

Originales | Raimundo Beltrà Picó <sup>1</sup>, Luis Peña Quintana <sup>2</sup>, Beatriz Santana Salguero <sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Cirujano Pediátrico. <sup>2</sup> Unidad de Gastroenterología, Hepatología y  
 Nutrición Pediátrica  
 Hospital Universitario Materno-Infantil de Canarias  
 Las Palmas de Gran Canaria

## Nutrición en el niño intervenido quirúrgicamente.

(Este trabajo es un extracto del capítulo del mismo título y autores incluido en el "Master de Nutrición Pediátrica" de la Universidad de Granada conjuntamente con la Sociedad Española de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica.)

### INTRODUCCIÓN

El organismo del niño se encuentra en crecimiento rápido y sus órganos aún no han alcanzado la madurez; por lo tanto, los niños sufren con mayor rapidez y trascendencia las consecuencias de un déficit de nutrientes, ya sea secundario a un incremento no satisfecho en las demandas o a un aporte básico deficiente.

A diferencia del adulto, el paciente quirúrgico pediátrico requiere sustento tanto para el mantenimiento de sus funciones vitales como para el crecimiento y la maduración de los órganos y tejidos. Ello es más cierto cuanto menor es la edad del niño y por eso, hasta la edad preescolar, cualquier intervención quirúrgica de moderada importancia podría condicionar el pronóstico vital y funcional del niño.

Así, sus necesidades metabólicas y demandas energéticas aumentan cuando su organismo es sometido a una situación de estrés agudo, como es el causado por una agresión en forma de intervención quirúrgica. Ese incremento brusco en las necesidades metabólicas, de mayor o menor intensidad en función de la cirugía sufrida, desencadena una serie de respuestas por parte del organismo, que buscan combatir la agresión y promover la recuperación <sup>1,2,3</sup>.

Hay muy pocos estudios que analicen de forma sistemática la importancia, repercusión y eficacia de la Nutrición en el niño intervenido quirúrgicamente <sup>4</sup>. No hay descritos, de manera ampliamente consensuada, Protocolos de actuación o Guías Clínicas específicas en este campo <sup>5-9</sup>.

En este trabajo intentamos acercarnos a entender lo que sucede en los niños, en quienes la situación puede llegar a ser más dramática y de consecuencias más serias, debido a su menor capacidad de reserva y mayores necesidades básicas.

### ASPECTOS FISIOPATOLÓGICOS Y NUTRICIONALES TRAS UNA INTERVENCIÓN QUIRÚRGICA

Los procedimientos quirúrgicos en los niños representan una grave agresión al equilibrio de entradas y salidas de fluidos y nutrientes que sustentan la especial fisiología en esa edad.

Además, los niños son especialmente vulnerables a un retraso en el aporte de nutrientes, ya que tienen un bajo porcentaje de músculo y grasa y unos elevados requerimientos calóricos y demandas energéticas basales.

Presentan inicialmente una respuesta general aguda fisiológica a la agresión quirúrgica que promueve garantizar aportes nutricionales al lugar lesionado y a los órganos vitales mediante un aumento de la tasa metabólica e incremento en el consumo de oxígeno. Conocida como hipermetabolismo precisa, para satisfacer esa demanda, un aumento del gasto cardíaco y la contractilidad miocárdica mientras que las resistencias periféricas disminuyen.

En ese momento, el sistema neuroendocrino responde con la liberación de catecolaminas (adrenalina y noradrenalina), insulina y glucagón, mientras que la neurohipófisis reacciona aumentando la producción de hormona adrenocorticotropa (ACTH) que aumenta la secreción de cortisol en la corteza suprarrenal, hormona del crecimiento (HGH) y hormona antidiurética (ADH). (Figura 1)



Figura 1 Hipermetabolismo

Si persiste la falta de aporte nutricional adecuado, se pone en marcha una segunda fase de autocatabolismo compensatorio que intenta paliar las necesidades básicas, las de mantenimiento de los órganos, crecimiento, cicatrización y función inmunitaria. Para intentar asegurar un aporte de nutrientes esenciales y de energía a la zona lesionada y a los órganos vitales, se produce un consumo de masa corporal magra con movilización de proteínas desde el tejido conectivo muscular e intestino. Los aminoácidos de cadena ramificada (leucina, isoleucina y valina) serán captados para ser utilizados en el hígado, incrementándose su catabolismo para producir energía y disminuyendo así sus niveles séricos. O sea, el niño "se autoconsume".

Esto está mediado por la respuesta ante la agresión que inician los linfocitos, neutrófilos, macrófagos y células del endotelio vascular con la producción de péptidos en forma de citoquinas, siendo una de las más importante el factor de necrosis tumoral. Este, además de influir en el catabolismo de las proteínas musculares, induce la liberación de leucocitos en la médula ósea y estimula la interleuquina 1 y 2 y prostaglandina E2.

En el hígado el glucagón estimula la gluconeogénesis y la síntesis de proteínas reactantes de fase aguda. Por todo ello se activa una glucogenólisis con disminución en la utilización periférica de glucosa, que desencadena una hiperglicemia resistente a la administración de insulina. A nivel periférico existe una disminución del consumo de glucosa como mecanismo de ahorro a órganos glucodependientes. Hay un aumento de la ureagénesis, oxidación de las grasas y reducción de los niveles séricos de ácidos linoléico, araquidónico y grasos esenciales, que unido a una depuración alterada de los triglicéridos en plasma, inicia un progresivo deterioro hepático. Puede desencadenarse una seria depresión del sistema inmune con predisposición a la aparición de complicaciones sépticas, desarrollo de fallo multiorgánico e incremento de la mortalidad (Figura 2).

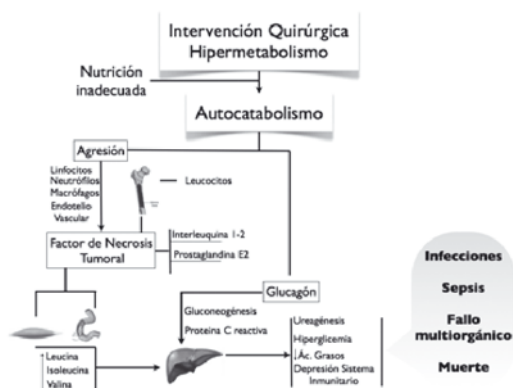


Figura 2 Catabolismo

Por otro lado, si persiste la desnutrición, se prolonga la respuesta inflamatoria y se impide la fibroplastia y la proliferación fibroblástica. Todo ello, junto con la susceptibilidad a la infección, predispone a alteraciones en los procesos de cicatrización y a una mala remodelación de la herida<sup>10-14</sup>.

## VALORACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL

Consiste en la cuantificación de los depósitos energéticos y del contenido proteico del organismo. Esta valoración es complicada y difícil de hacer y para ello se han utilizado múltiples fórmulas, marcadores y métodos de cribado sin que ninguna haya demostrado una verdadera utilidad ni hayan sido validados en la población pediátrica<sup>2, 15,16</sup>.

### Anamnesis nutricional

Historia clínica, historia nutricional con datos sobre el patrón alimentario y eventual uso de suplementos, exploración física sistémica convencional<sup>17</sup>.

Exploración física nutricional:

Antropometría pediátrica clínica: Los datos antropométricos son los más sencillos, pero son poco sensibles a corto plazo.

Índice de relación peso-talla: El índice de masa corporal (IMC) orienta, de forma básica, sobre el estado nutricional<sup>18,19</sup>. Puede ser de utilidad, asimismo, otros índices nutricionales como el de Waterlow.

### Método Bioquímico

Determinación de hemograma que incluya valores de hemoglobina y cifra de hematocrito. Estudio del Proteinograma o al menos de las proteínas totales y albúmina<sup>20</sup>.

Tiene utilidad global el análisis de los minerales y oligoelementos: hierro, zinc, cobre, cromo, selenio.

En niños con grandes intervenciones quirúrgicas y postoperatorios complejos prolongados, habría que ahondar, además, en el estudio Lipídico (colesterol total, HDL, LDL, triglicéridos), en las curvas de resistencia periférica a la insulina, determinación de TSH y T<sub>4</sub> y en los índices creatinina/talla e hidroxiprolina-creatinina.

### Calorimetría indirecta

La calorimetría indirecta, junto con el equilibrio nitrogenado, que es fácil de calcular, son quizás, dentro de las limitaciones de cada Centro, los mejores métodos para valorar el ca-

tabolismo proteico y obtener el equilibrio entre el aporte y el consumo de calorías y principios inmediatos.

**Otros**

Otros variados métodos son complejos y sin experiencia constatada en el campo de la cirugía pediátrica <sup>21</sup>.

De manera básica y simplificada, y para una valoración inicial del estado nutricional del niño quirúrgico, se puede recurrir, además, a estos parámetros (Tabla 1):

**Tabla 1** Parámetros de desnutrición <sup>21</sup>

	Desnutrición		
	Leve	Moderada	Importante
Pérdida de peso	8-10 %	10-12 %	>12 %
Índice peso-estatura Índice peso-edad	95 %	90-95 %	<90 %
Pliegue tricipital	Percentil 12	Percentil 10	Percentil <10
Prealbúmina	12 mg/L	10 mg/L	<10 mg/L
Linfocitos T	1.600 células/ mm <sup>3</sup>	1.500 células/ mm <sup>3</sup>	<1.500 células/ mm <sup>3</sup>

**REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES ESPECÍFICOS**

**Energéticos:** Está ampliamente consensuado cuales son los cuatro componentes fundamentales del gasto energético total (GET) en el niño:

- Gasto energético basal (GEB):

Requerimientos para el mantenimiento de las funciones vitales, en situación de ayunas, reposo, vigilia y temperatura basal normal. Representa hasta el 70% del GET. Aumenta tras la cirugía, teniendo su pico máximo a las 4 horas y regresando a sus niveles basales a las 12 horas de la intervención.

- Termogénesis inducida por la alimentación:

Constituyen las calorías que se consumen en la alimentación: digestión, absorción, transporte y metabolismo de los nutrientes.

- Requerimientos energéticos específicos del crecimiento:

Producen la energía necesaria para la síntesis de tejidos y están destinados al anabolismo.

Hasta los 3 meses de edad representan el 35% de los requerimientos diarios. A los 12 meses: 5%. A partir del segundo año de vida: 3%. En la pubertad: 2%. En la adolescencia: 1%.

- Gasto por actividad física:

Varía de un niño a otro, e incluso en el mismo niño de un momento a otro. Factores de corrección: factor de actividad física (FAF), recogidos en informes de la O.M.S. (2004) y sus valores oscilan entre 1,4 para 1 año de edad, 1,5-1,6 para la primera infancia y 1,7-2,0 para la pubertad <sup>23-26</sup>.

**Proteicos:** Son necesarios para mantener el peso y la composición corporal adecuada, para un correcto crecimiento tisular y compensar las pérdidas orgánicas de nitrógeno.

El aporte de aminoácidos en los estados catabólicos del postoperatorio aumenta la síntesis de proteínas y se consigue un equilibrio nitrogenado. Ello, en poco tiempo, comienza a revertir el consumo de la masa corporal magra <sup>27-30</sup>.

**Tabla 2** Requerimientos proteicos basales y postoperatorios. Adaptado de Barton (1994) y Hill (1993) <sup>31,32</sup>

Edad	Requerimientos medios (g/kg peso/día)	Aporte aumentado en el postoperatorio (g/kg peso/día)
1-12 meses	1,41 – 0,98	1,77 – 1,14
1-2 años	0,95 – 0,79	1,14 – 0,97
2-6 años	0,79 – 0,72	0,97 – 0,89
6-10 años	0,72 – 0,75	0,89 – 0,91
10-16 años	0,75 – 0,70	0,91 – 0,85

Mencionamos tres aminoácidos, no esenciales ("semiesencial") en el niño sano, pero a los que se les consideran importantes en las situaciones de estrés metabólico e hipermetabolismo: la glutamina, la arginina y la carnitina <sup>33-40</sup>.

En postoperatorios complejos, largos o complicados, puede ser conveniente monitorizar y controlar el Balance nitrogenado (BN), ya que nos informaría del equilibrio del metabolismo proteico en un momento dado <sup>40-43</sup>.

**Agua, minerales y electrolitos:** Deben calcularse según la condición clínica de cada paciente y en función de la edad, el tamaño y la patología o tipo de cirugía que le afecta. Debe mantener una eliminación urinaria adecuada y conservar concentraciones séricas de electrolitos dentro de límites normales.

**Hidratos de carbono:** Son la principal fuente de energía y constituyen entre el 60% y 70% de las calorías no proteicas suministradas. La dosis necesaria es aquella que mantenga un suministro adecuado de energía al sistema nervioso central y que frene la gluconeogénesis. En los niños sanos se considera que es equivalente a la producción hepática de glucosa, que ronda los 4-6 mg/kg/minuto<sup>24</sup>.

**Lípidos:** Son una excelente fuente de energía y deben constituir entre el 25% y el 30% de las calorías necesarias. En el niño nos interesa tener en cuenta los siguientes:

- o Triglicéridos de cadena media (TCM).
- o Triglicéridos de cadena larga (TCL):

- Ácidos grasos saturados.

- Ácidos grasos poliinsaturados. Los fundamentales son los esenciales, que el organismo humano no puede sintetizar y deben aportarse en la dieta.

- Omega 6 ( $w_6$ ): ácido linoleico y sus derivados, principalmente el ácido araquidónico (ARA), derivados de las plantas.

- Omega 3 ( $w_3$ ): ácido linolénico y sus derivados los ácidos eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA), procedentes principalmente del aceite de pescado y de las algas marinas.

Los  $w_6$  y  $w_3$  son fundamentales para el desarrollo de las membranas celulares y el sistema nervioso, así como para la síntesis de ácido araquidónico y prostaglandinas. Pueden mejorar -fundamentalmente los  $w_3$ - la respuesta inflamatoria y la respuesta inmune, aumentando la capacidad de resistencia a las infecciones. En el estrés quirúrgico del niño se considera conveniente suministrarlos en una proporción 1:1 y mezclados con TCM<sup>44,45</sup>.

**Vitaminas:** Son componentes esenciales o cofactores en varias vías metabólicas. En los niños quirúrgicos es especialmente importante prevenir el déficit de vitaminas liposolubles (A, D, E, K).

**Oligoelementos:** Los elementos traza actúan habitualmente como metaloenzimas y se ha comprobado el especial beneficio en el postoperatorio de los niños de algunos como el selenio y el zinc, ambos antagonistas de radicales libres. El zinc, además, está implicado en la síntesis de ADN y ARN, aumenta la epitelización e incrementa la fuerza del colágeno, previniendo así el déficit que retrasa la cicatrización.

## SOPORTE NUTRICIONAL DEL NIÑO QUIRÚRGICO

El manejo nutricional del niño intervenido quirúrgicamente no es un tema glamoroso y raramente recibe la atención que se merece a pesar de existir una evidencia cada vez mayor sobre una mejor evolución postoperatoria, con pronóstico favorable, asociada a un mejor y más específico soporte nutricional. Las pautas nutricionales habituales están basadas sobre unos conocimientos cada vez más avanzados de los requerimientos nutricionales especiales que precisa, por las características fisiológicas y metabólicas muy diferentes, el niño que se encuentra, tras una intervención quirúrgica de importancia, en situación de estrés orgánico e hipermetabolismo. Ha habido cambios importantes en la práctica tradicional del manejo del niño quirúrgico, especialmente en el área del aporte calórico, cantidades de macronutrientes y vías de aporte de los mismos<sup>46-48</sup>.

Los niños sometidos a una intervención quirúrgica mayor son especialmente vulnerables a los efectos del ayuno y de un estrés prolongado, ya que tienen un menor porcentaje de músculo y de grasa y mayores requerimientos calóricos basales que los adultos. Presentan una respuesta metabólica muy alterada y proporcional a la magnitud de la agresión quirúrgica y que le ocasionan un incremento en la utilización y recambio de las proteínas, grasas e hidratos de carbono. Por ello, los sustratos se utilizan rápidamente para una adecuada respuesta inmunitaria y cicatrización de las heridas. Debido a que este proceso requiere energía, el GEB de los pacientes operados aumenta. Las tasas de degradación de las proteínas totales corporales superan a las de la síntesis y se produce un balance nitrogenado negativo. Los recién nacidos y niños pequeños son particularmente sensibles a la pérdida de masa corporal magra y su compensación aumenta la morbilidad y mortalidad por una disminución de los depósitos endógenos y unas necesidades basales aumentadas. Un soporte nutricional adecuado conlleva un régimen hipocalórico inicial con una precisa

mezcla de hidratos de carbono, proteínas y lípidos que precisan revisiones periódicas a medida que el niño mejore y se normalice el anabolismo.

Por todo lo revisado y descrito hasta ahora, consideramos un capítulo fundamental en el manejo del niño tributario de tratamiento quirúrgico el adecuado mantenimiento de la nutrición, desde su ingreso en el Hospital, tanto en el preoperatorio, como fase previa a la agresión quirúrgica, como en el postoperatorio, para preservar el equilibrio metabólico y energético, la inmunidad local y sistémica y conseguir disminuir así la influencia negativa de la desnutrición sobre el estado general del niño, el fallo multiorgánico y la morbilidad <sup>49-51</sup>.

Además, el uso de una adecuada analgesia y anestesia se ha demostrado crucial para disminuir la magnitud del catabolismo asociado a la cirugía y al daño corporal. Finalmente, a medida que se vayan conociendo mejor las alteraciones metabólicas mediadas por hormonas y citoquinas, nuevas propuestas terapéuticas estarán disponibles para directamente modular la respuesta metabólica a la enfermedad, mejorando aún más la evolución y el resultado final en los pacientes pediátricos intervenidos quirúrgicamente.

Para suministrar la nutrición necesaria, en sus distintos supuestos y circunstancias, podemos recurrir a la vía intravenosa o a la vía digestiva, o ambas combinadas en las fases de transición o tolerancia digestiva insuficiente por sí sola.

### 1. Nutrición Parenteral

- a. Parcial (NPP). Por vía venosa periférica.
- b. Total (NPT). Por vía venosa central.

2. Nutrición enteral. Lo antes que sea factible, comenzar con dieta enteral, preferiblemente por vía gástrica y si ésta no fuera posible, por ventilación mecánica y sedación profunda, se utilizaría la nutrición duodenoyeyunal por vía transpilórica.

Presenta grandes beneficios <sup>50, 52-54</sup>:

- a. Estimula la producción de hormonas tróficas: gastrina, GIP.
- b. Mantiene la función del intestino como barrera.
- c. Facilita la maduración de la función gastrointestinal.
- d. Mejora la función inmune intestinal.
- e. Disminuye el sobrecrecimiento y la traslocación bacteriana.
- f. Reduce la incidencia de sepsis y de fallo multiorgánico.

g. Favorece una mejor tolerancia alimentaria.

h. Permite una menor duración de la nutrición parenteral, y por tanto, prevenir sus complicaciones.

La provisión de energías y nutrientes al niño intervenido quirúrgicamente debe basarse en sus necesidades de acuerdo con su edad, la patología de base y tipo de cirugía realizada y el grado de estrés metabólico que padezca.

Líquidos: monitorizar signos de deshidratación o de sobrecarga hídrica <sup>55</sup>.

Electrolitos: sirven como agentes osmóticos y como cofactores de diferentes enzimas.

Vitaminas: Componentes esenciales o cofactores en varias vías metabólicas <sup>56</sup>.

Proteínas: En las intervenciones quirúrgicas mayores, o con complicaciones infecciosas importantes, hay que añadir aminoácidos específicos como la glutamina, arginina, taurina y cisteína ya que su uso mejora el balance nitrogenado y promueve la síntesis proteica.

Hidratos de carbono: Sólo se utiliza la glucosa.

Lípidos: En los pacientes quirúrgicos, sometidos a estrés físico e hipermetabolismo, las emulsiones de elección son las que contienen TCM y ácidos grasos  $w_3$  y  $w_6$  (en relación 1:1).

Oligoelementos: Actúan habitualmente como metaloenzimas <sup>56</sup>.

Energía: La meta inicial es cubrir el GET lo antes posible <sup>(24, 28, 29)</sup>.

Diversos autores recomiendan, en situaciones de estrés físico que modifiquen los estados metabólicos y por ello los cálculos de requerimientos nutricionales, introducir un factor de corrección a la hora de determinar el GET (Tabla 3. Souba y cols.) <sup>41</sup>

**Tabla 3** Factores de estrés para varios estados metabólicos

Condiciones clínicas	Factor
Postoperatorio	1,00 – 1,05
Sepsis	1,05 – 1,25
Cáncer	1,10 – 1,45
Politraumatismo	
Quemaduras	
Sepsis severa	1,30 – 1,55



Una ecuación utilizada desde hace tiempo en adultos para calcular el Gasto energético total (GET), puede usarse para calcular las necesidades metabólicas en los niños intervenidos quirúrgicamente. Para ello se introduce, junto con el Gasto energético basal (GEB), el Factor de actividad física (FAF) y el Factor de estrés físico<sup>26</sup>.

$$\text{GET} = \text{GEB} \times 1,05 \times \text{FAF}$$

Si en un momento dado no se puede determinar exactamente el consumo energético, se deben administrar 40-65 kcal/100 calorías metabolizadas por día con un aporte proteico de 2,5 a 3 g/kg/día.

## CONCLUSIONES

Basándonos en la bibliografía especializada consultada, mucho más frecuente en la cirugía del adulto que en la del niño, y en la propia experiencia de los autores, podemos concluir que los niños intervenidos quirúrgicamente, y en consonancia con la característica o gravedad de la cirugía sufrida:

1. Tienden a padecer malnutrición secundaria al ayuno postoperatorio prolongado.
2. Además, pueden venir ya deteriorados nutricionalmente de manera crónica por la enfermedad o proceso patológico de base.
3. Lo anterior empeora en caso de lesiones graves, que provocan altas demandas energéticas.
4. La nutrición inadecuada favorece un curso postoperatorio con más complicaciones, fundamentalmente sépticas y respiratorias. Ello implica mayor morbilidad y mortalidad.
5. Empeora una posible complicación técnica durante el procedimiento quirúrgico, incidiendo negativamente sobre los efectos locales o sistémicos.
6. Ocasiona estancias hospitalarias más largas, con el importante costo humano, social y económico.
7. Sintetizando, al niño intervenido quirúrgicamente se le debe iniciar tempranamente una administración calórica adecuada a sus requerimientos energéticos y además, aquellas otras sustancias que son deficitarias en momentos críticos o que pueden modificar su respuesta inflamatoria e inmunitaria<sup>57-59</sup>.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Lekmanov AU, Erpuleva luV. Experience of using nutrition therapy in children with multiple and combine trauma in intensive care units. *Anesteziol Reanimatol* 2005;1:50-2.
2. Gottschlich MM, Jenkins ME, M ayes T, Khoury J, Kagan RJ, Warden GD. The 2002 Clinical Research Award. An evaluation of the safety of early vs delayed enteral support and effects on clinical, nutritional, and endocrine outcomes alter severe burns. *J Burn Care Rehabil* 2002;23:401-15.
3. Singh R, Gopalan S, Sibal A. Inmunonutrition. *Indian J Pediatr* 2002;69:417-9.
4. Hill GL, Blackett RL, Pickford I. y cols. Malnutrition in surgical patients. An unrecognised problema. *Lancet* 1977;309:898-9.
5. Burd RS, Coats RD, Mitchell BS. Nutritional support of the pediatric trauma patient: a practical approach. *Respir Care Clin N Am* 2001;7:79-96.
6. Coran AG, Teitelbaum DH. Nutritional support of the pediatric surgical patient. En: Ashcraft KW, Holder TM, editores. *Pediatric Surgery*. Philadelphia: Saunders; 2002. Pp. 67-93
7. Skillman HE, Wischmeyer PE. Nutrition therapy in critically ill infants and children. *JPEN*. 2008;32:520-34.
8. Lekmanov AU, Erpuleva luV. Experience of using nutrition therapy in children with multiple and combine trauma in intensive care units. *Anesteziol Reanimatol* 2005;1:50-2.
9. Joffe A, Anton N, Lequier L, Vandermeer B, Tjosvold L, Larsen B, Hartling L. Nutritional support for critically ill children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2009 Apr 15;2:CD005144.
10. López-Herce Cid J. La nutrición del niño en estado crítico. *An Pediatr* 2009;71:1-4.
11. Pérez-Navero JL, Dorao Martínez-Romillo P, López-Herce J et al. Nutrición artificial en las unidades de cuidados intensivos pediátricos. *An Pediatr* 2005;62:105-112.
12. Campos Miño S, Sasbón JS. Encuesta latinoamericana de nutrición en Cuidados Intensivos Pediátricos. *An Pediatr* 2009;71:5-12.
13. Snyderman CH, Kachman K, Molseed L et al. Reduced postoperative infections with an immune-enhancing nutritional supplement. *Laryngoscope* 1999;109:915-21.
14. Kudsk KA, Minard G, Croce MA, et al. A randomized trial of isotrogenous enteral diets alter severe trauma. An immune-enhancing diet reduces septic complications. *Ann Surg* 1996;224:531-40; discusión 540-3.
15. Chawals WJ. Metabolism and nutritional frontiers in pediatric surgical patients. *Surg Clin North Am* 1992;72:1.237-1.265.
16. Shew SB, Jaksic T. The metabolic needs of cri-

- tically ill children and neonates. *Semin Pediatr Surg.* 1999;8:131-9.
17. López-Herce Cid J, Sánchez Sánchez C, Mencía Bartolomé S, Santiago Lozano MJ, Carrillo Álvarez A, Bellón Cano JM. Consumo calórico en el niño crítico: relación con las características clínicas, el aporte calórico y las fórmulas teóricas de cálculo de las necesidades. *An Pediatr* 2007;66:229-33.
  18. WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Child Growth Standards: length/height-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: methods and development. Geneva: World Health Organization; 2006.
  19. Haschke F, Vant' Hof MA. Euro-Growth referentes for length, weight, and body circumferences. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2003;31 (Suppl 1):S14-S38.
  20. Velanovich V. The value of Soutine preoperative laboratory testing in predicting postoperative complications: a multivariate analysis. *Surgery* 1991;109:236-43.
  21. Rodríguez G, Moreno LA, Blay MG, et al. Body fat measurement in adolescents: comparison of skinfold thickness equations with dual-energy X-ray absorptiometry. *Eur J Clin Nutr* 2005;59:1.158-66.
  22. Charney P. Nutrition Screening vs Nutrition Assessment: how do they differ? *Nutr Clin Pract* 2008;23:366-72.
  23. Sancho Martínez A, Dorao Martínez-Romillo P, Ruza Tarrio F. Valoración del gasto energético en los niños. Implicaciones fisiológicas y clínicas. Métodos de medición. *An Pediatr* 2008;68:165-80.
  24. Planas Vilá M, Pérez-Portabella Maristany C, Martínez-Costa C. Valoración del estado nutricional en el adulto y en el niño. En: Gil A, editor. *Tratado de Nutrición*. Tomo III. 2ª ed. Madrid: Editorial Panamericana;2010. pp.67-98.
  25. Coran AG, Teitelbaum DH. Nutritional support of the pediatric surgical patient. En: Ashcraft KW, Holder TM, editores. *Pediatric Surgery*. Philadelphia: Saunders;2002. pp. 76-93.
  26. Shakur YA, Richards H, Pencharz PB. Is it necessary to measure resting energy expenditure in clinical practice in children? *J Pediatr* 2008;152:437-9.
  27. Pierro A. Metabolism and nutritional support in the surgical neonate. *J Pediatr Surg* 2002;37:811-22.
  28. Pollack MM. Nutritional support of children in the intensive care unit. En: Suskind RM, Suskind LL, eds. *Textbook of pediatric nutrition*. 2nd. ed. Nueva York: Raven Press;1993:207-216.
  29. Teitelbaum DH, Coran Ag. Nutrition. En: O'Neill JA, Rowe MI, Grosfeld JL, Fonkalsrud EW, Coran AG, editores. 5ª ed. *Pediatric Surgery*. St. Louis: Mosby; 1998.
  30. Remer T, Neubert A, Maser-Gluth C. Anthropometry-based referente values for 24-h urinary creatinine excretion during growth and their use in endocrine and nutritional research. *Am J Clin Nutr* 2002;75:561-9.
  31. Barton RG. Nutrition support in critical illness. *NCP* 1994;9:127-139.
  32. Hill ID, Madrazo de la Garza JA, Lebenthal E. Parenteral nutrition in pediatric patients. En: Rombeau JL, Caldwell MD, eds. *Clinical Nutrition. Parenteral Nutrition*, 2ª ed. Philadelphia: WB Saunders Co;1993:770-787.
  33. Wales PW, Nasr A, de Silva N, Yamada J. Human growth hormone and glutamine for patients with short bowel syndrome. *Cochrane Database Syst Rev.* 2010;6:CD006321.
  34. Garrett-Cox RG, Stefanutti G, Booth C, Klein NJ, Pierro A, Eaton S. Glutamine decreases inflammation in infant rat endotoxemia. *J Pediatr Surg* 2009;44:523-9.
  35. Van der Hulst RRW, Van Krell BK, Von Meyenfeldt MF. Glutamine and the preservation of gut integrity. *Lancet* 1993;341:1.363-1.365.
  36. Eizaguirre I, Aldazábal P, Barrena MJ, et al. Bacterial translocation is favored by the preservation of the ileocecal valve in experimental short bowel with total parenteral. *Eur J Pediatr Surg.* 1999;9:220-3.
  37. Gottschlich MM, Jenkins ME, Mayes T, Khoury J, Kagan RJ, Warden GD. The 2002 Clinical Research Award. An evaluation of the safety of early vs delayed enteral support and effects on clinical, nutritional, and endocrine outcomes alter severe burns. *J Burn Care Rehabil* 2002;23:401-15.
  38. Hall JC, Heel K, McCauley R. Glutamine. *Br. J Surg.* 1996;83:305-12.
  39. Wiebke EA, Grieshop NA, Sidner RA et al. Effects of L-arginine supplementation on human lymphocyte proliferation in response to nonspecific and alloantigenic stimulation. *J Surg Res* 1997;70:89-94.
  40. Kirk SJ, Hurson M, Regan MC et al. Arginine stimulates wound healing and immune function in elderly human beings. *Surgery* 1993;114:155-9.
  41. Souba WW, Wilmore DW. Planning total parenteral nutrition. *Clin Anesthesiol* 1983;1:633.
  42. Coss-Bu JA, Klish WJ, Walding D, Stein F, Smith EO, Jefferson LS. Energy metabolism, nitrogen balance and substrate utilization in critically ill children. *Am J Clin Nutr* 2001;74:664-9.
  43. Turi RA, Petros, AJ, Eaton S, et al. Energy metabolism of infants and children with systemic inflammatory response syndrome and sepsis. *Ann Surg.* 2001;233:581-7.
  44. Endreess S. Messengers and mediators: interactions among lipids, eicosanoids and cytokines. *Am J Clin Nutr* 1993;57:798S-800S.
  45. Donnell SC, Lloyd DA, Eaton S, Pierro A. The metabolic response to intravenous medium-

chain triglycerides in infants after surgery. *J Pediatr* 2002;141:689-94.

46.Singh R, Gopalan S, Sibal A. Immunonutrition. *Indian J Pediatr* 2002;69:417-9.

47.Burd RS, Coats RD, Mitchell BS. Nutritional support of the pediatric trauma patient: a practical approach. *Respir Care Clin N Am* 2001;7:79-96.

48.Goode HF, Cowley HC, Walker BE et al. Decreased antioxidante status and increased lípid peroxidation in patients with septic shock and secondary organ dysfunction. *Crit Care Med* 1995;23:646-51.

49.Shew SB, Jaksic T. The metabolic needs of critically ill children and neonates. *Semin Pediatr Surg*. 1999;8:131-9.

50.Iyer PU. Nutritional support in the critically ill child. *Indian J Pediatr*. 2002;69:405-10.

51.Montejo JC, Zaragoza A, López-Martínez J, et al. Immunonutrition in the intensive care unit. A systematic review and consensus statement. *Clin Nutr* 2003;22:221-33.

52.Meert KL, Daphtary KM, Metheny NA. Gastric vs small-bowel feeding in critically ill children receiving mechanical ventilation: A randomized controlled trial. *Chest* 2004;126:872-8.

53.Danekova N, Mariette S, Jouannic L, et al. Effect of the adaptation of the food of the hospitalized child on the cover of the nutritional needs. *Arch Pediatr*. 2008;15:1263-9.

54.Khorasani EN, Mansouri F. Effect of early enteral nutrition on morbidity and mortality in children with burns. *Burns*. 2010

55.Chesney RW, Zelikovic I. Pre- and postoperative fluid management in infancy. *Pediatr Rev*.1989;11:153-8.

56.Moreiras O, Carbajal Á, Cabrera L, Cuadrado C. Tablas de composición de alimentos. Ediciones Pirámide SA ed 13ª, Madrid, 2009. *En Nutr Hosp*. 2009;24:375-514.

57.Pierro A, Eaton S. Metabolism and nutrition in the surgical neonate. *Semin Pediatr Surg* 2008;17:276-84.

58.Sepúlveda Hincapié ME. Soporte nutricional en el niño con estrés metabólico. *latreia* 1999;12:178-185.

59.Cuervo M, Corbalán M, Baladía E, et al. Comparativa de las ingestas dietéticas de referencia (IDR) de los diferentes países de la Unión Europea, de Estados Unidos (EEUU) y de la Organización Mundial de la Salud (OMS). *Nutr Hosp*. 2009;24:375-514.