnston: obtenidas de la densidad corporal y la sumatoria de 4 pliegues cutáneos en niños de ambos sexos, canadienses de 8 a 14 años de edad⁴³.
- Ecuaciones de Weststrate y Deurenberg: determinaron la densidad corporal de niños entre 2 y 18 años y modificaron la fórmula de Siri para estimar el porcentaje de grasa corporal. Formularon ecuaciones para niños de 2 a 18 años y diferenciaron ecuaciones para niñas de 2 a 10 años y de 10 a 18 años⁴⁴.
- Ecuaciones de Ellis: diseñadas utilizando DEXA en 313 niñas Americanas, Mexicanas y Africanas de 3 a 18 años de edad. En las ecuaciones según raza (blanca, negra e hispana) incluyen el peso, talla y la edad en años⁴⁵.
- Ecuaciones de Ellis: diseñadas utilizando DEXA en 248 niños Americanos, Mexicanos y Africano de 3 a 18 años de edad. En las ecuaciones según raza (blanca, negra e hispana) incluyen el peso, talla y la edad en años⁴⁶.

- Ecuaciones de Gorán: diseñadas para impedancia bioeléctrica, utilizando DEXA en 49 niñas y 49 niños de 4 a 10 años de edad. La ecuación incluye los pliegues tricipital y subescapular, el peso, la talla, la resistencia y el sexo⁴⁷.
- Ecuaciones de Lohman: diseñadas utilizando la densidad corporal en 33 niños de 3 a 8 años de edad, utilizando la relación de Siri⁴⁸.
- Ecuaciones de Salazar: diseñadas utilizando dilución isotópica en 49 niñas y 57 niños de 3 a 5 años de edad⁴⁹.
- Ecuaciones de Salazar - Guevara: diseñadas utilizando variables antropométricas en niños escolares de 8 a 9 años de ambos sexos⁵⁰.

Hay que recordar que, cualquier ecuación de estimación de la composición corporal, tiene una capacidad de predicción limitada por las características de los sujetos que formaron parte del grupo de estudio donde ésta fue desarrollada y por la exactitud y precisión de las estimaciones en relación a un método de referencia y al tipo de metodología de referencia empleada. Es así como el uso de ecuaciones validadas en poblaciones distintas, con un número reducido de casos, sólo puede servir como una forma primaria de comparación, pero no constituyen la forma precisa de evaluar el porcentaje de grasa corporal, como ha sido demostrado en evaluaciones realizadas en diversos países, entre ellos Chile⁵⁰.

Estándares de Referencia Internacional de Crecimiento Infantil:

El crecimiento de lactantes y preescolares depende de factores genéticos y ambientales, los cuales se expresan en su máximo potencial cuando las condiciones son óptimas. Para medir su crecimiento se utilizan estándares de referencia los que evalúan la normalidad de su crecimiento, el cual es un objetivo prioritario de cualquier estrategia sanitaria. Por ello, las evaluaciones del crecimiento son indicadores “centinela” de la situación de salud y desarrollo socioeconómico de las comunidades⁵¹.

Desde el año 1994 hasta el año 2006 el Ministerio de Salud de Chile (MINSAL), tenía como norma el uso del patrón internacional de crecimiento del National Center for Health Statistics (NCHS/OMS)⁵², recomendado por la OMS para evaluar a los niños menores de 5 años. Esta referencia en menores de 2 años se basa en datos longitudinales del Instituto de Investigaciones Fels de Ohio, EEUU estudiados entre 1929 y 1975. Los datos correspondían a lactantes de descendencia europea alimentados fundamentalmente con sucedáneos de la leche materna, que residían en una zona geográfica limitada, de niveles socioeconómicos relativamente altos. Las mediciones fueron tomadas cada tres meses y el método analítico disponible en aquella época era inapropiado para describir el patrón y la variabilidad del crecimiento normal^{53, 54}

La Organización Mundial de la Salud (OMS) a través de un grupo de trabajo sobre crecimiento infantil, determinó que la referencia NCHS/OMS era inapropiada para evaluar el crecimiento de lactantes sanos, al menos hasta los

12 meses; era necesario entonces un nuevo patrón de crecimiento. Para ello, realizó el Estudio Multicéntrico de las Referencias del Crecimiento (MGRS), cuya muestra incluyó niños de 6 países que representaban las principales regiones del mundo (Brasil, Ghana, India, Noruega, Omán y Estados Unidos), con una adecuada alimentación (lactancia materna por 4 meses y alimentación complementaria de acuerdo a las recomendaciones OMS) y expuestos a ambientes óptimos (sin humo de tabaco, ni contaminación microbiológica y adecuado acceso de salud. Además, las madres de los niños seleccionados para la construcción de los patrones realizaban prácticas fundamentales de promoción de la salud, a saber, alimentar a los hijos con leche materna y no fumar lo que fue una investigación multipaís cuyo propósito condujo a la elaboración de nuevos estándares de crecimiento y desarrollo infantil, que tienen como gran ventaja, la descripción de cómo los niños deberían crecer en un ambiente óptimo, para que alcancen plenamente su potencial genético de crecimiento, más que definir como los niños crecen en un lugar y tiempo específico⁵⁵.

La nueva referencia hace de la lactancia materna la “norma” biológica y establece el amamantamiento del lactante como el modelo normativo. Con un nuevo enfoque el estudio describe el crecimiento de los niños conforme a las prácticas sanitarias recomendadas y los comportamientos relacionados con resultados saludables. Por lo tanto, las curvas nuevas podrían considerarse como referencias normativas, a diferencia de las referencias tradicionales descriptivas basadas en muestras de niños con una sola representación

geográfica, al margen de los comportamientos relacionados con la alimentación o con otros componentes. El MGRS abarcó 8500 niños, fue una combinación de un estudio longitudinal de niños desde recién nacidos hasta los 24 meses de edad, y un estudio transversal de niños desde los 18 hasta los 71 meses⁵⁶. Estas curvas OMS pueden ser utilizadas para evaluar a todos los niños menores de 6 años, independiente de su origen étnico, condición social, o modalidad de alimentación^{57, 58}.

A contar del 2007 el Ministerio de Salud de Chile (MINSAL), cambió a los nuevos estándares OMS, para el menor de 6 años⁵⁹ motivado por el desafío de la OMS, la cual recomienda a que cada país se incorpore a esta cruzada en pro de la salud infantil, integrando los esfuerzos de los Ministerios de Salud, grupos académicos y sociedades científicas, para lograr que cada niño(a) pueda crecer y desarrollarse en la forma más saludable que permite el conocimiento científico actual^{60, 61}.

EXAMENES DE LABORATORIO

Existe una serie de determinaciones bioquímicas frecuentemente utilizadas en la evaluación del estado nutricional. Una de las más utilizados para detectar alteraciones metabólicas relacionadas con la malnutrición es la medición del compartimento proteico visceral, a través de la determinación de las concentraciones plasmáticas de las proteínas secretadas por el hígado. Entre

éstas tenemos: la albúmina, la transferrina, la prealbúmina y la proteína transportadora de retinol.

La albúmina: Es un marcador tradicionalmente útil para identificar estados de malnutrición crónica. Sin embargo, no es un buen índice de la eficacia del apoyo nutricional, debido a su larga vida media de 14 a 20 días, pudiendo no reflejar cambios recientes en la suficiencia proteica. Puede variar independientemente del estado de nutrición proteica, debido a desequilibrios hidro-electrolíticos, en procesos hepáticos y sépticos, en donde se frena su síntesis y se produce permeación vascular²⁸. Se considera normal un valor igual o superior a 3 g/dl en menores de un año, y ≥ 3.5 g/dl en edades posteriores¹.

Transferrina: Es una beta globulina sérica transportadora de hierro, sintetizada principalmente en el hígado. Es un indicador precoz de déficit de proteínas viscerales. A diferencia de la albúmina tiene una vida media de 8 días, lo que permite identificar cambios más rápidamente; sin embargo, la transferrina disminuye con la inflamación y su síntesis aumenta o disminuye dependiendo del estado de deficiencia o sobrecarga de hierro. Se puede determinar por radio-inmuno ensayo o indirectamente a partir de la capacidad total de transporte de hierro (TIBC)^{28,62}

Prealbúmina: Se sintetiza en el hígado y sirve como proteína de transporte para tiroxina (T4) y de transporte de la proteína ligada a retinol. Debido a su corta vida media, de dos días aproximadamente y escasa cantidad total

corporal (0.01 g/Kg), se considera un marcador nutricional sensible de nutrición proteica y que además, responde más rápidamente que la albúmina y la transferrina a los cambios que afectan sus síntesis y catabolismo.

Excreción de Creatinina: Se basa en que la creatina de la masa muscular esquelética da origen a la creatinina (un metabolito que no se reabsorbe ni se reutiliza en el organismo), cuya excreción se encuentra en una relación entre la creatinina excretada y la masa muscular; por lo tanto, la masa muscular puede estimarse indirectamente a través de esta prueba. Requiere recolección de orina de 24 horas, lo que limita su uso en niños pequeños. Además, puede estar influenciada por la ingesta de cantidades abundantes de carne²⁸. El índice más frecuentemente usado para expresar la excreción de creatinina es el índice creatinina /talla (ICT)⁶³.

$$\text{ICT} = \frac{\text{Creatinina urinaria 24 horas (mg/día)} \times 100}{\text{Creatinina urinaria 24 horas esperada (según talla y sexo)}}$$

Excreción de 3-metil-histidina: Es un aminoácido que se encuentra exclusivamente en la actina de las fibras musculares esqueléticas y en la miosina de las fibras blancas. Al catabolizarse estos productos se libera 3-metilhistidina, que se elimina por la orina. Sus niveles aumentan al consumir una dieta hiperproteica, en situaciones de hipercatabolismo, infección, cirugía y disminuyen en ancianos y en pacientes desnutridos. Al igual que la creatinina y la hidroxiprolina, se mide en orina de 24 horas, con las dificultades inherentes que significa recolectar orina de 24 horas en niños.

Hematocrito y Hemoglobina: son los exámenes más simples para investigar si sus valores resultan inferiores al mínimo aceptable para la edad, debe efectuarse frotis sanguíneo para estudiar la morfología del glóbulo rojo y en casos seleccionados, efectuar exámenes complementarios (ferremia, TIBC, ferritina sérica, protoporfirina eritrocítica). El frotis también puede hacer sospechar otras carencias específicas (folatos, vitamina B12, cobre, vitamina E)¹

Calcio y Fósforo: Frente a la sospecha de raquitismo, son de utilidad las determinaciones de calcio y fósforo séricos, fosfatasas alcalinas y la radiografía de muñeca.

Los exámenes que permiten determinar niveles específicos de oligoelementos y vitaminas, están indicados sólo en algunos casos puntuales y su utilidad es limitada¹

Respuesta de Hipersensibilidad Tardía: La desnutrición proteica también altera la respuesta inmune, por lo que el recuento de linfocitos y las pruebas cutáneas de hipersensibilidad tardía son de utilidad en el niño mayor y en el adulto. En el lactante, la gran variabilidad en el número de linfocitos dificulta la fijación de un recuento mínimo aceptable y la falta de exposición previa a antígenos limita la utilidad de las pruebas cutáneas¹

Para aumentar la utilidad de la prueba de hipersensibilidad tardía, el ideal es medir simultáneamente la respuesta a cuatro o más antígenos, considerándose anergia la ausencia de respuesta en tres o más. Actualmente existen los

multitest que contienen los siguientes antígenos: *Cándida Albicans*, Diftérico, *Estreptococo C*, *Proteus Mirabilis*, Tétano, *Tricophyton* y Tuberculínico. Dichos antígenos son inyectados vía intradérmica en la cara anterior del antebrazo, a través de un aplicador de resina acrílica para multipuntura, que contiene estos siete antígenos más un testigo. La presión de las ocho puntas de las agujillas e inoculación de los antígenos, mediante este método es homogénea. La lectura de los diámetros de las induraciones se realiza a las 48 horas.

REFERENCIAS:

-
- ¹ Hodgson MI. Evaluación del estado nutricional. Manual de Pediatría. Pontificia Universidad Católica de Chile 2002.
- ² Onís M, Habicht JP. Anthropometric reference data for international use: recommendations from a World Health Organization Expert Committee. Am J Clin Nutr 1996; 64 (4):650-8.
- ³ WHO. Measuring change in nutritional status. Ginebra:WHO; 1983.
- ⁴ Dibley MJ, Staehling N, Nieburg P, Trowbridge L. Interpretation of Z-score anthropometric indicators derived from the international growth reference. Am J Clin Nutr 1987; 46:749-62.
- ⁵ Burrows R. Crecimiento normal. En: Crecimiento y Desarrollo Normal y Patológico. Editor: Muzzo S. Ediciones Instituto Profesional de Chillán 1985; 7-19.
- ⁶ Rojas MI. Aspectos prácticos de la Antropometría en Pediatría. Paediatrica 2000; 3(1):22-26.
- ⁷ Burrows R, Leiva L, Burgueño M, Maggi A, Giadrosic V, Díaz E, Lera L, Albala C. Insulin sensitivity in children aged 6 to 16 years. Association with nutritional status and pubertal development. Rev Méd Chile 2006; 134: 1417-1426.
- ⁸ Burrows R, Burgueño M, Leiva L, Ceballos X, Guillier I, Gattas V, Lera L, Albala C. Cardiovascular risk and metabolic profile in obese children and adolescents with low insulin sensitivity. Rev Med Chil. 2005 Jul;133(7):795-804.

⁹ Widhalm K, Schönegger K, Huemer C, Auterith A. Does the BMI reflect body fat in obese children and adolescent? A study using the TOBEC method. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2001; 25(2):279-85.

¹⁰ Kuczmarski RJ, Ogden CL, Guo SS, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Mei Z, Wei R, Curtin LR, Roche AF, Johnson CL. 2000 CDC Growth Charts for the United States: methods and development. National Center for Health Statistics. *Vital Health Stat* **2002**; **11**:1-201.

¹¹ Cole T, Bellizzi M, Flegal K, Dietz W. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000; 6:320(7244):1240-3.

¹² WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Child Growth Standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: Methods and development. Geneva: World Health Organization, 2006.

¹³ Cooke RWI, Lucas A, Yudkin PLN, Pryse-Davis J. Head circumference as an index of brain weight in the fetus and newborn. *Early Human Development* 1977;1:145-149.

¹⁴ Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric Standardization Reference Manual. Abridged Edition. Human Kinetics Books. Champaign, Illinois 1991.

¹⁵ Gurney JM, Jelliffe DB. Arm anthropometry in nutritional assessment: Nomogram for rapid calculation of muscle circumference and cross-sectional muscle and fat areas. *Am J Clin Nutr* 1973; 2: 912-915.

-
- ¹⁶ Zhu S., Wang Z., Heshka S., Heo M., Faith M., Heymsfield S. Waist circumference and obesity-associated risk factors among whites in the third National Health and Nutrition Examination Survey: clinical action thresholds. *Am J Clin Nutr* 2002; 76: 743.–9.
- ¹⁷ Savva S, Tornaritis M, Savva M, Kourides Y, Panagi A, Sili kioutou N, Georgiou C, Kafatos A. Waist circumference and waist –to-height ratio are better predictors of cardiovascular disease risk factors in children than body mass index. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000; 24(11): 1453-1458.
- ¹⁸ Fernández J, Redden D, Pietrobelli A, Allison D. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American and Mexican- American children y adolescents. *J Pediatric* s2004; 145:439-444.
- ¹⁹ Wang J., Thornton J, Bari S., Williamson B., Gallagher D., Heymsfield S., Horlick M. Kotler D., Laferrère B., Mayer L., Pi-Sunyer F., Pierson R. Jr. Comparisons of waist circumferences measured at 4 sites. *Am J Clin Nutr* 2003; 77: 379- 84.
- ²⁰ Klein S, Allison DB, Heymsfield SB, Kelley DE, Leibel RL, Nonas C, Kahn R. Waist circumference and cardiometabolic risk: a consensus statement from Shaping America's Health: Association for Weight Management and Obesity Prevention; NAASO, The Obesity Society; the American Society for Nutrition; and the American Diabetes Association. *Am J Clin Nutr* 2007; 85:1197-1202.

-
- ²¹ Seidell J., Kahn H, Williamson D., Lissner L., Valdez R. Report from a Centers for Disease Control and Prevention Workshop on Use of Adult Anthropometry for Public Health and Primary Health Care. *Am J Clin Nutr* 2001; 73: 123-6.
- ²² Farinola M. Utilización de la circunferencia de cintura como indicador del riesgo de padecer ciertas enfermedades. www.nutrinfo.com.ar (consultado el 10 de enero de 2012).
- ²³ McCarthy H, Ashwell M. A study of central fatness using waist-to-height ratios in UK children and adolescents over two decades supports the simple message-- 'keep your waist circumference to less than half your height'. *Int J Obes* 2006;30:988-992.
- ²⁴ Li C, Ford E, Mokdad A, Cook S. Recent trends in waist circumference and waist-height ratio among US children and adolescents. *Pediatrics* 2006; 118:1390-1398.
- ²⁵ Salazar G, Rocha MA, Mardones F. ¿Es útil la antropometría para estimar la composición corporal en niños preescolares?. *Rev Chil Pediatr* 2003; 74(1):37-45.
- ²⁶ Wang ZM, Pierson RN Jr, Heymsfield SB. et al. The five level model: a new approach to organizing body composition research. *Am J Clin Nutr*. 1992;56(1):19-28.
- ²⁷ Withers R, Latorfia J, Heymsfield S, Wang AM, Pillans R. Modelos Químicos de Análisis de Composición corporal de dos, tres y cuatro compartimentos. En: Norton K, Olds T. *Antropometría*. Sindney University of New South Wales Press. 1996.

-
- ²⁸ Díaz E. Evaluación del estado nutricional. En: Nutrición y Salud. Ruz M, Araya H, Atalah E, Soto D. Departamento de Nutrición- Facultad de Medicina. Universidad de Chile 1996.
- ²⁹ Forbes GB. In: Body Composition in infancy, childhood and adolescents. Human body composition. Growth, Aging, Nutrition and Activity. Ed. Springer Verlag 1987.125-168.
- ³⁰ Gorrín MI. Measurement issues related to studies of childhood obesity: Assessment of body composition, body fat distribution, physical activity and food intake. Pediatrics 1998; 101:505-18.
- ³¹ Galgani JE, Smith SR, Ravussin E. Assessment of EchoMRI-AH versus dual-energy X-ray absorptiometry to measure human body composition. Int of Obesity 2011; 35:1241-1246.
- ³² Napolitano A, Miller SR, Murgatroyd PR, Wright A, Finer N et al. Validation of a quantitative magnetic resonance method for measuring human body composition. Obesity 2008; 16:191- 198.
- ³³ Siri WE. The gross composition of the body. In: Tobias CA, Lawrence JH, eds. Advances in Biological and Medical Physics. 1956;4: 262-9.
- ³⁴ Brozek J, Grande F, Anderson JT, Keys A. Densitometric analysis of body composition: revisión of some quantitative assumptions. Ann NY Acad Sci 1963;110: 113-40.

³⁵ National Institutes of Health Consensus Development Conference Statement. Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement. Am J Clin Nutr 1996;64(suppl):524S-32S.

³⁶ Urrejola P. Evaluación de la composición corporal en niñas usando impedanciometría bioeléctrica, pliegues subcutáneos e índice de masa corporal, Tesis para optar al grado de Magíster en Nutrición. Pontificia Universidad Católica de Chile. 2010.

³⁷ Lohman TG. Skinfolds and body density and their relation to body fatness: a review. Human Biol 1981; 53:181-225.

³⁸ Reilly JJ, Wilson J, Durnin JV. Determination of body composition from skinfold thickness: a validation study. Arch Dis Child. 1995 Oct;73(4):305-10.

³⁹ Velásquez MM. Diseño y validación de ecuaciones antropométricas para composición corporal en niños preescolares chilenos. Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias de la Nutrición. INTA, Universidad de Chile, 2003.

⁴⁰ Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, Bembien DA.: Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. Hum Biol. 1988 Oct;60(5):709-23.

⁴¹ Deurenberg P, Pieters JJI, Hautvast JGJ. The assessment of the body fat percentage by skinfolds thickness measurements in childhood and young adolescence. Br J Nutr 1990;63:182-4.

⁴² Brook CGD. Determination of body composition of children from skinfold measurements. Arch Dis Child. 1971 Apr;46(246):182-4.

-
- ⁴³ Johnston JL, Leong MS, Checkland EG, Zuberbuhler PC, Conger PR, Quinney HA. Body fat assessed from body density and estimated from skinfold thickness in normal children and children with cystic fibrosis. *Am J Clin Nutr.* 1988 ;48(6):1362-6.
- ⁴⁴ Weststrate JA, Deurenberg P. Body composition in children: proposal for a method for calculating body fat percentage from total body density or skinfold-thickness measurements. *Am J Clin Nutr.* 1989 Nov;50(5):1104-15.
- ⁴⁵ Ellis KJ, Abrams SA, Wong WW. Body composition of a young, multiethnic female population. *Am J Clin Nutr.* 1997; 65:724-31.
- ⁴⁶ Ellis KJ, Abrams SA, Wong WW. Body composition of a young, multiethnic female population. *Am J Clin Nutr.* 1997; 66:1323-31.
- ⁴⁷ Goran MI, Driscoll P, Johnson R, Nagy TR, Hunter G. Cross-calibration of body-composition techniques against dual-energy X-ray absorptiometry in young children. *Am J Clin Nutr.* 1996 Mar;63(3):299-305.
- ⁴⁸ Lohman TG, Slaughter MH, Boileau RA, Bunt J, Lussier L. Bone mineral measurements and their relation to body density in children, youth and adults. *Hum Biol.* 1984;56(4):667-79.
- ⁴⁹ Salazar G, Rocha MA, Mardones F. ¿Es útil la antropometría para estimar la composición corporal en niños preescolares?. *Rev Chil Pediatr* 2003; 74(1):37-45.
- ⁵⁰ Guevara S. Validación de una metodología para análisis de composición corporal en niños escolares. Tesis para optar al grado de Magíster. INTA. Universidad de Chile, 1999.

-
- ⁵¹ Atalah E. Una nueva referencia internacional de crecimiento infantil. Una nueva referencia internacional de crecimiento infantil. *Rev. Chil. Pediatr* 2007; 78(2):186-192.
- ⁵² Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. *World Health Organ Tech Rep Ser* 1995; 854:161-262.
- ⁵³ Hamill PV, Drizd TA, Johnson CL, et al. NCHS growth curves for children birth–18 years United States. *Vital Health .* 1977; Stat 11(165).
- ⁵⁴ Hamill PV, DrizdTA, Johnson CL, Johnson CL, Reed RB, Roche AF, Moore WM. Physical growth. National Center for Health Statistics percentiles. *Am J Clin Nutr* 1979; 32:607-629.
- ⁵⁵ WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Child Growth Standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: Methods and development. Geneva: World Health Organization, 2006.
- ⁵⁶ De Onis M, Garza C, Victora C, Onyango A, Frongillo E and Martines J. The WHO Multicentre growth reference study: Planning, study design, and methodology. *Food Nutr Bull* 2004; 25:1 (Suppl 1): S15- S26.
- ⁵⁷ De Onis, M, Onyango AW, den Broeck J, Cameron Chumlea W Martorelli R. Measurement and standarization protocols for anthropometry used in the construction of a new international growth reference. *Food and Nutrition Bulletin.* 2004; 25:1 (Suppl 1): S27-S36.
- ⁵⁸ Barrera G. Evaluación nutricional del crecimiento y del riesgo cardiovascular y metabólico. Ed INTA, Universidad de Chile, 2010.

-
- ⁵⁹ Norma para el manejo ambulatorio de la malnutrición por déficit y exceso en el niño(a) menor de 6 años. Ministerio de Salud de Chile 2007.
- ⁶⁰ De Onis M, Habicht JP. Anthropometric reference data for international use: recommendations from a WHO Expert Committee. *Am J Clin Nutr* 1996; 64: 650-8
- ⁶¹ González MA, Pino JL. Estudio comparativo de las curvas de crecimiento NCHS/OMS: Evaluación del estado nutricional e implicancias en un Centro de Salud Familiar. *Rev Chil Nutr* 2010; 37(2):169-177.
- ⁶² Romeo J, Wärnberg J, Marcos A. Valoración del estado nutricional en niños y adolescentes. *Pediatr Integral* 2007;XI(4):297-304.
- ⁶³ Suskind RM. *Textbook of Pediatric Nutrition*. New York: Raven Press;1981. pág 296.