



FEDERACIÓN NACIONAL DE  
NEONATOLOGÍA DE MÉXICO, A.C.  
*El neonato, nuestro compromiso*

**PAC**<sup>®</sup>

# NEONATOLOGÍA

PROGRAMA DE ACTUALIZACIÓN CONTINUA EN NEONATOLOGÍA

# 4



Inter  
sistemas  
sistemas  
Inter  
sistemas  
EDITORES



World Association  
of Perinatal Medicine



FEDERACIÓN NACIONAL DE  
NEONATOLOGÍA DE MÉXICO, A.C.  
*El neonato, nuestro compromiso*

**PAC**<sup>®</sup>

# NEONATOLOGÍA

PROGRAMA DE ACTUALIZACIÓN CONTINUA EN NEONATOLOGÍA

# 4

Libro 4

## Alimentación en el recién nacido

Edición revisada y actualizada

**COORDINADOR**

Dr. Javier Mancilla Ramírez

**AUTORES**

Dr. Eusebio Angulo Castellanos

Dra. Elisa García Morales



Inter  
sistemas  
sistemas  
sistemas  
EDITORES

  
contenido



World Association  
of Perinatal Medicine



FEDERACIÓN NACIONAL DE  
NEONATOLOGÍA DE MÉXICO, A.C.  
*El neonato, nuestro compromiso*

**PAC**<sup>®</sup>

**NEONATOLOGÍA**

PROGRAMA DE ACTUALIZACIÓN CONTINUA EN NEONATOLOGÍA

**4**

## Libro 4

### **Alimentación en el recién nacido**

Edición revisada y actualizada

#### **COORDINADOR**

Dr. Javier Mancilla Ramírez

#### **AUTORES**

Dr. Eusebio Angulo Castellanos

Dra. Elisa García Morales

#### **COAUTORES**

Dr. Isaac Estrada Ruelas

Dr. Héctor Adrián García Hernández

Dr. José Alfonso Gutiérrez Padilla

Dra. Joana Jazmín López Sandoval

Dra. Laura López Vargas

Dra. Verónica Reyes Aguirre

Dr. Horacio Liborio Reyes Vázquez



contenido



Copyright © 2016/ Intersistemas S.A. de C.V.

Diseñado y producido por:



**PAC® Neonatología-4 / Libro 4 / ALIMENTACIÓN EN EL RECIÉN NACIDO. EDICIÓN REVISADA Y ACTUALIZADA**

Derechos reservados © 2016 Intersistemas, S.A. de C.V.

Todos los derechos reservados. Esta publicación está protegida por los derechos de autor. Ninguna parte de la misma puede reproducirse, almacenarse en ningún sistema de recuperación, inventado o por inventarse, ni transmitirse de ninguna forma ni por ningún medio, electrónico o mecánico, incluidas fotocopias, sin autorización escrita del editor.

ISBN 978-607-443-552-8 **PAC® Neonatología 4 / Edición completa**

ISBN 978-607-443-562-7 **PAC® Neonatología 4 / Libro 4**

#### Advertencia

Debido a los rápidos avances en las ciencias médicas, el diagnóstico, el tratamiento, el tipo de fármaco, la dosis, etc., deben verificarse en forma individual. El (los) autor(es) y los editores no se responsabilizan de ningún efecto adverso derivado de la aplicación de los conceptos vertidos en esta publicación, la cual queda a criterio exclusivo del lector.



Reproducir esta obra en cualquier formato es ilegal. Infórmate en:  
[info@cempro.org.mx](mailto:info@cempro.org.mx)

#### Créditos de producción

Dirección editorial: Dra. María del Carmen Ruiz Alcocer

Diseño de portada / Coordinación de producción: LDG. Edgar Romero Escobar

Formación de interiores: LDCV Beatriz del Olmo Mendoza

Control de Calidad: J. Felipe Cruz Pérez

Impreso en México / Printed in Mexico



FEDERACIÓN NACIONAL DE  
NEONATOLOGÍA DE MÉXICO, A.C.  
*El neonato, nuestro compromiso*

**MESA DIRECTIVA  
2015-2017**

**PRESIDENTE**

**Dr. Jorge Santiago Guevara Torres**

**VICEPRESIDENTE**

**Dr. Raúl Villegas Silva**

**SECRETARIO**

**Dra. Martha Esther Guel Gómez**

**TESORERO**

**Dr. Macario Berrones Guerrero**

**PROTESORERO**

**Dra. Edna Rocely Reyna Ríos**

**COORDINADOR GENERAL  
PAC® NEONATOLOGÍA**

**Dr. Javier Mancilla Ramírez**



**World Association  
of Perinatal Medicine**



contenido

## Autores

### • **Dr. Eusebio Angulo Castellanos**

- Médico Pediatra, Neonatólogo
- Jefe del Departamento de Neonatología, Hospital Civil de Guadalajara Fray Antonio Alcalde
- Profesor Titular B, Centro Universitario en Ciencias de la Salud (CUCS), Universidad de Guadalajara (UdG), con perfil PROMED-SEP
- Coordinador de Especialidades Médicas, CUCS, UdG
- Fundador y Expresidente del Colegio de Neonatólogos de Jalisco
- Socio Fundador y Presidente (2001-03) de la Federación Nacional de Neonatología de México
- Vocal (1995-97) y Tesorero (1997-99) del Consejo Mexicano de Certificación en Pediatría, Sección Neonatología
- Expresidente de la Asociación Médica de Jalisco
- Certificación vigente en Pediatría y Neonatología  
[eanguloc@hotmail.com](mailto:eanguloc@hotmail.com)

### • **Dra. Elisa García Morales**

- Médico Pediatra, Neonatóloga
- Maestría en Nutrición Humana, orientación Materno-infantil; Alumna de Doctorado en Investigación Clínica, CUCS, UdG
- Profesora Titular, Especialidad de Neonatología, Hospital Civil de Guadalajara Fray Antonio Alcalde, UdG-CONACyT
- Profesora de Pediatría Médica y de Posgrado en Enfermería, CUCS, UdG
- Ex-Presidenta de la Academia de Nutrición, CUCS, UdG
- Socia Activa de la Federación Nacional de Neonatología de México
- Certificación vigente en Pediatría y Neonatología  
[isagamor@yahoo.com.mx](mailto:isagamor@yahoo.com.mx)

## Coautores

### • Dr. Isaac Estrada Ruelas

- Médico Pediatra, Neonatólogo
- Diplomado en Neurología Neonatal II, INPer; en Gerencia de Salud, ITAM; en Calidad como Sistema de Gestión, Universidad de Monterrey
- Maestría en Administración con Especialidad en Alta Dirección, Centro de Estudios de Posgrado, CETYS Tijuana
- Coordinador Médico de Neonatología y Profesor Titular de Pediatría Médica. Hospital de Gineco-Obstetricia y Unidad de Medicina Familiar No. 7, IMSS, Tijuana, BC
- Profesor de la Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Baja California
- Instructor Nacional de los Programas de Reanimación Neonatal y de Apoyo Ventilatorio Neonatal, CPAP
- Vocal del Comité Científico y Expresidente del Colegio de Pediatría de Baja California, Capítulo Tijuana
- Coordinador Científico y Expresidente de la Asociación de Neonatología del Estado de Baja California
- Presidente del Consejo Mexicano de Certificación en Pediatría, Sección Neonatología
- Socio Activo de la Academia Americana de Pediatría y de la Federación Nacional de Neonatología de México
- Certificación vigente en Pediatría y Neonatología  
*isaac.estrada@imss.gob.mx*

### • Dr. Héctor Adrián García Hernández

- Médico Pediatra, Neonatólogo
- Adscrito al Servicio de UCINEX, Hospital Civil de Guadalajara Fray Antonio Alcalde
- Socio activo del Colegio de Pediatría de Jalisco; del Colegio de Neonatólogos de Jalisco; y de la Federación Mexicana de Neonatología de México
- Certificación vigente en Pediatría y Neonatología  
*hector\_adriang1974@yahoo.com.mx*

### • Dr. José Alfonso Gutiérrez Padilla

- Médico Pediatra, Neonatólogo. Maestría en Ciencias en Salud Pública con especialidad en Epidemiología
- Jefe de la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales Externa (UCINEX), Hospital Civil de Guadalajara Fray Antonio Alcalde, Guadalajara, Jalisco
- Profesor Investigador en Pediatría y Neonatología, CUCS, Universidad de Guadalajara
- Investigador Nacional nivel 2, Sistema Nacional de Investigadores
- Profesor de Clínica de Pediatría, Escuela de Medicina, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), Campus Guadalajara, Jalisco.
- Vocal del Consejo Mexicano de Certificación en Pediatría, Sección Neonatología
- Académico Numerario de la Academia Mexicana de Pediatría
- Socio Activo de: *American Academy of Pediatrics, California Association of Neonatologists, Sociedad Española de Neonatología, Sociedad Iberoamericana de Neonatología*
- Certificación vigente en Pediatría y Neonatología  
*j.alfonsogutierrez@gmail.com*

### • Dra. Joana Jazmín López Sandoval

- Licenciatura en Nutrición; Maestría en Nutrición Clínica; Doctorado en Investigación Clínica
- Nutrióloga Adscrita a Terapia Intensiva Neonatal y Medicina Pediatría, Hospital Civil de Guadalajara Fray Antonio Alcalde
- Profesor de la Maestría en Nutrición Clínica, Universidad del Valle de Atemajac, UNIVA; y de la Licenciatura en Nutrición, CUCS, UdG
- Agente capacitador externo, Secretaría de Trabajo y Previsión Social de Jalisco
- Certificada como Educador en Obesidad Infantil por el Hospital Vall d'Hebron y la Universidad Autónoma de Barcelona, España
- Certificación vigente como Nutrióloga  
*joanajaz@hotmail.com*

- **Dra. Laura López Vargas**

- Médico Pediatra, Neonatóloga con Posgrado en Terapia Intensiva Neonatal, INPer; Alumna de Maestría en Investigación Clínica, UdG
- Profesora de Asignatura, Medicina, CUCS, UdG
- Profesora y Coordinadora de Neonatología y Pediatría Médica, Hospital Civil de Guadalajara Fray Antonio Alcalde, UdG-CONACyT
- Coordinadora del programa mamá canguro (1998-2013)
- Socio activo del Colegio de Pediatría de Jalisco y de APROLAM
- Vicepresidenta del Colegio de Neonatólogos de Jalisco
- Certificación vigente en Pediatría y Neonatología  
*dralauralopezv@hotmail.com*

- **Dra. Verónica Reyes Aguirre**

- Médico Pediatra, Neonatóloga
- Jefa de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Civil de Guadalajara Fray Antonio Alcalde
- Socio activa del Colegio de Pediatría de Jalisco
- Certificación vigente en Pediatría y Neonatología  
*Vereya3@yahoo.com.mx*

- **Dr. Horacio Liborio Reyes Vázquez**

- Médico Pediatra, Pediatra Internista
- Posgrado en Lactancia Materna, Universidad de California en San Diego, EUA
- Presidente de la Asociación Pro Lactancia Materna (APROLAM)
- Profesor Titular de la materia Lactancia Materna-Facultad de Medicina, UNAM
- Académico Numerario de la Academia Mexicana de Pediatría
- Certificación vigente en Pediatría y Medicina Interna Pediátrica  
*Horacio2412@yahoo.com.mx*

## Coordinador y compilador

- **Dr. Javier Mancilla Ramírez**

- Médico Pediatra, Neonatólogo, Infectólogo; Maestría y Doctorado en Ciencias Médicas
- Profesor Investigador Titular C, Escuela Superior de Medicina, Instituto Politécnico Nacional; Profesor de Posgrado, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México
- Adscrito al Hospital de la Mujer, Secretaría de Salud, Ciudad de México
- Investigador Nacional nivel 2, Sistema Nacional de Investigadores
- Académico Titular de la Academia Nacional de Medicina
- Vicepresidente (2015-17) de la Academia Mexicana de Pediatría
- Editor de la Revista Mexicana de Pediatría, desde 2015
- Presidente (2011-13) de la Federación Nacional de Neonatología de México
- Presidente (2007-09) del Consejo Mexicano de Certificación en Pediatría, Sección Neonatología
- Secretario Adjunto (2012-15) de la *World Association of Perinatal Medicine*
- Premio Jalisco en Ciencias de la Salud, 2004; Premio Doctor Miguel Otero Arce 2013, del Consejo de Salubridad General, México  
*drmancilla@gmail.com*

# Contenido

|   |    |
|---|----|
| → Evaluación clínico nutricional y metabolismo energético                     |    |
| en el recién nacido .....   | 1  |
| Introducción .....  | 1  |
| Evaluación clínico nutricional .....  | 1  |
| Crecimiento del recién nacido pretérmino y a término .....                    | 2  |
| Valoración del crecimiento .....  | 2  |
| Análisis de la composición corporal .....                                     | 3  |
| Índices antropométricos de evaluación nutricional .....                       | 3  |
| Clasificación de Wellcome .....   | 5  |
| Metabolismo energético .....  | 5  |
| Tamizaje para riesgo nutricional en cuidados intensivos neonatales .....      | 7  |
| → Alimentación enteral en el recién nacido .....                              | 10 |
| Introducción .....  | 10 |
| Composición corporal .....  | 10 |
| Requerimientos de energía y distribución del metabolismo energético           |    |
| en el recién nacido alimentado por vía enteral .....                          | 11 |
| Balance de energía .....  | 11 |
| Requerimientos de energía .....   | 12 |
| Hidratos de carbono en el recién nacido alimentado por vía enteral .....      | 14 |
| Requerimiento de proteínas .....  | 14 |
| Requerimiento de lípidos en el recién nacido alimentado por vía enteral ..... | 16 |
| Requerimiento de vitaminas y suplementos orales .....                         | 18 |
| Electrolitos, minerales y oligoelementos .....                                | 21 |
| Calcio, fósforo y magnesio .....  | 21 |
| Hierro .....  | 21 |
| Otros oligoelementos .....  | 22 |
| Alimentación con leche humana .....   | 23 |
| Epidemiología de la lactancia humana .....                                    | 23 |
| Introducción .....  | 23 |
| Epidemiología en México y en el mundo .....                                   | 25 |
| Volumen lácteo .....  | 28 |
| Composición de la leche humana .....  | 28 |
| Bioactividad de la leche humana .....   | 28 |
| Agentes de protección inmune y no inmune en la leche humana .....             | 29 |
| Enzimas .....   | 30 |
| Componentes condicionalmente esenciales en la leche humana .....              | 30 |
| Leche humana en el parto pretérmino .....                                     | 30 |

|   |    |
|---|----|
| Tipos y métodos de alimentación .....   | 31 |
| Tipos de alimentación .....   | 31 |
| Métodos de alimentación en el recién nacido .....   | 35 |
| Alimentación enteral .....  | 35 |
| Inicio de la alimentación enteral .....   | 36 |
| Alimentación temprana .....   | 41 |
| → Nutrición parenteral en el recién nacido .....  | 42 |
| Nutrición neonatal parenteral en la unidad de cuidados intensivos neonatales .....        | 42 |
| Introducción .....  | 42 |
| Epidemiología de la nutrición neonatal .....  | 42 |
| Nutrición parenteral total en el recién nacido a término .....                            | 43 |
| Premisas fundamentales en la nutrición parenteral .....                                   | 44 |
| Componentes de la nutrición parenteral .....  | 45 |
| Nutrición parenteral total en el recién nacido pretérmino .....                           | 46 |
| Etapas nutricionales en el prematuro .....  | 46 |
| Componentes de la nutrición parenteral en el prematuro .....                              | 46 |
| Nutrición parenteral total agresiva en etapas tempranas del recién nacido prematuro ..... | 47 |
| Complicaciones asociadas a la nutrición parenteral .....                                  | 48 |
| Hipertrigliceridemia y deficiencia de ácidos grasos esenciales .....                      | 48 |
| Hiperglucemia en neonatos .....   | 48 |
| Enfermedad metabólica ósea .....  | 48 |
| Colestasis asociada a la nutrición parenteral .....                                       | 48 |
| Infecciones asociadas a catéter .....   | 49 |
| → Aplicaciones móviles utilizadas en la nutrición neonatal .....                          | 50 |
| Lactancia materna .....   | 50 |
| Soporte nutricional especializado .....   | 54 |
| → Referencias .....   | 57 |

## Evaluación clínico nutricional y metabolismo energético en el recién nacido

Dra. Joana Jazmín López Sandoval  
Dra. Elisa García Morales

### INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, los avances médicos han hecho posible mejorar los lineamientos en el soporte nutricional y por ende la supervivencia de recién nacidos (RN) de pretérmino y a término en las unidades de cuidados intensivos neonatales (UCIN) <sup>1</sup>

Hoy en día se cuenta con suficiente evidencia para sustentar que una adecuada nutrición en el recién nacido contribuye a disminuir la morbimortalidad y a mejorar su desarrollo somático y psicomotor en este periodo crítico.<sup>1</sup>

La nutrición óptima para el neonato se ha definido como la que da lugar a un crecimiento y desarrollo normales sin exceder sus capacidades metabólicas y excretoras. El Comité de Nutrición de la Academia Americana de Pediatría<sup>2</sup> recomienda que el objetivo de la nutrición debe ser conseguir un crecimiento posnatal adecuado a la edad gestacional, definido no sólo por los parámetros antropométricos, sino también por la variación de la composición corporal y retención de los diferentes nutrientes.

La desnutrición y la deficiencia en los aportes nutricionales son comunes en los niños hospitalizados debido a la disminución de la ingesta de nutrimentos, al ayuno prolongado, a la variación de los requerimientos en las diferentes situaciones de estrés y a trastornos en el metabolismo de los nutrientes.<sup>3</sup>

Las necesidades nutricias de los neonatos en la unidad de cuidados intensivos dependen de diferentes factores como: la vía de alimentación, el estado fisiopatológico y las reservas grasas y musculares. La clasificación

del estado de nutrición y metabólico es un factor determinante en la estimación de los requerimientos.

### EVALUACIÓN CLÍNICO NUTRICIONAL

Se define el periodo neonatal, como el tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta los primeros 28 días de vida; clasificándolos de acuerdo a la edad gestacional como:

- Inmaduro (< 28 semanas)
- Prematuros/pretérmino: < 37 semanas
- Lactantes a término: 37 a 42 semanas
- Postérmino (> 42 semanas)

La evaluación nutricional está compuesta por la historia alimentaria, los hallazgos clínicos, los parámetros antropométricos y la realización de pruebas bioquímicas; en el recién nacido el peso al nacimiento es uno de los indicadores antropométricos más importantes, que permite predecir la probabilidad de la supervivencia perinatal y el crecimiento, el indicador más sensible de la salud posnatal.

*Clasificación del recién nacido de acuerdo al peso al nacer:*

- Macrosómico: > 4 000 g
- Peso normal: 2 500 a 3 999 g
- Bajo peso: < 2 500 y > 1 500 g
- Peso muy bajo: < 1 500 g

La evaluación antropométrica constituye una parte fundamental de la evaluación clínica no invasiva del estado nutricional. Una parte importante de la evaluación antropométrica del neonato se basa en los índices que permiten estimar la magnitud de las reservas energéticas. De ahí que los neonatos con riesgo nutri-



cional requieran la evaluación de diferentes indicadores como el peso, el perímetro cefálico, la longitud y otras medidas de crecimiento que incluyen perímetro braquial y los pliegues cutáneos.

### Crecimiento del recién nacido pretérmino y a término

La Academia Americana de Pediatría recomienda en la actualidad que el crecimiento del recién nacido pretérmino debe aproximarse al del neonato a término. Sin embargo, el ambiente intrauterino difiere de manera notable del ambiente extrauterino. Después del nacimiento el recién nacido se expone a cambios de temperatura, estrés, intolerancia alimentaria, pérdida insensible de agua, agentes infecciosos y las intervenciones médicas que aumentan el gasto energético y la pérdida de nutrientes que afectan la velocidad de crecimiento.<sup>4,5</sup>

Existe una gran variedad de curvas para evaluar el crecimiento intrauterino de los RN pretérmino. Las primeras curvas por percentiles fueron reportadas por Lubchenco y colaboradores,<sup>6</sup> tomadas de 5 635 RN vivos entre las semanas 24 y 42 de gestación, de ambos sexos, de raza blanca.<sup>7,8</sup> Más adelante, investigadores de varios países establecieron curvas similares que describen el crecimiento fetal,<sup>9</sup> como la de Jurado García y la de Lula Lubchenco. En fechas recientes, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha recomendado el empleo de las curvas de crecimiento de *Fenton growth chart* para neonatos pretérmino hasta la semana de gestación 50, que incluyen los indicadores de peso, longitud y perímetro cefálico.<sup>10,11</sup>

*Clasificación del Recién nacido de acuerdo al peso al nacer*

- Pequeños para la edad gestacional  
Peso al nacer por debajo de la percentila 10 para la edad gestacional
- Adecuados para la edad gestacional  
Peso al nacer entre las percentilas 10 a 90 para la edad gestacional

- Grandes para la edad gestacional  
Peso al nacer por arriba de la percentila 90 para la edad gestacional

En abril de 2006, la OMS dio a conocer nuevos patrones del crecimiento infantil para evaluar el crecimiento de esta población hasta los 5 años de edad. Esto permitió el reemplazo del patrón del *National Center for Health Statistics* (NCHS), que no era aceptado en muchos países. El criterio utilizado para la construcción del nuevo estándar permitió mostrar que un niño sano, de manera independiente a su lugar de origen, si se cuida su ambiente (libre de humo), se realizan controles pediátricos periódicos, se cumple con la vacunación y se siguen similares prácticas nutricionales (alimentación específica por los primeros seis meses de vida), expresará similares patrones de crecimiento.

El estándar de oro de crecimiento infantil sigue el modelo de curvas de crecimiento de la OMS, las cuales se desarrollaron sobre la base de un muestreo prescriptivo, prospectivo, internacional en RN a término sanos, alimentados con leche humana de madres no fumadoras que se adhieren a las normas estrictas para la participación en el estudio. Los neonatos prematuros se miden a lo largo del nivel de crecimiento de la OMS cuando llegan a la edad gestacional corregida a término, pero a menudo se encuentra que son más bajos y más pesados que sus homólogos a término alimentados con leche humana.<sup>12</sup>

### Valoración del crecimiento

El crecimiento es el índice más sensible de salud y un parámetro fundamental para la evaluación de la nutrición. Un adecuado patrón de crecimiento en los primeros años de vida es fundamental para garantizar un normal desarrollo neurosensorial. Para la valoración de crecimiento debe realizarse mediante el peso, longitud y perímetro cefálico hasta los 24 meses de edad, utilizando la edad gestacional corregida hasta los 2 años para todos los parámetros referidos<sup>13</sup>.

Tras el nacimiento se produce una pérdida de peso y un retraso en la velocidad de crecimiento respecto al feto de igual gestación, con recuperación del peso al nacimiento entre 10 y 30 días después, esta pérdida de peso es mayor cuanto menor es el peso y la edad gestacional (Cuadro 1). Posteriormente se acelera el crecimiento pero sin recuperarse la pérdida en su totalidad.<sup>14</sup>

Si se desglosa en metas diarias, los RN pretérmino deben obtener aproximadamente de 16 a 18 g/kg/día o 20 a 30 g/día; 1 cm/semana de longitud y perímetro cefálico.<sup>15</sup>

### Análisis de la composición corporal

El análisis de la composición corporal en neonatos permite diferenciar entre la cantidad de masa corporal de grasa y el tejido magro. La obtención de las mediciones de la composición corporal no siempre es fácil de realizar, pero existen diferentes métodos que incluyen: pletismografía por desplazamiento de aire (PDA), dilución total de isótopos de agua corporal (ACT), análisis de impedancia eléctrica corporal total (IBT, por sus siglas en inglés), absorciometría de rayos X de energía dual (DXA, por sus siglas en inglés) y la resonancia magnética (RM) (Cuadro 2).<sup>17-21</sup>

Otros métodos utilizados de forma más amplia son las medidas antropométricas. La relación entre peso, longitud corporal y perímetro cefálico en neonatos sanos es un indicador importante para la evaluación de su estado de salud. El peso es la medición más utilizada y es muy sensible a los cambios en el equilibrio de los líquidos corporales; sin embargo, como variable única

no puede ser considerada un indicador confiable del estado nutricional. Se debe evitar clasificar a los RN sólo por el peso al nacer, ya que favorecería la posibilidad de no detectar condiciones médicas en RN con una misma talla pero con una edad gestacional distinta, o de igual edad gestacional y diferente talla.<sup>22</sup>

Las mediciones corporales se utilizan para construir los índices antropométricos que son combinaciones de estos datos ya que de forma aislada no tiene significado, a menos que sea relacionada con la edad, o la talla y el sexo de un individuo.

### Índices antropométricos de evaluación nutricional

#### Clasificación de Gómez

Es el índice que define la gravedad del diagnóstico clínico o tipo de Desnutrición Proteico Energética (DPE), se basa en el indicador peso/edad: (el peso del niño se compara con el de un niño normal (50 por ciento) de la misma edad (Cuadro 3). Es útil para el tamizaje de población y evaluaciones de salud pública<sup>23</sup>.

Porcentaje del peso de referencia para la edad =  $[(\text{peso del paciente})/(\text{peso del niño normal de la misma edad})] * 100$

#### Índice ponderal (IP)

Cuantifica el grado de malnutrición del neonato (Cuadro 4).<sup>24,25</sup>  
IP:  $(\text{Peso al nacimiento} * 100)/(\text{talla cm})^3$

| Ritmos de crecimiento óptimo |              |                      |                                |
|------------------------------|--------------|----------------------|--------------------------------|
| Edad                         | Peso (g/día) | Longitud (cm/semana) | Perímetro cefálico (cm/semana) |
| 0 a 3 meses                  | 25 a 35      | 0.7 a 0.7            | ~ 0.4                          |
| 3 a 12 meses                 | 10 a 20      | 0.2 a 0.6            | ~ 0.2                          |

*Fuente:* Martin CR, Brow YF, Ehrenkranz RA, et al. Nutritional practices and growth velocity in the first month of life in the extremely low gestational age newborns. *Pediatrics*. 2009;124:649-57.

Cuadro 2

| Técnicas para la medición de composición corporal neonatal |   |  |   |
|--|---|--|---|
| Herramientas   | Medición  | Ventajas   | Desventajas   |
| DXA  | Calcula MMT y MG de la densidad ósea<br>Medición  | Rápida<br>No invasiva  | Infantil debe estar quieto/dormido<br>Requiere técnico y la máquina<br>Sobreestima %MG en 12 a 30%                              |
| ACT  | Calcula MMT y MG de dilución isotópica ACT después de la ingestión de la solución oral y la recogida de muestras de orina de repetición       | No invasiva  | Proceso largo<br>Requiere técnico y suministros<br>Las fluctuaciones de ACT en los recién nacidos<br>Resultados extraños        |
| PDA  | Calcula MMT y MG del volumen corporal y mediciones de masa obtenidas en el interior de cámara de ambiente controlado                          | Rápida<br>No invasiva<br>Dar cuenta de los cambios ACT<br>Precisión dentro de 0.05 a 0.06% | Requiere técnico y la máquina   |
| RM   | Calcula el volumen de tejido adiposo, y luego MMT y MG se derivan   | No invasiva  | Los análisis pueden ser largo infantil tiene que estar quieto/dormido<br>Requiere técnico y la máquina<br>Sobreestima %MG en 6% |
| IBT  | Calcula la MMT y MG mediante la medición de la resistencia del cuerpo como un conductor de pequeños impulsos alternantes entregado por sondas | Rápida<br>No invasiva<br>Independiente de ACT<br>Mejor para los datos de grupo grande      | Exactitud individual deficiente<br>Sobreestima MMT  |

PDA, pletismografía por desplazamiento de aire, DXA, absorciometría de rayos X de energía dual, MG, Masa grasa, MMT, masa magra tota, RM resonancia magnética, IBT, análisis de impedancia eléctrica corporal total, % MG, porcentaje de masa grasa, y ACT la dilución total de isótopos de agua corporal

Fuente: Ellis KJ, Yao M, Shypailo RJ, Orlando A, Wong WW, Heird WC, body-composition assessment in infancy; air-displacement plethysmography compared with a reference 4-compartment model. Am J Clin Nutr. 2007;85:90-5. Olhager E, Thuomas KA, Wigstrom L, Forsum E. Description and evaluation of a method based on magnetic resonance imaging to estimate adipose tissue volume and total body fat in infants. Pediatr Res. 1998;44:572-7. Rigo J, Nyamugabo K, Picuad JC, Gerard P, Pieltain C, De Curtis M. Reference values of boby composition obtained by dual energy X-ray absorptometry in preterm and term neonates. J Pediatr Gastroenterol Nutr. 1998;27:184-90.

Cuadro 3

| Clasificación de Gómez |                                 |
|------------------------|---------------------------------|
| Grado de desnutrición  | % de peso esperado para la edad |
| Leve (grado 1)         | 76 a 90                         |
| Moderada (grado 2)     | 61 a 75                         |
| Severa (grado 3)       | Menor de 60                     |

Fuente: Gomez F, Galvan RR, Cravioto J, Frenk S. Malnutrition in infancy and childhood, with special reference to kwashiorkor. Adv Pediatr. 1955;7:131-169. [Medline]

RCIU (Retraso en el crecimiento intrauterino) ASIMÉTRICO bajo la P10: restricción de talla, perímetro cefálico, es pequeño constitucionalmente.

RCIU SIMÉTRICO sobre p10: compromiso en peso, no talla ni perímetro cefálico, asociado a función placentaria.

### Índice Kanawati/ McLaren

El perímetro braquial refleja la combinación de masa muscular y reserva grasa, cuando el índice disminuye en forma rápida manifiesta una depleción de reserva grasa y proteica. Se utiliza en niños entre 3 meses y 5 años de edad (Cuadros 5, 6 y 7). Cuando no contamos con peso y talla es una forma útil de valorar el estado nutricional.<sup>24,25</sup>

### Clasificación de Wellcome

Evalúa al niño por el edema y con el sistema de clasificación de Gómez (Cuadro 8).<sup>27,28</sup>

## METABOLISMO ENERGÉTICO

En la actualidad es ampliamente aceptado que un porcentaje importante de los pacientes que ingresan a las unidades de cuidados intensivos neonatales desarrollan algún grado de desnutrición como consecuencia de su estado fisiopatológico y de sus requerimientos energéticos elevados. Por esta razón, la evaluación, planeación y administración de una alimentación adecuada es esencial

Cuadro 4

| Percentiles de índice ponderal |      |      |      |
|--------------------------------|------|------|------|
| EG semanas                     | p 10 | p50  | p90  |
| 24                             | 1.79 | 2.15 | 2.54 |
| 25                             | 1.83 | 2.19 | 2.57 |
| 26                             | 1.87 | 2.22 | 2.59 |
| 27                             | 1.91 | 2.26 | 2.62 |
| 28                             | 1.95 | 2.29 | 2.65 |
| 29                             | 1.99 | 2.33 | 2.68 |
| 30                             | 2.04 | 2.36 | 2.71 |
| 31                             | 2.08 | 2.40 | 2.74 |
| 32                             | 2.12 | 2.43 | 2.77 |
| 33                             | 2.16 | 2.47 | 2.80 |
| 34                             | 2.20 | 2.50 | 2.83 |
| 35                             | 2.25 | 2.54 | 2.86 |
| 36                             | 2.29 | 2.57 | 2.89 |
| 37                             | 2.33 | 2.61 | 2.92 |
| 38                             | 2.37 | 2.64 | 2.95 |
| 39                             | 2.41 | 2.68 | 2.98 |
| 40                             | 2.45 | 2.71 | 3.01 |
| 41                             | 2.50 | 2.75 | 3.04 |
| 42                             | 2.54 | 2.78 | 3.07 |

Fuente: Evaluación antropométrica del recién nacido. Revista Perinatología y reproducción humana 2002;16:74-79.

como parte del manejo del neonato prematuro en estado crítico.<sup>29</sup>

La nutrición en las etapas iniciales de la vida se reconoce no sólo por su papel en mejorar la supervivencia neonatal, potenciar el crecimiento y desarrollo mental durante la infancia, sino también como un factor condicionante de la salud del individuo a lo largo de su vida. Desafortunadamente, el obtener un crecimiento apropiado no es una tarea fácil debido a las necesidades especiales de los prematuros condicionadas por la inmadurez del tracto gastrointestinal y las dificultades en su adaptación metabólica.<sup>30,31</sup>

El último trimestre de la gestación es el periodo en el cual se acelera el crecimiento fetal, por lo que el naci-

**Cuadro 5**

| Clasificación del índice de Kanawati/McLaren (=PB/PC) |                               |
|---|-------------------------------|
| < 0.31  | NORMALIDAD                    |
| 0.31 a 0.29   | DN proteico-calórica leve     |
| 0.28 a 0.25   | DN proteico-calórica moderada |
| > 0.25  | DN proteico-calórica grave    |

PB: perímetro braquial  
PC: Perímetro cefálico  
*Fuente:* Evaluación antropométrica del recién nacido. Revista Perinatología y reproducción humana 2002;16:74-79

miento pretérmino interrumpe el crecimiento y desarrollo de manera súbita causando un estado catabólico, el cual, si es prolongado, en forma potencial puede alterar el crecimiento los primeros meses de vida.

Durante este periodo de la vida fetal, el rápido crecimiento cerebral demanda muchos requerimientos nutricionales. Por ello, un escaso desarrollo posnatal en este parámetro puede ser indicativo de malnutrición, que a su vez pudiera tener implicaciones en el neurodesarrollo a largo plazo. De manera adicional, la malnutrición posnatal puede causar problemas clínicos inmediatos: desgaste muscular, hipotonía, dificultad respiratoria, apnea y respuesta inmune inhibida con incremento en la susceptibilidad a contraer infecciones.

Para establecer una adecuada nutrición, a la evaluación nutricional se debe agregar el monitoreo clínico y el de los parámetros bioquímicos, para identificar trastornos metabólicos y deficiencias de micronutrientes y macronutrientes.

Con base en esto, las necesidades nutricionales de los RN prematuros son establecidas con el principal objetivo de mantener de forma ininterrumpida el crecimiento. Se estima que el gasto energético en reposo es de 50 kcal/kg/día, mientras que la energía necesaria para el crecimiento es de 110 a 130 kcal/kg/día.<sup>32,33</sup>

Los requerimientos de proteína para el mantenimiento del balance de nitrógeno son de 1 a 1.5 g/kg/día. La

**Cuadro 6**

| Clasificación del índice de Kanawati/McLaren modificado (= PB/PC × 1 000) |                            |
|---|----------------------------|
| 310   | Normalidad                 |
| 280   | DN proteico-calórica leve  |
| 250   | DN proteico-calórica grave |

Umbral fijado x PC = Valor mínimo del PB. Por debajo del valor, se encuentra en desnutrición  
*Fuente:* Evaluación antropométrica del recién nacido. Revista Perinatología y reproducción humana 2002;16:74-79

proteína necesaria para el crecimiento se estima en 3.5 a 4 g/kg/día en los niños prematuros. Estas estimaciones no toman en cuenta las necesidades generadas por el aumento de las demandas metabólicas en el recién nacido enfermo o con deficiencias previas.<sup>32,33</sup> Ayudar a los neonatos a cumplir con estos objetivos de crecimiento puede ser difícil, en especial con los RN pretérmino en una unidad de cuidados intensivos, que se enfrentan a deficiencias nutricionales tan pronto como nacen, y las tasas de crecimiento intrauterino por lo general no se alcanzan hasta casi el momento del alta.

El inicio de soporte nutricional, ya sea vía oral, leche humana fortificada, nutrición enteral y/o nutrición parenteral está indicado en todo recién nacido desnutrido o con riesgo de desnutrición secundario a una condición digestiva o extradigestiva, aguda o crónica, para dar cobertura a sus necesidades nutricionales con el objetivo de mantener su salud y/o crecimiento. La vía enteral puede ser insuficiente debido a una ingesta limitada, una alteración de la digestión y/o absorción, un incremento de las pérdidas, un aumento del gasto energético, por alteraciones metabólicas o anatómicas. También tras cirugía digestiva, por necesidad de reposo intestinal o por la presencia de síntomas importantes relacionados con la alimentación (dolor, diarrea).<sup>34</sup>

Lograr cubrir las necesidades energéticas requiere tiempo, por lo que los primeros días de vida la nutrición no aporta las calorías ni provee las proteínas ade-

**Cuadro 7**

| Valores mínimos del perímetro braquial en relación con la medida del perímetro cefálico para obtener el valor superior o igual al umbral 0.291 |                    |                    |                    |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|
| Perímetro cefálico   | Perímetro braquial | Perímetro cefálico | Perímetro braquial |
| 30   | 8.7                | 43                 | 12.5               |
| 30.5   | 8.9                | 43.5               | 12.7               |
| 31   | 9.0                | 44                 | 12.8               |
| 31.5   | 9.2                | 44.5               | 13.0               |
| 32   | 9.3                | 45                 | 13.1               |
| 32.5   | 9.5                | 45.5               | 13.2               |
| 33   | 9.6                | 46                 | 13.4               |
| 33.5   | 9.7                | 46.5               | 13.5               |
| 34   | 9.9                | 47                 | 13.7               |
| 34.5   | 10.0               | 47.5               | 13.8               |
| 35   | 10.2               | 48                 | 14.0               |
| 35.5   | 10.3               | 48.5               | 14.1               |
| 36   | 10.5               | 49                 | 14.3               |
| 36.5   | 10.6               | 49.5               | 14.4               |
| 37   | 10.8               | 50                 | 14.6               |
| 37.5   | 10.9               | 50.5               | 14.7               |
| 38   | 11.1               | 51                 | 14.8               |
| 38.5   | 11.2               | 51.5               | 15.0               |
| 39   | 11.4               | 52                 | 15.1               |
| 39.5   | 11.5               | 52.5               | 15.3               |
| 40   | 11.6               | 53                 | 15.4               |
| 40.5   | 11.8               | 53.5               | 15.5               |
| 41   | 11.9               | 54                 | 15.6               |
| 41.5   | 12.1               | 54.5               | 15.7               |
| 42   | 12.2               | 55                 | 15.9               |
| 42.5   | 12.4               | 55.5               | 16.0               |

Umbral perímetro braquial/perímetro cefálico = 0.291  
Todos los valores superiores o iguales a este umbral indican estado normal de nutrición. Valores por debajo de este umbral indican desnutrición.  
*Fuente:* Evaluación antropométrica del recién nacido. Revista Perinatología y reproducción humana 2002;16:74-79

cuadas para evitar el déficit de balance de nitrógeno. Estos déficits se reponen hasta que el recién nacido alcanza volúmenes de alimentación enteral total, que pueden tomar hasta 2 semanas.<sup>35,36</sup>

**Cuadro 8**

| Clasificación de Wellcome                  |                       |              |
|--|-----------------------|--------------|
| Peso para la edad (Clasificación de Gómez) | Con edema             | Sin edema    |
| 60 a 80%                                   | Kwashiorkor           | Desnutrición |
| < 60%                                      | Kwashiorkor marasmico | Marasmo      |

*Fuente:* Waterlow JC. Classification and definition of protein-calorie malnutrition. Br Med J. 1972 Sep 2;3(5826):566-9. [Medline]

La administración de NP no impide el uso concomitante de la vía enteral y es preferible conservar una mínima ingesta, aunque no tenga una función nutritiva, ya que mantiene el trofismo intestinal y disminuye la incidencia de complicaciones metabólicas e infecciosas secundarias a la nutrición parenteral.<sup>37</sup> Los niños son en particular sensibles a las restricciones energéticas debido a sus necesidades para mantener un crecimiento óptimo, de manera fundamental en las épocas de máximo desarrollo por lo que el soporte nutricional debe iniciarse lo antes posible.<sup>38</sup>

Los tipos de soporte nutricional se revisarán en capítulos posteriores.

## TAMIZAJE PARA RIESGO NUTRICIONAL EN CUIDADOS INTENSIVOS NEONATALES

Los neonatos hospitalizados presentan un riesgo de desnutrición y el riesgo aumenta en los RN pretérmino, consecuencia de la incapacidad de cubrir las necesidades energéticas, aunado a las deficiencias nutricionales relacionadas con el retraso en el crecimiento intrauterino y posnatal.

Es por ello que la Sociedad Europea de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición (ESPGHAN, por sus siglas en inglés) recomienda la aplicación del cribado de riesgo nutricional,<sup>39</sup> herramienta que permite la clasificación del estado nutricional identificando a los pacientes en situación de riesgo y detectando la

necesidad de revaloraciones y soporte nutricional especializado.

El *Neonatal nutritional screening tool* (NNST) puede ser aplicado en todos los neonatos de las Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales con periodicidad semanal por personal de enfermería para identificar a

aquellos con alto riesgo, con deficiente crecimiento y que requieran apoyo nutricional adicional durante su estancia. Existen varias herramientas de detección reportadas,<sup>40-46</sup> con características comunes, incluyendo la evaluación de la ingesta nutricional, procesos de la enfermedad, el peso y otros datos antropométricos (Cuadro 9).

Cuadro 9

| Resumen de las herramientas de detección de nutrición pediátrica existentes  |   |   |                              |
|--|---|---|------------------------------|
| Herramienta  | Población objetivo  | Criterios de evaluación   | Resultados                   |
| Herramienta de detección para la evaluación de la desnutrición en Pediatría (STAMP)  | Niños > 2 años ingresados en las salas de pediatría                 | Diagnóstico con implicaciones nutricionales, la ingesta nutricional, peso y estatura  | Alto, medio o bajo riesgo    |
| Herramienta de detección de riesgo en el estado nutricional y de crecimiento (STRONGkids)  | Niños > 1 mes ingresados en las salas de Pediatría (excluyendo PIC) | Evaluación clínica subjetiva, enfermedad con alto riesgo nutricional, la ingesta nutricional y las pérdidas, la pérdida de peso o aumento de peso   | Alto, moderado o bajo riesgo |
| Puntuación de la Desnutrición Yorkhill Pediátrica (PYMS)   | Niños > 1 año ingresados en las salas de pediatría                  | IMC, pérdida de peso, la ingesta nutricional, diagnóstico con implicaciones nutricionales   | Alto, medio o bajo riesgo    |
| La puntuación de riesgo Nutrición Pediátrica (PNRS)  | Niños > 1 año ingresados en las salas de Pediatría                  | Patología con implicaciones nutricionales, la ingesta nutricional, dolor  | Alto, moderado o bajo riesgo |
| Protección Nutricional para el Centro Médico Infantil  | Niños (> 28 días) ingresados a PIC)                                 | Diagnóstico con implicaciones nutricionales, la ingesta nutricional, peso y estatura, pérdida de peso, marcadores de laboratorio de la mala nutrición (anemia, bajo recuento de linfocitos, albúmina sérica baja)   | Alto o bajo riesgo           |
| Puntuación de Evaluación Clínica de Nutrición (CAN)  | Los recién nacidos poco después del nacimiento                      | El peso al nacer, la longitud, el perímetro cefálico, circunferencia media del brazo y el índice ponderal   | Bien nutridos o desnutridos  |
| Criterios de Detección Nutricionistas Neonatales de Ohio para la Identificación de Bebés Hospitalizados con Mayor Riesgo Nutricional | Neonatos hospitalizados   | < 1 semana de edad: > 15% de pérdida de peso desde el nacimiento o < 1 kg al nacer<br>1 a 2 semanas de edad: < 60 kcal/kg/día o la continuación de la pérdida de peso<br>> 2 semanas de edad: admisión < 66% de requerimientos de energía o < 10 g/kg/día aumento de peso o bilirrubina baja /fosfato bajo/albúmina alta/ALP alta<br>> 2 meses de edad: cualquiera de los anteriores o ningún hierro en la dieta o la continuación de NPT | Alto o bajo riesgo           |

IMC = índice de masa corporal; PIC = atención pediátrica intensiva, NPT = nutrición parenteral. Fuente: Johnson MJ, et al. Developing a new screening tool for nutritional risk in neonatal intensive care. Acta Pediátrica. 2015;104:e90-93.

|   |  |  |  |                          |               |
|---|--|--|--|--------------------------|---------------|
| Colocar la etiqueta del paciente aquí   |  | Neonatal Nutritional Screening Tool<br>Para ser completado en el momento de ingreso y de forma semanal |  |                          |               |
| Edad gestacional:   |  | Peso al nacer:   |  |                          |               |
| <b>1. Evaluar el crecimiento</b>  |  |  |  |                          |               |
| Peso actual:  |  | Percentil actual:  |  | Percentil al nacimiento: |               |
| OFC actual:   |  | Percentil actual:  |  | Percentil al nacimiento: |               |
| Longitud actual:  |  | Percentil actual:  |  | Percentil al nacimiento: |               |
| <b>2. Determinar la categoría de riesgo</b>   |  |  |  |                          | <b>Marcar</b> |
| Alto riesgo   | <i>Cualquiera de:</i>  |  |  |                          |               |
|   | Pretérmino < 28 semanas al nacer   |  |  |                          |               |
|   | Extremadamente bajo peso al nacer < 1 000 g                                      |  |  |                          |               |
|   | Inicio de alimentación después de episodio de ECN o perforación gastrointestinal |  |  |                          |               |
|   | Recién nacido con malformaciones graves congénitas GI (gastrosquisis)            |  |  |                          |               |
| Riesgo moderado   | <i>Cualquiera de:</i>  |  |  |                          |               |
|   | Pretermino 28 a 31 semanas   |  |  |                          |               |
|   | RCIU (peso < 10º percentil)  |  |  |                          |               |
|   | Muy Bajo Peso 1 000 - 1500 g   |  |  |                          |               |
|   | Enfermedad o anomalía congénita que puede poner en peligro la alimentación       |  |  |                          |               |
| Bajo riesgo   | <i>Cualquiera de:</i>  |  |  |                          |               |
|   | Pretermino 28 a 31 semanas   |  |  |                          |               |
|   | RCIU (peso < 10º percentil)  |  |  |                          |               |
|   | Recién nacido a término ≥ 37 semanas   |  |  |                          |               |
| <b>3. Determinar la necesidad de una revisión del equipo de nutrición</b>                                   |  |  |  |                          | <b>Marcar</b> |
| Los bebés de alto riesgo de acuerdo con los criterios anteriores  |  |  |  |                          |               |
| No recuperó el peso al nacer a las 2 semanas de edad  |  |  |  |                          |               |
| > 15% de pérdida de peso en cualquier momento   |  |  |  |                          |               |
| Aumento de peso < 10 g/kg/día a partir de la segunda semana de edad en adelante                             |  |  |  |                          |               |
| Cirugía gastrointestinal en cualquier momento   |  |  |  |                          |               |
| Nombre de la persona que completó la información:   |  |  |  | Firma:                   |               |
| _____   |  |  |  | _____                    |               |
| Completar la evaluación al ingreso, colocar en el expediente clínico  |  |  |  |                          |               |
| Completar una evaluación semanal, por favor coloque este formulario en la evaluación del estado nutricional |  |  |  |                          |               |

F1 Neonatal Nutritional Screening Tool (NNST)  
Fuente: McCarthy HMH, McNulty H, Dixon M, Eaton-Evans MJ. Nutrition screening in children the validation of new tool. J Hum Nutr Diet. 2008;21:395-6.

El NNST clasifica a los RN en alto, moderado y bajo riesgo. Los que obtengan el resultado de alto riesgo y además cumplan alguno de los criterios de bajo incre-

mento de peso de la segunda parte de tamizaje son los que deben ser evaluados de forma objetiva para el inicio del soporte nutricional (Figura 1).

# Alimentación enteral en el recién nacido

Dra. Elisa García Morales  
Dr. Horacio Liborio Reyes Vázquez  
Dra. Laura López Vargas

## INTRODUCCIÓN

El soporte nutricional adecuado sigue siendo un reto significativo en el recién nacido prematuro (RNP) y en especial en aquellos prematuros de muy bajo peso al nacer, menores de 1 000 g (PMBPN).<sup>1,2</sup> Existe evidencia de que una inadecuada alimentación en las etapas iniciales de la vida tiene consecuencias a largo plazo. Los prematuros con frecuencia sufren restricción en el crecimiento tanto fetal como posnatal, lo que los lleva a patrones diferentes de ganancia de peso y de composición corporal, incluyendo talla menor a una edad equivalente en el recién nacido a término, menor masa muscular magra y mayor grasa corporal total. Cada uno de estos patrones se asocia con un incremento en el riesgo de programarlos para enfermedad en la adultez.<sup>3</sup>

Alcanzar una alimentación enteral completa y consistente en los PMBPN es un gran desafío, debido a los problemas inherentes a la inmadurez de la motilidad intestinal y su función.

Este PAC en Neonatología revisa los aspectos más importantes de la alimentación en el recién nacido de alto riesgo. Se abordan aspectos generales de la composición corporal, requerimientos de energía y metabolismo de los principales nutrientes, vitaminas, minerales, líquidos y electrolitos. Se analizan aspectos importantes de la leche materna y su epidemiología en México. Se hace referencia en lo general de las características de las fórmulas de inicio, fórmulas para prematuros y fórmulas especiales. Se aborda el tema de alimentación enteral mínima, se menciona lo más relevante de la alimentación parenteral y finalmente se hace una revisión rápida de las aplicaciones móviles utilizadas en la nutrición neonatal.

Este libro pretende que el médico pediatra y el neonatólogo tengan a la mano una revisión actualizada de los aspectos más importantes de la alimentación enteral y parenteral en esta importante etapa de la vida, en donde la nutrición juega un papel fundamental, sin pasar por alto que una adecuada evaluación del estado nutricional en el neonato es imprescindible para determinar el objetivo nutricional a alcanzar.

## COMPOSICIÓN CORPORAL

Existe un consenso razonable, pero no universal, de que el crecimiento y la composición corporal en especial del prematuro deben ser iguales a los del feto de comparable edad gestacional. La composición corporal del feto cambia de manera drástica durante toda la gestación, de tal suerte que gana aproximadamente 5 g/día en las primeras 16 semanas de gestación, 10 g/día a las 21 semanas y 20 g/día a las 29 semanas, a las 37 semanas llega a alcanzar un pico de ganancia ponderal de 35 g/día (Cuadro 10). El porcentaje de agua corporal, agua extracelular, sodio y cloro disminuye de manera progresiva, mientras que, con base en kilogramo de peso, el feto retiene más agua intracelular, proteínas, grasas, calcio, fósforo, hierro y magnesio. Entre las 24 y las 40 semanas de gestación, el contenido de agua disminuye desde aproximadamente 87 a 71%, las proteínas se elevan de 8.8 a 12%, la grasa, de 1 a 13.1%. El glucógeno representa 1% o menos del peso corporal durante toda la gestación; el depósito hepático es de alrededor de 10 a 18 mg/g de hígado hasta las 36 semanas de gestación y se incrementa a cerca de 50 mg/g de hígado a las 40 semanas.<sup>1-4</sup> Esto sólo refleja lo cambiante de la composición corporal durante toda la gestación. El estudio de la composición cor-

Cuadro 10

| Composición corporal del recién nacido |         |          |            |          |
|--|---------|----------|------------|----------|
|  | 750 g   | 1 000 g  | 2 000 g    | 3 000 g  |
| Edad gestacional (semanas)             | 24 a 25 | 27       | 33         | 40       |
| Agua (% / g)                           | 87/653  | 85.4/854 | 79.8/1 596 | 71/2 485 |
| Grasa (% / g)                          | 1/7.5   | 2.3      | 6.5/130    | 13.1/460 |
| Glucógeno (% / g)                      | 1/7.5   | 1/10     | 1/20       | 1/35     |
| Energía no proteica (kcal/kg)          | 131     | 248      | 626        | 1 224    |
| <b>MINERALES</b>                       |         |          |            |          |
| Calcio (nmol/kg)                       | 140     | 145      | 170        | 210      |
| Cloro (nmol/kg)                        | 69      | 66       | 60         | 48       |
| Cobre (mg/kg)                          | 3.6     | 3.8      | 4          | 4.1      |
| Hierro (mg/kg)                         | 62      | 64       | 70         | 81       |
| Magnesio (nmol/kg)                     | 7.7     | 8        | 8.2        | 8.7      |
| Fósforo (nmol/kg)                      | 105     | 115      | 130        | 160      |
| Potasio (nmol/kg)                      | 42      | 42       | 42         | 42       |
| Sodio (nmol/kg)                        | 95      | 90       | 82         | 79       |
| Zinc (mg/kg)                           | 17.7    | 17.6     | 16.9       | -        |

Committee on Nutrition of the Preterm Infant, European Society of Paediatric Gastroenterology and Nutrition. Oxford, Blackwell Scientific, 1987 and Ziegler EE, et al.: Acta Paediatr Scand. 1982;299(suppl):90.

poral cobra importancia cuando se desea conocer el estado nutricional del neonato y la influencia de la grasa corporal y la masa grasa en su desarrollo. Los neonatos con alteración en su crecimiento y en el estado nutricional presentan un incremento en la mortalidad y en la morbilidad a corto plazo y efectos adversos en la adultez (hipertensión arterial, enfermedad cardiovascular, diabetes mellitus tipo 2). Antes, la única forma de conocer la composición corporal era por medio de análisis de necropsia, en la actualidad existen métodos no invasivos para determinar la composición corporal: antropometría clínica, determinación de pliegues cutáneos, conductividad eléctrica corporal total (TOBEC, por sus siglas en inglés), impedancia bioeléctrica (BIA), pletismografía por desplazamiento de aire (Pea Pod), absorciometría de rayos X de energía dual o radioabsorciometría de doble energía (DEXA, por sus siglas en inglés), dilución isotópica con óxido de deuterio y medición de potasio corporal total.<sup>5</sup> Se están intentando otros métodos como la medi-

ción de la fuerza isométrica en extremidades inferiores con la utilización de galga extensiométrica.<sup>6</sup>

## REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA Y DISTRIBUCIÓN DEL METABOLISMO ENERGÉTICO EN EL RECIÉN NACIDO ALIMENTADO POR VÍA ENTERAL

### Balance de energía

La energía es necesaria en todas las funciones vitales del cuerpo a nivel molecular, celular, de órganos y sistemas. La energía nutricional es el potencial electroquímico en los hidratos de carbono, proteínas y lípidos de la dieta. La energía aportada por los sustratos de la dieta es de 4 kcal/g de proteína, 4 kcal/g de hidratos de carbono y 9 kcal/g de grasa. La energía de esos sustratos se convierte a ATP por oxidación en las mitocondrias o se pierde en la producción de calor. La energía para el mantenimiento de las funciones vitales,

que incluyen almacenamiento y crecimiento, es producida por la hidrólisis de ATP (adenosin-trifosfato) a ADP (adenosin-difosfato). El balance de energía es un delicado equilibrio entre la ingesta, la pérdida y su almacenamiento. La pérdida de energía es la suma del gasto energético más la excreción de sustancias que contienen energía en orina y heces. Un balance positivo de energía se alcanza cuando el ingreso de energía que se metaboliza por vía exógena es mayor que el gasto de energía. Es entonces cuando el crecimiento es posible y se forma tejido nuevo. Si la ingesta de energía exógena es menor que el gasto, entonces el balance de energía es negativo y los depósitos de energía almacenados deben ser utilizados para cubrir las necesidades. Durante la fase aguda de una enfermedad, la meta principal no es el crecimiento, es evitar el catabolismo. Esto es muy difícil, sobre todo en el recién nacido de muy bajo peso. La estimación de las necesidades calóricas se basa en el hecho de que se debe aproximar el crecimiento posnatal al de un feto en crecimiento normal *in utero* de la misma edad pos-concepcional. Estas necesidades no consideran los incrementos calóricos mayores del prematuro enfermo (Cuadro 11).

Cuadro 11

| Requerimientos de energía estimados para prematuros en crecimiento |             |
|--|-------------|
| Factor   | kcal/kg/día |
| Gasto de energía   |             |
| Tasa metabólica en reposo  | 40 a 60     |
| Actividad  | 0 a 5       |
| Termorregulación   | 0 a 5       |
| Síntesis/energía para el crecimiento                               | 15          |
| Depósito de energía  | 20 a 30     |
| Energía excretada  | 15          |
| Estimación del requerimiento total de energía                      | 90 a 120    |

Sinclair LC: Energy needs during in infancy. In Fomon S, *et al.* (eds). Energy and Protein Needs during Infancy. Orlando Fla, Academic Press, 1986.

Las pérdidas de energía se deben a excreción o gasto. La energía se excreta principalmente como grasa fecal y se incrementa conforme se aumenta la ingesta.

La medición del gasto total de energía incluye la energía utilizada para mantener el metabolismo basal, así como el incremento posprandial en el gasto de energía (efecto térmico de los alimentos, actividad física y la energía para la síntesis de tejido nuevo) (Cuadro 12).<sup>7</sup> En el prematuro enfermo se debe considerar el "factor de enfermedad" el cual contribuye en forma significativa al incremento de gasto de energía del metabolismo basal, como es el caso de sepsis, fiebre e hipoxia crónica. La energía requerida para la termorregulación y la actividad se minimiza manteniendo al recién nacido en un medio térmico neutro y limitando la estimulación. Las pérdidas de energía en un medio térmico inadecuado pueden incrementar hasta en 10% el consumo de oxígeno y el gasto de energía. De esta forma, se requieren 50 a 60 kcal/kg/día para mantener el peso de un prematuro, pero los PMBPN requieren más de 70 kcal/kg/día.<sup>4-6</sup> Si el recién nacido duerme lo necesario (80 a 90% del tiempo), las pérdidas de energía por actividad física serán un componente menor. El gasto de energía para el crecimiento incluye tanto el contenido de energía depositado para el tejido nuevo (energía almacenada) como la energía requerida para la formación de ese tejido (gasto de energía para el crecimiento) que, a su vez, el gasto depende del tipo de tejido que se forma. El gasto de energía es mayor si se trata de almacenar grasa de la dieta en el tejido adiposo que si se trata de sintetizar proteínas. Se ha estimado que el costo total para la formación de tejido nuevo es de 4 a 6 kcal/g.<sup>8,9</sup> Si un prematuro está creciendo a la velocidad de uno similar en el útero en el tercer trimestre, esto es, ganando aproximadamente 15 g/kg/día, entonces cerca de 15% de la ingesta total de energía es utilizada para la síntesis de tejido nuevo.<sup>10</sup>

### Requerimientos de energía

El requerimiento calórico para un recién nacido sano en crecimiento fue establecido por Sinclair<sup>11</sup> y se basa en mediciones de gasto metabólico mínimo y sobre es-

Cuadro 12

| Necesidades calóricas (kcal/kg/día 9 para prematuros para lograr tasas de crecimiento normales) |                                    |
|---|------------------------------------|
| Estudio   | Necesidades calóricas, kcal/kg/día |
| <b>Comité de Nutrición de la Academia Americana de Pediatría</b>                                |                                    |
| <b>Lactantes con alimentación enteral</b>   |                                    |
| Gasto energético en reposo  | 50                                 |
| Actividad (0 a 30% arriba de GER)   | 0 a 15                             |
| Termorregulación  | 5 a 10                             |
| Efecto térmico de los alimentos (síntesis)  | 10                                 |
| Pérdida fecal de energía  | 10                                 |
| Almacenamiento de energía (crecimiento)   | 25 a 35                            |
| <b>Total</b>  | <b>100 a 130</b>                   |
| <b>Lactantes con alimentación parenteral</b>  |                                    |
| Gasto energético en reposo  | 50                                 |
| Actividad   | 0 a 5                              |
| Termorregulación  | 0 a 5                              |
| Efecto térmico de los alimentos (síntesis)  | 10                                 |
| Almacenamiento de energía (crecimiento)   | 25                                 |
| <b>Total</b>  | <b>85 a 95</b>                     |
| <b>Comité de Nutrición ESPGHAN</b>  |                                    |
| Ingesta de energía recomendada para prematuros para lograr tasas de crecimiento normales        | 115 a 130                          |

Adaptado de: Hay, Jr. W. W. *et al.*; Energy Requirements, Protein-Energy Metabolism and Balance, and Carbohydrates in Preterm Infants. Koletzko B, Poindexter B, Uauy R (eds): Nutritional Care of Preterm Infants: Scientific Basis and Practical Guidelines, World Rev Nutr Diet. Basel, Karger, 2014, vol 110, pp 64-81.

timaciones teóricas de necesidades calóricas para funciones fisiológicas normales. Estos estudios revelan que para un RN a término sano las necesidades calóricas se incrementan en forma muy rápida durante las primeras 48 horas de vida, hasta que al final de la segunda semana sus requerimientos son de 100 a 120 kcal/kg/día. A diferencia de este grupo, los requerimientos calóricos para prematuros de bajo peso son más difíciles de definir, en especial en aquellos PMBPN y que además están enfermos de gravedad.

Existen también diferencias en el requerimiento calórico en el recién nacido pequeño para su edad gestacional (percentila < 10) comparado con aquel recién nacido que se considera grande para su edad gestacional (percentila > 90), el primero requiere una inges-

ta de nutrientes mayor por kilogramo de peso que los más grandes.<sup>12-13</sup>

De acuerdo con la ecuación del balance de energía, en donde el requerimiento energético para mantener el peso existente y la composición corporal es igual al gasto de energía. La ingesta enteral de 120 a 130 kcal/kg/día, ha sido recomendada para alcanzar ganancias ponderales aceptables. Esto permite que la mayoría de los niños con bajo peso al nacer aumenten de 15 a 20 g/día, similar al crecimiento *in utero*.<sup>14-15</sup> El comité de nutrición de la *European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition* (ESPGHAN, por sus siglas en inglés)<sup>16</sup> ha recomendado un promedio de ingesta de 110 a 135 kcal/kg/día. La Academia Americana de Pediatría y la Sociedad Pediátrica

Canadiense recomiendan de 105 a 130 kcal/kg/día.<sup>14-17</sup> Es importante enfatizar que el grupo internacional de expertos propone una densidad energética de la fórmula en el rango de 60 a 70 kcal/100 mL, lo cual resulta apropiado para apoyar las tasas fisiológicas de ganancia de peso en los RN sanos, ya que una ganancia de peso mayor a la deseable puede asociarse con un mayor riesgo de obesidad en la adultez.<sup>18</sup> El requerimiento calórico para el prematuro de muy bajo peso al nacimiento y el del gravemente enfermo, tiene particularidades especiales cuya información rebasa los objetivos de este libro.

### Hidratos de carbono en el recién nacido alimentado por vía enteral

La lactosa es el hidrato de carbono predominante en la leche humana, que es de 6.2 a 7.2 g/dL y aporta 40 a 50% del contenido calórico. La lactosa es hidrolizada a glucosa y galactosa en el intestino delgado por la  $\beta$ -galactosidasa (lactasa). La actividad de lactasa intestinal, es de aproximadamente 30% en el prematuro de 34 semanas de gestación comparada con los neonatos a término. Aun cuando la actividad de la lactasa es limitada en prematuros, la lactosa es bien tolerada. Estudios con isótopos han mostrado una eficiente digestión de la lactosa en prematuros.<sup>19</sup> Sin embargo, la mayoría de las fórmulas para prematuros incluye polímeros de glucosa como fuente principal de hidratos de carbono. Estos polímeros de glucosa son digeridos a través de la enzima alfa-glucosidasa, la cual alcanza 70% de su actividad entre las 24 y 34 semanas de gestación. Además, la amilasa salival contribuye a la digestión de los polímeros de glucosa. Estos polímeros tienen la ventaja de incrementar la densidad calórica sin elevar la osmolaridad de la fórmula y pueden mejorar el vaciamiento gástrico.

El grupo de expertos sugiere que las fórmulas infantiles tengan en el contenido total de hidratos de carbono un mínimo de 9.0 g/100 kcal (basado en el cálculo de las necesidades de glucosa para la oxidación obligatoria en el sistema nervioso central con la mínima

contribución de la gluconeogénesis) y un máximo de 14.0 g/100 kcal, lo cual equivale a cerca de 36 y 56% del contenido energético, respectivamente.<sup>18</sup>

### Requerimiento de proteínas

El contenido proteico y su composición en la leche humana cambia durante toda la lactancia, de concentraciones de alrededor de 2 g/dL al nacimiento a 1 g/dL en la leche madura. Cambios cualitativos también ocurren durante la lactancia, resultando en una relación de suero-caseína de 80:20 al inicio de la lactancia a una relación de 55:45 en la leche madura. Mientras que los niveles de caseína, alfa-lactoalbúmina, albúmina y lisozimas permanecen constantes, debido a esas diferencias en las fracciones proteicas existen variaciones en los perfiles de aminoácidos así como en el contenido individual de cada uno de ellos.<sup>20</sup>

Las fórmulas artificiales infantiles tienen más proteínas que la leche humana. Un informe por *The Life Sciences Research Office* recomienda en 1998 que las fórmulas infantiles para neonatos a término contengan 1.7 a 3.4 g de proteínas/100 kcal.<sup>21</sup> En el 2005, el grupo internacional de expertos coordinados por ESPGHAN recomienda un contenido proteico de 1.8 a 3.0 g/100 kcal (Cuadro 13).<sup>18</sup> Para fines prácticos, la mayoría de las fórmulas que se distribuyen en México contienen de 2.1 a 2.4 g de proteínas/100 kcal, lo cual provee a los niños aproximadamente de 2 a 2.5 g/kg/día durante el primer mes de vida. Para los prematuros entre 1 200 y 1 800 g el requerimiento de proteínas es entre 2.7 y 3.5 g/kg/día; las fórmulas para prematuros por lo general contienen entre 2.5 y 3 g de proteínas/100 kcal. En los prematuros, la mayoría de los autores sugiere un aporte de 120 a 150 kcal/kg/día, con lo que se alcanza de 2.25 a 3.5 g/kg/día de proteínas.<sup>22-25</sup> La definición de los valores máximos y mínimos del contenido proteico en las fórmulas requiere un acuerdo previo sobre el método del cálculo de las proteínas, el cual, de manera usual, se basa en la medición del nitrógeno multiplicado por un factor

Cuadro 13

| Requerimientos composicionales propuestos para la fórmula infantil             |                                      |                  |        |
|--|--------------------------------------|------------------|--------|
| COMPONENTE   | UNIDAD                               | MÍNIMO           | MÁXIMO |
| Energía  |                                      |                  |        |
| Proteínas  |                                      |                  |        |
| Proteína de leche de vaca  | g/100 kcal                           | 1.8 <sup>1</sup> | 3      |
| Aislado de proteína de soya  | g/100 kcal                           | 2.25             | 3      |
| Proteína hidrolizada de leche de vaca  | g/100 kcal                           | 1.8 <sup>2</sup> | 3      |
| Lípidos  |                                      |                  |        |
| Grasas totales   | g/100 kcal                           | 4.4              | 6.0    |
| Ácido linoleico  | g/100 kcal                           | 0.3              | 1.2    |
| Ácido $\alpha$ -linolénico   | mg/100 kcal                          | 50               | NS     |
| Ácido linoleico/linolénico   |                                      | 5:1              | 15:1   |
| Ácidos láurico + mirístico   | % de grasa                           | NS               | 20     |
| Ácidos grasos <i>trans</i>   | % de grasa                           | NS               | 3      |
| Ácido erúrico  | % de grasa                           | NS               | 1      |
| Hidratos de carbono  |                                      |                  |        |
| Hidratos de carbono totales <sup>3</sup>                                       | g/100 Kcal                           | 9.0              | 14.0   |
| Vitaminas  |                                      |                  |        |
| Vitamina A   | mcg RE/100 kcal <sup>4</sup>         | 60               | 180    |
| Vitamina D3  | mcg/100 kcal                         | 1                | 2.5    |
| Vitamina E   | mg $\alpha$ TE/100 <sup>3</sup> kcal | 0.5 <sup>6</sup> | 5      |
| Vitamina K   | mcg/100 kcal                         | 4                | 25     |
| Tiamina  | mcg/100 kcal                         | 60               | 300    |
| Riboflavina  | mcg/100 kcal                         | 80               | 400    |
| Niacina <sup>7</sup>   | mcg/100 kcal                         | 300              | 1500   |
| Vitamina B6  | mcg/100 kcal                         | 35               | 175    |
| Vitamina B12   | mcg/100 kcal                         | 0.1              | 0.5    |
| Ácido Pantoténico  | mcg/100 kcal                         | 400              | 2000   |
| Ácido Fólico   | mcg/100 kcal                         | 10               | 30     |
| Vitamina C   | mg/100 kcal                          | 10               | 30     |
| Biotina  | mcg/100 kcal                         | 1.5              | 7.5    |
| Minerales y oligoelementos   |                                      |                  |        |
| Hierro (fórmulas basadas en proteína de leche de vaca y proteína hidrolizada)  | mg/100 kcal                          | 0.3 <sup>8</sup> | 13     |
| Hierro (fórmula basada en aislado de proteína de soya)                         | mg/100 kcal                          | 0.45             | 2.0    |
| Calcio   | mg/100 kcal                          | 50               | 140    |
| Fósforo (fórmulas basadas en proteína de leche de vaca y proteína hidrolizada) | mg/100 kcal                          | 25               | 90     |
| Fósforo (fórmula basada en aislado de proteína de soya)                        | mg/100 kcal                          | 30               | 100    |
| Relación calcio/fósforo  |                                      | 1:1              | 2:1    |
| Magnesio   | mg/100 kcal                          | 5                | 15     |
| Sodio  | mg/100 kcal                          | 20               | 60     |
| Cloro  | mg/100 kcal                          | 50               | 160    |
| Potasio  | mcg/100 kcal                         | 60               | 160    |
| Manganeso  | mcg/100 kcal                         | 1                | 50     |
| Flúor  | mcg/100 kcal                         | NS               | 60     |
| Yodo   | mcg/100 kcal                         | 10               | 50     |
| Selenio  | mcg/100 kcal                         | 1                | 9      |
| Cobre  | mcg/100 kcal                         | 35               | 80     |
| Zinc   | mg/100 kcal                          | 0.5              | 1.5    |

continúa

| continuación     |             |        |        |
|------------------|-------------|--------|--------|
| COMPONENTE       | UNIDAD      | MÍNIMO | MÁXIMO |
| Otras sustancias |             |        |        |
| Colina           | mg/100 kcal | 7      | 50     |
| Mio-inositol     | mg/100 kcal | 4      | 40     |
| L-carnitina      | mg/100 kcal | 1.2    | NS     |

1. La determinación del contenido proteico de la fórmula basada en proteína de leche de vaca no hidrolizada con un contenido proteico entre 1.8 y 2.0 g/100 kcal debe ser basada en la medición de la proteína verdadera ( $N$  Total menos NPN) x 6.25.

2. La fórmula basada en proteína de leche hidrolizada con un contenido proteico menor de 2.25 g/100 kcal deberá ser probada clínicamente.

3. La sacarosa y la fructosa no deben ser adicionadas a la fórmula infantil.

4. 1 mcg RE (equivalentes de retinol) = 1 mcg de retinol *trans* = 3.3 UI de vitamina A. El contenido de retinol debe ser aportado por retinol preformado, ningún contenido de carotenoides deberá ser incluido en el cálculo y declaración de actividad de la vitamina A.

5. 1 mg de ET- $\alpha$  (equivalente de  $\alpha$ -tocoferol) = 1 mg de  $\alpha$ -tocoferol.

6. El contenido de vitamina E deberá ser al menos de 0.5 mg de ET- $\alpha$  por gramo de PUFA, utilizando los siguientes factores de equivalencia para adaptar el contenido mínimo de vitamina E al número de ácidos grasos de doble ligadura en la fórmula: 0.5 mg  $\alpha$ -ET/ácido linoleico (18:2 *n*-6); 0.75 mg  $\alpha$ -ET/g de ácido linolénico (18:3 *n*-3); 1.0 g  $\alpha$ -ET/g de ácido araquidónico (20:4 *n*-6); 1.25 mg  $\alpha$ -ET/g de ácido eicosapentaenoico (20:5 *n*-3); 1.5 mg  $\alpha$ -ET/g ácido docosahexaenoico (22:6 *n*-3).

7. Niacina se refiere a niacina preformada

8. En poblaciones donde los lactantes están en riesgo de deficiencia de hierro, pueden ser apropiados contenidos más altos de hierro

Adaptada de: Koletzko B. *et al.* Global Standard for the Composition of Infant Formula: Recommendations of an ESPGHAN Coordinated international Expert Group; JPGN. 2005; 41:584-599.

de conversión,<sup>6,25</sup> no obstante, el contenido proteínico de diferentes alimentos contiene diversos niveles de nitrógeno, por ejemplo, la proteína de la leche de vaca no modificada tiene un factor de conversión de 6.38.<sup>18</sup> Aunque en la última década se han realizado estudios de fórmulas infantiles con contenidos más bajos de proteínas y con énfasis en el tipo de aminoácidos que deben contener las mismas, aún es difícil establecer un mínimo y máximo de contenido proteico en las fórmulas infantiles ya que la ingestión menor o mayor al requerimiento de proteínas puede traer resultados adversos a corto, mediano y largo plazo.<sup>26-28</sup>

### Requerimiento de lípidos en el recién nacido alimentado por vía enteral

*Factores que afectan la absorción y digestión de la grasa*

La grasa provee la mayor fuente de energía para los prematuros en crecimiento. La grasa de leche de vaca

es predominantemente grasa saturada y se absorbe poco en el prematuro.

Al nacimiento, la función digestiva del prematuro no está desarrollada por completo y existe una disminución en la absorción de lípidos debido a los bajos niveles de lipasa pancreática, ácidos biliares y lipasa lingual. El hecho de que los prematuros y los RN a término absorban de manera razonablemente bien la grasa, es debido al desarrollo de mecanismos alternos en la digestión de la grasa de la dieta. Un importante mecanismo es la lipólisis intragástrica, en el cual la lipasa lingual y gástrica compensan los niveles bajos de lipasa pancreática a partir de las 25 semanas. Los ácidos grasos y los monoglicéridos resultantes de la lipólisis intragástrica compensan la baja concentración de ácidos biliares para emulsificar mezclas de lípidos.<sup>29</sup> La digestión y absorción de los lípidos también se afecta por la composición de la grasa de la dieta. La absorción de los ácidos grasos se incrementa con la disminución de la longitud de la cadena y con

el grado de desaturación. Los triglicéridos de cadena media (MCT) son cadenas de 6 a 12 carbonos y son hidrolizados más rápido que los triglicéridos de cadena larga (TCL). Los ácidos grasos de doble ligadura se absorben de manera más eficiente. La leche humana contiene alrededor de 8 a 12% de grasa como MCT.<sup>30,31</sup> Los MCT son rápidamente hidrolizados en el intestino y los ácidos grasos liberados son transportados a través de la barrera intestinal sin la necesidad de sales biliares.

### Composición de lípidos en la leche humana

La grasa de la leche humana se presenta en forma de glóbulos de grasa láctea compuestos principalmente por triglicéridos (98%), fosfolípidos (1%), colesterol y ésteres de colesterol (5%). La leche materna proporciona los dos ácidos grasos esenciales (AGE), ácido linoleico (AL) y ácido alfa-linolénico (AAL), así como sus derivados de cadena larga, ácido araquidónico (AA) y ácido docosahexaenoico (DHA). En la leche materna, los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (AGPI-CL) son principalmente triglicéridos esterificados en las posiciones sn-2 y sn-3 y pueden formar parte de la fracción fosfolipídica. La leche humana contiene lipasa estimulada por sales biliares (LESB) y ácido palmítico en la posición  $\beta$  de la molécula de los triglicéridos. Estos componentes singulares incrementan la biodisponibilidad de grasa de la leche humana al mejorar la absorción y la digestión. El calor inactiva la LESB y cambia la estructura de los glóbulos de grasa láctea. El enriquecimiento de la leche humana, en particular con calcio, puede producir mayores deterioros en la absorción de AGPI-CL. En términos generales, sólo entre 70 y 80% del ARA y del DHA de la leche materna pasteurizada son absorbidos por los lactantes muy prematuros.<sup>32</sup>

### Contenido total de lípidos en la leche humana

El contenido total de grasa y su valor nutrimental en la leche humana varía con el tiempo y no siempre

provee una completa fuente de nutrimentos para los PMBPN. Su composición y contenido energético pueden variar en una sesión de extracción a otra y con cambios a través de la lactancia. El contenido total de grasa en la leche humana a los tres días de lactancias es de aproximadamente 2 g/dL, el contenido de grasa de la leche madura es de alrededor de 4 a 5 g/dL, con grandes variaciones individuales, siendo en promedio de 3.8 g/100 mL.<sup>32,33</sup> Los triglicéridos de la leche humana son el componente más variable, cambian con la edad gestacional y con la edad posnatal, hora del día, duración de la alimentación y dieta materna. Las dietas maternas bajas en grasa y ricas en hidratos de carbono llevan a una síntesis *de novo* de ácidos grasos dentro de la glándula mamaria. Por lo tanto, aunque la cantidad total de grasa presente en la leche humana tenga rangos normales, es grasa más saturada. El contenido proteico de la leche humana disminuye de 2 a 3 g/dL en la leche temprana a 1 g/dL en la leche madura. Kashyap y colaboradores desde la década de 1990<sup>34</sup> demostraron que los niños de muy bajo peso tienen una velocidad de crecimiento más alta, incrementos mayores de circunferencia cefálica y talla cuando son alimentados con leche humana fortificada, comparados con aquellos alimentados exclusivamente con leche humana madura.

### Contenido y requerimientos de ácidos grasos

Los ácidos grasos representan casi 85% de los triglicéridos y por lo tanto son el componente principal de los lípidos en la leche humana. Los ácidos grasos en la leche humana provienen de la dieta materna, síntesis *de novo* de la glándula mamaria y de la movilización de los depósitos de grasa. Los ácidos grasos predominantes en la leche madura son el ácido oleico (36%), ácido palmítico (22%), ácido linoleico (16%), ácido esteárico (8%) y ácidos grasos C8-C14 (12%). Los ácidos grasos de cadena media (C8-C10) en condiciones normales no son mayores de 2%. El ácido araquidónico es el principal ácido graso de



cadena larga poliinsaturada (LCP) y el ácido eicosapentaenoico se encuentra en pequeñas cantidades en la leche humana. El ácido docosahexaenoico es el principal LCP de series N-3. Los LCP juegan un papel muy importante en el desarrollo del cerebro de los fetos durante el último trimestre del embarazo y también durante los primeros meses de vida. Los precursores de ácidos grasos C18 para la serie n-6 y n-3 de los LCP son el ácido linoleico (C18:2n6) y alfa-linolénico (C18:3n-3). Ambos se consideran nutrientes esenciales en la dieta y son importantes, ya que se desaturan para formar otros ácidos grasos, de los cuales el ácido araquidónico (AA) y el ácido docosahexaenoico (DHA) son esenciales para el crecimiento y desarrollo normal. Se ha demostrado por métodos con isótopos que los prematuros y los RN a término tienen capacidad de sintetizar en forma endógena DHA y AA,<sup>35</sup> aunque se desconoce si esta síntesis es suficiente para los requerimientos de crecimiento rápido de estas etapas de la vida. *In utero*, los LCP llegan al feto a través de la placenta; posterior al nacimiento, la leche humana es la principal fuente de LCP. La mayoría de las fórmulas infantiles tienen poca o nula cantidad de LCP. En cambio, el contenido de ácido linoleico y ácido alfa linoléico en algunas fórmulas comerciales son similares a la leche humana.

### Contenido y composición de lípidos en fórmulas infantiles

El grupo de expertos coordinados por la ESPGHAN recomienda un contenido mínimo de grasa de 4.4 g/100 kcal (40% del total de energía total) y un máximo de 6.0 g/100 kcal (40%-54% de la energía total). También recomienda un mínimo de 300 mg/100 kcal de ácido linoleico suficiente para cubrir los requerimientos mínimos (cerca de 2.7% de las calorías) y un nivel máximo de 1200 mg/100 kcal ya que las ingestas elevadas pueden inducir efectos metabólicos adversos con respecto al metabolismo de las lipoproteínas, función inmune, balance de eicosanoides

y estrés oxidativo. Un mínimo de 50 mg/100 kcal de ácido alfa-linolénico (cerca de 0.45% de las calorías), y aunque no se ha establecido un monto máximo, ingestas elevadas de ácido linoléico podrían incrementar el riesgo de peroxidación lipídica, rancificación de las grasas y afectar seriamente la estabilidad de la fórmula, por lo tanto, es de suma importancia mantener una relación ácido linoleico/ácido alfa-linolénico de 1/5 a 5/15.<sup>18</sup> El contenido total de los ácidos grasos *trans* no debe exceder 3% del total del contenido graso.

El PMBPN es muy susceptible a deficiencia de ácidos grasos esenciales, debido a que no le fue posible almacenar la grasa, lo que se presenta al final del último trimestre del embarazo, por lo tanto, en la actualidad, las fórmulas para prematuros son enriquecidas de manera sistemática con fuentes de AGPI-CL disponibles en el comercio a fin de que la composición de ácidos grasos sea semejante a la de la leche humana. La mayoría de los aceites AGPI-CL agregados a este tipo de fórmulas son derivados de microorganismos. Sin embargo, algunos se obtienen de una combinación de aceite de pescado bajo en ácido eicosa-pentaenoico como fuente de DHA y un aceite de microorganismos como fuente de ARA. El contenido habitual de DHA en las fórmulas para prematuro varía entre 0.2 y 0.4 % del total de ácidos grasos, pero los lactantes alimentados con este tipo de leches artificiales han mostrado en forma constante un estado disminuido de DHA al momento del egreso hospitalario o en la fecha de alcanzar la edad gestacional corregida a término.<sup>32</sup>

### Requerimiento de vitaminas y suplementos orales

Las vitaminas son compuestos orgánicos que son esenciales para las reacciones metabólicas, que no son sintetizadas por el organismo pero son necesarios para las reacciones metabólicas.<sup>36</sup> Son nutrientes esenciales necesarios en pequeñas cantidades, predominantemente para apoyar reacciones enzimáticas y mantener el metabolismo intermediario.<sup>37</sup>

Cuadro 14

| VITAMINA POR 100 kcal         | ESPGHAN PARA PM-BPN 1987 | RDA PARA NIÑOS DE 0 A 6 MESES 1989 | Consenso para PMBPN 1993 | AAPCON para prematuros 1998 | ESPGHAN Prematuros 2010 |            |
|-------------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------|------------|
|                               |                          |                                    |                          |                             | kg/día                  | 100 kcal   |
| <b>Liposolubles</b>           |                          |                                    |                          |                             |                         |            |
| Vitamina A (UI)               | 270 a 450                | 1 400                              | 583 a 1 250              | 75 a 225                    | 120 a 300               | 360 a 740  |
| Vitamina D (UI)               | 800 a 1 600              | 300                                | 125 a 333                | 270                         | 800 a 1 000             | NS         |
| Vitamina E (UI)               | 4 a 15                   | 5                                  | 5 a 10                   | >1.1                        | 2.2 a 11                | 2 a 10     |
| Vitamina K (mcg)              | 4 a 15                   | 5                                  | 6.66 a 833               | 4                           | 4.4 a 28                | 4 a -25    |
| <b>Hidrosolubles</b>          |                          |                                    |                          |                             |                         |            |
| Vitamina B6 (mcg) piridoxina  | 35 a 250                 | 300                                | 125 a 175                | > 35                        | 45 a 300                | 41 a 273   |
| Vitamina B12 (mcg) Cobalamina | >0.15                    | 0.3                                | 0.25                     | > 0.15                      | 0.1 a 0.77              | 0-08 a 0-7 |
| Vitamina C (mg)               | 7-40                     | 30                                 | 15 a 20                  | 35                          | 11 a 46                 | 10 a 42    |
| Biotina (mcg)                 | >15                      | 10                                 | 3 a 5                    | >15                         | 1.7 a 16.5              | 1.5 a 15   |
| Ácido fólico (mcg)            | >60                      | 25                                 | 21 a 42                  | 33                          | 35 a 100                | 32 a 90    |
| Niacina (mg)                  | 0.8-5                    | 5                                  | 3 a 4                    | >0.25                       | 0.38 a 5.5              | 0.345 a 5  |
| Pantotenato (mg)              | >0.3                     | 2                                  | 1 a 15                   | 0.3                         | 0.33 a 2.1              | 0.3 a 1.9  |
| Rivoflavina (mcg)             | 60 a 600                 | 400                                | 200 a 300                | >60                         | 200 a 400               | 180 a 365  |
| Tiamina (mcg)                 | 20-250                   | 300                                | 150 a 200                | >40                         | 140 a 300               | 125 a 275  |

Del comité de Nutrición de la Academia American de Pediatría 1998; Tsang RC *et al.* Nutritional Needs of the Preterm Infants: Scientific Basis in Practical Guidelines, Baltimore. Williams & Wilkins 1993; ESPGHAN Committee on Nutrition of the Preterm Infant: Guidelines on Infant Nutrition. Acta Paediatr Scand. 1987;262:1 Subcommittee on the Tenth Edition of the RDAs Food and Nutrition Board, Commission of Life Sciences National Research Council: Recommended Dietary Allowances, 10th ed. Washington DC. National Academy Press. 1989. Modificada: Agostini C, *et al.* Enteral Nutrient Supply for preterm Infants: Comentario From The European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition Committee on Nutrition. JPN.:2010;50;85-91.

La recomendación para la ingesta oral de vitaminas, se muestra en el Cuadro 14. En 2010, ESPGHAN hace recomendaciones de ingesta de vitaminas para prematuros por kg/día, y por 100 kcal con base en una ingesta energética de mínimo 110 kcal/kg.<sup>38-40</sup>

Las vitaminas se clasifican en solubles en agua o solubles en aceite, con base en la estructura bioquímica y la función de sus compuestos. Las vitaminas hidrosolubles incluyen la vitamina C (ácido ascórbico) y ocho nutrientes incluidos en el grupo B: tiamina (B<sub>1</sub>), riboflavina (B<sub>2</sub>), niacina (B<sub>3</sub>), piridoxina (B<sub>6</sub>), biotina, áci-

do pantoténico, ácido fólico y cianocobalamina (B<sub>12</sub>). Estas sirven como grupos prostéticos para enzimas que participan en el metabolismo de aminoácidos, producción de energía y síntesis de ácidos nucleicos. Las vitaminas solubles en agua no pueden ser formadas por precursores (con excepción de la niacina del triptófano) y no se acumulan en el cuerpo (con la excepción de la vitamina B<sub>12</sub>). Por lo tanto, se requiere ingesta diaria para evitar su depleción. Su eliminación es principalmente por la orina y la bilis. La mayoría de las vitaminas solubles en agua cruzan la placenta por transporte activo. La vitamina C cruza la placenta por difusión facili-

tada. El nivel de vitaminas solubles en agua en general es mayor que en la sangre materna y relativamente independiente de la concentración en la circulación de la madre que amamanta. El prematuro y el hijo de madre desnutrida tienen un nivel más bajo de vitaminas solubles en agua al nacimiento.

Las vitaminas solubles en grasa incluyen a la vitamina A, D, E y K. Las funciones de estas vitaminas son la conformación y la función compleja de moléculas y membranas que son importantes para el desarrollo y función de tejidos altamente especializados. Pueden ser formadas por precursores, se excretan con dificultad y se acumulan en el cuerpo y por lo tanto pueden provocar toxicidad. No se requiere que sean ingeridas diariamente y los estados de deficiencia se desarrollan con lentitud. Estas vitaminas requieren de sistemas de transporte, en general lipoproteínas, y su absorción intestinal depende de la absorción de grasa. Cruzan la placenta por difusión simple o facilitada. La acumulación se lleva a cabo en la madre durante todo el embarazo y depende de los niveles sanguíneos. Las vitaminas A y E actúan como antioxidantes mediante la neutralización de los radicales libres y pueden ofrecer un potencial terapéutico para enfermedades del prematuro (displasia broncopulmonar, retinopatía, hemorragia ventricular, enterocolitis necrosante). La vitamina A desempeña un papel crucial en la vista, el crecimiento, la cicatrización, la función reproductiva, la diferenciación celular y la función inmunitaria. Ésta es necesaria en los pulmones fetales para la diferenciación celular y la síntesis de surfactantes. La vitamina E es un antioxidante que previene la propagación de radicales libres en las membranas y lipoproteínas plasmáticas, con lo que protege a las membranas celulares del estrés oxidativo. Debido a que mantiene la integridad estructural y funcional de los ácidos grasos poliinsaturados, los cuales son componentes estructurales de las membranas, la vitamina E resulta crítica para el desarrollo del sistema nervioso, la musculatura esquelética y la retina. La vitamina K funciona a nivel post-ribosomal como cofactor en la conversión metabólica de pro-

teínas dependientes de precursores intracelulares de vitamina K a sus formas activas (Factores de coagulación). Además de su función en la coagulación sanguínea, es importante para la regulación del ciclo celular y la adhesión celular y en el metabolismo óseo a través de la síntesis de la proteína osteocalcina en osteoblastos.<sup>37</sup>

Es difícil evaluar la adecuación de los aportes de vitaminas. Los requerimientos individuales dependen de los niveles y reservas existentes, los cuales en los lactantes prematuros dependerán del estado materno, de la gestación y también de la singularidad de la capacidad metabólica y de las demandas de cada lactante. La localización de importancia crítica puede ser a nivel intracelular o en la membrana celular, pero las mediciones normalmente sólo son posibles en sangre u orina o con métodos funcionales indirectos.

La vitamina E en las fórmulas requiere de 0.6 mg/g de PUFA, cantidad adecuada para prevenir hemólisis de células rojas de la membrana, siempre y cuando la ingesta de hierro no sea excesiva. La recomendación total es de 3-4 UI/día para el recién nacido a término. El nivel plasmático elevado de vitamina E puede incrementar el riesgo de sepsis y enterocolitis necrosante; por lo tanto, la suplementación para los PMBPN no debe exceder a 25 UI/kg/día.

Una adecuada ingesta de vitamina K puede prevenir sangrados en la primera semana de vida, pero cuando la alimentación enteral es baja se recomienda una dosis de vitamina K de 1 mg IM al nacimiento en los RN a término y en los prematuros por arriba de 1 000 g al nacer. Al recién nacido a término se le puede indicar 2 mg de vitamina K por vía oral como una alternativa y posteriormente 2 a 3 mcg/kg/día o 5 a 10 mcg/día. La leche artificial para prematuros y los suplementos para enriquecer la leche materna suelen contener todas las vitaminas; no obstante, el contenido absoluto varía entre los diferentes productos. Es preciso verificar que los productos locales cumplan con las ingestas reco-

mendadas: los suplementos para enriquecer la leche materna a menudo no contienen suficientes vitaminas liposolubles para satisfacer las recomendaciones. Los lactantes en quienes su dieta parcial o total consiste en leche materna no enriquecida deben recibir un suplemento multivitamínico que contenga cuando menos las vitaminas A, D y C, así como tiamina y riboflavina. Es importante recordar que algunas vitaminas son destruidas o desactivadas por el calor o la luz.<sup>37</sup>

## ELECTROLITOS, MINERALES Y OLIGOELEMENTOS

La recomendación para la administración de electrolitos está basada en mediciones de la función renal. La ingesta de sodio de 3 a 5 mEq/kg/día es de manera habitual, suficiente para el crecimiento en niños alimentados por vía oral, con peso menor de 1 500 g o menos de 34 semanas de gestación, durante las primeras cuatro a seis semanas de vida. La concentración del sodio sérico se deberá mantener en 135 a 140 mEq/L. El contenido de sodio en la leche materna es bajo, por lo que se debe monitorizar este elemento en forma frecuente, en particular en los prematuros. La suplementación de 2 a 4 mEq/kg/día de cloro, como cloruro de sodio puede ser necesaria. Para aquellos que pesan menos de 1 000 g el sodio y los otros electrolitos deben ser medidos con frecuencia para determinar sus necesidades durante las primeras dos semanas de vida. En el Cuadro 15 se muestran las recomendaciones para minerales y oligoelementos.

### Calcio, fósforo y magnesio

El pico de almacenamiento de minerales ocurre principalmente a las 34 semanas de gestación y los prematuros que tienen una ingesta baja de minerales desarrollan huesos con mineralización deficiente. Por lo tanto, el aporte de calcio, fósforo, magnesio y hoy en día, vitamina D es de lo más controversial, al grado de que en la última revisión mundial de nutrición y dietética en 2013, se propone un aporte de 120 a 200 mg/

kg/día de calcio, de 60 a 14 mg/kg/día de fósforo, de 8 a 15 mg/kg/día de magnesio y de vitamina D 400 a 1000 UI/día.<sup>38</sup>

Varios estudios han demostrado mejoría en la retención de minerales en prematuros que reciben dosis altas de calcio y fósforo comparados con los no suplementados. El consumo de leche humana no fortificada en prematuros de muy bajo peso al nacer después de su egreso del hospital resulta en un déficit mineral óseo que puede persistir hasta las 52 semanas posnatales.<sup>39</sup>

### Hierro

El prematuro está en riesgo de desarrollar anemia por deficiencia de hierro, debido a que se depletan sus depósitos del nacimiento en la mitad del tiempo en que lo hace un neonato a término (alrededor de los dos meses de edad). El PMBPN que está enfermo de gravedad y los que son monitorizados con frecuencia para muestras sanguíneas pierden el hierro presente en la hemoglobina de la circulación, con lo que queda poco hierro disponible para la eritropoyesis.

La Academia Americana de Pediatría (AAP) y ESPGAN recomiendan 2 a 3 mg/kg/día de hierro elemental, iniciando a más tardar a los dos meses de edad en los prematuros y continuando a través del primer año de vida. Dosis de 2 mg/kg/día a las dos semanas de vida mostraron depósitos seguros de ferritina en niños de muy bajo peso al nacer sin el riesgo de anemia hemolítica por deficiencia de vitamina E. Estos niveles se alcanzan con las fórmulas para prematuros que contienen el estándar de hierro en la fórmula. El prematuro que recibe de manera exclusiva leche materna deberá recibir de manera adicional sulfato ferroso. En la revisión mundial de nutrición y dietética en 2013, recomiendan una ingesta alimentaria de 2 mg/kg/día para los lactantes con un peso al nacer de 1 500 a 2 500 g y 2 a 3 mg/kg/día para los lactantes con un peso al nacer < 1 500 g. El hierro profiláctico (administrado en forma de hierro en gotas, de leche artificial para prematuros o de leche humana enriquecida) debe iniciarse a

Cuadro 15

| Ingesta oral recomendada de minerales y oligoelementos en prematuros |                           |             |                            |               |                         |               |
|--|---------------------------|-------------|----------------------------|---------------|-------------------------|---------------|
| ELEMENTO   | ESPGHAN PARA PMBPN (1987) | CPS (1989)  | CONSENSO PARA PMBPN (1993) | AAPCON (1998) | ESPGHAN Prematuros 2010 |               |
| <b>Mineral</b>   | 100 kcal/100 kcal         | 100 kcal    | 100 kcal                   | 100 kcal      | kg/día                  | 100 kcal      |
| Calcio (mg)  | 70 a 140                  | 130 a 200   | 100 a 192                  | 175           | 120 a 140               | 110 a 130     |
| Cloro (mEq)  | 1.6 a 2.5                 | 2.1 a 3.3   | 1.7 a 2.5                  | ----          | 1.5-177                 | 95 a 161 mg   |
| Magnesio (mg)  | 1 a 12                    | 4 a 8       | 6.6 a 12.5                 | ----          | 8 a 15                  | 7.5 a 13.6    |
| Fósforo (mg)   | 50 a 90                   | 65 a 99     | 50 a 117                   | 91.5          | 60 a 90                 | 55 a 80       |
| Potasio (mEq)  | 2.3 a 3.9                 | 2.1 a 2.9   | 1.7 a 2.6                  | 1.6 a 2.4     | 66 a 132 mg             | 60 a 120 mg   |
| Sodio (mEq)  | 1-2.3                     | 2.1 a 2.9   | 1.7 a 2.5                  | 2.1 a 2.9     | 69 a 115 mg             | 63 a 105 mg   |
| Hierro (mg)  |                           |             |                            |               | 2 a -3                  | 1.8 a 2.7     |
| <b>Oligoelementos</b>  |                           |             |                            |               |                         |               |
| Cromo (mcg)  | ----                      | 0-043-0.082 | 0-083-0.42                 | ----          | 30 a 1 230 ng           | 27 a 1 120 ng |
| Cobre (mcg)  | 90                        | 58 a 100    | 100 a 125                  | 90            | 100 a 132               | 90 a 120      |
| Yodo (mcg)   | 10-45                     | ----        | 25-50                      | 5             | 11-55                   | 10 a 50       |
| Magnesio (mcg)   | 1.5-7.5                   | 5           | 6.3                        | > 5           | < 27.5                  | 6.3 a 25      |
| Molibdeno (mcg)  | ----                      | ----        | 0.25                       | ----          | 0-3-5                   | 0.27 a 4.5    |
| Selenio (mcg)  | ----                      | ----        | 1.08-2.5                   | ----          | 5-10                    | 4.5 a 9       |
| Zinc (mcg)   | 550 a 1 100               | 420 a 670   | 833                        | > 500         | 1 100 a 2 000           | 1 000 a 1 800 |
| Flúor (mcg)  |                           |             |                            |               | 1.5-60                  | 1.4 a 55      |

American Academy of Pediatrics, Committee on Nutrition Handbook. Elk Grove Village Ill, American Academy of Pediatrics 1988; Tsang RC *et al.* (eds): Nutritional Needs of the Preterm Infant: Scientific Basis and Practical Guidelines, Baltimore, Williams & Wilkins, 1993. Canadian Pediatric Society, Nutrition Committee: Nutrient Needs and Feeding of premature infants, Can Med Assoc J. 1995;152:1765.  
Modificada: Agostini C, *et al.* Enteral Nutrient Supply for preterm Infants: Comentario From The European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition Committee on Nutrition. JPGN. 2010;50:85-91.

las 2 a 6 semanas de edad (a 2 semanas en RNPMBN). Los lactantes sometidos a tratamiento con eritropoyetina necesitarán una dosis más alta (hasta de 6 mg/kg/día) durante el periodo de tratamiento. Es importante llevar un seguimiento de todos los RNPMBN con determinaciones (semanales) de la ferritina sérica durante la estancia hospitalaria. Si la ferritina sérica es > 35 mcg/L, debe incrementarse la dosis de hierro de 3-4-6 mg/kg/día durante un tiempo limitado. Si la ferritina es > 300 mcg/L, lo cual es común en lactantes que han recibido transfusiones sanguíneas múltiples, debe interrumpirse la administración suplementaria y el enriquecimiento de la alimentación con hierro hasta que la ferritina descien-

da por debajo de este nivel. Los suplementos con hierro o la ingesta de leche artificial enriquecida con hierro deberán continuarse después del alta, cuando menos hasta los 6 a 12 meses de edad, dependiendo de la dieta. La hemoglobina y la ferritina sérica deben verificarse en las visitas de seguimiento.<sup>40</sup>

### Otros oligoelementos

Los oligoelementos contribuyen con menos de 0.01% del peso corporal total. Sus funciones son como constituyentes de metaloenzimas, cofactores para enzimas activadas o como componentes de vitaminas, hormo-

nas y proteínas. El feto acumula los oligoelementos principalmente en el último trimestre del embarazo. Por lo tanto, el prematuro nace con depósitos bajos y en riesgo de deficiencias si la ingesta es inadecuada. El control homeostático inmaduro del metabolismo de los oligoelementos también incrementa el riesgo de deficiencia. Los oligoelementos que se han definido por tener una importancia fisiológica en el humano incluyen zinc, cobre, selenio, manganeso, cromo, molibdeno, yodo y flúor. Sus recomendaciones se incluyen en el Cuadro 15.<sup>16,41</sup> Los oligoelementos que tienen potencial tóxico en Pediatría son el plomo y el aluminio.

## ALIMENTACIÓN CON LECHE HUMANA

El resurgimiento de la alimentación al seno materno en la década de 1970, después de su marcada declinación durante las décadas precedentes, ha llevado a

intereses renovados en la composición de la leche y su función en el recién nacido.<sup>42</sup>

## EPIDEMIOLOGÍA DE LA LACTANCIA HUMANA

### Introducción

Se sabe que la lactancia materna es la estrategia en salud que mayor número de muertes puede prevenir en menores de 5 años en el mundo, hasta en 13%.<sup>43</sup>

Otras estrategias también importantes como el uso de materiales con insecticidas reduce la mortalidad en 7%, la adecuada alimentación complementaria lo hace en 6%, el parto limpio con 4%, la vacuna contra *H. influenzae* en 4%, etcétera (Cuadro 16).

Otro factor que hace muy importante a la lactancia materna es la reducción de enfermedades agudas, tales como la gastroenteritis infecciosa que se disminuye en 64%. En las infecciones respiratorias superiores si la madre lacta por 6 meses se reduce en 63% y en las infecciones respiratorias bajas se logra una disminución de 72% con un periodo de lactancia mayor a 4 meses. Pero también su impacto es importante a largo plazo, pues el lastre de nuestra época: la obesidad, se ve reducido en 24%, la enterocolitis necrosante en 77% y la muerte súbita del lactante en 36% (Cuadro 17).

Las ventajas de la lactancia también involucran a la mamá con una reducción del cáncer de mama en 28% y cáncer de ovario en 21% con lactancia materna acumulada por un año (Cuadro 18).<sup>44</sup>

Con base en todas estas ventajas que exhibe la lactancia materna, la Organización Mundial de la Salud, la UNICEF y los gobiernos de todos los países, como el de México, recomiendan la alimentación con leche humana en forma exclusiva los primeros 6 meses, a partir de esta edad iniciar con alimentación complementaria y continuar con leche materna hasta entrado el segundo año si mamá y bebé así lo deciden.<sup>45</sup>

Cuadro 16

| Impacto potencial de medidas preventivas sobre la mortalidad en menores de 5 años: ¿cuántos pueden ser salvados? |                     |    |
|--|---------------------|----|
| Intervención   | Muertes prevenibles |    |
|  | Miles               | %  |
| Leche materna  | 1 301               | 13 |
| Materiales con insecticidas  | 691                 | 7  |
| Alimentación complementaria  | 587                 | 6  |
| Parto limpio (libre de contaminación)  | 411                 | 4  |
| Vacuna <i>H. Influenzae</i> tipo b   | 403                 | 4  |
| Suplemento con zinc  | 351                 | 4  |
| Agua limpia, salubridad e higiene  | 326                 | 3  |
| Esteroides antenatales   | 264                 | 3  |
| Suplemento con vitamina A  | 176                 | 2  |
| Vacuna toxoide tetánico  | 161                 | 2  |
| Vacuna antisarampión   | 103                 | 1  |

Bellagio Child Survival Study Group. Lancet. 2003;362:65.

Cuadro 17

| Beneficios de la lactancia para el niño       |               |                   |                   |      |                   |
|---|---------------|-------------------|-------------------|------|-------------------|
| Efecto de dosis respuesta                     |               |                   |                   |      |                   |
| Condición                                     | %<br>↓ riesgo | Tipo de lactancia | Comentario        | RM   | IC <sub>95%</sub> |
| Otitis media                                  | 23            | Cualquier tipo    | --                | 0.77 | 0.64 a 0.91       |
| Otitis media                                  | 50            | ≥ 3 o 6 m         | Exclusiva         | 0.50 | 0.36 a 0.70       |
| Infecciones respiratorias del tracto superior | 63            | > 6 m             | Exclusiva         | 0.30 | 0.18 a 0.74       |
| Infecciones respiratorias del tracto inferior | 72            | > 4 m             | Exclusiva         | 0.28 | 0.14 a 0.54       |
| Asma  | 40            | > 3 m             | Historia familiar | 0.60 | 0.43 a 0.82       |
| Enterocolitis necrosante                      | 77            | UCI               | Prematuros<br>LME | 0.23 | 0.51 a 0.94       |
| Gastroenteritis                               | 64            | Cualquier tipo    | -                 | 0.36 | 0.32 a 0.40       |
| Obesidad                                      | 24            | Cualquier tipo    | -                 | 0.76 | 0.67 a 0.86       |
| Diabetes tipo 1                               | 30            | > 3 m             | Exclusiva         | 0.71 | 0.54 a 0.93       |
| Diabetes tipo 2                               | 40            | Cualquiera        | -                 | 0.61 | 0.44 a 0.85       |
| Todo tipo de leucemia                         | 20            | > 6 m             | -                 | 0.80 | 0.71 a 0.91       |
| Leucemia aguda mielógena                      | 15            | > 6 m             | -                 | 0.85 | 0.73 a 0.98       |
| Muerte súbita                                 | 36            | Cualquiera > 1 m  | -                 | 0.64 | 0.57 a 0.81       |

Ip *et al.*, 2007, Evid Rep Technol Assess. 2007;153:1-186, Actualizado APP 2012

Cuadro 18

| Impacto de la lactancia en enfermedades maternas |                         |
|--|-------------------------|
| Enfermedad                                       | Porcentaje de reducción |
| Cáncer de mama                                   | 28%                     |
| Cáncer de ovario                                 | 21%                     |

Ip *et al.*, 2007, Evid Rep Technol Assess 2007;153:1-186, Actualizado AAP 2012

A pesar de estas bondades que muestra la lactancia materna, a nivel mundial menos de 35% de los niños menores de 6 meses son alimentados en forma exclusiva al pecho, debido a diversos factores que influyen en que la madre no pueda lograr este objetivo.<sup>46</sup> La lista de factores es larga, destacan en ella la falta de información y apoyo durante el embarazo y al momento del nacimiento del bebé, donde en pocas ocasiones se coloca de inmediato al bebé en contacto temprano

con la mamá, no se le enseña cómo colocar al bebé al pecho y la falta de alojamiento conjunto, así como la evaluación que se debería de hacer a cada bebé y mamá de cómo se coloca al pecho, darle indicaciones claras de cómo saber si él bebé está bien alimentado y cómo realizar la extracción de leche, en caso de que así sea necesario. La falta de apoyo a la madre lactante en su casa, en el trabajo y en la comunidad llevan a cifras bajas de lactancia a nivel mundial y México no es la excepción.<sup>47,48</sup>

Además, la lactancia materna no es un comportamiento del todo instintivo, existe un importante componente cultural que debe de ser transmitido de generación en generación, que pierde relevancia con el paso de los años, al igual que la cultura del amamantamiento, cediendo el paso a una generación de abuelas que no lactaron y que no pueden apoyar a las madres actuales y que resulta en la continua promoción de alimentación con fórmulas como símbolo de modernidad.<sup>49,50</sup>

## Epidemiología en México y en el mundo

La lactancia materna provee al recién nacido y al lactante un excelente medio no sólo para encontrar los requerimientos nutricionales que ellos necesitan, sino también elementos que le aportan una programación nutricional óptima. La lactancia materna exclusiva, llamada así por los expertos de la OMS, la definen como la forma de alimentación que recibe solamente leche del pecho de su madre, sin recibir ningún tipo de alimentos líquidos o sólidos, ni siquiera agua, con la excepción de soluciones de hidratación oral, gotas o jarabes de suplementos de vitaminas, minerales o medicamentos.

La lactancia materna es un comportamiento natural del ser humano; desde tiempos ancestrales, ha sido la forma de alimentar a los neonatos. Durante mucho tiempo se amamantó a los hijos hasta que ya no podían cargarlos o hasta que el desplazamiento de los grupos familiares lo impedía.

En fechas más recientes, en una sociedad donde las enfermedades crónicas emergen como principal preocupación en salud, la lactancia materna se ha rezagado. Para ilustrar esta situación, a nivel mundial se estima que sólo 34% de los lactantes menores reciben lactancia materna exclusiva durante los primeros 6 meses de vida, la mayoría reciben algún otro tipo de alimentos o lácteos en esos primeros meses.

Datos provenientes de varios países indican que esa situación ha ido mejorando. Entre 2008 y 2012, la tasa de lactancia materna exclusiva logró un aumento durante los primeros 6 meses de 37 a 52%. De manera específica para Latinoamérica y el Caribe, excluyendo a República Dominicana, Belice, Jamaica, Trinidad y Tobago, Paraguay y México, el porcentaje de lactancia materna exclusiva ha aumentado de 30 a 71% en ese periodo (UNICEF. El estado mundial de la infancia 2014. Todos los niños y niñas cuentan, en cifras. Revelando las disparidades para impulsar los derechos

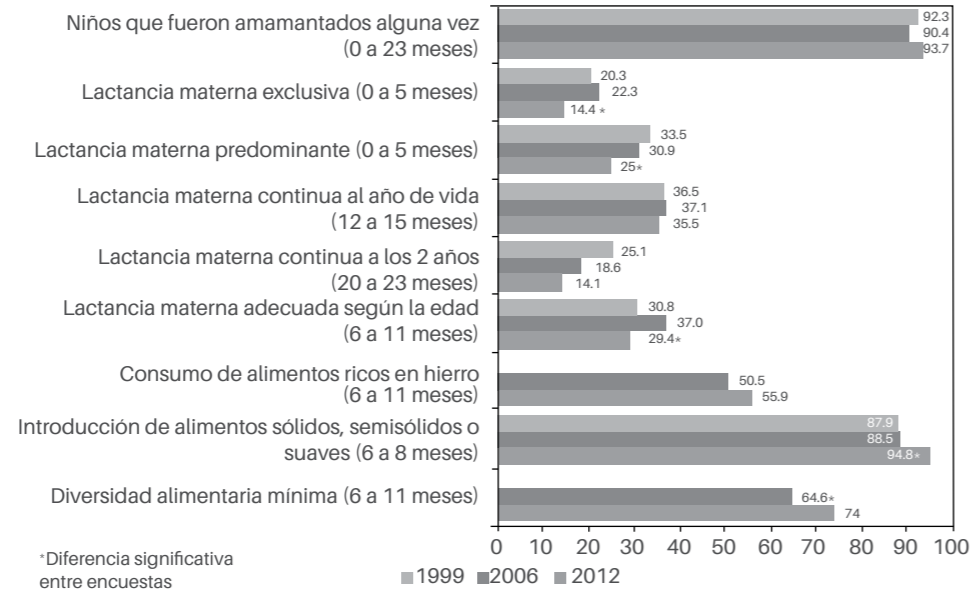
de la niñez. UNICEF. El Fondo para la infancia de las Naciones Unidas [sowc2014/numbers/documents/spanish/SP-FINAL%20FULL%20REPORT.pdf](http://sowc2014/numbers/documents/spanish/SP-FINAL%20FULL%20REPORT.pdf)).

Por su parte, México ha pasado por un proceso en el cual se ha abandonado la lactancia materna y se han modificado los hábitos de alimentación, todo ello debido a la urbanización, (disminución de las actividades primarias, como la agricultura y el descenso de la población rural), el abaratamiento de los alimentos procesados en comparación con los frescos, derechos sindicales que han generado la entrega de fórmulas infantiles después del nacimiento de los bebés y de manera trascendente, el impacto que ha tenido la incorporación de la mujer a la fuerza del trabajo.<sup>51,52</sup>

Para sustentar lo anterior está la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT), que informa que entre los años 2006 y 2012, a nivel nacional la lactancia materna exclusiva en menores de 6 meses disminuyó de 22.3 a 14.4%; este descenso de 7.9 puntos porcentuales (pp) fue por la introducción de fórmulas infantiles (-5 pp) y por la introducción de agua (-4 pp). Dicha disminución fue mayor en el ámbito rural, de 36.9 a 18.5% (-18.4 pp) (Figura 2).<sup>53,54</sup>

La mediana de la duración de la lactancia materna fue de 10.2 meses en 2012, pero a nivel rural bajó de 8.5 a 4.9 meses, prácticamente a la mitad. Si se compara con encuestas previas, la mediana fue de 10.4 meses en 2006 y 9.7 meses en 1999, a nivel nacional.

Un apartado interesante corresponde al grupo de lactantes que fueron amamantados alguna vez. En la encuesta 2012 el porcentaje fue de 93.7%, cifra mayor a la de 2006, que fue de 90.4% y a la de 1999, que fue de 92.3%. Cabe señalar que la inmensa mayoría de neonatos en México inician con lactancia materna en forma temprana; la caída en las cifras viene después. Un dato muy preocupante es que sólo 38.3% de los RN son alimentados al pecho en la primera hora de vida extrauterina, lo cual impacta en el éxito y duración de la lac-



F2 Lactancia y alimentación complementaria en menores de 2 años, México, 1999, 2006 y 2012.

tancia materna y en el desarrollo del vínculo madre-hijo. La lactancia materna continua, que consiste en que los infantes sigan recibiendo leche materna, aunque ya estén recibiendo otros alimentos o fórmulas mostró entre los 12 y 15 meses 35.5%, discretamente menor a 37.1% (2006) y 36.5% (1999), diferencia que no es significativa. La lactancia materna continua a los 2 años sí mostró diferencia significativa en el 2012 con 29.4%, comparada con el 2006 que era de 37%.

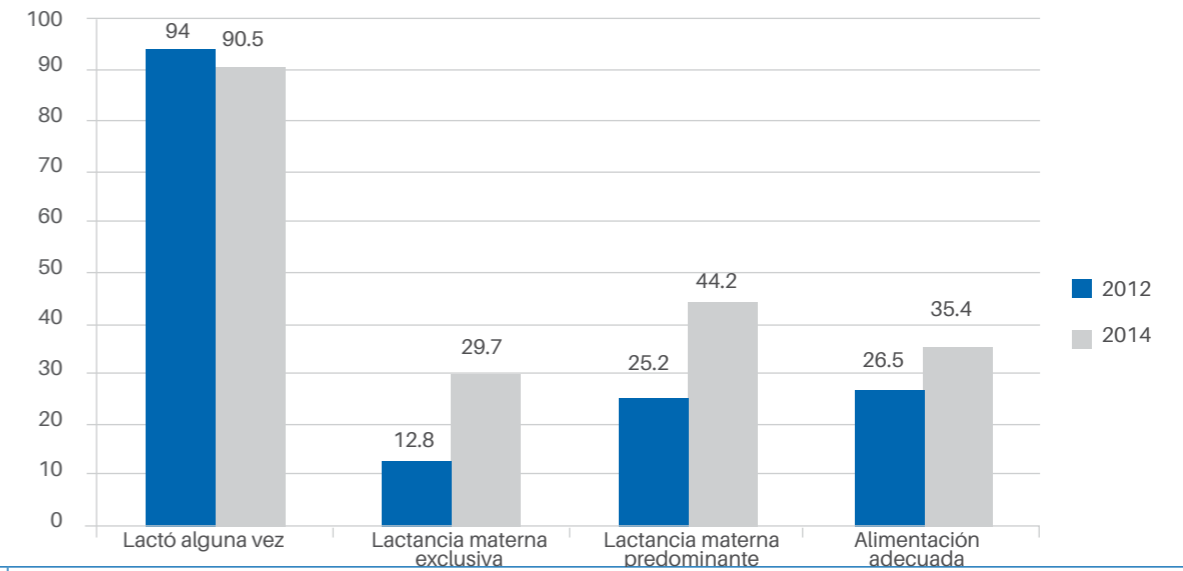
Un factor importante que muestra la encuesta 2102 es la introducción de alimentos a edades óptimas en 94.8%, con diferencia significativa a favor comparando con 88.5 y 87.9 del 2006 y 1999, respectivamente.

Un dato preocupante y persistente entre el 2006 y el 2012 es la baja cifra de lactantes que consumen alimentos ricos en hierro, de 50.5 (2006) y 55.9% en el 2012, lo cual explica el alto índice de anemia por deficiencia de hierro reportado a nivel nacional.

Un punto a favor es la diversidad alimentaria mínima (niños que recibieron alimentos de más de 4 grupos alimentarios durante el día anterior a la encuesta) de los 6 a los 11 meses aumentando de manera estadísticamente significativa en el 2012 a 74%, comparada con 64.6% en el 2006.

Los datos a favor mostrados en la última encuesta del 2012 es que los alimentos ricos en hierro de los 6 a los 11 meses en medio urbano aumentaron de 47.9 a 59.3%, la introducción de alimentación complementaria adecuada en medio urbano mejoró de 90.2% a 97.1% y la diversidad alimentaria en medio urbano de los 6 a los 11 meses mejoró de 90.2 a 97.1%; a nivel rural no hubo cambios.<sup>55</sup>

Sin embargo, estas cifras tan bajas a nivel nacional se pueden corregir, como el esfuerzo realizado en la cruzada nacional contra el hambre, donde se ha capacitado a más de 17 mil profesionales de la salud de unidades de primer nivel de 565 municipios, se han



F3 Comparativo Alianza contra el hambre

realizado 10 000 encuestas sobre prácticas de la alimentación infantil en municipios de 7 entidades federativas, donde se muestra que más de 80% de las mujeres embarazadas recibieron información sobre lactancia materna. Ya en relación con la práctica de la lactancia materna comparando la encuesta del 2012 y la del 2014 se logró que la lactancia materna exclusiva a los 6 meses subiera de 12.8% (2012) a 29.7% (2014) con elevaciones también en la lactancia materna predominante de 25.2 a 44.2% y la alimentación adecuada, de 26.5% a 53.4% (Figura 3).

La Asociación Pro lactancia Materna (APROLAM) y Ciberped, miembros de la Confederación Nacional de Pediatría de México, con programas de capacitación (Curso Avanzado de Apoyo a la Lactancia Materna) muestra en su encuesta realizada en 12 estados de la República que la lactancia materna exclusiva a los 3 meses fue de 30%, aun contando con factores que la dificultaban, como el alto índice de cesárea (53.5%), no hubo contacto temprano en la primera hora en 22.5%, y la madre trabaja fuera del hogar en 52.7%. Ambos estudios hacen evidente que con modificar uno de los obstáculos (capacitación del personal de salud) se

logra un aumento significativo en la lactancia materna exclusiva los primeros 6 meses (Cuadro 19 y Figura 4).

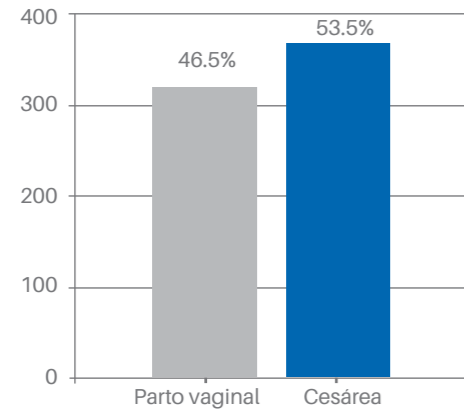
Es muy importante reconocer que gran número de mamás inician la lactancia materna en nuestro país, pero la práctica tiene una caída importante durante los primeros meses de la vida del bebé. Este hecho, la falta de lactancia materna exclusiva en los primeros 6 meses, tiene impacto muy importante en la morbilidad y mortalidad de los menores de 5 años, ya que se asocia a 1.4 millones de muertes a nivel mundial y a 10% de carga de enfermedades tanto agudas como crónicas.

Destaca la enorme importancia que tiene el apoyo a las madres y familias para que inicien y mantengan una lactancia materna exclusiva a los primeros 6 meses, des-

Cuadro 19

¿Cuánto tiempo lo alimentó sólo con pecho?

- Mes 82%
- 4 meses 56%
- 6 meses 30%



#### F4 ¿Cuál es la vía de terminación del último embarazo?

pués que la continúen con alimentación complementaria adecuada, ya que esta acción podría salvar la vida de muchos recién nacidos y lactantes. Como se comentó en un principio, la lactancia materna puede disminuir en 13% la mortalidad en menores de 5 años y si se suma 6% de una adecuada alimentación complementaria tendríamos una disminución de 19% de la mortalidad en este grupo de menores de 5 años, lo que demuestra que se trata de una estrategia de bajo costo y de gran impacto.

La leche humana, de forma similar que la leche para muchos otros mamíferos, está adaptada de manera específica a las necesidades del recién nacido. La transferencia de nutrientes y componentes bioactivos de la madre al recién nacido ocurre a través de la placenta antes del nacimiento y a través del calostro y la leche posterior al nacimiento. La sustitución de la leche humana por la fórmula infantil priva al lactante no sólo de nutrientes que son más accesibles a partir de la leche humana, sino también de un gran número de factores bioactivos e inmunoprotectores dirigidos de manera específica contra patógenos del medio ambiente del lactante. Muchos de esos componentes son resistentes a la pasteurización, evidenciando que podría ser razonable alimentar con leche humana pasteurizada de donadora a aquellos bebés cuyas madres no pueden hacerlo. Los

componentes bioactivos son la razón por la que la leche humana es superior a la mejor de las fórmulas infantiles.<sup>56</sup>

### Volumen lácteo

Al margen del estado nutricional materno, el volumen de leche parece ser relativamente constante. Datos de 16 estudios en varios países industrializados muestran que, en general, los lactantes sanos tienen en promedio una ingesta de 750 a 800 mL de leche dentro de los primeros cuatro a cinco meses posteriores al nacimiento.<sup>57</sup> Existen, no obstante, rangos mucho más amplios que van de 450 a 1 200 mL/día. Hallazgos similares fueron informados en países en desarrollo, aunque el estado nutricional materno puede ser sujeto de variaciones temporales y quizás sea menos adecuado que en los países industrializados. El incremento en la ingesta de líquidos no parece afectar al volumen de leche, por lo tanto, las mujeres que lactan deberán mantener una ingesta adecuada de líquidos, pero sin olvidar que “los líquidos consumidos en exceso –más allá de la sed– no tienen ningún efecto sobre el volumen de la leche”.<sup>58</sup>

### Composición de la leche humana

Los nutrientes en la leche provienen de tres fuentes diferentes:

1. Algunos son sintetizados dentro de la glándula mamaria que lacta (ácidos grasos de cadena media).
2. Otros son modificados dentro de las células mamarías secretoras a partir de precursores en la circulación materna (ácidos grasos de cadena larga incorporados dentro de los triglicéridos de la leche).
3. Y algunos más son transferidos a la leche directamente del plasma (vitaminas y minerales tomados de la circulación, sin sufrir modificación dentro de la glándula mamaria).

### Bioactividad de la leche humana

Aun cuando la concentración de nutrientes en la leche humana es más baja que la encontrada en la le-

che de vaca o en las fórmulas, su biodisponibilidad es mayor debido a factores biológicos específicos que promueven su captación, como la lactoferrina, lisozimas, lipasa, lactalbúmina, caseína y ácidos grasos.

### Agentes de protección inmune y no inmune en la leche humana

Todas las proteínas de la leche humana tienen funciones bioactivas además de aportar aminoácidos para la síntesis de proteínas. Varios estudios informan los aspectos de protección inmune y no inmune de las proteínas séricas.<sup>59</sup> La mayoría de las proteínas está glucosilada, lo que incrementa su estabilidad en la leche y en el tracto gastrointestinal del recién nacido.

Características de los factores protectores en la leche humana

1. Son comunes dependiendo del sitio de la mucosa.
2. Debido a su resistencia a las enzimas digestivas, se adaptan bastante bien para persistir en el medio hostil del tubo digestivo.
3. Pueden eliminar ciertos patógenos bacterianos en forma sinérgica.
4. Esta forma de protección es efectuada sin involucrar reacciones inflamatorias.
5. La producción diaria de muchos factores cambia en relación con la leche producida y con la secreción de muchos de los agentes de defensa solubles por la glándula mamaria es inversamente proporcional a la capacidad del lactante, para esta producción en sus mucosas. Estos factores en forma general son: IL-1 $\beta$ , IL-6, IL-8, IL-10, TNF $\alpha$ , TGF $\beta$ , M-CSF.

Aunque la IgG y la IgM se incrementan rápidamente después del nacimiento, se mantienen niveles bajos de IgA endógena durante el primer año de vida. La IgA es producida en la glándula mamaria en las células B, las que se originaron en sitios maternos de alta exposición a patógenos ambientales (intestino delgado o tracto

respiratorio). Los patógenos respiratorios y entéricos contra los cuales los lactantes son protegidos por la IgA específica de la leche humana son: *Clostridium difficile*, *Escherichia coli*, especies de *Salmonella*, *Vibrio cholerae*, especies de *Shigella*, *Giardia lamblia*, poliovirus, rotavirus, *Haemophilus influenzae*, *Streptococcus pneumoniae*, *Klebsiella pneumoniae*, virus de la influenza, virus sincitial respiratorio y *Candida albicans*.

La leche humana carece de mediadores inflamatorios y contiene agentes antiinflamatorios como las antiproteasas, antioxidantes y enzimas que degradan mediadores inflamatorios y moduladores de la activación de leucocitos (catalasa, histaminasa, arilsulfatasa,  $\alpha$ 1-antitripsina, prostaglandinas, etcétera). Además, la IgE (inmunoglobulina principal responsable de las reacciones inmediatas de hipersensibilidad), los basófilos, mastocitos y eosinófilos (principales células efectoras en este tipo de reacciones) y los mediadores para estas células están ausentes en la leche humana. Además de los antígenos solubles y los agentes antiinfecciosos, la leche humana contiene leucocitos, la mayoría (90%) neutrófilos y macrófagos; los linfocitos representan 10% de las células en la leche humana. El número y tipo de leucocitos cambia con la duración de la lactancia. La mayoría de los linfocitos en la leche humana son células T.<sup>60</sup>

Además de las funciones específicas de los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (LC-PUFA) en el desarrollo cerebral, función retinal y agudeza visual, la hidrólisis de los triglicéridos de la leche (el componente principal de la grasa de la leche) durante la digestión en el estómago e intestino produce ácidos grasos libres y monoglicéridos que tienen actividad antiviral, antiprotzoaria y posiblemente antibacteriana.

### Factores de crecimiento y hormonas en la leche

Muchos de estos factores (EG, NGF, relaxina, insulina, IGF-I, IGF-II, TGF $\alpha$ , GRH, eritropoyetina, etcétera)

exceden las concentraciones plasmáticas maternas. Además, muchos de estos difieren en su estructura sugiriendo que son modificados (procesamiento post-traducciona tal como la glucosilación) en la glándula mamaria. Esa fuerte glucosilación protege a esos componentes bioactivos a través de su paso por el tracto gastrointestinal y facilita al recién nacido su absorción.

## Enzimas

La leche humana contiene un gran número de enzimas como la fosfoglucomutasa, lactosa sintetasa, sintetasa de ácidos grasos, lipoprotein-lipasa, amilasa, lipasa dependiente de sales biliares, proteasas, xantina oxidasas, glutatión peroxidasa, fosfatasa alcalina, antiproteasas, sulfhidril-oxidasa, lisozimas, factor activador de plaquetas, etcétera; algunas enzimas presentes en la leche pero que actúan principalmente en la glándula mamaria son aquellas que regulan la síntesis de lactosa, ácidos grasos de cadena media o la transferencia de ácidos grasos de cadena larga a partir de triglicéridos circulantes a la glándula mamaria para la síntesis de la grasa en la leche. Otras tienen funciones de transporte (transportadores de ciertos minerales). Aunque existen proteasas, no expresan mucho su actividad debido a la actividad antiproteasa de la leche humana.

Las enzimas digestivas en la leche (amilasa y lipasa) actúan en el recién nacido para compensar la función pancreática inmadura. Esas enzimas son muy estables en la leche durante su almacenamiento a bajas temperaturas (-20° o -70°C) por años o incluso a 38°C en 24 horas. La gran estabilidad de las enzimas digestivas en el tracto gastrointestinal se debe a una estructura terciaria más hidrofóbica, a una glucosilación de la proteína enzimática y a una capacidad buffer de la leche (que incrementa el pH gástrico de 5.5 a 6.0). La actividad de la amilasa en el recién nacido es de 0.2 a 0.5% del nivel del adulto e incrementa a niveles más adecuados hasta los dos años de edad.<sup>61</sup>

## Componentes condicionalmente esenciales en la leche humana

Varios componentes de la leche pueden ser caracterizados como "condicionalmente" esenciales, ya que deben ser proporcionados al recién nacido, mientras que los niños mayores y los adultos tienen la capacidad para sintetizar dichos componentes. Algunos de ellos son: carnitina, taurina, LC-PUFA, linoléico y nucleótidos (los cuales deben ser proporcionados para los tejidos linfático e intestinal, que no pueden ser sintetizados por ellos mismos, por medio de la dieta o por síntesis *de novo* en otros órganos). Estas necesidades se incrementan en los prematuros.

La descomposición de la caseína de la leche produce  $\beta$ -casomorfina, pequeños péptidos que han demostrado afectar a una variedad de sistemas fisiológicos. Debido a que son agonistas opioides, esos péptidos pueden producir efectos de comportamiento en las madres que lactan o en el recién nacido. La mayoría de estos efectos han sido estudiados en animales.

## Leche humana en el parto pretérmino

La leche producida por la mujer con parto pretérmino difiere de la de parto a término. Específicamente durante el primer mes posparto, la leche pretérmino mantiene una composición similar a la del calostro, como ya se explicó en secciones previas.

Por todo lo expuesto, es posible concluir que la leche humana no sólo es benéfica para el recién nacido prematuro o a término durante la lactancia, sino que además protege al niño de enfermedades crónicas que se desarrollan a edades más tardías, tales como la enfermedad de Crohn,<sup>62</sup> diabetes mellitus,<sup>63</sup> y linfomas,<sup>64</sup> entre otras. El desarrollo cognoscitivo, evaluado a los 7.5 a 8.0 años de edad, se ha visto afectado por la alimentación temprana con leche materna, resultando en puntuaciones de CI más elevadas en niños prematuros alimentados al seno materno en relación con los alimentados con fórmulas infantiles.<sup>65,66</sup>

## TIPOS Y MÉTODOS DE ALIMENTACIÓN

### Tipos de alimentación

**Leche humana.** La leche humana de una madre bien nutrida, que es consumida en cantidades adecuadas por el lactante, es suficiente en todos los nutrientes, excepto en vitamina D, flúor, hierro y en algunos casos en vitamina K. Existen discrepancias en si se debe o no suplementar con vitamina D, y hasta tener datos precisos que prueben lo contrario, se debe suplementar a los niños alimentados al pecho, sobre todo si la madre no consume la cantidad adecuada o en niños con poca exposición a los rayos solares, con 400 UIU de vitamina D al día.<sup>67</sup> La pequeña cantidad de hierro presente en la leche humana se absorbe más en relación con las fórmulas, por lo que hasta el cuarto mes de edad en el lactante a término, es necesaria la suplementación con hierro a razón de 1 mg/kg/día hasta un máximo de 15 mg/día. Se puede administrar en forma de gotas de sulfato ferroso o en combinación con preparaciones de multivitamínicos. Existe también controversia en si se debe o no suplementar con flúor, la recomendación actual es que se puede proporcionar suplementación (250 mcg/día) de los seis meses a los tres años de edad, siempre y cuando el nivel del ion en el agua de consumo sea menor de 0.3 ppm. La mayoría de las fórmulas infantiles cubre en forma amplia este requerimiento.<sup>68</sup>

**Fórmulas estándar.** Las fórmulas estándar basadas en leche son adecuadas para recién nacidos sanos, los cuales no son alimentados al seno materno. Estas fórmulas se preparan a partir de suero de leche de vaca, aceites vegetales y la adición de hidratos de carbono en cantidades apropiadas para simular la distribución calórica y la capacidad de digerir la leche humana. Estas fórmulas contienen 67 calorías por dL (20 cal/oz) de energía metabolizable y pueden contener DHA, ARA, taurina, colina, luteína, mio-inositol, L-carnitina, prebióticos, entre otros, algunas contienen

probióticos. Se encuentran en polvo, líquido concentrado y líquido listo para ingerirse.

Una fórmula comercial preparada y fortificada con hierro es un alimento completo para un neonato a término y en condiciones normales no se requiere de suplementos de vitaminas o minerales.

**Fórmulas especiales.** Algunos de los factores con significancia clínica para la elección de una fórmula especial son: adecuación de los nutrientes, distribución de las calorías entre los hidratos de carbono, proteínas y grasas, y la carga potencial renal y gastrointestinal de solutos. Algunos ejemplos de estas fórmulas son:

- Fórmulas libres de lactosa, libres de proteínas de leche de vaca y basadas en leche especial.
- Fórmulas de soya. Las fórmulas de soya contienen proteína aislada de soya y no contienen suero, caseína o lactosa. De primera elección en lactantes con galactosemia, deficiencia primaria de lactasa, alergia a las proteínas de la leche de vaca mediada por IgE documentada sin alergia mediada por IgE a la soya, intolerancia secundaria y transitoria a la lactosa (cuatro a seis semanas) y en RN a término de familias vegetarianas. Las fórmulas de soya no son adecuadas para alimentación en el prematuro, la formulación previa se asoció con incremento en la incidencia de osteopenia del prematuro y las recientes todavía no tienen suficientes estudios.<sup>69</sup>

**Fórmulas de hidrolizados de proteínas.** Recomendadas para disminuir el riesgo de respuesta alérgica a las proteínas de la leche de vaca o de la soya. Consisten en caseína hidrolizada o suero que ha sido tratado con carbón para reducir la alergenicidad de las proteínas. Se hidroliza a aminoácidos libres o pequeños polipéptidos. Disponibles en las mismas densidades calóricas que las estándar, pueden contener además prebióticos, fibra, EPA, DHA y TCM.

**Fórmulas libres de hidratos de carbono.** Utilizadas para el diagnóstico y tratamiento de deficiencia de di-

sacaridasas o intolerancia a monosacáridos. Estas fórmulas no deben utilizarse sin la adición directa de hidratos de carbono (glucosa intravenosa) por el riesgo de hipoglucemia y cetosis. Pueden utilizarse en niños con enfermedad por depósitos de glucógeno tipo I, III, IV y V o en enfermedades convulsivas que requieren tratamiento con una dieta cetogénica.

**Fórmulas con modificaciones en los hidratos de carbono, proteínas y/o grasas.** Diseñadas especialmente para lactantes con alteraciones en la digestión, absorción o metabolismo de los nutrientes principales:

**Fórmulas modificadas en grasas.** Las fórmulas que contienen triglicéridos de cadena media (MCT) pueden absorberse aun en ausencia de enzimas pancreáticas y sales biliares, por lo que son particularmente útiles en niños con esteatorrea secundaria a una variedad de circunstancias fisiopatológicas que interfieren con la absorción de ácidos grasos de cadena larga (disminución de sales biliares, fibrosis quística, atresia biliar, desnutrición calórico-proteica grave, linfangiectasia intestinal y resección intestinal).

**Fórmulas modificadas en las proteínas.** Fórmulas que contienen alteración en la composición de algunos aminoácidos y que pueden ser utilizadas en recién nacidos con errores innatos del metabolismo (fenilcetonuria: disminución de fenilalanina, enfermedad de la orina de maple: supresión de aminoácidos ramificados; tirosinemia tipo I – disminución fenilalanina y tirosina – homocistinuria – disminución metionina – y galactosemia).

**Fórmulas elementales.** Compuestas de formas fácilmente absorbibles de hidratos de carbono (polímeros de glucosa o monosacáridos), proteínas (hidrolizados de caseína o aminoácidos) y grasas (MCT). Son utilizadas en niños con resecciones intestinales extensas o aquellos con diarreas intratables que no toleraron las fórmulas especiales. Puede ser necesaria la suplementación con ciertos nutrientes.

**Alimentación para prematuros.** Se han desarrollado fórmulas específicas para lactantes con peso bajo al nacimiento (< 1 500 g) como resultado del mejor conocimiento en los requerimientos y las limitaciones fisiológicas de estos neonatos, los cuales no son igualmente eficientes en la digestión y absorción de ciertos hidratos de carbono y grasas que los neonatos a término, en especial de algunos nutrientes presentes en las fórmulas estándar.

- Leche humana pretérmino.** La leche de la madre del prematuro durante el posparto ofrece ventajas nutricionales sobre la leche a término, ya que tiene concentraciones más altas de proteínas y electrolitos (en las dos primeras semanas), no obstante, contiene cantidades inadecuadas de calcio (25 mg/dL) y de fósforo (14 mg/dL), es importante recordar que se absorbe 80 y 90%, respectivamente, de lo que se ingiere. Estos pequeños sólo retienen de 20 a 30 mg/kg/día de calcio y fósforo, lo cual corresponde de 25 a 35% de lo que debería acumular *in utero*, por lo que se han sugerido varias alternativas de suplementación de la leche humana. Es muy importante mantener la relación calcio:fósforo que se administra.
- Fortificadores.** Se han diseñado fórmulas líquidas para fortificar la leche humana y lograr un incremento de proteínas y minerales. Estas fórmulas aportan 81 kcal/dL y se diseñaron para hacer una mezcla 1:1 con la leche humana. Contienen proteínas, grasas e hidratos de carbono en rangos similares a los de la leche humana. Otra presentación de estos fortificadores es en polvo que contiene 14 cal/3.8 g, diseñado para ser agregado en concentraciones de un paquete para cada 25 mL de leche humana. Este contiene proteínas e hidratos de carbono pero no grasas. Ambos fortificadores tienen concentraciones altas de calcio y fósforo para incrementar tres veces su contenido en la leche humana. Sin embargo, Schanler y colaboradores<sup>70</sup> informan que el calcio retenido en prematuros alimentados con leche humana fortificada con el fortificador líquido fue de 31% para el

calcio y 55% para el fósforo, con pérdidas grandes de ambos minerales por heces. En relación con el fortificador en polvo se observan concentraciones séricas mayores de fósforo y menores de fosfata alcalina comparada con la leche humana no fortificada; sin embargo, al final los marcadores serológicos de mineralización ósea son muy similares en ambos grupos. Por lo tanto, no se apoya la fortificación de rutina en los prematuros sanos, ya que los efectos de tales suplementos sobre la mineralización ósea son mínimos y de corta duración. De hecho, el incremento en el crecimiento somático en niños con este tipo de suplementos se relaciona más con la mayor ingesta proteica y calórica que con la retención de minerales y, sin embargo, existen ciertos riesgos que deberán ser siempre considerados como son el incremento de la osmolaridad de la leche, alteración de propiedades inmunológicas, ingesta indeseable de nutrientes extraños y efectos adversos sobre la biodisponibilidad de los nutrientes. Cabe mencionar que en la actualidad se pueden utilizar fortificadores elaborados a partir de leche de madres donantes, y hoy en día la recomendación es iniciar lo antes posible la fortificación y no hasta alcanzar los 100 mL/kg/día aún en prematuros menores de 31 semanas de edad gestacional.<sup>71</sup>

- Suplementación de la leche humana con calorías.** En algunas unidades de cuidados intensivos neonatales, cuneros y centros de atención neonatal, se incrementa el aporte calórico de la leche humana otorgada a los prematuros mediante la adición de hidratos de carbono (con polímeros de glucosa) o de grasas (con triglicéridos de cadena media), o de ambos. El efecto negativo de esto es la reducción relativa en el porcentaje de calorías derivadas de las proteínas, así como una reducción en la densidad de los otros nutrientes. Debido a que el crecimiento rápido de los prematuros requiere un incremento relativo en el índice proteínas/energía, no es aconsejable incrementar el aporte calórico con estos elementos; además,

se incrementa de manera significativa la osmolaridad de la leche humana,

- Suplementación de la leche humana con vitaminas y hierro.** El niño alimentado al seno materno deberá recibir suplementación con vitamina D (400 UI/día) y vitamina E (5 a 25 UI/día). Además, la suplementación con hierro (2 mg/kg/día) deberá iniciarse entre la segunda y sexta semana de vida.<sup>72</sup> Se deberá considerar la posibilidad de suplementación con ácido fólico, vitamina C y otras vitaminas del complejo B en niños alimentados con leche humana.<sup>73</sup>
- Fórmulas para prematuros.** Las nuevas fórmulas desarrolladas en la década pasada para los prematuros son seguras y promueven una mejor absorción de grasa, ganancia de peso, mineralización ósea y retención de nitrógeno en comparación con las fórmulas estándar y la leche madura humana. Estas fórmulas contienen una reducción en la cantidad de lactosa (40 a 50%) debido a que la actividad de la lactasa en el intestino parece desarrollarse tarde en la gestación y completarse hasta el término del embarazo. El resto del contenido de hidratos de carbono es en forma de polímeros de glucosa para mantener una osmolaridad baja en las fórmulas (300 mOsm o menos a una densidad calórica de 80 kcal/dL) contienen triglicéridos de cadena media (25 a 50%) en la mezcla grasa para mejorar su absorción. Los aceites vegetales son mal absorbidos por el prematuro por su baja producción de sales biliares y menor cantidad de lipasa gástrica. Proporcionan más proteínas que la leche humana y las fórmulas estándar. Contienen suero desmineralizado con un índice suero/caseína de 60:40 parecido al de la leche humana. Las proteínas del suero contienen más cistina y menos metionina en relación con la caseína, lo que parece ser más adecuado para los prematuros, quienes tienen una capacidad limitada para convertir la metionina a cistina por tener niveles reducidos de cistationina hepática.<sup>74</sup> El riesgo de lactoabezoares en el recién nacido pre-



matureo ha sido eliminado con la utilización de las fórmulas predominantes en suero<sup>75</sup> y la modificación en el tipo de grasas (ácido palmítico).

**Fórmulas de seguimiento.** Fórmulas diseñadas para lactantes mayores y preescolares como alternativa de la leche de vaca. Contienen proteína de vaca y/o de soya de 10 a 14% del total de calorías y una mezcla de aceites vegetales en 37 a 49%. Los hidratos de carbono de 39 a 53% de las calorías son una combinación de lactosa con sólidos de jarabe de maíz o sacarosa. Los productos de soya están libres de lactosa. Estas fórmulas son fortificadas con hierro y cuando se comparan con la leche de vaca tienen mayores cantidades de muchas de las vitaminas, además de zinc y cobre; ácido linoleico y menores cantidades de fósforo y magnesio.

**Modificaciones para incrementar la densidad calórica.** De manera circunstancial se requiere alimentar con una fórmula que tenga una densidad calórica mayor a 80 kcal/dL (24 kcal/oz) a los niños que no son capaces de consumir un volumen adecuado (restricción hídrica, pobre succión, vómitos) o que tienen requerimientos energéticos mayores (cardiopatía, displasia broncopulmonar, reflujo gastroesofágico, malabsorción o desnutrición proteico-calórica). Cuando la densidad calórica de una fórmula infantil se eleva más allá de las 80 kcal/dL se debe vigilar de manera estrecha la función renal y gastrointestinal. La densidad calórica se puede incrementar desde 67 kcal/dL (20 kcal/oz) a 80 o hasta 100 kcal/dL (24 a 30 kcal/oz) agregando menor cantidad de agua a la fórmula en polvo o al líquido concentrado, incluso, hoy en día existen en el mercado fórmulas de 30 kcal/oz. Esto requiere vigilancia constante de líquidos y electrolitos, por lo que no se recomienda como tratamiento fuera del hospital. Ya se mencionó un método para incrementar la densidad calórica que consiste en agregar polímeros de glucosa o triglicéridos de cadena media - aceites vegetales - o ambos; sin embargo, se debe tener cuidado, sobre todo si se adicionan más de 6 kcal/oz a las fórmulas o leche hu-

mana, ya que estos ingredientes en exceso reducen las proteínas/100 kcal y minerales/100 kcal a niveles no óptimos para el crecimiento, en especial cuando el volumen lácteo es bajo (sobre todo en prematuros <1 500 g) lo cual puede ocasionar una composición alterada en la ganancia de peso, con un incremento en la ganancia de grasa y una delgada y disminuida masa corporal, por lo que se sugiere incrementar el volumen total cuando sea posible. *La miel y el jarabe Karo* no se recomiendan en menores de un año ya que en ambos se han encontrado esporas de botulismo en lotes elegidos al azar. Los polímeros de glucosa en polvo tienen una vida media más larga que las preparaciones líquidas y son más seguras y económicas. Si el lactante digiere y absorbe en forma eficiente ácidos grasos de cadena larga, los aceites vegetales son los aditivos grasos más económicos.

**Suplementación de vitaminas y minerales.** La leche de una madre bien nutrida y el consumo en cantidad adecuada por el neonato a término, es suficiente en todos los nutrimentos excepto en vitamina D,<sup>76</sup> hierro, flúor<sup>77</sup> y vitamina K. Se deberá suplementar en casos de mujeres con déficit nutricional, vegetarianas (la vitamina B<sub>12</sub>), en las que han utilizado anticonceptivos orales por más de cinco años previos al embarazo (la vitamina B<sub>6</sub>), con dieta deficiente en vitaminas y ácido fólico, durante y posterior al embarazo, con suplementación en estos nutrimentos a la madre. De manera ocasional los prematuros no toleran la fórmula diseñada para prematuros o la leche humana y requieren de una fórmula libre de lactosa o especial en forma temporal, en estos casos se debe suplementar con vitaminas y minerales para lograr alcanzar los niveles recomendados. Cuando se requiere de esos suplementos, en especial en el PMBPN, puede resultar benéfico dividir la dosis diaria total y administrarla en varias tomas de leche, al tiempo que no se den otros medicamentos, para evitar intolerancia gastrointestinal y diarrea, por ejemplo 1 mL de multivitamínico a 10 mL de leche incrementa la osmolaridad de 300 a 750 mOsm/kg de agua.

## MÉTODOS DE ALIMENTACIÓN EN EL RECIÉN NACIDO

### Alimentación enteral

El apoyo para la nutrición enteral (NE) se definía como la entrega de alimento o nutrientes más allá del esófago vía sonda hacia el estómago o posst-píloro. Las directrices recientes de la ESPGHAN ofrecen una definición de apoyo para la NE que abarca tanto la entrega de formulaciones líquidas a través de la sonda y la provisión de suplementos especializados de nutrición. La NE se indica cuando los requerimientos energético-nutricios no pueden alcanzarse mediante la ingesta regular de alimentos en pacientes con un intestino funcional, por lo menos de manera parcial. Los criterios para iniciar la NE incluyen: (1) ingesta oral insuficiente, en particular en niños quienes son incapaces de alcanzar  $\geq 60$  a 80% de los requerimientos individuales por  $\geq 5$  días en niños mayores de 1 año de edad o por  $\geq 3$  días en niños menores de 1 año de edad, (2) niños que reúnen criterios para falla de crecimiento, emaciación y retraso en el crecimiento. Puede ser apropiada en niños discapacitados que requieran tiempos de alimentación de más de 4 a 6 horas/día. También puede ser una opción cuando la modificación en la dieta es la base del tratamiento de la enfermedad, como la enfermedad de Crohn, intolerancia alimentaria, desórdenes metabólicos. Es evidente que resulta de particular utilidad en el prematuro extremo, el cual reúne muchas características para requerir nutrición enteral, como puede verse en el Cuadro 20.<sup>78</sup>

### Alimentación por succión

Para el recién nacido a término. Estos neonatos sanos de manera habitual succionan a libre demanda una vez cada tres a cuatro horas y de forma más frecuente cuando son alimentados al pecho. Estos lactantes en general duermen toda la noche cuando alcanzan peso de 4.5 a 5.5 kg (1.5 a 2.5 meses de edad). El bebé después suspende la toma nocturna y demanda cerca de cinco tomas al día.

### Cuadro 20

| Situaciones clínicas en las cuales es necesaria la alimentación enteral  |  |
|--|--|
| Ingesta oral inadecuada  | Trastornos de la digestión o absorción   |
| Alteraciones en la succión-deglución   | Fibrosis quística  |
| Prematurez   | Síndrome de intestino corto  |
| Deterioro neurológico (parálisis cerebral, disfagia)   | Enfermedad intestinal inflamatoria   |
| Anormalidades congénitas de esófago  | Malabsorción debido a alergia alimentaria (alergia a la proteína de la leche de vaca, múltiples alimentos) |
| Tumores orales y de cabeza y cuello  | Diarrea prolongada de la infancia  |
| Trauma y quemaduras extensas   | Enfermedad hepática crónica  |
| Reflujo gastroesofágico severo   | Fístula intestinal   |
| Ventilación mecánica/enfermedad cardiorrespiratoria  | Desórdenes de la motilidad gastrointestinal (pseudo-obstrucción crónica, gastroparesia)                    |
| Aversión al alimento   | Falla en el crecimiento o malnutrición crónica   |
| Anorexia   | Enfermedad metabólica<br>Estado hipermetabólico  |
| Adaptado de: Vermilyea S and Lier VG: Enteral Feeding in Children: Sorting out Tubes, Buttons, and Formulas: Nutrition in Clinical Practice; ASPEN 2015. Vol XX, No. X pp:1-9. DOI:10.1177/0884533615604806. |  |

Para el recién nacido prematuro. El prematuro no siempre es capaz de succionar, debido a que la succión es coordinada hasta después de las 34 semanas de gestación. A algunos prematuros de 28 semanas se les ha observado succión pero esta no es coordinada, consumen mucha energía y no tienen un orden reconocible hasta las 32 a 33 semanas de gestación. Así, a partir de las 34 semanas de gestación se puede iniciar la succión

cada tres horas siempre y cuando el prematuro sea capaz de coordinar la succión, la deglución y la respiración y pueda mostrar un reflejo efectivo de mordaza.<sup>79</sup>

### Alimentación forzada

Este es un método adecuado para niños que tienen reflejos de succión y deglución inmaduros o condiciones clínicas precarias que evitan la alimentación por succión, como una frecuencia respiratoria mayor de 60/min, anomalías orofaciales, daño al SNC, y otras complicaciones médicas que impidan la alimentación por succión. El alimento es administrado a través de una sonda oral o nasal, o una sonda colocada de manera quirúrgica en el estómago, yeyuno o duodeno. La posición en decúbito lateral derecho incrementa el vaciamiento gástrico, el plan de alimentación deberá ser reevaluado, si ocurre importante distensión abdominal, residuo gástrico significativo, cianosis, apnea, vómito, diarrea, evacuaciones con sangre o aspirado biliar. Como ya se mencionó, la alimentación forzada puede ser administrada por:

Sonda orogástrica intermitente. Este tipo de alimentación es el más utilizado ya que es la más fácil para posicionar la sonda, es más fisiológica y permite administrar mayores volúmenes como bolos. Generalmente, el alimento es administrado en volúmenes iguales cada tres horas en neonatos con peso menor a 2 500 g y cada dos horas en neonatos de < 1 500 g.

Infusión intragástrica continua. Esta forma de alimentación puede ser mejor tolerada en el PMBPN (< 750 g), en los que están en ventilación mecánica asistida y aquellos con resección intestinal, durante la transición de nutrición parenteral a la alimentación enteral. El contenido intestinal es aspirado cada hora para detectar volúmenes residuales anormales. Igawa y colaboradores<sup>80</sup> observaron que existe mayor pérdida de grasa en la leche humana infundida a través de una sonda comparada con la infusión de una fórmula infantil (≈ 20%) además de una pérdida en fosfolípidos y vitaminas liposolubles. La leche humana

congelada y después descongelada muestra una pérdida significativamente más alta de grasa comparada con la leche humana que no fue congelada.<sup>81</sup> De manera interesante, la leche humana fresca que ha sido refrigerada por tres días tiene una pérdida menor que la leche recién extraída cuando se administra por sonda. Los materiales y los tamaños de las sondas no tienen efecto en la cantidad perdida de grasa de la leche humana infundida. El uso de un sistema intermitente de bolos (*versus* infusión continua o bolos intermitente a través de un perfusor) previene la pérdida significativa de contenido graso y es el método óptimo para proporcionar la leche humana siempre que sea posible.<sup>82</sup>

Alimentación transpilórica. Este tipo de alimentación en general está reservado para lactantes que no toleran la alimentación intragástrica o aquellos con riesgo alto de aspiración de contenido intragástrico, o ambos. Las complicaciones potenciales de la alimentación transpilórica son significativas; sin embargo, se deja su uso para circunstancias especiales. Algunas de las limitaciones de la alimentación transpilórica incluyen malabsorción de grasa, síndrome de descarga asociado con la infusión de soluciones hipertónicas (en general la osmolaridad de la fórmula no debe exceder 400 mOsm/kg de agua), riesgo de perforación intestinal, cambios en la microflora intestinal, bolo accidental de alimento que puede actuar como bomba y paso inadecuado de la sonda a través del píloro. El contenido gástrico a través de la sonda transpilórica de manera usual está teñido de bilis, por lo que este hallazgo no tiene implicaciones clínicas serias como en otras circunstancias.

### Inicio de la alimentación enteral

Al inicio de la década de 1990, era común que cuando se administraba nutrición parenteral se mantuviera en ayuno absoluto y por periodos prolongados a los recién nacidos, con la finalidad de permitirles recuperarse de su enfermedad cardiorrespiratoria grave y reducir la incidencia de enterocolitis necrosante.

Actualmente sabemos que la nutrición enteral (NE) es un auxiliar en extremo importante en el soporte nutricional en las unidades de cuidados intensivos (UCIN) y que la nutrición parenteral sin alimentación enteral puede ocasionar complicaciones tales como ictericia colestásica y enfermedad ósea metabólica, entre otros. Estudios experimentales en animales muestran que la nutrición intraluminal es necesaria para la integridad estructural y funcional gastrointestinal normal y que la falta de sustrato enteral puede llevar al desarrollo de atrofia de la mucosa y aplanamiento de las vellosidades intestinales; sin embargo, el tiempo exacto en que debe introducirse posterior al ingreso sigue siendo controversial. Algunos proponen que la NE debería posponerse ya que puede incrementar la demanda de oxígeno y por lo tanto, comprometer hemodinámicamente a pacientes inestables. Incluso, afirman que la NE temprana se asocia con un alto riesgo de necrosis de intestino delgado, isquemia gastrointestinal, disfunción multiorgánica y enterocolitis necrosante. Sin embargo, otros argumentan que la NE retardada se asocia con un mayor riesgo de infecciones y alteraciones metabólicas y que puede lesionar la adaptación funcional del tracto gastrointestinal inmaduro. También puede incrementar la necesidad de nutrición parenteral, lo cual promueve disfunción de tracto gastrointestinal. En un intento por equilibrar los riesgos y beneficios de la alimentación enteral y parenteral es que surgió el concepto de estimulación enteral mínima. El objetivo es utilizar la alimentación parenteral para proporcionar la mayor parte de los requerimientos, mientras que en forma simultánea, se proporciona un volumen pequeño de alimento por vía enteral con la finalidad de ESTIMULAR el tracto gastrointestinal. La meta de la estimulación enteral mínima es la de favorecer el TROFISMO intestinal y no la de nutrir.<sup>83</sup>

El conocimiento sobre la maduración del intestino humano es uno de los elementos que fundamenta este tipo de práctica. Las células del sistema neuroendocrino que secretan gastrina, neurotensina, péptido gas-

trointestinal vasoactivo, entre otras, ya se observan entre la sexta y decimosexta semana de edad gestacional, mientras que entre las semanas 18 y 21 ya es factible detectar este tipo de hormonas en sangre y líquido amniótico. La secreción de ácido clorhídrico es deficiente antes de la vigésima semana y los niveles de disacaridasas para sacarosa y maltosa aparecen antes que las de lactosa. La permeabilidad intestinal a macromoléculas se presenta en el último trimestre, disminuye con la introducción de la alimentación enteral y se incrementa con la isquemia y la hiperosmolaridad.<sup>84</sup> La motilidad intestinal se inicia en el segundo trimestre y madura hasta las 32 a 34 semanas de edad gestacional. Esto es influenciado por glucocorticoides, hormona tiroidea, factor de crecimiento epidérmico, y otra gran variedad de péptidos intestinales. Es evidente que el proceso ontogénico del tubo digestivo en los neonatos prematuros no se completa *in utero*, sino que se interrumpe e incluso puede presentar regresiones, ya que se conoce que órgano que no se utiliza se atrofia, lo cual es muy posible en el recién nacido con ayuno prolongado.<sup>85</sup>

Después del nacimiento se detiene la actividad del tracto gastrointestinal por primera vez desde que se inició su formación y aunque existen razones suficientes para no iniciar la alimentación enteral en un prematuro inestable con compromiso de tubo digestivo, no puede evitarse el pensamiento de que esta práctica va contra el proceso ontogénico que se inició *in utero*. No existen evidencias de que pueda ocurrir enterocolitis necrosante *in utero*, a pesar de que se ha documentado que el feto deglute hasta 150 mL/kg/día de líquido amniótico. El líquido amniótico contiene elementos bacteriostáticos, proteínas, hidratos de carbono, grasas, inmunoglobulinas, electrolitos, factores de crecimiento y partículas celulares, lo que proporciona un "estimulo enteral". Así, se podría suponer que la estimulación enteral mínima continuaría con este proceso de troficidad para evitar las consecuencias ya mencionadas derivadas del ayuno. Estos cambios atróficos se han informado

incluso desde las primeras 24 a 72 horas de ayuno, lo que ha conducido a la elaboración de diversos estudios y protocolos para determinar el mejor esquema de estimulación enteral mínima.

Algunos de los primeros estudios se resumen en el Cuadro 21 y mencionaremos algunos aspectos importantes de estos estudios. El estudio de Lucas, demuestra cambios de hormonas intestinales (motilina, neurotensina, péptido inhibidor gástrico, enteroglucagon y secretina), lo cual es de relevancia en la estimulación de cambios estructurales y funcionales del intestino, como parte de la adaptación posnatal a la nutrición extrauterina.<sup>86</sup>

Dunn informa disminución en el nivel de bilirrubina indirecta, y en la incidencia de colestasis y osteopenia del prematuro, en los bebés que recibieron estimulación enteral mínima en relación con los que no la recibieron.<sup>87</sup> Slagle estudió niños con factores de riesgo para enterocolitis necrosante y encontró diferencias estadísticamente significativas en el tiempo requerido para lograr una alimentación enteral completa.<sup>88</sup> Berseth informa mejoría en la actividad motora intestinal, concentraciones más altas de gastrina, péptido inhibidor vasoactivo, menos días de intolerancia a la alimentación y menos días de hospitalización en neonatos con estimulación enteral mínima.<sup>89</sup> En el estudio de Meetze 90 se informan datos estadísticamente significativos en relación a tolerancia de la alimentación e incremento en la gastrina sérica. Troche,<sup>91</sup> en su estudio inició la estimulación enteral mínima en las primeras 24 horas de vida extrauterina a razón de 1 mL/hora de leche materna o especial para prematuro hasta la resolución de la fase aguda de la enfermedad, encontró que el tiempo requerido para lograr la alimentación enteral total fue menor y que hubo mayor ganancia de peso al día 30.

En la mayoría de los estudios anteriores se inició la estimulación enteral mínima aun en presencia del catéter arterial umbilical sin que se presentaran problemas

asociados a su permanencia. En el estudio elaborado por el Grupo de Investigación Clínica Neonatal Santiago-Chile,<sup>92</sup> se evaluaron los beneficios (crecimiento y tolerancia a la alimentación enteral) y riesgos (prevalencia de enterocolitis necrosante) de la estimulación enteral mínima en un grupo de 313 prematuros con peso menor a 1 500 g. Se separaron en "sanos" o "enfermos" de acuerdo con los criterios predefinidos para 1993-1995. Se inició con 25 mL/kg/día de leche humana o especial para prematuro, mientras que los controles sólo recibieron nutrición parenteral total. Los sanos iniciaron entre las 12 a 24 horas y continuaron por 48 horas, y los enfermos a las 36 a 48 horas y continuaron por 6 a 8 días. Después de este periodo se incrementa la vía oral en la misma forma en ambos grupos (20 mL/kg/día). Ellos concluyen que existe mejoría en términos de ganancia de peso y tolerancia a la vía enteral con la misma prevalencia de enterocolitis necrosante y sepsis.

Morgan y colaboradores, en la última revisión de la base de datos de Cochrane, evaluaron el efecto de la alimentación trófica temprana *versus* ayuno enteral sobre la tolerancia a la alimentación, crecimiento y desarrollo, y la incidencia de morbilidad neonatal (incluyendo enterocolitis necrosante e infección invasiva) y mortalidad en lactantes muy prematuros o con peso muy bajo al nacimiento. Se incluyeron estudios controlados aleatorizados o casi-aleatorizados que evaluaron los efectos de la alimentación trófica temprana (volúmenes de leche arriba de 24 mL/kg/día introducidos antes de las 96 horas de edad posnatal y continuados por al menos una semana posterior al nacimiento) *versus* un periodo comparable de ayuno en lactantes muy prematuros o con peso muy bajo al nacimiento. Se eligieron nueve estudios en los cuales participaron un total de 754 lactantes muy prematuros o con peso muy bajo al nacimiento. Pocos participantes fueron prematuros extremos (< 28 semanas) o con peso extremadamente bajo al nacer (< 1 000 gramos) o con restricción en el crecimiento. Esos estudios no aportaron ninguna evidencia que la alimentación trófica temprana afecta la tolerancia o rangos de

Cuadro 21

| Estudios sobre estimulación enteral mínima |   |   |  |   |   |
|--|---|---|--|---|---|
| AUTOR (año)                                | Metodología   | TIPO DE ALIMENTACIÓN  | MÉTODO DE ALIMENTACIÓN                       | VOLUMEN   | DÍA DE INICIO   |
| Lucas (1986)                               | 104 RNP (1930 ± 25 g)<br>35.5 ± 0.1 seg<br>Niveles séricos gastrina, enteroglucagon, PGI, motilina, neurotensina                    | Leche humana-fórmula para prematuro   | VSOG intermitente-continua                   | 12 mL/kg/día  | 2 horas vs. 6 días  |
| Ostertag (1986)                            | 38 RNP < 1500 g<br>< 32 seg<br>Ensayo clínico prospectivo para comparar incidencia de enterocolitis necrosante y curso hospitalario | - Agua estéril<br>- glucosada 2.5%<br>- fórmula a media dilución<br>- y fórmula a dilución normal | VSOG continua                                | 1 mL/hora<br>Avances de 10 mL/kg hasta 150 mL/kg/día          | Al nacimiento vs. 7 días  |
| Khayata (1987)                             | 12 RNPMBN   | Fórmula   | Acorde a protocolo vigente en su institución | 15 a 30 mL/kg   | 10.mo día   |
| Dunn (1988)                                | Ensayo clínico 39 RNP<br>Comparar bilirrubinas, colestasis y osteopenia prematuro   | Fórmula maternizada a media dilución  | VSOG<br>c/1 hora < 1 kg<br>c/2 horas > 1 kg  | 15 a 20 mL/kg   | 48 horas vs. 9 días   |
| Slagle (1988)                              | Ensayo clínico 46 RNP > 1500 g  | Preferentemente calostro (nodrizas) o especial para prematuro                                     | VSOG continua                                | 12 mL/kg/d,<br>incrementos de 15 mL/kg/d                      | 8 días de vida  |
| Berseth (1992)                             | 27 RNP Ensayo clínico.<br>Actividad motora y concentraciones de péptidos  | Leche para prematuro (8%)   | VSOG<br>C/6 horas<br>En infusión de 2 horas  | 24 mL/kg/día  | 3 a 5 días vs. 10 a 14 días   |
| Meetze (1992)                              | 40 RNP > 1250 g,<br>ganancia de peso, tolerancia alimentaria, hormonas tróficas   | Leche especial para prematuro   | VSOG<br>c/2 horas (bolo)                     | 2 mL/kg/día<br>↑2 mL/kg/día en días alternos                  | 3 días vs. 15 días  |
| Davey (1994)                               | 62 RNP > 2000g y 28.5 ± 3.0 seg al nacimiento con catéter arteria umbilical bajo  | Suero, leche humana, fórmula diluida  | Acorde a protocolo vigente en su institución | Acorde a protocolo vigente en su institución                  | 4 a 7 (clínicamente estable vs. hasta remoción del catéter umbilical) |
| Troche (1995)                              | 29 RNP Incidencia de EN, tolerancia alimentaria Diamine oxidasa y somatomedina C séricas  | Leche especial para prematuro   | VSOG continua                                | 0.5 mL a 0.75 mL/hora<br>< 800 g a 1 mL/hora de 800 a 1 200 g | 24 horas de vida  |

continúa

| continuación       |   |  |  |  |   |
|--------------------|---|--|--|--|---|
| AUTOR (año)        | Metodología   | TIPO DE ALIMENTACIÓN   | MÉTODO DE ALIMENTACIÓN                       | VOLUMEN  | DÍA DE INICIO                                   |
| Karagian-ni (2010) | 84 RN 27-34 seg con peso > percentila 10 y evidencia de flujo sanguíneo fetal anormal ultrasonido Doppler en arteria umbilical (Grecia) Incidencia de EN y tolerancia alimentaria | Leche humana y/o leche especial para prematuro   | Bolos  | 0.5 mL c/12 horas < 1 000 g- 1 mL c/12 horas > 1 000 g avances de 15 mL/kg/día   | < 5 días (X2 días) vs. > 5 (X 7 días) días      |
| Pérez (2011)       | Ensayo clínico controlado 239 RNP27-32 seg 700-1500 g (Colombia) incidencia EN  | Leche humana/ fórmula infantil   | bolos  | 1 mL c/6 horas luego c/3 horas con avances de 20 mL/kg/día hasta 150 mL/kg/d   | < 5 días vs. > 5 días                           |
| Leaf (2012)        | Estudio multicéntrico 404 RN < 35 seg, con peso < centila 10 y flujo umbilical anormal por ultrasonido Doppler (Reino Unido e Irlanda) EN incidencia infección invasiva           | Leche humana de la mamá/leche humana de donadora/fórmula infantil /fortificador hasta alcanzar 150 mL/k/d  | Acorde a protocolo vigente en su institución | Acorde a protocolo vigente en su institución   | 2 (24-48 horas) días vs. 6 días (120-144 horas) |
| Abdelmaboud (2012) | Ensayo prospectivo aleatorizado 133 RNP con RCIU y patrón anormal del flujo por eco doppler arteria umbilical < 1 500 g /Qatar) Incidencia de EN e intolerancia alimentaria       | Leche humana/fórmula infantil (especial 24 kcal) RNP < 34 seg y < 2 000 g (neonatal 20 kcal) RNP > 34 seg y > 2 000 g Se fortificó la leche a 100 mL/kg/día (22 kcal/oz) y > 150 mL/kg/d a 24 kcal/oz) | Acorde a protocolo vigente en su institución | 10 a 20 mL/kg/día (1 a 3 mL/k/ alimento)   | 2 días vs. 6 días                               |
| Armanian (2013)    | 82 RNPMBN (Irán) Incidencia EN, estancia intrahospitalaria  | Leche humana no fortificada o fórmula  | Intermitente pasar 20 min cada 2 horas       | 1-20 mL/kg/día por 7 días<br>2. 20 mL/kg/día con incrementos de 20 mL/kg/día diarios hasta 150 mL/kg/d                             | ¿?  |
| Arnon (2013)       | 60 RNPBEG > 37 seg Alimentación enteral total, incidencia de EN e infección invasiva  | Leche humana o fórmula   |  | 1. 1 mL cada 12 horas 500-1 000 g<br>2. 20 mL/kg/día 1001-1 250 g.<br>3. 25 mL/kg/día 1 251-1 500 g<br>4. 30 mL/kg/día 1 501-1 701 | < 1 día vs. > 1 día posterior al nacimiento     |

crecimiento. El metaanálisis no detectó un efecto estadísticamente significativo en la incidencia de enterocolitis necrosante: Rango de riesgo típico 1.07 (intervalo de confianza de 95% 0.67 a 1.70): diferencia de riesgo 0.01 (-0.03 a 0.05). Por lo que los autores concluyen que los datos de los ensayos disponibles no aportan evidencia de importantes efectos beneficiosos o perjudiciales de la alimentación trófica temprana para lactantes muy prematuros o con peso muy bajo al nacimiento. La aplicabilidad de esos hallazgos en el prematuro extremo, con peso extremadamente bajo al nacimiento o con restricción en el crecimiento aún son limitados. Por lo que consideran necesarios más ensayos clínicos controlados aleatorizados para comparar cómo afecta la alimentación trófica comparada con el ayuno en este grupo poblacional.<sup>93</sup> El otro punto de controversia estriba en los volúmenes de incremento para alcanzar una alimentación enteral completa. Morgan y colaboradores acaban de publicar una revisión también en la base de datos de Cochrane para determinar el efecto de avances lentos de alimentación enteral sobre la incidencia de enterocolitis necrosante (EN), mortalidad y otras morbilidades en lactantes muy prematuros o con peso muy bajo al nacimiento. Ellos identificaron nueve estudios controlados aleatorizados en los que participaron 949 lactantes. La mayoría de los participantes eran prematuros estables con pesos al nacimiento entre 1 000 y 1 500 gramos. Pocos participantes fueron prematuros extremos, con peso extremadamente bajo al nacimiento o con restricción en el crecimiento. Los ensayos se definieron como típicamente lentos con incrementos diarios de 15 a 24 mL/kg y como de avances rápidos de 30 a 40 mL. Los metaanálisis no mostraron efectos estadísticamente significativos sobre el riesgo de EN (RR típico 1.18, IC95% 0.90 a 1.53, RD típico 0.03, IC95% -0.2 a 0.08). El avance

lento en la alimentación retrasó el establecimiento de la nutrición enteral de uno a cinco días e incrementó el riesgo de infección invasiva (RR típico 1.46, IC95% CI 1.03 a 2.06; RD típico 0.07, IC95% 0.01 a 0.13, el número necesario a tratar para obtener un resultado dañino adicional 14.9% IC 8 a 100). Los autores concluyen que los datos disponibles de los ensayos sugieren que un avance en los volúmenes enterales de incrementos diarios de 30 a 40 mL/kg (comparados a 15 a 20 mL/kg) no incrementan el riesgo de EN o muerte en lactantes con peso muy bajo al nacimiento, los avances en los volúmenes de alimentación enteral más lentos resultan en varios días de retraso para el establecimiento de la alimentación enteral completa e incrementan el riesgo de infección invasiva. La aplicabilidad de esos hallazgos para el prematuro extremo, el lactante con peso extremadamente bajo al nacimiento o con restricción en el crecimiento es limitada. Se requieren más estudios controlados aleatorizados en este grupo poblacional.<sup>94</sup>

### Alimentación temprana

La definición de la alimentación temprana puede variar con los cambios en las prácticas de alimentación utilizadas en las unidades neonatales. Aunque existen hoy en día estudios que proponen un tiempo de 48 a 96 horas e incluso 6 días como alimentación temprana, Morgan y colaboradores, en la última revisión de la base Cochrane, la definen como el inicio de la nutrición enteral (alimentación temprana, no estimulación trófica) en promedio a los cuatro días o menos posterior al nacimiento y ellos no encuentran ninguna evidencia de que el retrasar la alimentación por más de cuatro días reduzca el riesgo de enterocolitis necrosante.<sup>95</sup>

# Nutrición parenteral en el recién nacido

Dr. Eusebio Angulo Castellanos  
 M. en CSP José Alfonso Gutiérrez Padilla  
 Dra. Verónica Reyes Aguirre  
 Dr. Héctor Adrián García Hernández

## NUTRICIÓN NEONATAL PARENTERAL EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS NEONATALES

### Introducción

El presente capítulo revisa los avances en la nutrición de los recién nacidos en estado crítico en los rubros de prevención, intervenciones efectivas, reducción de complicaciones y los beneficios a largo plazo.

En las unidades de cuidados intensivos neonatales de la República Mexicana, en las últimas dos décadas se dio un fenómeno de transición epidemiológica, en donde al inicio de este proceso se requería la creación y la puesta en funcionamiento de dichas terapias. En el último lustro, la prioridad en todas ellas, públicas y privadas, es elevar la calidad de atención neonatal. El neonato en estado crítico está sometido a diferentes procesos que pueden deteriorar aún más su condición. La nutrición es la medida terapéutica más importante para limitar el daño y establecer la recuperación de estas criaturas.

En este libro del programa de Actualización Continua (PAC®) en Neonatología las unidades de aprendizaje se dividirán en:

- Epidemiología de la nutrición neonatal
- Nutrición parenteral total en el recién nacido de término
- Nutrición parenteral total en el recién nacido prematuro
- Nutrición parenteral total agresiva en etapas tempranas del recién nacido prematuro
- Complicaciones asociadas a la nutrición parenteral

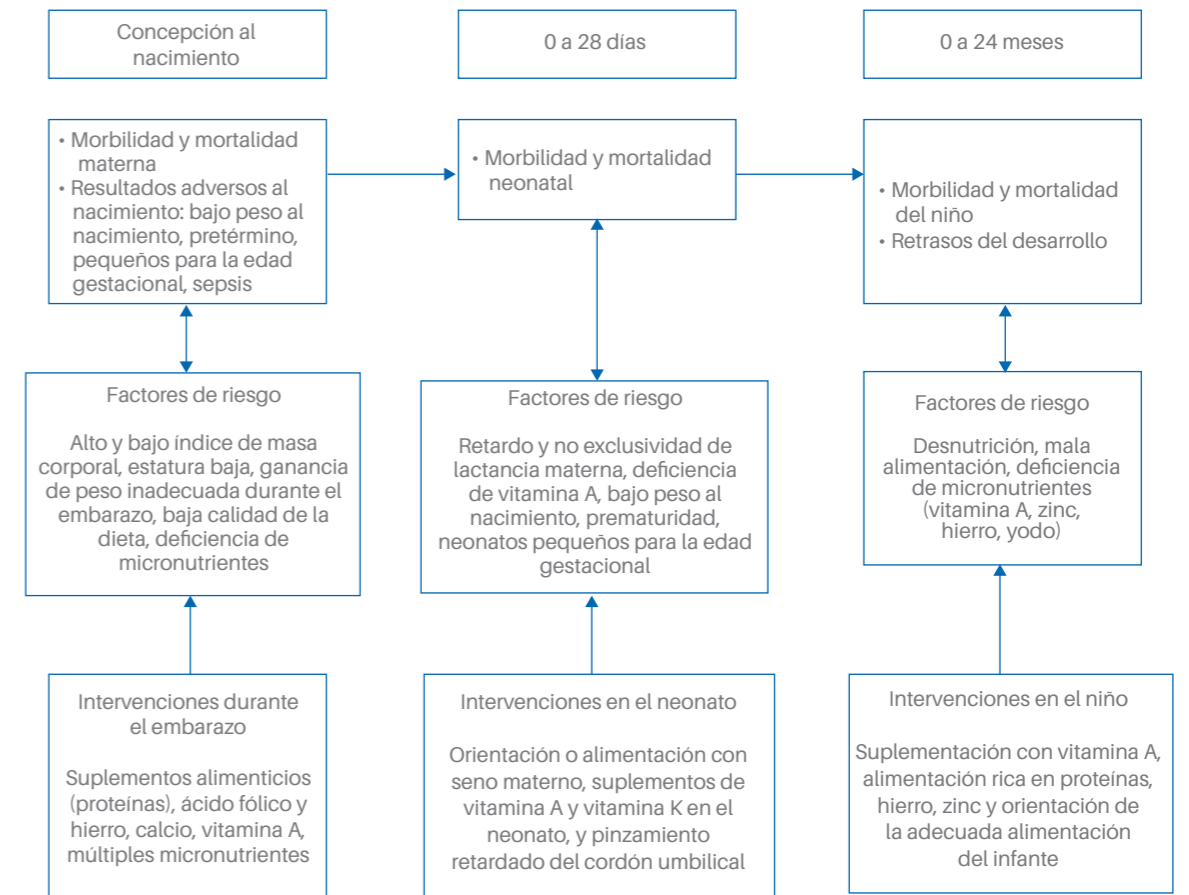
### Epidemiología de la nutrición neonatal

La nutrición del neonato en estado crítico ha sido el objetivo central en las unidades de cuidado intensivo neonatal en la última década, el soporte nutricional es el punto de mayor importancia en la supervivencia, limitación del daño, y pronóstico a largo plazo en los recién nacidos que requieren cuidado intensivo neonatal. Los recién nacidos pueden mostrar desventajas nutricionales desde el momento de la concepción y hasta su nacimiento, los factores de morbilidad y mortalidad materna, malnutrición materna, efectos adversos al nacimiento como: prematuridad, sufrimiento fetal agudo y crónico, que pueden condicionar peso bajo al nacimiento, talla baja, entre otros.

Durante el periodo neonatal, comprendido de los 0 a 28 días de vida extrauterina, en las unidades de cuidado intensivo, los neonatos a término o posttérmino, pueden sufrir problemas metabólicos graves relacionados con la nutrición, y de manera más marcada, agresiva y nociva, los pacientes prematuros.<sup>1</sup>

Los mecanismos para su comprensión los encontramos en la Figura 5.

Los requerimientos de cada paciente, dependiendo de su situación (pretérmino, a término) tienen necesidades nutricionales específicas para mantener un crecimiento y desarrollo adecuados, que deben considerarse al implementar el soporte para evitar la malnutrición. En el Cuadro 22 se encuentran los requerimientos nutricionales de acuerdo con la edad del paciente.<sup>2</sup>



F5 Factores de riesgo nutricios e intervenciones maternas, neonatales y del niño en desarrollo. Nutrition and maternal, neonatal and child health, department of international health, Johns Hopkins bloomberg School of Public Health, 615 N. Wolfe St, E2541, Fig1.

## NUTRICIÓN PARENTERAL TOTAL EN EL RECIÉN NACIDO A TÉRMINO

El uso de nutrición parenteral total o en combinación en los recién nacidos de término ha sido un procedimiento altamente efectivo y aceptado en todas las unidades de cuidados intensivos a nivel mundial. Es un método seguro, con un alto grado de aplicación clínica. En el grupo de los recién na-

cidos de término tiene sus indicaciones muy precisas, que están detalladas en el Cuadro 23.

Las intervenciones nutricionales tempranas en esta modalidad, y en la que se alcanzan los objetivos en el aporte, producen cambios positivos en la respuesta metabólica de la enfermedad subyacente, con resultados altamente significativos, disminuyen el tiempo de internamiento y optimizan el funcionamiento de las unidades de cuidados intensivos neonatales.<sup>3</sup>

Cuadro 22

| Requerimientos en nutrición parenteral según la edad* |               |           |               |         |
|---|---------------|-----------|---------------|---------|
| Recomendaciones                                       | Aporte máximo |           | Aporte máximo |         |
|   | Pretérmino    | Término   | Pretérmino    | Término |
| Líquidos mL/kg/día                                    | 140 a 160     | 140 a 160 | 180           |         |
| Energía (kcal/kg/día)                                 | 110 a 120     | 90 a 100  | 150           |         |
| Aminoácidos (g/kg/día)                                | 2.5 a 3.5     | 2.3 a 2.7 | 1.5 a 4       |         |
| Hidratos de carbono (g/kg/día)                        | 6 a 12        | 7 a 10    | 16 a 18       |         |
| Lípidos (g/kg/día)                                    | 3-4           |           |               |         |

\*Guidelines on Paediatric Nutrition. ESPGHAN.

Cuadro 23

| Indicaciones de nutrición parenteral en el neonato   |   |
|--|---|
| <p><b>1. Anomalías congénitas o adquiridas del tracto gastrointestinal</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Atresia esofágica</li> <li>Atresia intestinal</li> <li>Malformación anorrectal</li> <li>Gastrosquisis-onfalocele</li> <li>Síndrome del intestino corto</li> <li>Ileostomía de alto gasto</li> <li>Ileo meconial</li> <li>Ileo paralítico</li> <li>Enterocolitis necrosante</li> <li>Peritonitis meconial primaria o secundaria</li> <li>Diarrea intratable de la infancia</li> </ul> <p><b>2. Enfermedad cardiorrespiratoria</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Apnea recurrente</li> <li>Neonatos con asistencia ventilatoria</li> <li>Cardiopatía congénita (PCA)</li> <li>Enfermedad de membrana hialina</li> </ul> | <p><b>3. Estados hipermetabólicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Preoperatorio de cirugía mayor electiva en el neonato con desnutrición asociada o que requiere reposo intestinal previo</li> <li>Posoperatorio con imposibilidad de emplear la vía enteral por un periodo mayor de 3 días</li> <li>Sepsis</li> <li>Trauma</li> <li>Asfisia perinatal</li> </ul> <p><b>4. Neonatos de alto riesgo nutricional</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bajo peso al nacer (&lt; 2 500 g), muy bajo peso (&lt; 1 500 g), peso extremo (&lt; 1 000 g), retardo del crecimiento intrauterino (&lt; P5), en los cuales la nutrición enteral parcial no permite cubrir los requerimientos basales para mantener un balance nitrogenado positivo (&gt; 60 cal/kg/día y 2.5 g/kg/día de proteínas)</li> </ul> <p><b>5. Inmadurez funcional del tracto gastrointestinal</b></p> <p><b>6. Pacientes sin vía oral por indicación médica mayor de 3 días</b></p> |

Nutrición parenteral en el neonato. Revista Gastrohup. 2006;8:19-34.

## Premisas fundamentales en la nutrición parenteral

Son objetivos del soporte nutricional:

- Preservar la función de órganos vitales y mantener la homeostasis, disminuyendo la pérdida de masa magra, masa ósea y evitar por completo el catabolismo.
- Lograr un balance nitrogenado positivo.
- Evitar la sobrealimentación, que predispone a retención de bióxido de carbono.

- Proporcionar requerimientos hídricos, calóricos, proteicos, hidratos de carbono y de lípidos.<sup>2</sup>

La alimentación parenteral en el periodo neonatal es una práctica individualizada, y requiere de una evaluación clínica, de laboratorio y de otros estudios muy precisos.

Para establecer este procedimiento la recomendación universal más fuerte está dada por la Organización Mundial de la Salud y el grupo ESPGHAN.

Cuadro 24

| Nutrición parenteral total (NPT). Solución estandarizada de inicio |  |                                     |                             |
|--|--|-------------------------------------|-----------------------------|
| Aportes de NPT por kg/día  |  | Aporte de NPT por litro de solución |                             |
| Aporte energético  | 55 a 60 kcal/kg/día                          | Componente                          | Composición 2:1             |
| Hidratos de carbono  | 7 mg/kg/min flujo inicial                    | Volumen                             | Mínimo de 60 mL/kg/día      |
| Aminoácidos  | 3 g/kg/día                                   | Dextrosado                          | 167 g/L                     |
| Lípidos  | 3 g/kg/día (máximo de 0.13 a 0.17 g/kg/hora) | Aminoácidos                         | 50 g/L                      |
| Sodio  | 2 meq/kg/día                                 | Lípidos                             | 3 g/kg/día                  |
| Calcio   | Máximo tolerable                             | Sodio                               | 2 meq/kg                    |
| Fósforo  | Máximo tolerable                             | Potasio                             | Meq/kg                      |
| Magnesio   | 0.4 meq/kg/día                               | Calcio                              | 600 mg/L (máximo tolerable) |
| Carnitina  | 10 mg/kg/día                                 | Fósforo                             | 300 mg/L (máximo tolerable) |
| Cobre  | 20 mcg/kg/día                                | Magnesio                            | 97 mg/L                     |
| Zinc   | 400 mcg/kg/día                               | Cobre                               | 0.304 mg/L                  |
| Manganeso  | 1 mcg/kg/día                                 | Manganeso                           | 0.22 mg/L                   |
| Selenio  | 2 mcg/kg/día                                 | Selenio                             | 0.008 mg/L                  |
| Cromo  | 0.2 mcg/kg/día                               | Cromo                               | 0.004 mg/L                  |
| Molibdeno  | 0.25 mcg/kg/día                              | Molibdeno                           | 0.004 mg/L                  |

Oeschger VV, Mazza CS, Araujo MB, Sauré C. Introduction to postoperative nutritional support in neonatal cardiac surgery. Arch Argent Pediatr. 2014;112(5):443-50.

Siguiendo las recomendaciones para edad y estado crítico, se diseñó una solución estandarizada de inicio para cubrir requerimientos durante la etapa de recuperación inicial, detallada en el Cuadro 24.<sup>2</sup>

El suplemento energético en los pacientes ingresados en las unidades de cuidados intensivos, debe dirigirse a cubrir las necesidades nutricionales del paciente, (metabolismo basal, actividad, crecimiento y corrección de malnutriciones precisas) incluyendo el soporte de las funciones anabólicas.

## Componentes de la nutrición parenteral

La administración energética se divide en administración de calorías derivadas de proteínas y elementos no proteicos (hidratos de carbono y lípidos).<sup>4</sup>

### Las proteínas

Administradas en forma de aminoácidos, son una parte fundamental para el adecuado aporte ener-

gético y nutricio del niño, ya que son componentes estructurales y funcionales de todas las células del organismo. Está recomendada la administración de aminoácidos en un mínimo de 1.5 g/kg por día para evitar un balance nitrogenado negativo, mientras que el ingreso máximo en general no debe exceder los 3 g/kg por día.<sup>4</sup>

### Los lípidos

Administrados en forma de emulsiones lipídicas en la nutrición parenteral, proveen altas cantidades de energía sin un exceso de hidratos de carbono, además de administrar ácidos grasos esenciales al paciente. El aporte de lípidos debe de manera usual suministrar 25 a 40% de las calorías no proteicas en pacientes con nutrición parenteral total. Para prevenir la aparición de deficiencia de ácidos grasos esenciales, es recomendado administrar 0.1 g/día de ácido linoleico, en general limitado a un máximo de 3 a 4 gramos por día (0.13-0.17 g/kg/día).<sup>4</sup>

## Los hidratos de carbono

Son la principal fuente de energía de la nutrición, y en general proveen de 40 a 60% del aporte. La administración de glucosa en neonatos a término no debe exceder los 18 g/kg/día, y en los pacientes graves ingresados en las unidades de terapia intensiva, el ingreso debe ser limitado a 5 mg/kg por minuto (7.2 g/kg/día). La administración de glucosa parenteral de acuerdo con el peso del paciente se observa en el Cuadro 25.

Se debe prestar especial atención al aporte excesivo de hidratos de carbono, que se hace manifiesto por la presencia de hiperglucemias en el neonato, que puede desencadenar un incremento en la lipogénesis.

## NUTRICIÓN PARENTERAL TOTAL EN EL RECIÉN NACIDO PRETÉRMINO

El depósito de nutrimentos (glucógeno, proteínas y grasa) en el feto se produce en las últimas semanas de gestación. En consecuencia, el recién nacido –y en especial el prematuro– nace con escasas reservas de nutrimentos, que se agotan en 3 a 4 días, este tiempo es el límite para iniciar su alimentación (parenteral y/o

enteral). El prematuro no tiene prácticamente reservas de glucógeno, y cada día sin aporte de proteínas se degradan 1.2 g/kg/día de proteínas endógenas y se agotan en pocos días sus mínimas reservas de ácidos grasos esenciales. El resultado es una malnutrición calórico-proteica, con déficit de vitaminas y de oligoelementos.

### Etapas nutricionales en el prematuro

En la alimentación del prematuro se pueden distinguir dos etapas nutricionales, que corresponden a las dos fases por las que pasa tras el nacimiento:

- Periodo de transición, que va desde el nacimiento hasta que está estable desde el punto de vista clínico y metabólico (en general los primeros 3 a 7 días).
- Periodo estable y de crecimiento (a partir de los 7 a 14 días hasta su alta).

El objetivo en la alimentación del prematuro durante el periodo de transición es aportar nutrientes suficientes (por vía parenteral y/o enteral) con el fin de evitar sus déficits y el catabolismo de sustratos. En los neonatos con bajo peso al nacimiento, el inicio del soporte nutricional está indicado debido a sus limitadas reservas nutricionales, de preferencia antes de las 24 horas de vida, para así minimizar la pérdida de peso, corregir la restricción de crecimiento intrauterina y prevenir la restricción de crecimiento extrauterina. La nutrición parenteral temprana en los RN pretérmino cubre las demandas metabólicas incrementadas debido a las morbilidades posnatales y ha demostrado mejorar el pronóstico a corto y largo plazo, en especial en el crecimiento y en el neurodesarrollo.<sup>4</sup>

### Componentes de la nutrición parenteral en el prematuro

Los requerimientos energéticos mínimos en los pacientes prematuros se cubren con 50 a 60 kcal/kg al día; sin embargo, un aporte de 100 a 120 kcal al día promueve además el crecimiento óptimo y ha demos-

trado aumentar la tasa de crecimiento y acelerar el periodo en el que el paciente progresa a la nutrición enteral.<sup>5</sup>

### Las proteínas

Al igual que los RN a término, en los pretérmino son administradas en forma de aminoácidos y se recomienda su administración desde el primer día de vida; se sugiere que sea en un mínimo de 1.5 g/kg por día para evitar un balance nitrogenado negativo, aunque es necesario un aporte mayor para lograr una síntesis proteica fisiológica, mientras que el ingreso máximo usualmente no debe exceder los 4 g/kg por día.<sup>4</sup>

### Los lípidos

En pacientes prematuros son en especial importantes para proveer los ácidos grasos esenciales e incrementar el aporte calórico con un volumen bajo de la nutrición parenteral. Son administrados en forma de emulsiones lipídicas, de forma continua en alrededor de 24 horas y son bien tolerados incluso desde el primer día de vida extrauterina. Se recomienda administrar un mínimo de 0.25 g/kg por día de ácido linoleico para prevenir la aparición de deficiencia de ácidos grasos esenciales, en general limitado a un máximo de 3 a 4 gramos por día (0.13-0.17 g/kg/día).

### Los hidratos de carbono

Son la principal fuente de energía de la nutrición y de manera habitual proporcionan de 40 a 60% del aporte. En los pacientes prematuros, la homeostasis de la glucosa es inmadura en los primeros días de vida, motivo por el cual son propensos a estados de hiperglucemia o hipoglucemia. Se debe vigilar de manera cuidadosa estos parámetros, ya que la hiperglucemia se ha asociado con incrementos en la morbilidad y mortalidad infantil.<sup>4</sup> De manera general, se acepta mantener los niveles en el siguiente rango:

- Primer día de vida: > 40 a 45 mg/dL.
- Segundo día de vida en adelante: > 50 mg/dL.

- Mantener los niveles en un máximo de < 200 mg/dL y de preferencia entre 150 y 180 mg/dL.<sup>6</sup>

La administración de la infusión glucosada en pacientes pretérmino se debe iniciar a 4 a 8 mg/kg por minuto, aunque en pacientes de muy bajo peso al nacimiento puede ser necesario elevar la infusión hasta 8 a 10 mg/kg para adaptarse a la producción endógena de glucosa por el hígado y preservar sus reservas limitadas de hidratos de carbono. La infusión debe ser adaptada en caso de aplicación simultánea de fármacos cuyo mecanismo se conozca que altera el metabolismo de los hidratos de carbono, como es el caso de los esteroides, análogos de la somatostatina y tacrolimus.

## NUTRICIÓN PARENTERAL TOTAL AGRESIVA EN ETAPAS TEMPRANAS DEL RECIÉN NACIDO PREMATURO

La primera semana de vida es un periodo crítico en el neonato, en especial en el paciente prematuro. La nutrición parenteral total agresiva está definida como la administración de un total de 4 g/kg/día de aminoácidos en la nutrición parenteral estándar durante la primera semana de vida.<sup>7</sup>

La nutrición agresiva y el aporte energético óptimo tienen un impacto positivo en el crecimiento, mejor neurodesarrollo, reduce el riesgo de enterocolitis necrosante y disminuye el tiempo de estancia hospitalaria, motivo por el cual la nutrición parenteral se debe iniciar tan pronto como sea posible para lograr niveles de glucosa y una síntesis proteica adecuados.

En los pacientes prematuros, un aporte proteico de 3.5 g/kg/día promueve un óptimo crecimiento, y es segura una administración de hasta 4 g/kg/día.<sup>7</sup>

El régimen estándar de nutrición parenteral aporta 13.5 g/kg/día de glucosa y 4 g/kg/día de aminoácidos cuando se administra a un máximo de 135 mL/kg/día.<sup>7</sup>

Cuadro 25

| Administración de glucosa parenteral recomendada (g/kg de peso al día) |       |       |       |         |
|--|-------|-------|-------|---------|
|  | Día 1 | Día 2 | Día 3 | Día 4   |
| Hasta 3 kg   | 10    | 14    | 16    | 18      |
| 3 a 10 kg  | 8     | 12    | 14    | 16 a 18 |
| 10 a 15 kg   | 6     | 8     | 10    | 12 a 14 |
| 15 a 20 kg   | 4     | 6     | 8     | 10 a 12 |
| 20 a 30 kg   | 4     | 6     | 8     | < 12    |
| Más de 30 kg   | 3     | 5     | 8     | < 10    |

Guidelines on Paediatric Parenteral Nutrition of the European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN) and the European Society for Clinical Nutrition And Metabolism (ESPEN), Supported by the European Society Of Paediatric Research (ESPR)

## COMPLICACIONES ASOCIADAS A LA NUTRICIÓN PARENTERAL

### Hipertrigliceridemia y deficiencia de ácidos grasos esenciales

La deficiencia de ácidos grasos esenciales puede ocurrir entre 2 y 4 semanas posteriores si se administra una solución de nutrición parenteral libre de ácidos grasos, que se manifiesta como disfunción plaquetaria, alteraciones en la cicatrización de heridas, piel seca y pérdida de cabello. La Sociedad Europea para la Nutrición Enteral y Parenteral recomienda una administración mínima de 0.25 g/kg por día de lípidos en pacientes pretérmino y 0.1 g/kg al día en pacientes de término para prevenir la aparición de este cuadro.

Por el contrario, el síndrome de exceso lipídico aparece por una administración excesiva o demasiado rápida de lípidos, y se caracteriza por coagulopatías, enzimas hepáticas elevadas, hiperbilirrubinemia, hepatomegalia y distrés respiratorio. En neonatos pretérmino la tolerancia a la infusión se mejora al administrarla en un periodo de 24 horas. La asociación de heparina y carnitina a la nutrición parenteral puede facilitar el metabolismo lipídico, estabilizando así el nivel de triglicéridos.<sup>8</sup>

### Hiperglucemia en neonatos

La hiperglucemia, caracterizada por glucosa plasmática por arriba de 150 mg/dL, es un hallazgo frecuente en neonatos prematuros y de muy bajo peso al nacimiento, en especial en los primeros días de vida. Están implicados factores fisiológicos como inmadurez hepática y pancreática, saturación de los receptores insulínicos y predisposición del prematuro a la hiperglucemia, así como otros factores como distrés respiratorio, sepsis o eventos quirúrgicos.

Las complicaciones asociadas a la hiperglucemia incluyen retinopatía del prematuro, broncodisplasia pulmonar, enterocolitis necrosante, predisposición a

infecciones bacterianas y fúngicas, hemorragia intraventricular, estadías intrahospitalarias prolongadas y la muerte.

El tratamiento de la hiperglucemia durante la terapia con nutrición parenteral está enfocado a evitar el exceso de dextrosa y proveer energía en forma de ácidos grasos. En caso de persistencia de la hiperglucemia, secundaria a sepsis o medicamentos, el uso de insulina ayuda al control del proceso.<sup>8</sup>

### Enfermedad metabólica ósea

Este desorden aparece debido a una combinación de deficiencia de fósforo, calcio y vitamina D, además de acúmulo de aluminio. Los pacientes con padecimientos malabsortivos, en terapia con corticoides y antineoplásicos, pueden tener un riesgo incrementado de padecer esta enfermedad. Aunque no se conoce un tratamiento específico, se sugiere una administración adecuada de calcio y fosfato en una relación 1:2 y medir las concentraciones de aluminio cuando aparece una enfermedad metabólica ósea sin explicación.<sup>8</sup>

### Colestasis asociada a la nutrición parenteral

Tiene una prevalencia de 30 a 70% en neonatos, es diagnosticada por un aumento progresivo de la fosfatasa alcalina y/o la bilirrubina conjugada (Directa > 2 mg/dL). La causa exacta del cuadro se desconoce; sin embargo, se cree que tiene relación con los altos niveles de insulina mantenidos por la continua administración de solución parenteral, los cuales promueven la aparición de hígado graso.

La colestasis puede progresar a cirrosis y a insuficiencia hepática si se deja sin tratamiento, el cual consta de ciclar la nutrición parenteral de 12 a 20 horas, además de agregar carnitina a la solución, inicio oral de ursodiol, y proveer nutrición enteral a tolerancia.<sup>9</sup>

### Infecciones asociadas a catéter

Dada la alta osmolaridad de las soluciones parenterales, de manera habitual son administradas por un acceso venoso central. Desafortunadamente, un acceso venoso central de colocación prolongada predispone al paciente a la aparición de infecciones, sobre todo

en pacientes prematuros o de muy bajo peso al nacimiento. Para la prevención de eventos infecciosos asociados a catéteres, se debe hacer énfasis en su colocación con la técnica aséptica, hacer recambio de los sets de infusión de aminoácidos y glucosa por lo menos cada 72 horas y no tener un tiempo de colgado mayor de 24 horas de la emulsión de lípidos.<sup>10</sup>



## Aplicaciones móviles utilizadas en la nutrición neonatal

M. en CSP José Alfonso Gutiérrez Padilla  
M. en AEAD Isaac Estrada Ruelas  
Dr. Eusebio Angulo Castellanos

Las aplicaciones informáticas para la salud, se definen como cualquier herramienta electrónica, tecnología o aplicación diseñada para interactuar de manera directa con los consumidores, con o sin la presencia de un profesional de la salud, y que proporciona o utiliza información individualizada (personal) para ayudar a un paciente a una mejor gestión de su salud o de atención médica.<sup>1</sup>

La e-Salud tiene diversas herramientas que ayudan a mejorar las prácticas relacionadas con la nutrición del recién nacido, como el amamantamiento, que es la forma natural de alimentación de los lactantes y niños pequeños. La lactancia exclusiva durante los primeros 6 meses de vida asegura el óptimo crecimiento, desarrollo y salud.

### LACTANCIA MATERNA

Los mil días que abarcan desde la concepción hasta los 2 años de vida son un periodo crítico para garantizar las necesidades nutricionales que pueden conducir a efectos adversos para la supervivencia a corto plazo y a largo plazo en cuanto a la salud y el desarrollo.<sup>2</sup> Las tasas bajas y el abandono temprano del amamantamiento acarrearán considerables efectos adversos sanitarios, sociales y económicos para las mujeres, los niños, la comunidad y el medio ambiente que ocasionan un aumento de los gastos nacionales en salud, pueden incrementar las desigualdades infecciosas,<sup>3</sup> aumento de riesgo de mortalidad en lactantes, niños pequeños en los países pobres y de mortalidad posneonatal en los países ricos.<sup>4</sup>

Dentro de los cuidados y alimentación; las nuevas tecnologías y la Telemedicina nos pueden ayudar a re-

solver dudas de alimentación de los lactantes y de los niños pequeños.<sup>5</sup> Para fomentar la lactancia materna es imprescindible dar información y soporte antes del embarazo, durante el embarazo y en los primeros meses de vida, con especial atención y focalización de embarazos adolescentes para reducir efectos adversos en el recién nacido.

En condiciones normales, los padres toman las decisiones acerca de la alimentación de los lactantes y niños pequeños poco antes o al principio del embarazo.<sup>6</sup> Sin embargo, la elección puede estar influida por actitudes establecidas antes del embarazo.<sup>7</sup> Por ello es importante desde el punto de vista social el amamantamiento como normal, fácil y preferente para la mayoría de los padres.

Para este fin, diferentes desarrolladores han lanzado aplicaciones para smartphone que ayuden a una lactancia materna, entre estas encontramos las siguientes:

#### Lactancia materna AEP

La AEP (Asociación Española de Pediatría) a través de su Comité de Lactancia Materna, lanza esta aplicación con el fin de promocionar la lactancia materna difundiendo conocimientos actualizados sobre el tema (Figura 6).

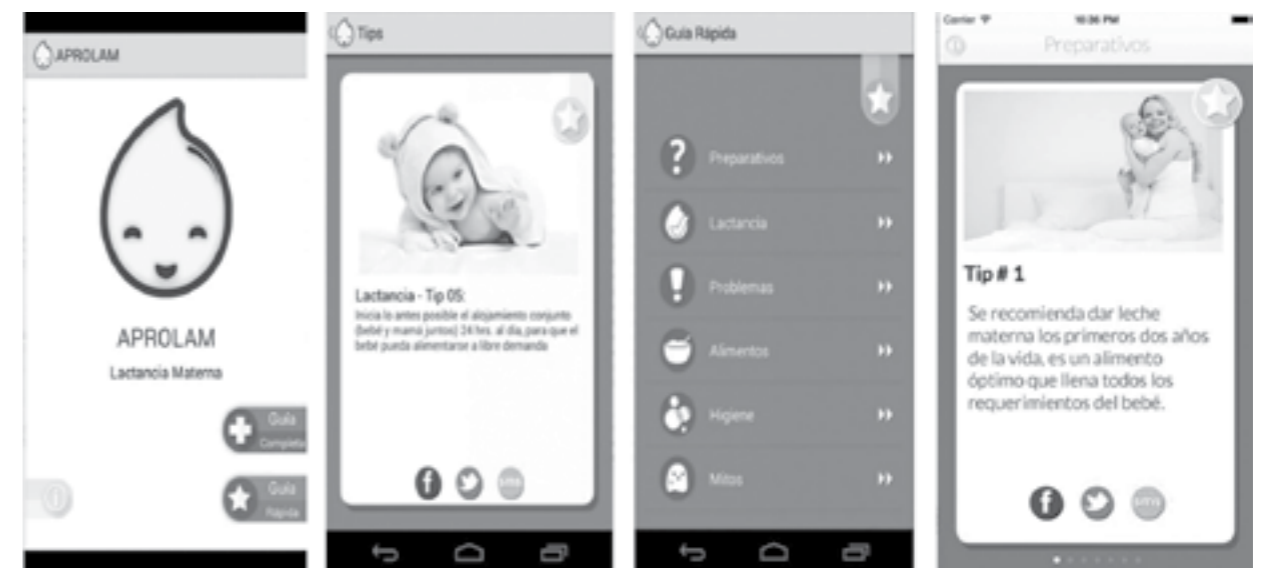
Disponible para sistemas iOS (iPhone, iPad) y Android, con contenido accesible y útil para cualquier tipo de usuario, con recomendaciones generales del Comité de Lactancia Materna de la AEP, entre ellas: recomendaciones generales adaptadas a la etapa del lactante, técnica de lactancia, hábitos recomendables en el periodo de lactancia, problemas más frecuentes y falsos mitos, notificaciones con noticias o eventos de forma



F6 | Lactancia materna AEP.

que pueda acceder de manera inmediata a consultar la información. Con imágenes descriptivas que apoyan las explicaciones teóricas del texto.

Se puede crear un perfil, almacenando datos diarios, creando estadísticas para poder consultar más adelante en forma de gráficos.<sup>8</sup>



F7 | Lactancia materna APROLAM.

#### Lactancia materna APROLAM

Desarrollado por la Asociación Pro Lactancia Materna en conjunto con el Centro de Tecnología e Innovación, Innovación Digital Carso y con el apoyo de la Fundación Carlos Slim, útil aplicación que brinda importante información, aclara y desmiente todos los mitos en torno a este importante vínculo entre madre e hijo (Figura 7).

Compartiendo tips sobre la alimentación adecuada para mejorar la calidad de los nutrimentos que ingiere el bebé, preparativos para lactar, mejores prácticas de higiene para evitar cualquier situación de riesgo y algunos de los problemas frecuentes a los que se enfrentan las mujeres durante este periodo, para solucionarlos de manera oportuna.<sup>9</sup>

#### Un medio para lactancia materna

Contiene información sobre lactancia materna clasificada en diferentes secciones: tutorial de cómo realizarla paso a paso con imágenes, grabaciones y comentarios, consejos para la madre, métodos de



F8 | Un medio para lactancia materna.

conservación de la leche; solución de problemas en torno a la lactancia materna; grupos de apoyo dentro de la misma comunidad o en instituciones médicas; recordatorios sobre horario de alimentación, diario de crecimiento, curvas de crecimientos para facilitar la comprensión a la madre (Figura 8).<sup>10</sup>

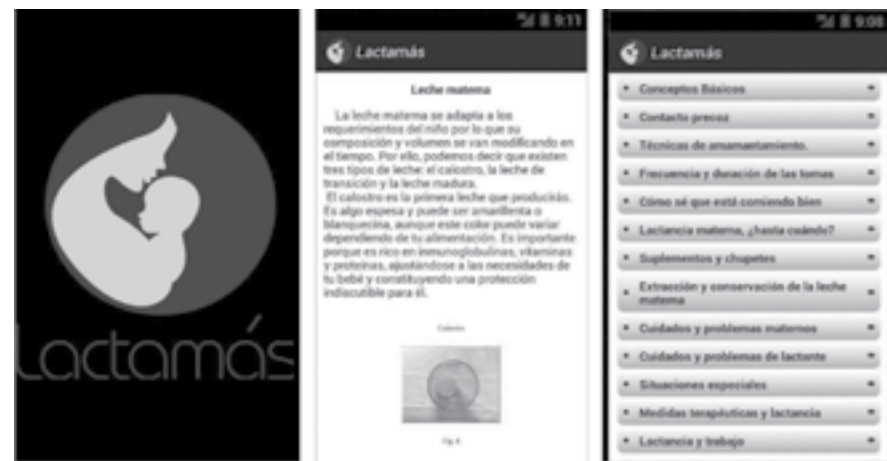
Lactamás

En esta aplicación se encuentra la información necesaria para orientar a los padres hacia una lactancia materna exitosa. Contiene diferentes secciones, desde la información básica para mejor entendimiento por parte de los padres, técnicas de amamantamiento,

to, frecuencia y duración de las tomas, extracción y conservación de la leche, entre otros conceptos (Figura 9).<sup>11</sup>

Lactmed

Base de datos que contiene información sobre las drogas y otras sustancias químicas a las que las madres lactantes pueden estar expuestas. Incluye información sobre los niveles de estas sustancias en la leche materna y la sangre infantil, y los posibles efectos adversos en el lactante. Se proporcionan alternativas terapéuticas. Todos los datos se derivan de la literatura científica y referencias necesarias (Figura 10).<sup>12</sup>



F9 | Lactamás.



F10 | Lactmed

Breastfeeding - Baby Traker

Esta aplicación permite grabar y analizar la lactancia materna, mediante un registro de las tomas, análisis por gráficos realizados por la aplicación, permitiendo una panorámica de las veces que se amamanta, permite añadir comentarios en cada registro, grabar diferentes eventos, registrar peso, longitud/ talla y perímetro cefálico con tablas de percentilas según la OMS (Figura 11).<sup>13</sup>

Nursing Timer

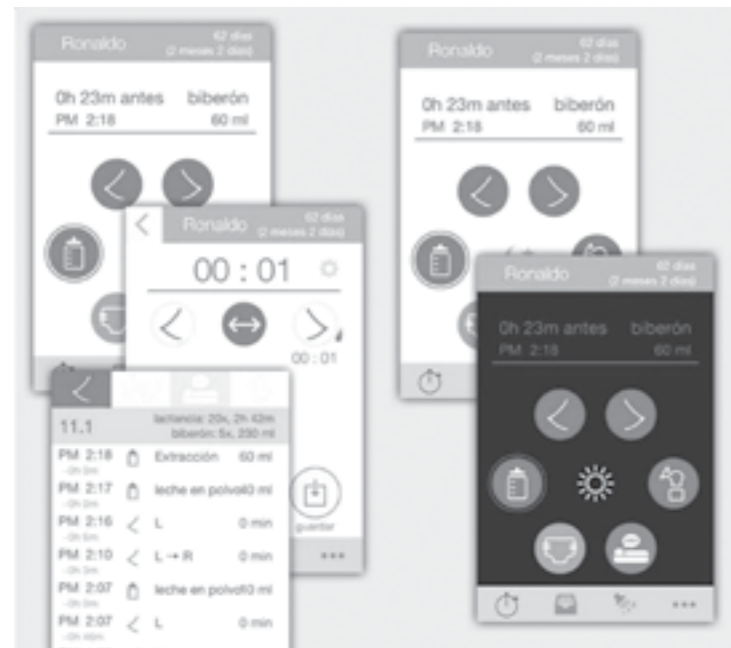
Esta aplicación cuenta con características para evaluar la alimentación y cuidados básicos del recién nacido, se puede utilizar un cronómetro temporizador que registra la alimentación del bebé, ya sea lactancia materna exclusiva o con apoyo de biberón (Figura 12).<sup>14</sup>

SOS Lactancia

En esta aplicación se recorre mediante prácticos videos a modo de tutorial la lactancia, sus procesos, sus técnicas, sus métodos. Aquí se resuelven dudas habituales como si utilizar o no pezoneras, las posiciones para el bebé a la hora de mamar, síntomas de una mala posición, cuándo usar chupete, trucos para cada toma (Figura 13).<sup>15</sup>



F11 | Breastfeeding - Baby Traker.



F12 Nursing Timer.



F13 SOS Lactancia.

## SOPORTE NUTRICIONAL ESPECIALIZADO

El soporte nutricional especializado es la administración de nutrientes de forma oral, enteral o parenteral con fines terapéuticos. La nutrición parenteral NP, es la técnica que permite administrar macronutrientes y micronutrientes por vía intravenosa.<sup>16</sup>

La evaluación frecuente de la ingesta nutricional de los recién nacidos de alto riesgo es fundamental para obtener buenos resultados, el cálculo de la ingesta nutricional de estos recién nacidos es a menudo un proceso muy tedioso y propenso a errores, ya que estos bebés tienen a menudo una combinación de nutrición parenteral y enteral, y debido a la gran variedad de fórmulas de alimentación y las concentraciones calóricas de estas fórmulas disponibles. Existen pautas específicas para la prescripción, composición, elaboración y la vigilancia del soporte nutricional especializado.<sup>17</sup>

## Micromedex NeoFax Essentials

Está diseñado para ayudar a los médicos de forma segura y eficiente para prescribir, calcular, ordenar, for-



F14 Micromedex NeoFax Essentials

mular y administrar el tratamiento farmacológico y la nutrición parenteral para los recién nacidos, además de información sobre fármacos usados en Neonatología. De manera eficiente y segura, gestiona escenarios complejos para pacientes neonatales, orienta en la toma de decisiones de tratamiento y ayuda a reducir al mínimo los errores. También es fácil de utilizar y su interfaz intuitiva hace que sea un recurso imprescindible para médicos, enfermeras, nutricionistas y farmacéuticos.

Esta aplicación incluye un amplio componente de fórmulas enterales neonatales, proporcionando información de alrededor de 60 diferentes fórmulas, así como el requerimiento de leche humana, diseñada para recién nacidos a término hasta los 28 días de vida, y para prematuros hasta las 44 semanas de edad gestacional (Figura 14).<sup>18</sup>

## OsmoCalc

Herramienta diseñada para la estimación de la osmolaridad de las mezclas de nutrición parenteral. Considera macronutrientes y los principales micronutrientes, optimizada para Pediatría y Neonatología.



F15 OsmoCalc.



F16 Ns Andro.

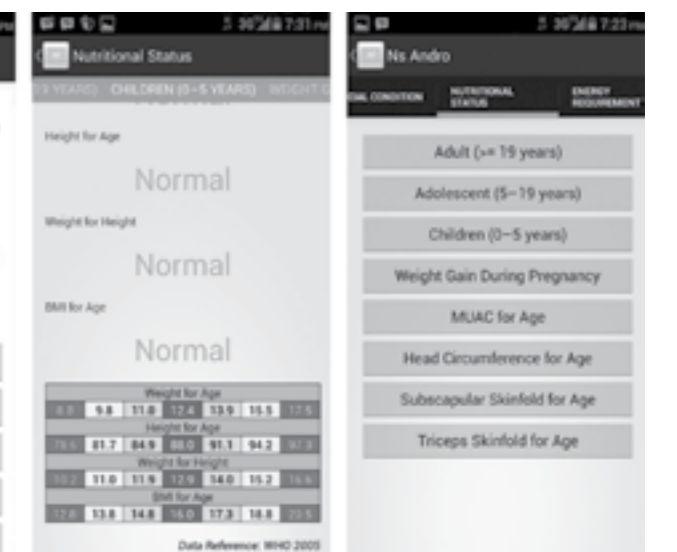
Consigue estimaciones de +/- 50 mOsm/L en el rango de valores habituales, sin desviaciones de tipo constante ni de tipo proporcional respecto a la osmolaridad media, lo que lo convierte en una aplicación útil para la toma de decisiones clínicas (Figura 15).<sup>19</sup>

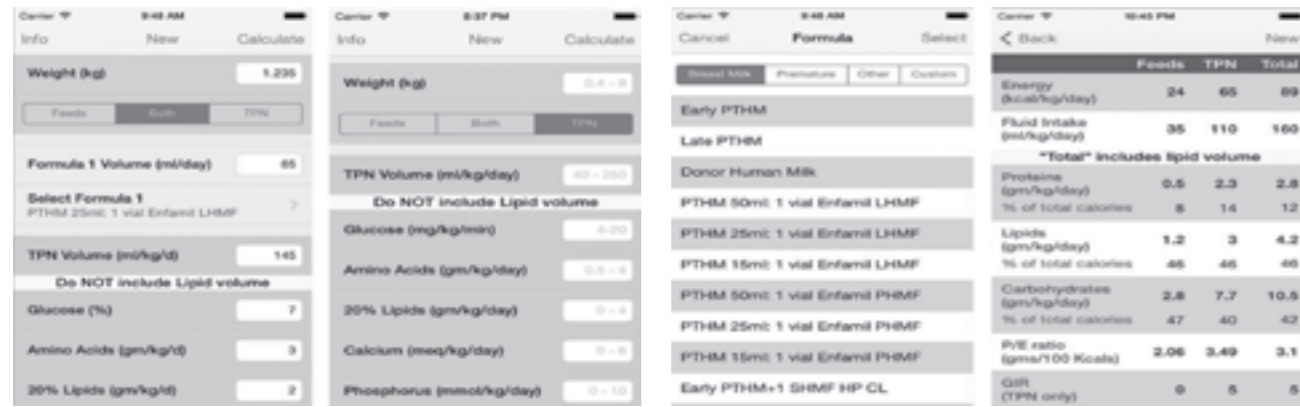
## Ns Andro

Ayuda a calcular el estado nutricional, así como los requerimientos, dependiendo del estado de salud de cada paciente. Incluye fórmulas para calcular la medición antropométrica en pacientes con condiciones específicas, determinación del estado nutricional, fórmulas para calcular energía entre otras (Figura 16).<sup>20</sup>

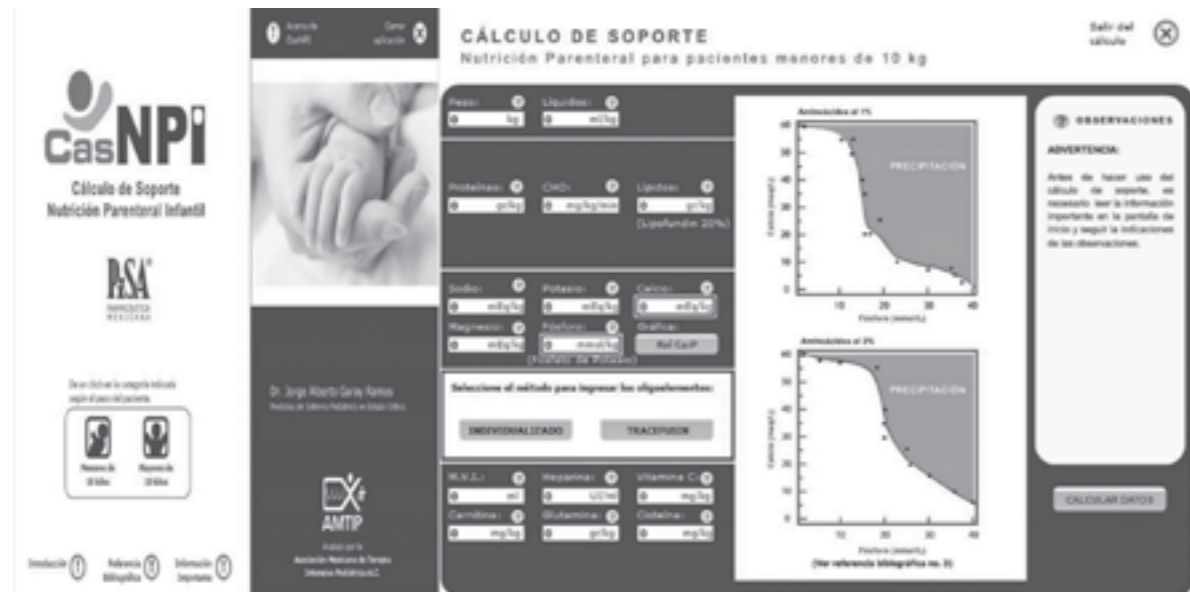
## NICU Nutrition Calculator

Esta aplicación fue creada por un neonatólogo para su uso en el cuidado de los neonatos en la unidad de cuidados intensivos. Ayuda a disminuir los errores al momento del cálculo para la ingesta nutricional de estos recién nacidos; sus características: fácil de usar e intuitiva interfaz, capacidad para establecer una preferencia específica a las prácticas





F17 NICU Nutrition Calculator.



F18 Cas NPI.

en su unidad, cálculo de no sólo la ingesta de calorías, sino también proteínas, relación de PE, grasas, hidratos de carbono, porcentaje de calorías de cada macronutriente, calcio, fósforo y vitamina D, capacidad de ver el efecto del cambio de cualquier parámetro, posibilidad de añadir fórmulas personalizadas de la base de datos (Figura 17).<sup>21</sup>

Cas NPI

Es una herramienta lanzada por la farmacéutica Pisa, disponible para realizar cálculos de soporte para la nutrición parenteral del paciente pediátrico de una forma más ágil y rápida mediante una aplicación para PC (Figura 18).<sup>22</sup>

EVALUACIÓN CLÍNICO NUTRICIONAL Y METABOLISMO ENERGÉTICO EN EL RECIÉN NACIDO

- Ehrenkranz RA, Dusick AM, Vohr BR, Wright LL, Wrage LA, Poole WK. Growth in the neonatal intensive care unit influence neurodevelopmental, and growth outcomes of extremely low birth weight infants. *Pediatrics*. 2006;117:1253-61.
- American Academy of Pediatrics. *Pediatric Nutrition Handbook*. 6th ed. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics; 2009.
- Ehrenkranz RA, Younes N, Lemons JA, et al. Longitudinal growth of hospitalized very low birth weight infants. *Pediatrics*. 1999;104(2,pt 1):280-9.
- Canadian Paediatric Society Nutrition Committee. Nutrient needs and feeding of premature infants. *Can Med Assoc J*. 1995;152:1765-85.
- AAP, Committee on Nutrition. *Pediatric nutrition handbook*. 5th ed. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics; 2004.
- Lubchenco LO, Hansman C, Dressler M, Boyd E. Intrauterine growth as estimated from liveborn birth-weight data at 24 to 42 weeks of gestation. *Pediatrics*. 1963;32:793-800.
- Battaglia FC, Lubchenco LO. A practical classification of newborn infants by weight and gestational age. *J Pediatr*. 1967;71:159-63.
- Lubchenco LO, Hansman C, Boyd E. Intrauterine growth in length and head circumference as estimated from live births at gestational ages from 26 to 42 weeks. *Pediatrics*. 1966;37:403-8.
- Usher R, McLean F. Intrauterine growth of live-born Caucasian infants at sea level: standards obtained from measurements in 7 dimensions of infants born between 25 and 44 weeks of gestation. *J Pediatr*. 1969;74:901-10.
- Fenton TR, Kim JH. A systemic review and meta-analysis to revise the Fenton growth chart for preterm infants. *BMC Pediatr*. 2013;1359.
- Fenton TR. A new growth chart for preterm babies: Babson and Benda's chart updated with recent data and a new format. *BMC Pediatr*. 2003;3:13.
- World Health Organization. WHO child growth standards: methods and development. 2007. [http://www.who.int/nutrition/publications/childgrowth-standards\\_technical\\_report\\_2/en/](http://www.who.int/nutrition/publications/childgrowth-standards_technical_report_2/en/). Accessed on February 5, 2015.
- Hoffman HJ, Stark CR, Lundin FE Jr, Ashbrook JD. Analysis of birth weight, gestational age, and fetal viability, U. S. births, 1968. *Obstet Gynecol Surv*. 1974;29:651-81.
- Martin CR, Brow YF, Ehrenkranz RA, Camilia R, Martin, Yolanda F, Brown, Richard A, Ehrenkranz, O'Shea TM, Allred EN, Belfort MB, McCormick MC, Leviton A. Nutritional practices and growth velocity in the first month of life in the extremely low gestational age newborns. *Pediatrics*. 2009;124:649-57.
- Castresana YC, Castro C, Centeno, Martín L, Cotero A, Valls i Soler A. Crecimiento postnatal hasta los dos años de edad corregida de una cohorte de recién nacidos de muy bajo peso de nacimiento. *An Pediatr (Barc)*. 2005;62:312-9.
- Johnson MJ, Wootton SA, Leaf AA, Jackson AA. Preterm birth and body composition at term equivalent age: a systematic review and meta-analysis. *Pediatrics*. 2012;130:e640-e649.
- Ellis KJ, Yao M, Shypailo RJ, Uraldo A, Wong WW, Heird WC, body-composition assessment in infancy; air-displacement plethysmography compared with a reference 4-compartment model. *Am J Clin Nutr*. 2007;85:90-5.
- Wells JC, Fewtrell MS. Measuring body composition. *Arch Dis Child*. 2006;91:612-7.
- Harrington TA, Thomas EL, Modi N, Frost G, Coutts GA, Bell JD. Fast and reproducible method for the direct quantitation of adipose tissue in newborn infants. *Lipids*. 2002;37:95-100.
- Olhager E, Thuomas KA, Wigstrom L, Forsum E. Description and evaluation of a method based on magnetic resonance imaging to estimate adipose tissue volume and total body fat in infants. *Pediatr Res*. 1998;44:572-7.
- Rigo J, Nyamugabo K, Picuad JC, Gerard P, Pieltain C, De Curtis M. Reference values of body composition obtained by dual energy X-ray absorptiometry in preterm and term neonates. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 1998;27:184-90.
- Hawkes CP, O'B Hourihane J, Kenny LC, Irvine AD, Kiely M, Murray DM. Gander and age-specific body fat percentage at birth. *Pediatrics*. 2011;128:e645.
- Gomez F, Galvan RR, Cravioto J, Frenk S. Malnutrition in infancy and childhood, with special reference to kwashiorkor. *Adv Pediatr*. 1955;7:131-69. [Medline]
- Villalobos-Alcázar G, Guzmán-Bárceñas J, Alonso VP, Ortiz-Rodríguez V, Casanueva E. Evaluación antropométrica del recién nacido. Variabilidad de los observadores. *Perinatol Reprod Hum*. 2002;16:74-9.
- Kleinman RE, ed. *Manual de Nutrición Pediátrica*. 5th ed. American Academy of Pediatrics Committee on Nutrition. 2006. p 1178.
- Grover Z, Ee LC. Protein energy malnutrition. *Pediatr Clin North Am*. 2009;56:1055-68. [Medline]

27. Waterlow JC. Classification and definition of protein-calorie malnutrition. *Br Med J*. 1972;3:566-9. [Medline]
28. Waterlow JC, Buzina R, Keller W, Lane JM, Nichaman MZ, Tanner JM. The presentation and use of height and weight data for comparing the nutritional status of groups of children under the age of 10 years. *Bull World Health Org*. 1977;55:489-98. [Medline]
29. Joa MT, Rubal A, Dager A. Influence of the type of nutrition in the clinical course of the newborn operated due to digestive malformations. *MEDISAN*. 2010;6:781-8.
30. Morgan J, Bombell S, McGuire W. Early trophic feeding versus enteral fasting for very preterm or very low birth weight infants. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2013; 3. Art. No.: CD000504. doi:10.1002/14651858.CD000504.pub4.
31. Dutta S, Singh B, Chessell L, Wilson J, Janes M, McDonald K, et al. Guidelines for Feeding Very Low BirthWeight Infants. *Nutrients*. 2015;7:423-42; doi:10.3390/nu7010423
32. Costa-Orvay JA, Figueras-Aloy J, Romera G, Closa-Monasterolo R, Carbonell-Estrany X. The effects of varying protein and energy intakes on the growth and body composition of very low birth weight infants. *Nutr J*. 2011;155:229-34.
33. Isaacs EB, Morley R, Lucas A. Early diet and general cognitive outcome at adolescence in children born at or below 30 weeks gestation. *J Pediatr*. 2009;155:229-34.
34. AGA Technical Review on Parenteral nutrition. *Gastroenterology*. 2001;121:970-1001.
35. Collier S, Gura KM, Richardson DS, Duggan CH. Parenteral Nutrition. En: Hendricks KM, Duggan CH. *Manual of Pediatric Nutrition*. 4th ed. London: Bc Decker; 2005. p. 317-75.
36. Koletzko B, Goulet O, Hunt J, et al. Guidelines on Paediatric Parenteral Nutrition of the European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN) and the European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), Supported by the European Society of Paediatric Research (ESPR). *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2005;41(Suppl 2):S1-87.
37. Kerner JA. Parenteral Nutrition. En: Walker WA, Watkins JB, Duggan Ch. *Nutrition in Pediatrics*. 3th ed. London: BC Decker Inc; 2003. pp. 957-85.
38. Committee on Nutrition, American Academy of Pediatrics. "Nutritional needs of low-birth-weight infants". *Pediatrics*. 1985; 75: 976-86.
39. Agostoni C, Axelson L, Colomb V, Goulet O, Koletzko B, Michaelsen KF, et al. The need for nutrition support teams in pediatric units: a commentary by the ESPGHAN committee on nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2005;41:8-11.
40. McCarthy HMH, McNulty H, Dixon M, Eaton-Evans MJ. Nutrition screening in children the validation of new tool. *J Hum Nutr Diet*. 2008;21:395-6.
41. Hulst JM, Zwart H, Hop WC, Joosten KFM. Dutch national survey to test the STRONG kids nutritional risk screening tool in hospitalized children. *Clin Nutr*. 2010;29:106-11.
42. Gerasimidis k, Keane O, Macleod I, Flynn DM, Wright CM. A four-stage evaluation of pediatric hospital and a district general hospital. *Br J Nutr*. 2010;104:751-6.
43. Sermet-Gaudelus I, Poisson-Salomon AS, Colomb V, Brusset MC, Mosser F, Barrier F, et al. Simple pediatric nutritional risk score to identify children at risk of malnutrition. *Am J Clin Nutr*. 2000;72:64-70.
44. Mezoff A, Gamm L, Konek S, Beal KG, Hitch D. Validation of a nutritional screen in children with respiratory syncytial virus admitted to an intensive care complex. *Pediatrics*. 1996;97:543-6.
45. Mehta S, Tandon A, Dua T, Kumari S, Singh SK. Clinical assessment of nutritional status at birth. *Indian Pediatr*. 1998;35:423-8.
46. Groh-Wargo S. *Nutritional care for high-risk newborns*. Rev. 3rd ed. Chicago, IL: Precept Press, 2000.
13. Heird WC, et al. Practical aspects of achieving positive energy balance in low birth weight infants. *J Pediatrics*. 1992;120:S120.
14. Hay WW Jr. Nutritional requirements of extremely low birth weight infant. *Acta Paediatr*. 1994; 4025:94.
15. Yu V. Enteral feeding in the preterm infant. *Early Hum Dev*. 1999;56:89.
16. Agostoni C. et al; Enteral Nutrient Supply for Preterm Infants: Commentary From the European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition Committee on Nutrition. *JPGN*. 2010;50: 85-91.
17. Nutrition Committee, Canadian Paediatric Society: Nutrient needs and feeding of premature infant. *Can Med Assoc J*. 1995;152:1765.
18. Koletzko B, et al. Global Standard for the Composition of Infant Formula: Recommendations of an ESPGHAN Coordinated international Expert Group; *JPGN*. 2005; 41:584-99.
19. Kein C. Digestion, absorption, and fermentation of carbohydrates in the newborn. *Clin Perinatol*. 1996;23:211.
20. Janas LM, et al. Indexes of protein metabolism in term infants fed either human milk or formulas with reduced protein concentration and various whey/casein ratios. *J Pediatr*. 1987;110:838.
21. Life Sciences Research Office Inform. Assessment of nutrient requirements for infants formulas. *J Nutr*. 1998, 2059S.
22. Ziegler EE, et al. Adequacy of Infant Formula with Protein Content of 1.6g/100 kcal for Infants Between 3 and 12 months: A Randomized Multicenter Trial. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2015; Epub ahead of print.
23. Ditzenberger G, et al. The effect of protein supplementation on the growth of premature infants > 1,500 grams. *Pediatr Res*. 2000;47:86A.
24. Kashyap S, et al. Protein quality in feeding low birth weight infants: A comparison of whey-predominant versus casein-predominant formulas. *Pediatrics*. 1987;79:748.
25. Schulze KF, et al. Energy expenditure, energy balance, and composition of weight gain in low birth weight infants fed diets of different protein and energy content. *J Pediatr*. 1987;110:753.
26. Fleddermann M, et al. Infant formula composition affects energetic efficiency for growth: The BeMIM study, a randomized controlled trial. *Clinical Nutrition*. 2014;33: 588-95.
27. Barrio J, et al. Consenso experto sobre los aspectos nutricionales de las leches infantiles de inicio y continuación. *An Pediatr (Barc)*. 2015: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anpedi.2015.02.001>.
28. Weber M, et al. Lower protein content in infant formula reduces BMI and obesity risk at school age: follow-up of a randomized trial. *Am J Clin Nutr*. 2014;99:1041-51.
29. Hamosh M, et al. Fat absorption in premature infants: Medium-chain triglycerides are absorbed from formula at similar rates. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 1991;13:143.
30. Jensen R. The lipids in human milk. *Prog Lipid Res*. 1996;35:53.
31. Carnielli V, et al. Medium-Chain triglycerols in formulas for preterm infants: Effect on plasma lipids, circulating concentrations of medium chain-fatty acids, and essential fatty acids. *Am J Clin Nutr*. 1996;64:152.
32. Lapillonne A. In: Koletzko B, Poindexter B, Uauy R (eds): *Nutritional Care of Preterm Infants: Scientific Basis and Practical Guidelines*. World Rev Nutr Diet. Basel, Karger, 2014, vol 110, pp 82-98.
33. Kamelska AM, et al. Variation of the cholesterol content in breast milk during 10 days collection at early stages of lactation. *Acta Biochimica Polonica*. 2012;59:243-7.
34. Kashyap S, et al. Growth, nutrient retention, and metabolic response of low-birth-weight infants fed supplemented and unsupplemented preterm human milk. *Am J Clin Nutr*. 1990;52:254.
35. Sauerwald TU, et al. Intermediates in endogenous synthesis of C22:6w3 and C20:4w6 by term and preterm infants. *Pediatr Res*. 1997;41:183.
36. Greer FR. Vitamin metabolism and requirements in the micro-premie. *Clin Perinatol*. 2000;27:95.
37. Leaf A, Lansdowne Z. Vitaminas-usos convencionales y nuevos descubrimientos En: Koletzko B, Poindexter B, Uauy R (eds): *Nutritional Care of Preterm Infants: Scientific Basis and Practical Guidelines*. World Rev Nutr Diet. Basel, Karger, 2014, vol 110, pp165-80.
38. Mimouni FB, et al. Requerimientos de Calcio, Fósforo, Magnesio y Vitamina D en el lactante prematuro En: Koletzko B, Poindexter B, Uauy R (eds): *Nutritional Care of Preterm Infants: Scientific Basis and Practical Guidelines*. World Rev Nutr Diet. Basel, Karger, 2014, vol 110, pp152-64.
39. Koo WK, et al. Calcium, magnesium, phosphorus, and vitamin D. En: Tsang, RC et al. (eds): *Nutritional Needs of the preterm Infant: Scientific Basis and Practical Guidelines*. Baltimore, Williams & Wilkins, 1993;135.
40. Domellóf M. Atención Nutricional de lactantes Prematuros: Microminerales En: Koletzko B, Poindexter B, Uauy R (eds): *Nutritional Care of Preterm Infants: Scientific Basis and Practical Guidelines*. World Rev Nutr Diet. Basel, Karger, 2014, vol 110, pp131-51.
41. Gambridge KM. Trace mineral. En: Hay WW Jr (ed): *Neonatal Nutrition and Metabolism*. St Louis, Mosby, 1991.
42. Jensen RG (ed). *Handbook of Milk Composition* New York, Academic Press, 1995.
43. Hanse K. The power of Nutrition and the power of Breastfeeding. *Breastfeeding Medicine*. 2015;10:385-8.
44. Organización Mundial de la Salud (OMS), Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). Estrategia Mundial para la alimentación del lactante y niño pequeño. 2003. Disponible [http://www.who.int/nutrition/publications/gi\\_infant\\_feeding\\_text\\_spa.pdf](http://www.who.int/nutrition/publications/gi_infant_feeding_text_spa.pdf).

#### ALIMENTACIÓN ENTERAL DEL RECIÉN NACIDO

1. Nutrition and Metabolism in the High Risk Neonate. In Fana-roff AA and Martin RJ (eds). *Neonatal – Perinatal Medicine. Disease of the fetus and Infant*. 17th edition. Mosby, Inc.2002.
2. Lucas A, et al. Early diet in preterm babies and development status at 18 months. *Lancet*. 1990; 335:1477.
3. Bloomfield FH, et al. The provide study: the impact of protein intravenous nutrition on development in extremely low birthweight babies. *BMC Pediatrics*. 2015;15:100.
4. Lemons JA, et al. Very-low-birth-weight outcomes of the NICHD Neonatal Research Network, January 1995 through December 1996. *Pediatrics*. 2001;107:E1.
5. Yunes-Zárraga JLM, et al. Composición corporal en el recién nacido. *Pediatría de México*. 2011;13:114-9.
6. Mata Zubillaga et al. Valoración de fuerza isométrica en extremidades inferiores y composición corporal en prematuros; *An Pediatr (Barc)*. 2015;83:229-35.
7. Hay Jr. WW, et al. Energy Requirements, Protein-Energy Metabolism and Balance, and Carbohydrates in Preterm Infants. En: Koletzko B, Poindexter B, Uauy R (eds): *Nutritional Care of Preterm Infants: Scientific Basis and Practical Guidelines*, World Rev Nutr Diet. Basel, Karger. 2014;110:64-81.
8. Micheli JL, et al. Neonatal adaptation of energy and protein metabolism. *J Perinatal Med*. 1991;19:87.
9. Robertson AF, et al. Feeding preterm infant. *Clinic Pediatr*. 1993;32:36.
10. Tsang RC, et al (eds): *Nutritional Needs of the Preterm Infant: Scientific Basis and Practical Guidelines*. Baltimore, Williams & Wilkins, 1993.
11. Sinclair LC. Energy needs during infancy. En: Fomon S, et al. (eds). *Energy and Protein Needs during Infancy*. Orlando Fla, Academic Press, 1986.
12. Buttle N. Energy requirements during infancy. In Tsang mR, et al. (eds). *Nutrition during infancy*. Philadelphia, Hanley & Bel-fus, 1998.

45. Reyes VH, Martínez GA. Lactancia humana. Bases para lograr su éxito. Edit Panamericana. 2012.
46. Section on Breastfeeding. Breastfeeding and the use of human milk. *Pediatrics*. 2012;129:e827-e841.
47. Perrella SL, Williams J, Nathan EA, et al. Influences on breastfeeding outcomes for healthy term and preterm/sick infants. *Breastfeed Med*. 2012;7:255-61.
48. Ip, S, Chung M, Ramnan G, Chew P, Magula N, Devine D, Trikalinos T, Lau J. Breastfeeding and maternal and Infant Health Outcomes in developed countries. Evidence Report. AHRQ Publication No 07-E007. Rocivelle, MD: Agency of Healthcare Research and Quality . April 2007.
49. Latham MC. Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Capítulo 7: Lactancia Materna. 2002. Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/006/W0073S/w0073s0b.htm#bm11x>.
50. Organización Mundial de la Salud (OMS). Health benefits for infants. 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/006/W0073S/w0073s0b.htm#bm11x>.
51. Delgado-Becerra A, Arroyo-Cabrales LM, Díaz-García MA, Quezada-Salazar CA. Prevalencia y causas de abandono de lactancia materna en el alojamiento conjunto de una institución de tercer nivel de atención. *Bol Med Hosp Infant Mex*. 2006; 63:32-9.
52. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). Algunos recuentos de la historia. 2002. Disponible en: <http://www.unicef.org/co/Lactancia/historia.html>
53. Organización Mundial de la Salud (OMS). La alimentación del lactante y del niño pequeño. Capítulo Modelo para libros de texto dirigidos a estudiantes de medicina y otras ciencias de la salud. 2010. Disponible en: [http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789275330944\\_spa.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789275330944_spa.pdf).
54. Secretaría de Salud (SSA). Acuerdo Nacional para la Salud Alimentaria. Estrategia contra el sobrepeso y la obesidad. 2010. Disponible en: <http://www.promoción.salud.gob.mx/dqps/descargas1/programas>
55. Gonzalez de Cossio T, Escobar ZL, Gonzalez CLD, Rivera DJA. Prácticas de alimentación infantil y deterioro de la lactancia materna en México. *Salud Publica Mex*. 2013, 55 Suppl 2: S170-179
56. Hamosh M. Human Milk composition and function in the infant; Chapter 36; Polin and Fox; Fetal and Neonatal Physiology, second ed Vol I; W.B. Saunders Company, 1998, pp. 353-62.
57. Hamosh M, et al. Nutrition during lactation, Washington DC, National Academy Press, 1991.
58. Neville MC, et al. studies in human lactation: milk volume in lactating women during the onset of lactation and full lactation. *Am J Clin Nutr*. 1988;48:1375.
59. Goldman AS. The immune system of human milk: antimicrobial, anti-inflammatory, and immunomodulating properties. *Pediatr Infect Dis J*. 1993;12:664.
60. Newburg DS, et al. human milk glycosaminoglycans and inhibition of Gp120 binding to CD4 J *Nutr*. 1995;125:419.
61. Sellhom C, Valdés V (Eds). Manual de Lactancia para Profesionales de la Salud. Comisión de Lactancia MINSAL, UNICEF. Chile, 1995.
62. Koletzko S, et al. Role the infant feeding practices in development of Crohn's disease in childhood. *Br Med J*. 1989; 298:1617.
63. Mayer EJ, et al. Reduced risk of IDDM among breast fed children, the Colorado IDDM Registry. *Diabetes*. 1988;37:1625.
64. Davis MK, et al. Infant feeding and childhood cancer. *Lancet*. 1988;2:365.
65. Lucas A. et al. Breast milk and subsequent intelligence quotient in children born preterm. *Lancet*. 1992;339:261.
66. Lucas A. et al. A randomized multicenter study of human milk versus formula and later development in preterm infants. *Arch Dis Child*. 1994;70:F141.
67. Dawodu A, Tsang RC. Maternal Vitamin D Status. Effect on Milk Vitamin D Content and Vitamin D Status of Breastfeeding Infants. *Adv Nutr*. 2012;3:353-61.
68. Ekstrand J. Fluoride Intake in Early Infancy. *J Nutr*. 1989;119 (12 Suppl): 1856-60.
69. Vermilyea S, Lier VG. Enteral Feeding in Children: Sorting out Tubes, Buttons, and Formulas: Nutrition in Clinical Practice; ASPEN. 2015. Vol XX, No. X pp:1-9. DOI:10.1177/0884533615604806.
70. Schanler RJ, et al. Bioavailability of calcium and phosphorus in human milk fortifiers and formula for very low birth weight infants. *J Pediatr*. 1988;8113:95.
71. Tillman S, et al. Evaluation of human milk fortification from the time of the first feeding: effects on infants of less than 31 weeks gestational age *J Perinatol*. 2012;525-31.
72. American Academy of Pediatrics Committee on Nutrition: Iron supplementation for infants. *Pediatrics*. 1976;58:765.
73. American Academy of Pediatrics Committee on Nutrition: vitamin and mineral supplement needs in normal children in the United States. *Pediatrics*. 1980;66:1015.
74. Sturman JA, et al. Absence of cyathionase in human fetal liver: is cysteine essential? *Science*. 1970;169-74.
75. Schreiner RL, et al. Lack of occurrence of lacto bezoars with predominantly whey protein formulas. *Am J Dis Child*. 1982;136:437.
76. Dawodu A, Tsang RC. Maternal Vitamin D Status: Effect on Milk Vitamin D Content and Vitamin D Status of Breastfeeding Infants. *Adv Nutr*. 2012;3:353-61.
77. Ekstrand J. Fluoride Intake in Early Infancy. *J Nutr*. 1989;119 (12 Suppl): 1856-60.
78. Vermilyea S, Lier VG. Enteral Feeding in Children: Sorting out Tubes, Buttons, and Formulas: Nutrition in Clinical Practice; ASPEN 2015. Vol XX, No. X pp:1-9. DOI:10.1177/0884533615604806
79. Hamosh Margit. En: Polin and Fox (eds). Fetal and Neonatal Physiology. Human milk composition and Function in the Infant. 2nd edition, Vol 1, W.B. Saunders C.1998.
80. Igawa M, Murase M, Mizuno K, Itabashi K. Is fat content of human milk decreased by infusion? *Pediatr In*. 2014;56:230-3.
81. Sharda L. Enteral nutrition In: Samour P, King K, eds. *Pediatric Nutrition 4th ed*. Sudbury, MA. Jones and Bartlett learning. LLC, 2012. pp. 399-422.
82. Lavine M, Clark R. The effect of short-term refrigeration of milk and addition of breast milk-fortifier on the delivery of lipids during tube feeding. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 1989;8:496-9.
83. Liu J, et al. Optimal timing for introducing enteral nutrition in the neonatal intensive care unit. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2015;24:219-26.
84. Levine G, et al. Role of oral intake in maintenance of gut mass and disaccharide activity. *Gastroenterology*. 1974;67:975.
85. Leberthal E, Lee PC. Interactions of determinants in the ontogeny of the gastrointestinal tract unified concept. *Pediatr Res*. 1983;17:19:24.
86. Lucas A, et al. Gut hormones and minimal enteral feeding. *Acta Paediatr Scand*. 1985;75:719-23.
87. Dunn L, et al. Beneficial effects of early hypocaloric enteral feeding on neonatal gastrointestinal function: preliminary in-form of a randomized trial. *J Pediatr*. 1988;112:622-9.
88. Slagle TA, et al. Effect of early low volume enteral substrate on subsequent feeding tolerance in very low birth weight infants. *J Pediatr*. 1988;133:526-31.
89. Berseth CL. Effect or early feeding on maturation of the pre-term infants small intestine. *J Pediatr*. 1992;120:947-53.
90. Meetze WH, et al. Gastrointestinal priming prior to full enteral nutrition in very low birth weight infants. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 1992;15:163-70.
91. Troche B, et al. Early minimal feedings promote growth in critically ill premature infants. *Biol Neonate*. 1995;67:172-81.
92. Becerra M, et al. Feeding VLBW infants, effect of early enteral stimulation (EES). For the neonatal clinical research group, Santiago Chile (Abstract). *Ped Res*. 1997;4:1811.
93. Morgan J, Bombell S, McGuire W. Early trophic feeding versus enteral fasting for very preterm or very low birth weight infants. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2013. Issue 3. Art. No.: CD000504. DOI: 10.1002/14651858.CD000504.pub4.
94. Morgan J, Young L, McGuire W. Slow advancement of enteral feed volumes to prevent necrotizing enterocolitis in very low birth weight infants. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2015, Issue 10. Art. No. CD001241. DOI: 10.1002/14651858.CD001241.pub6.
95. Morgan J, Young L, McGuire W. Delayed introduction of progressive enteral feeds to prevent enterocolitis in very low birth weight infants. *Cochrane Database of Systematic Review* 2014, Issue 12. Art. No.: CD001970. DOI: 10.1002/14651858.CD001870.pub5.

#### NUTRICIÓN NEONATAL EN LA UCIN

- Christian P, Mullany LC, Hurley KM, Katz J, Black RE. Nutrition and Maternal, neonatal, and child health. *Seminars in Perinatology*. 2015;39:361-72.
- Oeschgera VV, Mazzaa CS, Araujo MB, Sauré. Lineamientos en soporte nutricional en posoperatorio de cirugía cardíaca neonatal. *Argent Pediatr*. 2014;5:443-50.
- Koletzko B, Goulet O, Hunt J, Krohn K, Shamir R. Guidelines on Paediatric Parenteral Nutrition of the European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN) and the European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), Supported by the European Society of Paediatric Research (ESPR). *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*. 2015; (41) Disponible en: [http://www.rch.org.au/uploadedFiles/Main/Content/rhcpgh/hospital\\_clinical\\_guideline\\_index/ESPGHAN%20Guidelines\\_Paediatric\\_Parenteral\\_Nutrition\\_2005.pdf](http://www.rch.org.au/uploadedFiles/Main/Content/rhcpgh/hospital_clinical_guideline_index/ESPGHAN%20Guidelines_Paediatric_Parenteral_Nutrition_2005.pdf)
- Riskin A, Hartman C, Shamir R. Parenteral Nutrition in very low birth weight preterm infants. *IMAJ*. 2015;17:310-5.
- Shih Law K, Gaik Chan L. Early aggressive total parenteral nutrition to premature infants in neonatal intensive care unit (NICU). *J Pediatr Sci*. 2015;(7):e242.
- Jolin-Dahel K, Ferretti E, Montiveros C, Grenon R, Barrowman N, Jimenez-Rivera C. Parenteral Nutrition-Induced Cholestasis in Neonates: Where Does the Problem Lie? *Gastroenterology Research and Practice*. 2013;(13):1-6.
- Rice MS, Valentine CJ. Neonatal Body composition: measuring lean mass as a tool to guide nutrition management in the neonate. *ASPEN*. 2015;(XX):1-8.
- Zingg W, Tomaske M, Martin M. Risk of parenteral nutrition in neonates- an overview. *Nutrients*. 2012;(4):1490-503.
- Bolisetty S, Pharande P, Nirthanakumaran L, Quy-Phong Do T, Osborn D, Smyth J, Sinn J, Lui K. Improved nutrient intake following implementation of the consensus standardized parenteral nutrition formulations in preterm neonates a before-after intervention study. *BMC Pediatrics*. 2014;(14):1-7.
- Morisaki N, Belfort MB, McCormick MC, Mori R, Noma H, Kusuda S, Fujimura M. Brief Parenteral Nutrition Accelerates Weight Gain, Head Growth Even in Healthy VLBWs. *PLOS one*. 2014;(9):1-7.
- Johnson MJ, Pearson F, Emm A, Moyses HE, Leaf AA. Developing a new screening tool for nutritional risk in neonatal intensive care. *Acta paediatrica*. 2014;(104): e90-e93.

#### APLICACIONES MÓVILES

- Handel MJ. mHealth (mobile health) - Using apps for health and wellness. *EXPLORE*. Julio/ Agosto 2011; 7 (4): 256-67

2. WHO. Essential Nutrition Actions: Improving maternal, newborn, infant and young child health and nutrition. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. 2013
3. Parul C, Luke CM, Hurley K, Katz L, Black RE. Nutrition and maternal, neonatal, and child health. *Seminars in perinatology*. 2015; 39: 361-72.
4. WHO Collaborative Study Team on the Role of Breastfeeding on the Prevention of Infant Mortality. Effect of breastfeeding on infant and child mortality due to infectious diseases in less developed countries. A pooled analysis. *Lancet*. 2000;355:451-5.
5. European Commission, Institute for Child Health IRCCS Burlo Garofolo, Karolinska Institutet, Unit for Health Services Research and International Health. Alimentación de los lactantes y de los niños pequeños: Normas recomendadas por la Unión Europea.
6. Noble L, Hand I, Haynes D, McVeigh T, Kim M, Yoon JJ. Factors influencing initiation of breastfeeding among urban women. *Am J Perinatol*. 2003;20:477-83.
7. Hoddinott P, Pill R. Qualitative study of decisions about infant feeding among women in east end of London. *BMJ*. 1999;318:30-4.
8. Comité de Lactancia Materna. Asociación Española de Pediatría [Internet]. Madrid, España. EAP c2013. [acceso 27 septiembre 2015]. Disponible en: <http://www.aeped.es/comite-lactancia-materna/noticias/comite-lactancia-materna-lanza-una-app-dispositivos-moviles>
9. Arolam la app que apoya a la lactancia materna [Internet]. México, DF. APROLAM AC, c2015. [acceso 27 septiembre 2015]. Disponible en: <http://aprolam.org/index.php/aprolam-app>
10. Un medio para lactancia materna [Internet]. Cork, República de Irlanda: Apple, Inc.; c2015. [actualizado 28 Noviembre 2013; acceso 27 Septiembre 2015]. Disponible en: [https://play.google.com/store/apps/details?id=bhp.mohw.gov.tw&hl=es\\_419](https://play.google.com/store/apps/details?id=bhp.mohw.gov.tw&hl=es_419)
11. Lactamás [Internet] California, EUA: Google Play; c2015. [actualizado 21 Junio 2013; acceso 27 Septiembre 2015]. Disponible en: [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.androidcanario.lactamas&hl=es\\_419](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.androidcanario.lactamas&hl=es_419)
12. LactMed a Toxnet database [Internet]. Maryland, USA: National Library of Medicine; c2015. [actualizada 05 Diciembre 2013; acceso 28 Septiembre 2015]. Disponible en: <http://toxnet.nlm.nih.gov/help/lactmedapp.htm>
13. Breastfeeding - Baby Tracker [Internet] California, EUA: Google Play; c2015. [actualizado 25 Septiembre 2015; acceso 27 Septiembre 2015]. Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=droso.application.nursing>
14. Nursing Timer [Internet]. Cork, República de Irlanda: Apple, Inc.; c2015. [actualizado 6 Noviembre 2013; acceso 27 Septiembre 2015]. Disponible en: <https://itunes.apple.com/mx/app/nursing-timer/id548649499?mt=8>
15. SOS Lactancia- Guía en videos sobre lactancia materna [Internet]. Cork, República de Irlanda: Apple, Inc.; c2015. [actualizado 19 Julio 2014; acceso 27 Septiembre 2015]. Disponible en: <https://itunes.apple.com/us/app/sos-lactancia-guia-en-videos/id880049062?l=es&ls=1&mt=8>
16. Nutrición parenteral en pediatría, México: Secretaría de Salud; 2008. Disponible en: [www.cenetec.salud.gob.mx/interior/gpc.html](http://www.cenetec.salud.gob.mx/interior/gpc.html)
17. Shih LK, Gaik LC. Early aggressive total parenteral nutrition to premature infants in neonatal intensive care unit (NICU). *Journal of Pediatric Sciences*. 2015;7:e242.
18. Micromedex NeoFax Essentials [Internet]. Truven Health Analytics Inc, c2012. [actualizado 10 Agosto 2015; acceso 28 Septiembre 2015]. Disponible en: <https://itunes.apple.com/us/app/micromedex-neofax-essentials/id460060130?mt=8>
19. OsmoCalc [Internet]. California, EUA: Google Play; c2015. [actualizado 10 abril 2013; acceso 28 Septiembre 2015]. Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.calculadoraosmolaridad&hl=es>
20. Ns Andro [Internet]. California, EUA: Google Play; c2015. [actualizado 19 Agosto 2015; acceso 28 Septiembre 2015]. Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=nutrisoftbank.android.nsandro&hl=es>
21. NICU Nutrition Calculator [Internet]. AVS Ideas; c2015. [actualizado 17 Diciembre 2014; acceso 29 Septiembre 2015]. Disponible en: <https://itunes.apple.com/us/app/nicu-nutrition-calculator/id515569608?mt=8>
22. CasNPI [Internet]. México, DF: PISA Farmacéutica, c2015. [acceso 29 Septiembre 2015]. Disponible en: <http://www.pisa.com.mx/casnpi-calculo-de-soporte-para-la-nutricion-parenteral-infantil/>



Reconocido por el Consejo Mexicano de Certificación en Pediatría, Sección Neonatología, A. C., con valor curricular para fines de educación médica continua, con la Clave: CMCP-NEO-45-15.



**World Association  
of Perinatal Medicine**

The World Association of Perinatal Medicine endorses the academic value of the Continuous Update Program in Neonatology (PAC Neonatología 4), whose contents are under the supervision of doctor Javier Mancilla, as General Coordinator.

**Aris Antsaklis, MD  
President WAPM**

La Asociación Mundial de Medicina Perinatal (WAPM) se fundó en 1988, como una asociación internacional sin fines de lucro, con el propósito de mejorar la salud física y mental de mujeres, madres, fetos y neonatos. Uno de sus objetivos es la promoción de la investigación en todos los aspectos de la medicina perinatal, mejorando la calidad de las instituciones y profesionistas, a través de la elaboración y publicación de guías de práctica clínica en los cuidados perinatales. WAPM organiza un Congreso Mundial anualmente y su órgano oficial de difusión científica es el *Journal of Perinatal Medicine*.

