

REVISIÓN

Valoración sistematizada del estado nutricional

I. Ros Arnal¹, M. Herrero Álvarez², M. Castell Miñana³, E. López Ruzafa⁴, R. Galera Martínez⁴, A. Moráis López⁵, y grupo GETNI*

¹Unidad de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica. Hospital Infantil Universitario «Miguel Servet».

Zaragoza. ²Servicio de Pediatría. Hospital Universitario de Fuenlabrada (Madrid). ³Grupo de Investigación

en Perinatología. Hospital Universitario «La Fe». Valencia. ⁴Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil. Servicio de Pediatría. Complejo Hospitalario Torrecárdenas. Almería. ⁵Unidad de Nutrición y Enfermedades Metabólicas.

Hospital Universitario Infantil «La Paz». Madrid.

Resumen

La valoración del estado nutricional consiste en la cuantificación de los depósitos energéticos y su contenido proteico, con el objetivo de determinar la presencia o el riesgo de malnutrición por defecto (desnutrición) o por exceso (obesidad) y aportar herramientas preventivas y terapéuticas en los casos en que sea necesario.

Para su evaluación existen diversos niveles de complejidad, con aspectos básicos que deben ser incluidos en la historia clínica y en la exploración física, haciendo hincapié en los estigmas de malnutrición. La determinación de la composición corporal puede realizarse mediante pruebas antropométricas muy sencillas, como el peso, la talla, el perímetro braquial o los pliegues grasos, o con herramientas más complejas, entre las que destaca la bioimpedancia eléctrica. Cuando existe posibilidad de malnutrición en un paciente, es fundamental la valoración de su ingesta dietética, sobre todo mediante el registro dietético de 24 horas, así como del gasto energético y de las pérdidas de macro/micronutrientes. Las pruebas bioquímicas pueden aportar información útil tanto de la situación nutricional global como de los déficit concretos.

La detección del riesgo nutricional mediante métodos subjetivos de cribado sencillos no ha sido aún suficientemente validada en pediatría. Pese a ello, existen ya métodos propuestos para su realización que podrían permitir el cribado sistemático nutricional en la práctica clínica.

Palabras clave

Valoración nutricional, estado nutricional, niño

Abstract

Title: Systematized assessment of nutritional status

Nutritional assessment involves the measurement of the energy store and protein content of the organism, which goal is to determine the risk or presence of malnutrition by defect or obesity by excess, and to provide the necessary tools to prevent and treat it.

For the evaluation there exist different levels of complexity, with basic aspects that shall be included in the medical history and in the physical examination, with special emphasis on malnutrition signs. The study of the body composition can be carried out using simple anthropometric measurements such as weight, height, brachial perimeter or the thick skin fold; more complex devices are also available, like the bioelectrical impedance analysis. When there exists a malnutrition risk, an evaluation of energy intake is very important, e.g. with the 24-hour diet recall, and of energy expenditure and macro and micronutrients losses should be performed. The biochemical tests can provide useful information concerning both global nutritional status and the essential elements status.

Nutritional screening, performed through subjective but straightforward methods, have not been applied in pediatrics yet. Anyway, several tools have been currently proposed, which could allow the desirable goal of the systematic nutritional screening in the future for clinical practice.

Keywords

Nutritional assessment, nutritional status, child

Introducción

El estado nutricional es la situación cuantitativa y cualitativa de los depósitos energéticos y del contenido proteico del organismo. Durante la infancia, el riesgo de que se produzca una alte-

ración del estado nutricional es alto, ya que mantener un crecimiento y desarrollo normal exige un mayor aporte proporcional de nutrientes. Los factores que influyen en la alteración del estado nutricional son muy diferentes, según el país, la región, la población y las condiciones socioeconómicas; además, el riesgo

Fecha de recepción: 15/01/11. Fecha de aceptación: 20/01/11.

*Grupo Español de Trabajo en Nutrición Infantil (GETNI): Rosa A. Lama More, José Antonio Blanca García, Marta Castell Miñana, Pedro Cortés Mora, Rafael Galera Martínez, Myriam Herrero Álvarez, Encarnación López Ruzafa, Agustín de la Mano Hernández, Ana Moráis López, M.^ª Carmen Rivero de la Rosa, Gerardo Rodríguez Martínez, Ignacio Ros Arnal.

Correspondencia: I. Ros Arnal. Unidad de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica. Hospital Infantil Universitario «Miguel Servet». Avda. Isabel la Católica, 1-3. 50009 Zaragoza. Correo electrónico: rosnacho@yahoo.es

TABLA 1

Signos valorables en la exploración nutricional¹⁻³

Signos		Alteración que cabe considerar
Estigmas cutáneos	Desnutrición (dermatitis, hiperqueratosis, equimosis)	Hierro, cinc, tiamina, ácido ascórbico
	Obesidad (acantosis <i>nigricans</i> , estrías)	Glucemia, insulina, cortisol
Esqueleto	Craneotabes, tórax en quilla, ensanchamiento de la epífisis	Calcio y vitamina D
Cabello y uñas	Pelo ralo, despigmentado, fácil arrancamiento	Hierro, cinc, biotina, vitaminas A y K, niacina
	Uñas frágiles, «en cuchara», distróficas	
Dientes	Alteración del esmalte	Flúor, calcio
Labios y encías	Queilitis, estomatitis, gingivitis	Vitamina B, ácido ascórbico
Ojos	Sequedad, queratomalacia, hiperemia, retinitis pigmentosa, fotobia	Vitamina A, riboflavina, vitamina E, cinc
Otros	Hepatomegalia (hígado graso)	Colesterol, triglicéridos Cinc Tiamina, vitamina B ₁₂ Potasio, calcio, fósforo
	Hipogonadismo	
	Neuropatía	
	Arritmia	

de malnutrición (MN) en los países en vías de desarrollo es alto. En caso de enfermedad, existe la posibilidad de que los requerimientos no sean cubiertos y aumente el riesgo de MN. En los países desarrollados la MN no sólo se da por un déficit dietético, sino que cada vez es más frecuente la MN por exceso u obesidad. La valoración del estado nutricional consta de varios apartados, que serán revisados a continuación.

Anamnesis

La recogida de datos en la historia clínica es fundamental para un correcto enfoque de la valoración nutricional. La presencia de síntomas acompañantes puede orientar hacia la existencia de una enfermedad orgánica que condicione una disminución de la absorción o un aumento de las pérdidas de nutrientes (fundamentalmente en las enfermedades digestivas), un incremento o una disminución del gasto calórico (como en la patología tiroidea y en la mayoría de las enfermedades crónicas) o una afectación del crecimiento asociada a enfermedades o síndromes.

Es importante tener en cuenta en estos niños los antecedentes familiares y la situación nutricional de los padres, valorando sus componentes magro y graso, así como su desarrollo durante la infancia, constatando posibles retrasos constitucionales del peso o la talla, o la presencia de obesidad infantil. También deben considerarse la situación económica y el entorno social para la valoración tanto del riesgo de desnutrición como de obesidad.

Se deben recoger igualmente los antecedentes personales gestacionales y perinatales, así como el tipo, la duración y el momento de introducción de la lactancia, y el tipo de alimentación complementaria.

Exploración física

El aspecto que tiene el niño al desnudarlo debería orientar al pediatra acerca de su situación nutricional. En la exploración

general ha de valorarse la presencia de posibles signos de alteraciones nutricionales por exceso o defecto (tabla 1)¹⁻³.

La cantidad de masa grasa es valorable subjetivamente a nivel central (pliegue subcostal) y periférico (pliegue interno del muslo), y la masa magra en el trapecio y el cuádriceps, respectivamente.

Valoración de la composición corporal

La composición corporal es un elemento esencial en la valoración nutricional. Las medidas de composición corporal proporcionan información sobre los compartimentos en los que se divide el cuerpo humano. En general, cuantos más compartimentos se pretendan analizar, más compleja será la prueba necesaria para ello. Las medidas antropométricas pueden orientar, pero existen otros métodos más precisos y exactos basados en principios físicos, técnicas de imagen y determinaciones bioquímicas. Cada método es diferente y valora distintos aspectos, por lo que muchas veces son complementarios. Algunas de estas técnicas están poco disponibles y son muy costosas, por lo que se deberán emplear en pacientes seleccionados, si bien otras son realmente sencillas, rápidas y baratas, y su uso debería estar sistematizado en pediatría.

Método antropométrico (tabla 2)

Se utilizan numerosas medidas antropométricas para la valoración del estado nutricional, ya que ninguna medida aislada es suficiente para su completa caracterización. Debe usarse un equipo adecuado que incluya un tallímetro o un estadiómetro, una báscula, una cinta métrica no extensible y un lipocalibrador, cuya precisión debe ser revisada con periodicidad⁴. Cuando las medidas antropométricas se recogen adecuadamente y se comparan con los estándares de referencia apropiados, el clínico es capaz de evaluar el estado nutricional y, con revisiones periódicas, controlar el progreso individual del paciente.

TABLA 2

Principales medidas de antropometría pediátrica clínica^{4,8}

<i>Parámetro</i>	<i>Medida</i>
Peso	Paciente desnudo o con muy poca ropa (escolares) Peso con 0,01 kg de margen en los lactantes y 0,1 kg en el niño mayor
Longitud en decúbito	Estadiómetro horizontal no flexible Cabeza fija en la tabla cefálica según el plano de Frankfurt perpendicular al tronco Ajustar la tabla móvil al talón
Talla	Tallímetro vertical Apoyo de talones, nalgas y región occipital
Perímetro craneal	Cinta métrica inextensible Sobre el reborde supraorbitario, ajustar alrededor de la nuca hasta alcanzar la circunferencia máxima
Perímetro braquial	Brazo no dominante Línea perpendicular al eje del brazo, en el punto equidistante entre el acromion y el olécranon
Perímetro del muslo	Junto al pliegue inguinal y de forma perpendicular al eje del muslo
Perímetro abdominal	Línea que rodea la cintura a la altura del ombligo
Pliegue cutáneo tricaptal	Lipocalibrador con escala de 0,2 mm Punto medio entre el acromion y el olécranon, parte posterior
Pliegue cutáneo bicaptal	Punto medio de la línea que pasa por el centro de la fosa antecubital y por la cabeza del húmero
Pliegue cutáneo subescapular	1 cm por debajo de la punta de la escápula, en ángulo de 45° con el raquis
Pliegue cutáneo suprailiaco	Intersección de la línea axilar media con la cresta iliaca. Pliegue oblicuo hacia delante y abajo

Peso

Es la medida antropométrica más empleada y útil en la práctica clínica pediátrica. Tiene un valor limitado de forma aislada, pero es útil y sencillo para el seguimiento del paciente. Entre sus inconvenientes, cabe mencionar que es variable según la ingesta, la excreción y el grado de hidratación, así como ante la presencia de masas y colecciones líquidas anómalas. Indica el aumento de tejido graso y magro, del hueso, el agua y las vísceras y, por tanto, no discrimina los distintos compartimentos corporales ni valora la distribución de la grasa. Presenta valores distintos en función de la edad, y depende fundamentalmente del sexo y la talla del individuo. Por tanto, para interpretarlo, se debe correlacionar con otras magnitudes, como la talla y/o la proporción relativa de tejidos graso y magro^{4,5}.

Longitud o talla

La evolución lineal de la talla refleja la historia nutricional y la herencia, y ayuda a distinguir las alteraciones nutricionales de corta y larga evolución. Una afectación de la talla en un niño desnutrido es un claro indicador de afectación nutricional de larga evolución. La medición debe hacerse según las tablas de referencia: antes de los 2 años en decúbito supino (longitud) y a partir de esta edad en bipedestación (talla).

Perímetro craneal

La medición del perímetro craneal o cefálico debe incluirse en la exploración habitual de los niños hasta los 2-3 años de edad, si bien no es útil como marcador nutricional en los niños con macrocefalia o microcefalia.

Perímetro braquial

Es una medida de los depósitos musculares y grasos. La relación perímetro braquial/perímetro cefálico es un parámetro muy útil y sencillo para la valoración de la malnutrición en niños menores de 4 años (tabla 5)^{5,6}.

Perímetro de cintura

Muy útil en los niños obesos, ya que unos valores por encima del percentil 90 se han relacionado con la aparición del síndrome metabólico, tanto en niños como en adultos⁷.

Pliegues grasos cutáneos

Son medidas del tejido adiposo de la zona subcutánea, donde se encuentra aproximadamente el 50% de la grasa corporal. Se pueden obtener en distintas zonas, aunque las más frecuentes son las extremidades (tríceps y bíceps braquial, muslo) y el tronco (subescapular y suprailiaco). La disminución de los pliegues indica la existencia de desnutrición, con afectación de la masa grasa subcutánea, aunque no necesariamente de la visceral. Su principal desventaja es que su medida presenta una gran variabilidad interobservador e incluso intraobservador^{4,8}.

A partir de los pliegues corporales, es posible calcular la masa grasa corporal total. Para ello, se utilizan diferentes ecuaciones, algunas logarítmicas para el cálculo de la densidad corporal (como las de Brook⁹ o las de Durnin^{10,11}), aplicando posteriormente la fórmula de Siri¹², y otras no logarítmicas, como las de Slaughter¹³ (tabla 3).

Estándares de referencia

Los valores absolutos obtenidos en las mediciones antropométricas no son útiles si no se comparan con estándares de refe-

TABLA 3

Fórmulas para el cálculo de la grasa corporal en función de los pliegues cutáneos*Ecuaciones logarítmicas*

1. Cálculo de la densidad corporal (DC):

Fórmulas de Brook⁹ (1-11 años):Niñas: $DC = 1,2063 - (0,0999 \times \log [PCB + PCT + PCSE + PCSI])$ Niños: $DC = 1,1690 - (0,0788 \times \log [PCB + PCT + PCSE + PCSI])$ Fórmulas de Durnin^{10,11} (>11 años):Niñas: $DC = 1,1369 - (0,0598 \times \log [PCB + PCT + PCSE + PCSI])$ Niños: $DC = 1,1533 - (0,0643 \times \log [PCB + PCT + PCSE + PCSI])$

2. Cálculo del porcentaje de grasa corporal (%GC) a partir de la densidad corporal (DC):

Fórmula de Siri¹²: $\%GC = (495 / DC) - 450$ *Ecuaciones no logarítmicas*Fórmulas de Slaughter¹³ (validadas en adolescentes):

Niñas:

 $\%GC = 1,33 (PCT + PCSE) - 0,013 (PCT + PCSE)^2 - 2,5$ Si $(PCT + PCSE) > 35$ mm: $\%GC = 0,546 (PCT + PCSE) + 9,7$

Niños:

Prepúberes: $\%GC = 1,21 (PCT + PCSE) - 0,008 (PCT + PCSE)^2 - 1,7$ Púberes: $\%GC = 1,21 (PCT + PCSE) - 0,008 (PCT + PCSE)^2 - 3,4$ Pospúberes: $\%GC = 1,21 (PCT + PCSE) - 0,008 (PCT + PCSE)^2 - 5,5$ Si $(PCT + PCSE) > 35$ mm: $\%GC = 0,783 (PCT + PCSE) + 1,7$

PCB: pliegue cutáneo bicipital; PCSE: pliegue cutáneo subescapular; PCSI: pliegue cutáneo suprailiaco; PCT: pliegue cutáneo tricípital.

TABLA 4

Ejemplos de estándares de referencia para la población pediátrica*Internacionales*

Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2000) ¹⁸	Transversal. Estados Unidos Hasta los 20 años
Eurogrowth (2000) ¹⁷	Longitudinal. Austria, Alemania, España, Francia, Grecia, Reino Unido, Hungría, Croacia, Italia, Irlanda, Portugal, Suecia Hasta los 36 meses
WHO Multicentre Growth Reference Study Group (2006) ¹⁹	Semilongitudinal. Estados Unidos, Omán, Noruega, Brasil, Ghana, India Hasta los 6 años

Nacionales

Hernández et al. (1985 y 1988) ¹⁴	Semilongitudinal. Bilbao Hasta los 18 años
Hernández et al. (2004) ¹⁵	Longitudinal completado con transversal. Bilbao Hasta los 18 años
Estudio Transversal Español de Crecimiento (Carrascosa et al.) (2008) ¹⁶	Andalucía, Barcelona, Bilbao, Zaragoza Crecimiento fetal (26-42 semanas) y crecimiento posnatal hasta los 20 años

rencia. Así, se expresa la situación de los parámetros de cada sujeto respecto a la población de referencia en términos de percentiles o *Z-score*. Los primeros indican el porcentaje de niños de la misma edad y sexo de la población de referencia que se encuentran por encima y por debajo de nuestro paciente para un determinado valor. El *Z-score* muestra cuánto se desvía el valor obtenido del niño respecto a la media poblacional, expresándolo en número de desviaciones estándares. El percentil 50 equivale a un *Z-score* de 0, el percentil 97 a un *Z-score* de +1,88, y el percentil 3 a un *Z-score* de -1,88.

Se han publicado diferentes curvas antropométricas para su uso como estándares de referencia, tanto en Estados Unidos como en Europa (tabla 4)¹⁴⁻¹⁹.

Índices de relación peso-talla

Las relaciones del peso con la talla son indicadores de desnutrición y sobrepeso muy sencillos de obtener en ausencia de otras técnicas más precisas. Hay que tener en cuenta que estos índices de relación peso/talla no permiten distinguir entre la masa grasa y la masa libre de grasa; así, la composición corporal puede variar, mientras el peso y, por tanto, los índices, permanecen estables (tabla 5)^{2,6,20}.

Impedancia bioeléctrica

Consiste en la administración de una corriente eléctrica débil, de 800 μ A y 50 kHz, en dos puntos del cuerpo (muñeca y tobillo). La medida de la caída del voltaje permite estimar la resistencia o la impedancia corporal, que depende de dos principios:

- La resistencia al paso de una corriente eléctrica en un tejido

biológico es inversamente proporcional al volumen de dicho tejido.

- El compartimento libre de grasa es un buen conductor de la corriente eléctrica, presentando una alta conductividad y una baja impedancia, mientras que la grasa actúa como aislante, con una baja conductividad y una alta impedancia.

Por tanto, la resistencia al paso de la corriente variará en función del contenido de grasa corporal y será proporcional al agua corporal total; como el agua y los electrolitos se encuentran fundamentalmente en los tejidos libres de grasa, permite relacionar la impedancia y la masa libre de grasa mediante fórmulas matemáticas²¹.

Entre sus ventajas cabe destacar las siguientes: inocuidad, bajo precio, equipo fácilmente transportable, sencillez de manejo, precisa escasa colaboración por parte del paciente y presenta una relativa baja variabilidad interobservador. El principal problema de este método es que asume una distribución corporal homogénea en composición y uniforme en un área de sección transversal.

Métodos isotópicos**Determinación del agua corporal total**

La grasa no contiene apenas agua, pero sí la masa libre de grasa. En el niño, el factor de hidratación de la masa libre de grasa varía con la edad, desde valores que superan el 80% en el recién nacido y el lactante pequeño hasta las cifras del adulto, en el que la proporción media es del 73,2%. Por tanto, midiendo el agua corporal total puede deducirse la cantidad de masa libre de grasa. El agua corporal total puede determinarse mediante

TABLA 5

Índices de relación de medidas antropométricas^{2,6,20}

Índice	Puntos de corte	Utilidad
Índice nutricional de Shukla $\frac{\text{Peso actual} / \text{talla actual}}{\text{Peso en p50} / \text{talla en p50}} \times 100$	Obesidad >120% Sobrepeso >110% Normalidad 90-110% MN leve 85-90% MN moderada 75-85% MN grave <75%	Muy útil en lactantes
Índice de Waterlow para el peso $\frac{\text{Peso actual}}{\text{Peso ideal (p50) para la talla}} \times 100$	Normal ≥90% MN leve 80-89% MN moderada 70-79% MN grave <70%	Para todas las edades Informa de MN aguda
Índice de Waterlow para la talla $\frac{\text{Talla actual}}{\text{Talla ideal (p50) para edad}} \times 100$	Normal ≥95% MN leve 90-94% MN moderada 85-89% MN grave <85%	Para todas las edades Informa de MN crónica
Índice de masa corporal Peso actual (kg) / talla actual (m ²)	Obesidad p >95 Sobrepeso p >85 Normalidad p= 25-85 Delgadez p= 10-25 Riesgo MN p= 3-10 MN p <3	Escolares, adolescentes y adultos Muy útil para valorar el sobrepeso y la obesidad Comparar con percentiles de referencia
Índice de Kanawati y McLaren Perímetro braquial (cm) Perímetro cefálico (cm)	Normalidad >0,31 MN leve 0,28-0,31 MN moderada 0,25-0,28 MN grave <0,25	Menores de 4 años Informa de MN crónica No útil en la macrocefalia o la microcefalia

MN: malnutrición; p: percentil.

el principio de dilución isotópica, que consiste en determinar, tras la administración oral, enteral o parenteral de una cantidad conocida de agua marcada isotópicamente, su volumen de distribución mediante la medida del enriquecimiento isotópico en una muestra de líquido biológico. Los isótopos más utilizados en pediatría son el deuterio (²H) y el ¹⁸O, que son isótopos no radiactivos, pero el equipo necesario para su valoración (la espectrometría de masas) es costoso, precisa personal entrenado y sólo está al alcance de determinados laboratorios².

Potasio corporal total ⁴⁰K

Este método se basa en el hecho de que el potasio natural ³⁹K contiene una proporción fija (0,0118%) del isótopo radiactivo ⁴⁰K, que emite rayos gamma de 1,46 MeV y puede medirse mediante un contador corporal (gammacámara). Puesto que el potasio se encuentra sólo en la masa no grasa y su concentración es relativamente constante, su cuantificación nos permitirá conocer la cantidad de masa magra y, por deducción, de masa grasa. Sin embargo, los contadores corporales totales son caros, su calibración es difícil, precisan instalaciones especiales y personal técnico entrenado, y su uso está muy limitado².

Análisis de activación de neutrones

Permite medir directamente, *in vivo* y de manera segura, la cantidad absoluta de numerosos elementos que componen el cuerpo humano, siempre que se encuentren en cantidades suficientes como para ser detectados (hidrógeno, potasio, calcio, sodio, cloro, fósforo y nitrógeno).

Tras aplicar un haz de neutrones acelerados, éstos son captados por los átomos del organismo que, al volver a la situación de estabilidad inicial, emitirán radiación gamma de una energía característica para cada elemento. Esto permite diferenciar los distintos compartimentos corporales donde predomina cada elemento²¹.

Métodos de imagen

DEXA (Dual-Energy X-Ray Absorptiometry)

La absorciometría de rayos X de energía dual permite medir los tres compartimentos del cuerpo humano: masa ósea, masa magra y masa grasa, basándose en sus diferentes capacidades de atenuar la energía con fotones de dos niveles de energía. La radiación que supone la aplicación de la técnica es muy baja (0,01 veces la de una radiografía simple de tórax), así como su duración (unos 5 min), y el mayor inconveniente es su disponibilidad limitada, empleándose principalmente para la valoración de la densidad mineral ósea y el contenido mineral óseo global en diferentes regiones corporales.

Ultrasonidos

Se ha intentado validar la ecografía para determinar el espesor del tejido adiposo subcutáneo en distintas localizaciones. Sin embargo, al no aportar ventajas sobre el tradicional lipocalibrador para determinar la grasa subcutánea periférica, no ha conseguido desplazarlo²².

Tomografía computarizada

Basado en la distinta absorción de los rayos X de los diferentes tejidos, determina el contenido de masa grasa y masa libre de

grasa en determinados segmentos corporales, y es capaz de diferenciar entre grasa subcutánea y grasa central, así como el contenido mineral del hueso. Supone una técnica de elevado coste y con la que se administra una alta radiación, por lo que su uso en pediatría está limitado.

Resonancia magnética

Basada en un comportamiento parecido al de los imanes de ciertos núcleos atómicos que se alinean en la dirección de un campo magnético externo, permite obtener imágenes anatómicas con alto grado de definición. Se ha utilizado para determinar el agua corporal total y la masa grasa, así como su distribución. De hecho, se considera el método de medida de la distribución del tejido adiposo de referencia para validar otras técnicas, sobre todo en la zona abdominal.

A sus ventajas de ser un método inocuo y requerir poca colaboración, se oponen su elevado precio y la lentitud del procedimiento.

Otros métodos de valoración compartimental **Espectrofotometría, espectrometría** **de infrarrojos o interacción con infrarrojos**

Estiman la composición corporal basándose en las características de absorción y dispersión de la energía emitida por un sistema de radiaciones electromagnéticas próximas al espectro de los rayos infrarrojos, principalmente en el bíceps. Los estudios de validez y fiabilidad realizados, la mayoría en adultos, han obtenido resultados contradictorios²³.

Densitometría por desplazamiento de agua

Se basa en el principio de Arquímedes, calculando la densidad corporal a partir de la diferencia entre el peso normal del niño y el peso del niño al ser sumergido en agua tras realizar una espiración forzada, asumiendo que la densidad de la grasa y de la masa libre de grasa son constantes. Es un método muy difícil de realizar en pediatría.

Pletismografía o densitometría **por desplazamiento de aire**

Método basado en el principio anterior, pero lo que se desplaza no es el agua, sino el aire, en una cámara cerrada (BodPod), por lo que es posible utilizarlo incluso en lactantes. Mide la densidad y el volumen corporal. Es un buen método densitométrico y de referencia para estimar el porcentaje de grasa corporal total.

Parámetros bioquímicos útiles **en la valoración nutricional**

Proteínas séricas

Se han utilizado diversas proteínas (transferrina, prealbúmina, proteína transportadora del retinol y fibronectina) como indicadores del estado nutricional del compartimento proteico visceral del organismo. Las de vida media corta (prealbúmina, proteína transportadora de retinol y fibronectina) informan del estado

nutricional más reciente, mientras que las de vida media larga (albúmina y transferrina) lo hacen del estado nutricional de las últimas semanas. Hay que tener en cuenta que determinadas situaciones (inflamación, enfermedades hepáticas, hematológicas, renales, etc.) producen un descenso o un aumento de estas proteínas con independencia del estado nutricional²⁴.

Vitaminas liposolubles (A, D, E y K) **e hidrosolubles (B y C)**

En general, una dieta mínimamente variada evita una deficiencia vitamínica, si bien es frecuente encontrar en niños aparentemente sanos unos niveles bajos de vitaminas D o A. La presencia persistente o llamativa de niveles bajos de las vitaminas liposolubles debe orientar hacia la posible existencia de malabsorción/maldigestión de grasa y situaciones de colestasis (fibrosis quística, paciente con hepatopatía, alteración en la síntesis de proteínas transportadoras, etc.)²⁵.

Minerales y oligoelementos

Los niveles de cinc, cobre, cromo o selenio desminuyen en presencia de una patología malabsortiva grave o desnutriciones moderadas-graves, y son habitualmente normales en los casos de desnutrición leve. En cambio, el déficit aislado de hierro puede encontrarse en niños con una desnutrición leve, aunque en la mayoría de los casos es secundario a una dieta inadecuada.

Reguladores de la composición corporal **(leptina, somatomedina, IGFBP-3)**

En los niños con desnutrición se encuentran niveles bajos en plasma de leptina, IGF-1 e IGFBP-3. Estas cifras aumentan en las fases iniciales de la recuperación ponderal, por lo que son un buen marcador de la situación nutricional y de su evolución²⁵. Por el contrario, en los obesos, los niveles de IGF-1 e IGFBP-3 están elevados, y existe una fuerte asociación entre los niveles de leptina y el porcentaje de masa grasa²⁶.

Estudio lipídico

La determinación del colesterol total y sus fracciones, así como de los triglicéridos, tiene interés en los estados malabsortivos y por su posible alteración en la obesidad.

Marcadores de patología **asociada a la obesidad**

Las alteraciones analíticas metabólicas secundarias a la obesidad en las cifras de hemoglobina glucosilada, en la curva de resistencia periférica a la insulina o en los niveles de TSH y T4 pueden encontrarse de manera precoz y mucho antes de la aparición de los síntomas.

Excreción urinaria de metabolitos

- Índice creatinina/talla (ICT). Es un indicador de la reserva muscular y, por tanto, de la masa magra²:

$$\text{ICT} = \frac{\text{Excreción de creatinina en orina de 24 h} \times 100}{\text{Excreción de creatinina en orina de 24 h normal para la talla}}$$

- Hidroxiprolina. Su eliminación disminuye en situaciones de malnutrición y retrasos del crecimiento. Para su valoración, se utiliza el índice de hidroxiprolina-creatinina (IHC) y el índice de hidroxiprolina (IH), que incluye el peso como factor corrector:

IHC= hidroxiprolina (mg) en orina de 24 h / creatinina (mg) en orina de 24 h
 IH= hidroxiprolina en orina (mg/dL) × peso (kg) / creatinina en orina (mg/dL)

Valoración de los requerimientos

Una vez conocido el estado nutricional del organismo, la valoración se completa con el análisis de los factores que han dado lugar a los hallazgos. Así, la siguiente fase consiste en la valoración de los requerimientos de energía y en comprobar en qué medida se encuentran cubiertos por la ingesta.

El cálculo de los requerimientos se realiza mediante la valoración del gasto energético total (GET) del sujeto. El GET se compone del gasto energético basal, el gasto por actividad física, el gasto por crecimiento y la termogénesis inducida por la dieta. El gasto basal puede determinarse a la cabecera del paciente por técnicas no invasivas, como la calorimetría indirecta, o calcularse mediante ecuaciones predictivas (las más empleadas en pediatría son las de Schofield²⁷ y las de la OMS²⁸). Una vez conocido el gasto basal, el GET se calcula aplicando un factor que incluye el resto de componentes²⁹.

Dentro de la valoración de los requerimientos, hay que tener en cuenta las posibles pérdidas extraordinarias de energía y nutrientes (malabsorción, fístulas enterocutáneas, etc.).

Valoración de la ingesta

La mejor herramienta disponible para valorar la ingesta es la realización de una encuesta dietética. En los niños puede tener limitaciones y sesgos debido a la dificultad en la recogida de datos¹. Existen varios tipos de encuestas dietéticas:

- Cuestionarios de frecuencia. Valoran el tipo y la cantidad de alimentos de manera semicuantitativa. Resultan sencillos de realizar, aunque no estudian la verdadera ingesta. Sin embargo, son útiles en los niños y adolescentes, ya que permiten realizar una clasificación epidemiológica según la frecuencia de la ingesta de un determinado grupo de alimentos y los hábitos dietéticos que se han adquirido.
- Registro dietético. Consiste en anotar los alimentos consumidos y su cantidad, generalmente en los 3-7 últimos días. Su mayor inconveniente es que requiere mucha colaboración por parte de los padres y unas instrucciones precisas previas a su realización. Es un método fiable y preciso si se aplica bien, aunque en los adolescentes tiende a haber una subestimación de la ingesta grasa.
- Registro dietético de 24 horas. Se insta al niño o los padres a recordar lo ingerido en el día previo. Pese a no ser el método más exacto, es el más empleado en pediatría debido a su sencillez y a que permite cuantificar de manera fiable el consumo calórico y la ingesta proteica y grasa.

Herramientas de cribado y valoración nutricional subjetiva

Los métodos anteriormente expuestos pueden ser complementados por el juicio clínico del examinador (valoración subjetiva). En el ámbito hospitalario, esta valoración puede resultar de utilidad para seleccionar los pacientes candidatos a una valoración más completa³⁰.

Según cómo se lleve a cabo la valoración nutricional subjetiva, se pueden establecer dos principales grupos de métodos³¹:

- Métodos de cribado nutricional. Se emplean para detectar en el momento del ingreso a los pacientes que se encuentran en riesgo de desnutrición, clasificándolos en riesgo bajo, medio y alto. Se lleva a cabo por personal no entrenado en nutrición, son fácilmente aplicables a la cabecera del paciente y reproducibles por distintos observadores. Para su realización, sólo es necesaria la aplicación del criterio del examinador y una tabla de relación peso-talla. En adultos se utiliza fundamentalmente el Malnutrition Universal Screening Tool (MUST)³², que tiene en cuenta tres parámetros fundamentales, según los cuales se puntuaría para establecer el riesgo: índice de masa corporal, pérdida involuntaria del peso y disminución de la ingesta.
- Valoración Global Subjetiva (VGS). Es un método más extenso que los anteriores, y se aplicaría a los pacientes que se encuentran en riesgo nutricional medio y alto según la herramienta de cribado. La VGS debe llevarse a cabo por personal sanitario con conocimientos sobre nutrición, y su función sería seleccionar a los pacientes que deben recibir una intervención nutricional específica. El test más extendido dentro de este grupo sería el Subjective Global Assessment (SGA)³³, que tiene en cuenta cinco parámetros respecto a la historia clínica, así como la exploración física realizada por el examinador:
 - Pérdida de peso en los últimos 6 meses.
 - Disminución o cambios en la ingesta dietética.
 - Presencia de síntomas gastrointestinales durante más de 2 semanas.
 - Disminución de la capacidad funcional.
 - Estrés metabólico generado por la enfermedad de base.
 - Pérdida de masa grasa o muscular o presencia de edemas o ascitis.

Estos datos están bien validados en adultos. En pediatría, desde el año 2000 se han publicado algunas herramientas de detección sistemática para identificar a los niños con riesgo de desnutrición. Sermet-Gaudelus et al.³⁴ describieron una puntuación simple del riesgo nutricional pediátrico que podría utilizarse en el momento del ingreso, con objeto de identificar a los pacientes en riesgo de desnutrición durante la hospitalización. En su estudio, se registraron una serie de ítems durante las primeras 48 horas de ingreso en relación con el riesgo nutricional. Una vez analizados los parámetros, se encontró que los que tenían una relación significativa con la pérdida de peso mayor del 2% eran la disminución de la ingesta alimentaria por debajo del 50%, el dolor y el estrés causado por el diagnóstico de base. Secker y

Jeejeebhoy³⁵ desarrollaron y validaron una adaptación del SGA de adultos a la edad pediátrica, en niños ingresados para una intervención de cirugía mayor (torácica y abdominal). En esta escala, un examinador realiza la valoración nutricional objetiva, registrándose las medidas antropométricas, la fuerza de la mano y los marcadores bioquímicos de nutrición. Otro examinador independiente lleva a cabo la valoración nutricional subjetiva, que recoge información sobre la historia previa de tallas y pesos, las tallas de los padres, la ingesta alimentaria, la frecuencia y la duración de los síntomas gastrointestinales, la capacidad funcional actual y los cambios recientes; además, realiza una exploración física orientada a la nutrición. La aparición de complicaciones asociadas a la nutrición se documentó durante 30 días del postoperatorio. La evaluación nutricional global subjetiva dividió satisfactoriamente a los niños en tres grupos (buena nutrición, desnutrición moderada y desnutrición grave), y se observó que los niños desnutridos presentaban mayores tasas de complicaciones que los niños bien nutridos, así como una hospitalización significativamente más prolongada. ■■■

Bibliografía

- Ballabriga A, Carrascosa A. Valoración del estado nutricional. En: Ballabriga A, Carrascosa A, eds. *Nutrición en la infancia y adolescencia*, 3.ª ed. Madrid: Ergon, 2006; 243-272.
- Lama More RA, Codoceo Alquinta RE, Moráis López A. Valoración del estado nutricional en el niño. En: Gil Hernández Á, ed. *Tratado de nutrición*, 1.ª ed. Madrid: Acción Médica, 2005; 81-115.
- Hartman C, Shamir R. Basic clinical assessment of pediatric malnutrition. *Ann Nestlé*. 2009; 67: 55-63.
- Mascarenhas MR, Zemel B, Stallings VA. Nutritional assessment in pediatrics. *Nutrition*. 1998; 14: 105-115.
- Robillard PY, Mashako L, Cezard JP, Navarro J. Value of the measurement of arm circumference/head circumference in the evaluation of the nutritional status of infants and young children. *Arch Fr Pediatr*. 1988; 45: 5-10.
- Kanawati AA, McLaren DS. Assessment of marginal malnutrition. *Nature*. 1970; 228: 573-575.
- Ferrer Lorente B, Dalmau Serra J. Reflexiones sobre el síndrome metabólico. *Acta Pediatr Esp*. 2008; 66: 130-134.
- Zemel BS, Riley EM, Stallings VA. Evaluation of methodology for nutritional assessment in children: anthropometry, body composition, and energy expenditure. *Annu Rev Nutr*. 1997; 17: 211-235.
- Brook CG. Determination of body composition of children from skinfold measurements. *Arch Dis Child*. 1971; 46: 182-184.
- Durnin JV, Rahaman MM. The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. *Br J Nutr*. 1967; 21: 681-689.
- Durnin JV, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr*. 1974; 32: 77-97.
- Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. En: Brozek J, Henschel A, eds. *Techniques for measuring body composition*. Washington, DC: National Academy of Sciences, 1961; 223-244.
- Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, Bemben DA. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol*. 1988; 60: 709-723.
- Hernández M, Castellet J, Narvaiza JL, Rincón JM, Ruiz I, Sánchez E, et al. *Curvas y tablas de crecimiento*. Madrid: Garsi, 1988.
- Sobradillo B, Aguirre A, Aresti U, Bilbao A, Fernández-Ramos C, Lizárraga A, et al. *Curvas y tablas de crecimiento (estudios longitudinal y transversal)*. Bilbao: Fundación Faustino Orbegozo Elizaguirre, 2004; 36.
- Carrascosa Lezcano A, Fernández García JM, Fernández Ramos C, Ferrández Longas A, López-Siguero JP, Sánchez González E, et al.; Grupo Colaborador Español. Estudio transversal español de crecimiento 2008 (II): valores de talla, peso e índice de masa corporal desde el nacimiento a la talla adulta. *An Pediatr (Barc)*. 2008; 68: 552-569.
- Haschke F, Van't Hof MA. Euro-Growth. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2000; 31 Supl 1: 1-85.
- Kuczmarski RJ, Ogden CL, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Guo SS, Wei R, et al. CDC growth charts: United States. *Adv Data*. 2000; 314: 1-27.
- WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Child Growth Standards based on length/height, weight and age. *Acta Paediatr*. 2006; 450 Supl: 76-85.
- Waterlow JC. Classification and definition of protein-calorie malnutrition. *BMJ*. 1972; 3: 566-559.
- Kushner RF. Bioelectrical impedance analysis: a review of principles and applications. *J Am Coll Nutr*. 1992; 11: 199-209.
- Borkan GA, Hults DE, Cardarelli J, Burrows BA. Comparison of ultrasound and skinfold measurements in assessment of subcutaneous and total fatness. *Am J Phys Anthropol*. 1982; 58: 307-313.
- Elia M, Parkinson SA, Díaz E. Evaluation of near infra-red interactance as a method for predicting body composition. *Eur J Clin Nutr*. 1990; 44: 113-121.
- Martínez Costa C, Pedrón Giner C. Valoración del estado nutricional. En: SEGHN, AEP, eds. *Protocolos diagnóstico-terapéuticos de gastroenterología, hepatología y nutrición*, 2.ª ed. Madrid: Ergon, 2010; 313-318.
- Palacio AC, Pérez-Bravo F, Santos JL, Schlesinger L, Monckeberg F. Leptin levels and IgF-binding proteins in malnourished children: effect of weight gain. *Nutrition*. 2002; 18: 17-19.
- Nam SY, Marcus C. Growth hormone and adipocyte function in obesity. *Horm Res*. 2000; 53 Supl 1: 87-97.
- Schofield WN. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum Nutr Clin Nutr*. 1985; 39 Supl 1: 5-41.
- FAO/WHO/UNU. Energy and protein requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. WHO Technical Report Series 724. Ginebra: World Health Organization, 1985.
- Moráis López A, Galera Martínez R, Herrero Álvarez M. Cálculo de los requerimientos. En: Lama More RA, ed. *Nutrición enteral en pediatría*, 1.ª ed. Barcelona: Glosa, 2010; 37-48.
- Moreno Villares JM, Oliveros Leal L, Pedrón Giner C. Desnutrición hospitalaria en niños. *Acta Pediatr Esp*. 2005; 63: 63-69.
- Charney P. Nutrition screening vs nutrition assessment: how do they differ? *Nutr Clin Pract*. 2008; 23: 366-372.
- Malnutrition Advisory Group/BAPEN. Todorovic E, Russell C, Startton R, et al, eds. *The MUST Explanatory Booklet. A Guide to the Malnutrition Universal Screening Tool (MUST) for adults*. Worcester: BAPEN, 2003; 32.
- Detsky AS, McLaughlin JR, Baker JP, Johnston N, Whittaker S, Mendelson RA, et al. What is subjective global assessment of nutritional status? *JPEN*. 1987; 11: 8-13.
- Sermet-Gaudelus I, Poisson-Salomon AS, Colomb V, Brusset MC, Mosser F, Berrier F, et al. Simple pediatric nutritional risk score to identify children at risk of malnutrition. *Am J Clin Nutr*. 2000; 72: 64-70.
- Secker DJ, Jeejeebhoy KN. Subjective Global Nutritional Assessment for children. *Am J Clin Nutr*. 2007; 85: 1.083-1.089.