



Nutrición en el recién nacido pretérmino

MIGUEL SÁENZ DE PIPAÓN

Hospital Universitario La Paz. Madrid. España.
msaenz.hulp@salud.madrid.org

Puntos clave

- La fuente preferida de nutrientes es la leche materna, si bien no aporta proteínas suficientes. El uso de fortificantes específicos permite aprovechar sus ventajas, evitando los riesgos de un déficit nutricional.
- Las fórmulas apropiadas para los niños a término no son apropiadas para los niños prematuros.
- Las necesidades de agua y electrolitos varían en función de la edad posnatal.
- Las necesidades enterales de calorías oscilan entre 116 y 131 kcal/kg/día y las de proteínas entre 3,4 y 4,3 g/kg/día.
- Es necesario suministrar los ácidos grasos esenciales en la dieta. La evidencia es contradictoria sobre la esencialidad de los ácidos grasos docosahexaicoico (DHA) y araquidónico.
- Es necesario administrar fórmulas con alto contenido de calcio debido a su escasa absorción. La concentración de calcio, fósforo y magnesio en la leche materna es insuficiente para mantener el ritmo de aposición de calcio al hueso que tiene lugar intraútero, por lo que ésta debe ser suplementada.

Introducción

La importancia de la nutrición neonatal es triple: a corto plazo por su impacto sobre la morbilidad; a medio plazo, como facilitadora del desarrollo físico e intelectual, y a largo plazo por sus efectos sobre el síndrome metabólico. Para establecer recomendaciones acerca de la nutrición del recién nacido pretérmino hemos considerado la información disponible sobre la tasa de adquisición intraútero, la estimación factorial de requerimientos, las interacciones entre los distintos nutrientes y los datos proporcionados por estudios experimentales. En Estados Unidos nacen antes del término un 11,8% de los niños. En España estas cifras representan 47.200 niños prematuros al año. Conseguir un adecuado crecimiento en el recién nacido pretérmino es siempre difícil durante el ingreso inicial. Usamos una ganancia de peso de 19 g/kg/día como el valor mínimo deseable, basada en la asociación descrita por Ehrenkranz¹ entre crecimiento hospitalario y resultados de neurodesarrollo.

Nutrición parenteral

El manejo general de líquidos se muestra en la tabla 1. La política de restricción de líquidos se ha mostrado útil en la reducción en la incidencia de ductus persistente, enterocolitis necrosante y muerte. También parece disminuir el riesgo de displasia broncopulmonar. El estado de hidratación y los aportes de agua se deben evaluar al menos cada 12 h durante la primera semana de vida, mediante la valoración de la pérdida de peso, la diuresis y los niveles de electrolitos. No se debe administrar sodio hasta que no haya tenido lugar la natriuresis posnatal. Aunque una ingesta de potasio de 1-2 mmol/kg/día es necesaria para el crecimiento, éste no se debe suministrar hasta que se encuentre en cifras inferiores o iguales a 4,5 mmol/l.

Si se prevé que un recién nacido prematuro no va a poder recibir todos sus requerimientos por vía enteral antes del fin de la primera semana de vida, hay que iniciar el aporte parenteral de aminoácidos tan pronto como sea posible. Altas dosis de aminoácidos, 2,4 g/kg/día, pueden introducirse desde el nacimiento de forma segura y resultan en un balance nitrogenado positivo². Las necesidades de proteínas son de 3,85 g/kg/día en los niños de peso extremadamente bajo y de 3 g/kg/día en los niños prematuros por encima de 1.000 g. Hemos demostrado el mayor freno del catabolismo proteico con el uso de Primene versus Trophamine³. La incorporación de proteínas se ve afectada por la ingesta energética. A la misma ingesta proteica el aumento de la ingesta energética aumenta la incorporación de proteínas hasta un máximo de 100-120 kcal/kg/día. Si bien el mayor determinante de ganancia proteica es la ingesta de proteínas no de energía.

Para prevenir el consumo de los depósitos energéticos se debe suministrar energía al menos para cubrir el gasto energético. El gasto energético basal medido mediante calorimetría en la primera semana de vida en niños con un peso al nacimiento inferior a 1.592 g es de 27-35 kcal/kg/día de media⁴. Aproximadamente el 20% de este gasto se debe al metabolismo proteico. El coste energético de la incorporación de proteínas es la suma de la energía almacenada (4 kcal/g) más el coste metabólico de la adquisición 10 kcal/g de proteína. Así la ingesta energética mínima es igual al gasto energético en reposo más 10 kcal/kg de peso por cada g/kg de ingesta proteica por encima de 1 g/kg.

Basándonos en estudios sobre la producción endógena de glucosa, recomendamos unos aportes iniciales por vía intravenosa de 5-6 mg/kg/min para el recién nacido prematuro, superiores a los del recién nacido a término, 3-5 mg/kg/min, y a los del adulto, 2-3 mg/

Tabla 1. Recomendaciones para la administración de agua y electrolitos en el recién nacido prematuro

Peso de recién nacido (g)	Ingesta de agua (ml/kg/día)	Ingesta de sodio (mmol/kg/día)	Ingesta de potasio (mmol/kg/día)
Fase 1: primeros 3-5 días de vida			
< 1.000	65-120	0-1,5	0,15
1.000-1.500	65-100	0-1,5	0,15
Fase 2: hasta las 2 primeras semanas de vida			
< 1.000	80-120	2-3	1-2
1.000-1.500	80-100	2-3	1-2
Fase 3: a partir de los 15 días de vida			
	120-150	3-5	2-3

kg/min. La máxima administración de glucosa es aquella que iguala la máxima capacidad oxidativa⁵, y está establecida en 18 g/kg/día. La hiperglucemia es un problema frecuente en los niños de extremado bajo peso al nacimiento y a menudo limita el aporte de hidratos de carbono. Nuestra estrategia es comenzar con 6 mg/kg/min, disminuir a 4 si aparece hiperglucemia, y si aun así no se controla, comenzar con insulina. No existe consenso sobre la cifra ideal de glucemia a mantener con insulina: 80-120 frente a 120-150 mg/dl. El aspecto más destacable del desarrollo del tejido adiposo durante el tercer trimestre de gestación es la adquisición de tejido adiposo, hasta el 12-18% del peso corporal al nacimiento. La administración intravenosa de lípidos debe comenzar a las 24-48 h, para evitar el déficit de ácidos grasos esenciales⁶ y suministrar energía, a una dosis mínima de 0,5-1 g/kg/día. Existía preocupación por el comienzo precoz de lípidos pero un metanálisis publicado sólo en forma de *abstract* confirma que no aumentan la displasia broncopulmonar. La dosis máxima es de 3 g/kg/día, aunque en algún caso concreto, con necesidades altas de energía, buen aclaramiento de lípidos, ausencia de hipertensión pulmonar o de ictericia, se pueden alcanzar los 4 g/kg/día. La fórmula de lípidos intravenosa estándar deriva del aceite de soja. En la actualidad existe un nuevo preparado que contiene una mezcla de aceite de soja, triglicéridos de cadena media, aceite de oliva y de pescado (SMOF 20%). Es segura, bien tolerada, previene la aparición de colestasis y mejora los niveles de n-3 y vitamina E⁷. Así mismo disminuye el estrés oxidativo⁸. Otro aspecto importante en la nutrición parenteral es el riesgo de generación de peróxidos en la misma por acción

de la luz. En este sentido protegerla de la luz mejora el metabolismo lipídico⁹.

Nutrición enteral

La fuente preferida de nutrientes es la leche materna. El contenido energético medio de la leche de madre de niños entre 26 y 36 semanas es de 6 kcal por cada 10 ml¹⁰. Las fórmulas apropiadas para los niños a término no son apropiadas para los niños prematuros. Los niños prematuros deben recibir fórmulas específicas cuando no puedan tomar leche materna. Se debe utilizar la concentración de la fórmula que permita cubrir las necesidades energéticas y proteicas del prematuro sin producir sobrecarga de líquidos. El aumento de la concentración de la fórmula hasta el 20% no ha conllevado efectos adversos. El inicio de nutrición enteral en el niño prematuro es frecuentemente retrasado por el riesgo de intolerancia y de desarrollo de enterocolitis necrosante. La introducción precoz aporta beneficios en el niño prematuro incluso en el nacido con bajo peso para la edad gestacional y con alteraciones en el Doppler antenatal¹¹.

Energía

Las necesidades energéticas del recién nacido prematuro en nutrición enteral son de entre 116 y 131 kcal/kg/día. El gasto energético en reposo oscila entre 51 y 68 kcal/kg/día^{12,13}, el gasto medio en actividad es de 7 kcal/kg/día y las pérdidas estimadas por tubo digestivo de un 10% de la ingesta. El coste energético de la síntesis de nuevo tejido es 4,9 kilocalorías por gramo de ganancia de peso. El aumento de la ingesta energética por encima de estos valores no conlleva diferencias significativas en ganancia de peso.

Lectura rápida



La introducción precoz de la nutrición enteral aporta beneficios en el niño prematuro incluso en el nacido con bajo peso para la edad gestacional y con alteraciones en el Doppler antenatal. La leche materna, fuente preferida de nutrientes para el niño prematuro durante las primeras semanas de vida, es deficitaria en proteínas, calcio, fósforo y magnesio y debe ser suplementada. Si ha de usarse lactancia artificial, las fórmulas para recién nacidos a término no son adecuadas para cubrir las necesidades de estos niños. En nutrición enteral las necesidades calóricas y proteicas son de 116-131 kcal/kg/día y de 3,4-4,3 g/kg/día, respectivamente.



Lectura rápida



Los requerimientos imprescindibles de grasa de la especie humana se limitan a la cantidad de ácidos grasos esenciales necesarios para asegurar una óptima composición de los tejidos y síntesis de eicosanoides.



Proteínas

La retención de nitrógeno intraútero es de 300 mg/kg/día. Ésta se alcanza, según Kashyap, con una ingesta de 2,75 g/kg/día de proteínas. Las necesidades de proteínas en la dieta han sido estimadas por 2 métodos diferentes. El primero, la aproximación factorial, y el segundo, la aproximación empírica. Las ingestas recomendadas usando la metodología factorial se exponen en la tabla 2. Estas recomendaciones no cubren la recuperación. La aproximación empírica evalúa variables fisiológicas y bioquímicas, como urea y prealbúmina. La leche humana posee una cantidad insuficiente de proteínas a partir de la tercera semana de vida, por lo que debe ser suplementada a fin de mejorar la ganancia de peso, el crecimiento en longitud y del perímetro cefálico a corto plazo, aun no habiéndose demostrado beneficio a largo plazo, en crecimiento ni en neurodesarrollo al año¹⁴. La ingesta proteica mínima es de 3,4 g/kg/día¹⁵, la recomendable en nutrición enteral es de 3,6-3,8 g/kg/día¹⁶, por encima de 4,3 g/kg/día aporta escaso beneficio y tiene potenciales efectos adversos¹⁷.

Existe controversia acerca de la relación óptima suero-caseína. La relación en la leche materna es de 70:30. La fracción sérica aporta ventajas en cuanto al balance proteico de forma marginal y temporal, la concentración de cisteína y treonina fue mayor en los que recibieron fórmulas más ricas en suero, mientras que las concentraciones plasmáticas de tirosina fueron mayores en los niños que recibieron la fórmula con mayor cantidad de caseína. Ha sido propuesto el uso de hidrolizados para reducir el riesgo de sensibilización y por la mejora del tránsito intestinal. Los resultados son controvertidos: no tienen el mismo valor nutritivo¹⁸, pero aceleran el tránsito y mejoran la tolerancia¹⁹. Una variación sugerida por Polberger es que el estándar para la calidad de las proteínas debería ser aquel que consigue un patrón plasmático similar al niño de bajo peso que crece de forma óptima nutrido exclusivamente con proteínas de leche humana²⁰.

Aminoácidos específicos

El patrón de aminoácidos de la leche humana pretérmino y a término es similar. Ésta suministra más cisteína y taurina que la fórmula²¹. Basar los valores de ingesta recomendada de aminoácidos en la composición de la leche humana no es recomendable por dos razones: a) la hidrólisis no uniforme de las proteínas de la leche materna produce absorción incompleta, y b) el contenido total de aminoácidos de la leche materna es insuficiente a partir de las 2 semanas. La

sugerencia inicial de la esencialidad de la cisteína proviene de Snyderman en 1971²². La síntesis de la cisteína se realiza a partir de la metionina, en una vía metabólica muy poco activa durante la vida fetal, lo que ha llevado a pensar que este aminoácido pueda ser esencial para el recién nacido prematuro. La concentración media de cisteína en la leche humana es de 19,3 mg por gramo de proteína. Aunque no existen recomendaciones específicas, nosotros recomendamos unos aportes de entre 45 y 55 mg/kg/día.

Hidratos de carbono

Los hidratos de carbono son la principal fuente de energía para niños y adultos. El principal hidrato de carbono circulante es la glucosa. La glucosa es la principal fuente de energía para el cerebro y una importante fuente de carbonos para la síntesis de nuevo de ácidos grasos y de distintos aminoácidos no esenciales. El consumo de glucosa por el cerebro en el recién nacido a término es de 11,5 g/kg/día²³. No existen datos en el recién nacido pretérmino, pero los valores parecen ser más bajos, sobre todo de forma inmediata al nacimiento. La máxima ingesta energética en forma de hidratos de carbono vía enteral es del 50% de la ingesta calórica. La ingesta mínima representaría las necesidades energéticas cerebrales.

La actividad de la lactasa, enzima intestinal, se mantiene baja hasta las 36 semanas pero es inducible en el recién nacido pretérmino mediante la administración precoz de lactosa²⁴. En éstos la digestión de la lactosa es del 79% de media y de la no absorbida, un 35% de media es fermentada en el colon²⁵. Un estudio sugiere que la eliminación de la lactosa mejora la tolerancia²⁶. Como se ha mencionado previamente, una fracción de la lactosa ingerida es fermentada en el colon, donde la mayor parte de ella puede ser absorbida como ácidos grasos de cadena corta y lactato. Este proceso compensa en parte la ineficaz absorción de lactosa en el intestino delgado; sin embargo, existen dudas acerca de la seguridad de estos ácidos grasos presentes en el colon, puesto que se han implicado en la génesis de la enterocolitis necrosante. La lactosa tiene efectos beneficiosos sobre la absorción intestinal de calcio y la retención de calcio en el hueso en animales, particularmente en ratas. Los datos en niños recién nacidos son contradictorios²⁷⁻³⁰.

Grasas

Los requerimientos imprescindibles de grasa de la especie humana se limitan a la cantidad de ácidos grasos esenciales necesarios para

Tabla 2. Ingesta de proteínas recomendadas con el método factorial

Peso de recién nacido (g)			
< 1.000	1.000-1.500	1.500-2.000	2.000-2.700
Ingesta recomendable (g/kg/día)			
4	3,8	3,5	3,2

asegurar una óptima composición de ácidos grasos, función de los tejidos y síntesis de eicosanoides. Además disminuye la osmolaridad de la fórmula, facilita la absorción de vitaminas liposolubles y es un importante factor de saciedad. El patrón de ácidos grasos de la leche materna es muy dependiente de la dieta materna³¹. La grasa en la leche materna aporta la mitad de las calorías, se encuentra sobre todo en forma de ácidos grasos de cadena larga.

Todos los ácidos grasos tienen nombres comunes (p. ej., ácido palmítico, linoleico [LA], linolénico [ALA] o ácido oleico). Sin embargo, se prefiere la nomenclatura basada en el número de átomos de carbono y de dobles enlaces, así como la posición del primer doble enlace desde el extremo metilo de la cadena, por ejemplo ALA se describe como 18:3n-3. La especie humana no puede insertar dobles enlaces en la posición 3 y 6, series omega 3 y omega 6, por lo que ALA y LA han sido reconocidos nutrientes esenciales. El ácido linoleico, LA (18:2n-6), normalmente representa entre el 8 y el 20% del contenido de ácidos grasos de la leche materna y el ácido linolénico, ALA, entre el 0,5 y el 1%³¹. Ambos son metabolizados por unas reacciones consecutivas de desaturación y elongación. La misma serie de desaturasas y elongasas están involucradas en la elongación y desaturación de los omega 3, 6 y 9. Los productos de estas reacciones son docosahexanoico (DHA) (0,1-0,3% del total de ácidos grasos en leche materna) y ácido araquidónico (AA) (0,4-0,6% en la leche materna). Todas las grasas utilizadas en la manufactura de las fórmulas contienen cantidades abundantes de LA, pero no todas están enriquecidas con DHA ni AA. El recién nacido pretérmino no puede sintetizar suficiente DHA ni AA, aunque el depósito de DHA aumenta cuando lo hace la ingesta de ALA³². Se ha encontrado mayor contenido plasmático y eritrocitario de estos lípidos en niños a término y pretérmino alimentados con leche materna³³. El hallazgo de mayores habilidades cognitivas en niños a término y prematuros, incluso de extremado bajo peso,

hasta los 30 meses de edad corregida, alimentados con leche materna centró la atención en la posibilidad de que éste estuviera en relación con la ingesta de estos compuestos³⁴. El DHA y AA son los ácidos grasos de cadena larga predominantes en el sistema nervioso central y su incorporación en el mismo ocurre en el tercer trimestre de la gestación y durante los primeros 2 años³⁵. Estudios iniciales en roedores establecieron la importancia de los omega 3 en la normal función de la retina. Para evaluar el efecto de la suplementación de las fórmulas con ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga se ha empleado la escala de Bayley, con discrepancias entre los estudios en recién nacidos a término^{36,37}; menos estudios aún están disponibles para el pretérmino³⁸. Dadas las potenciales ventajas de las leches suplementadas con DHA³⁹ nosotros recomendamos su utilización. Se han observado efectos adversos sobre el peso si la proporción de DHA y AA no está correctamente equilibrada⁴⁰.

Minerales

Más del 99% del calcio corporal total está unido a la matriz estructural del hueso. La acumulación de calcio ocurre en el tercer trimestre: 120-155 mg/kg/día⁴¹. El contenido de calcio en la leche materna es 256 mg/l. La absorción por el prematuro no es completa: 58 ± 9%⁴², con una asimilación ósea del 48%, lo cual apoya el uso de fórmulas con alto contenido de calcio o la suplementación de la leche materna. La consecuencia de una inadecuada asimilación de calcio es la enfermedad metabólica del hueso. Complicaciones potenciales del uso de fórmulas fortificadas son hipercalcemia (> 4 mg/kg/día) y nefrocalcinosis; pero es preciso tener en cuenta que la hipercalcemia y sus consecuencias no son tanto debidas a un alto suministro de calcio como al aporte inadecuado de fósforo y magnesio (el calcio que aparece en la orina proviene del hueso, no de la dieta). Con el uso de densitometría ósea se ha recomendado la ingesta enteral mínima de calcio de 120 mg/100 kcal. Nosotros estimamos unas necesidades entre 167 y 222 mg/kg/día. La relación óptima de calcio y fósforo es importante para la solubilidad y la asimilación, y oscila entre 1,7 y 2, estimado en masa. Los fetos que pesan más de 1.000 g acumulan fósforo a un ritmo de 74 mg/kg/día. La ingesta recomendada de fósforo, 98-131 mg/kg/día, no se consigue con la leche materna a no ser que ésta sea suplementada.

Micronutrientes

El sodio es el catión más abundante del espacio extracelular y es esencial para regular

Lectura rápida



La especie humana no puede insertar dobles enlaces en la posición 3 y 6, series omega 3 y omega 6, por lo que el ácido linolénico y linoleico han sido reconocidos nutrientes esenciales. La evidencia es contradictoria sobre la esencialidad de los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga, docosahexanoico (DHA) y ácido araquidónico (AA).



Lectura rápida



La consecuencia de una inadecuada asimilación de minerales es la enfermedad metabólica del hueso. Nosotros estimamos unas necesidades de calcio entre 167 y 222 mg/kg/día y de fósforo entre 98 y 131 mg/kg/día. Las necesidades mínimas-máximas de sodio y potasio oscilan entre 2-3,6 y 1,8-5 mmol/kg/día, respectivamente, y las de hierro entre 2 y 4 mg/kg/día. Las necesidades disminuyen ligeramente en nutrición parenteral: 3-3,5 g/kg/día de proteínas y 100 kcal/kg/día. Los aportes mínimos de glucosa por vía intravenosa se sitúan en 6 mg/kg/min.



su volumen. La ingesta recomendada oscila entre 39 y 63 mg/100 kcal (2-3,6 mmol/kg/día), con estos aportes es baja la incidencia de hiponatremia, se alcanza un balance de sodio positivo y una retención similar a la intraútero de 1,6 mmol/kg/día.

El déficit de cloro produce hipopotasemia y alcalosis metabólica con fallo de medro, disminución de crecimiento en longitud y en perímetro cefálico, anorexia, debilidad, retraso en el desarrollo, hipercalcemia, hipercalcemia e hiperfosfatemia. Las cantidades recomendadas no hay evidencia de que difieran del término: 2-5,5 mmol/kg/día.

El potasio es el más frecuente catión intracelular. Entre sus funciones fisiológicas mantiene el potencial transmembrana. Se absorbe en el intestino delgado proximal y en el colon. Para el pretérmino el problema radica en la hiperpotasemia durante los 3 primeros días de vida. Más adelante, si no se administra potasio o cloro o son tratados con diuréticos aparece hipopotasemia. La administración de potasio debe comenzar tan pronto como el paciente esté estable y presente valores sanguíneos entre 4,5 y 5,5 mmol/l. Ante la ausencia de datos específicos del pretérmino se recomienda la misma ingesta que en el término: 60-160 mg/100 kcal (1,5-4,1 mmol/100 kcal, 1,8-5 mmol/kg/día).

El hierro es uno de los elementos paradójicos en la alimentación humana: necesario para crecimiento y desarrollo y potencialmente tóxico como oxidante. Los recién nacidos prematuros se encuentran en alto riesgo de déficit, por escasos depósitos al nacimiento. Ante la falta de evidencia de que cause sobrecarga administrado vía oral nosotros recomendamos la suplementación habitual a partir de las 8 semanas de edad posnatal, según unas necesidades que hemos estimado en 2 mg/kg/día.

Los prematuros son susceptibles de deficiencias graves de cinc. La administración de cinc basada en la aproximación factorial, la más útil a pesar de la escasez de datos, sugiere una ingesta de cinc de 1,1-1,5 mg/100 kcal. Respecto al cobre hay evidencia de que 74 µg/100 kcal, la cantidad recomendada en el recién nacido a término es insuficiente, por lo que recomendamos 100-250 µg/100 kcal. Las necesidades de magnesio oscilan entre 6,8 y 17 mg/100 kcal; la leche materna, con un contenido de magnesio entre 3,5 y 4 mg/100 kcal, no alcanza el ritmo de adquisición intraútero.

Vitaminas

El metabolismo y las funciones de muchas vitaminas están directamente relacionados

con la disponibilidad de otros nutrientes. Por ejemplo, la relación vitamina E-ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga debe ser mayor de 1,5 mg de alfatocoferol por gramo.

Técnicas de alimentación

La alimentación trófica precoz, que consiste en administrar pequeñas cantidades de leche, 20-30 ml/kg/día, durante los primeros días de vida, puede mejorar la tolerancia posterior. ¿Cuándo ir aumentando la nutrición enteral? Los datos disponibles son insuficientes para guiar la práctica clínica⁴³. ¿Con qué ritmo aumentarla? Menos de 24 ml/kg/día no disminuye el riesgo de enterocolitis y a cambio retrasa la recuperación del peso de recién nacido y la adquisición de nutrición enteral completa⁴⁴.

Los recién nacidos prematuros con un peso inferior a 1.500 g no son capaces de coordinar succión, deglución y respiración. Éstos tienen que ser alimentados con la ayuda de sondas pasadas hasta el estómago a través de la nariz o de la boca. Si bien las sondas colocadas a través de la nariz son más estables y se desplazan menos que los colocados a través de la boca, que irritan más y producen más reacciones vagales. Las sondas nasogástricas pueden obstruir parcialmente la respiración. No hay evidencia a favor de ninguno de los 2 métodos⁴⁵. Respecto al modo de administración: continuo frente a intermitente no hay diferencias en cuanto a la tolerancia, crecimiento ni incidencia de enterocolitis⁴⁶. El uso de sondas transpilóricas se ha asociado con más efectos adversos, intestinales y mortalidad, sin ninguna evidencia de beneficio en cuanto a crecimiento, peso, longitud ni perímetro cefálico, a corto plazo frente a las sondas colocadas en el estómago, no pueden ser recomendadas para la nutrición del recién nacido prematuro⁴⁷.

El uso de chupetes de forma concomitante con la alimentación por sonda puede mejorar el comportamiento alimentario, acelerando la coordinación de la succión-deglución. Además de poseer otros efectos sobre la estabilidad del comportamiento. Existen dudas si el uso del chupete puede dificultar la alimentación al pecho. No mejoran la ganancia de peso ni la ingesta energética pero pueden acelerar la nutrición por boca y el alta hospitalario⁴⁸.

La mejor forma de recibir leche materna es succionando del pecho. Dadas las dudas que plantea la tetina en el desarrollo de la alimentación al pecho se ha estudiado alimentar no mediante biberón sino con el uso de un caci-to. Esta técnica comparada con la alimenta-

ción con biberón aumenta el número de niños dados de alta del hospital con alimentación exclusiva al pecho. Sin embargo, las diferencias desaparecían a los 3 meses. En un estudio el uso del cacito aumentaba la estancia hospitalaria con lo que esta técnica no puede ser recomendada dado que los beneficios son transitorios pudiendo aumentar la estancia hospitalaria⁴⁹. Recientemente se postula una política en la que el prematuro sano pueda gobernar su apetito y no alimentarse con un protocolo rígido, 8 ensayos con escaso número de pacientes. Esta metodología parece facilitar un alta más precoz aunque no afecta otros aspectos médicos de interés⁵⁰.

Monitorización del crecimiento

El primer mes de vida es un período único de rápido crecimiento.

Calorimetría indirecta

Una forma de determinar gasto energético. El consumo de oxígeno y la producción de CO₂ se calculan a partir de las concentraciones en gas inspirado y espirado. El metabolismo energético implica la oxidación de sustratos y la liberación de energía y CO₂. La relación entre el volumen de dióxido de carbono producido y el consumo de oxígeno se conoce como cociente respiratorio, depende del sustrato metabolizado, carbohidrato 1,0. El gasto energético se calcula tras haber corregido la oxidación de proteínas.

El gasto energético diario puede ser extrapolado de estudios de 6 h. La precisión de la calorimetría en la medida del consumo de oxígeno ha sido cuestionada. Primero, la fracción inspirada de oxígeno debe ser inferior a 0,5. Segundo, la diferente concentración de oxígeno entre el circuito inspiratorio y espiratorio puede ser inferior a una milésima, así que el analizador de oxígeno tiene que tener esa precisión y se deben limitar las fluctuaciones en el flujo y en el oxígeno, utilizando una bombona en vez del circuito de pared. Flujos por debajo de 3 l en ventilación espontánea pueden contaminar la muestra así como las fugas en niños intubados con tubo sin balón.

Métodos para medir la composición corporal en lactantes

La administración oral o nasogástrica de agua marcada con deuterio, un isótopo estable, seguido por la recogida de orina o saliva, permite la determinación del agua corporal total mediante el principio de dilución iso-

tópica. La densitometría se ha convertido en el método de referencia. La bioimpedancia se utiliza para medir la masa magra y la ple-tismografía se ha propuesto para medir el volumen corporal.

Bibliografía



● Importante ● ● Muy importante

■ Epidemiología

■ Metanálisis

■ Ensayo clínico controlado

1. Ehrenkranz RA, Dusick AM, Vohr BR, Wright LL, Wraga LA, Poole WK, for the National Institutes of Child Health and Human Development Neonatal Research Network. Growth in the Neonatal Intensive Care Unit influences neurodevelopmental and growth outcomes of ELBW infants. *Pediatrics*. 2006;117:1253-1261.
2. Te Braake FW, van den Akker CH, Wattimena DJ, Huij-mans JG, van Goudoever JB. Amino acid administration to premature infants directly after birth. *J Pediatr*. 2005;147:457-61.
3. Sáenz de Pipaón M, Quero Jiménez J, Sauer PJJ. Effect of two aminoacid solutions on leucine kinetics in preterm infants. *Pediatr Res*. 2001;49:350A.
4. Bauer K, Laurenz M, Ketteler J, Versmold H. Longitudinal study of energy expenditure in preterm neonates < 30 weeks' gestation during the first three postnatal weeks. *J Pediatr*. 2003;142:390-6.
5. Bresson JL, Nancy P, Putet G, Ricour C, Sachs C, Rey J. Energy substrate utilization in infants receiving total parenteral nutrition with different glucose to fat ratios. *Pediatr Res*. 1989;25:645-8.
6. Foote KD, MacKinnon MJ, Innis S. Effect of early introduction of formula versus fat free parenteral nutrition on essential fatty acid status of preterm infants. *Am J Clin Nutr*. 1991;54:93-7.
7. Tomsits E, Pataki M, Tölgyesi A, Fekete G, Rischak K, Szollár L. Safety and efficacy of a lipid emulsion containing a mixture of soybean oil, medium-chain triglycerides, olive oil, and fish oil: a randomised, double-blind clinical trial in premature infants requiring parenteral nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2010;51:514-21.
8. Skouroliaikou M, Konstantinou D, Koutiri K, Kakavelaki C, Stathopoulou M, Antoniadou M, et al. A double-blind, randomized clinical trial of the effect of omega-3 fatty acids on the oxidative stress of preterm neonates fed through parenteral nutrition. *Eur J Clin Nutr*. 2010;64:940-7.
9. Khashu M, Harrison A, Lalari V, Lavoie JC, Chessex P. Impact of shielding parenteral nutrition from light on routine monitoring of blood glucose and triglyceride levels in preterm neonates. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2009;94:F111-5.
10. Butte NF, Garza C, Johnson CA, Smith EO, Nichols BL. Longitudinal changes in milk composition of mothers delivering preterm and term infants. *Early Hum Dev*. 1984;9:153-62.
11. Leaf A; ADEPT Clinical Investigators Group. Alimentazione del neonato pretermine IUGR: studio multicentrico ADEPT (Abnormal Doppler Enteral Prescription Trial) (Feeding the IUGR premature newborn infant: the multicenter ADEPT study). *Minerva Pediatr*. 2010;62 (3 Suppl 1):31-3.
12. ● ● Reichman B, Chessex P, Putet G, Verellen G, Smith JM, Heim T, et al. Diet, fat accretion and growth in premature infants. *N Engl J Med*. 1981;305:1495-500.
13. Sauer PJJ, Dane HJ, Visser HKA. Longitudinal studies on metabolic rate, heat loss and energy cost of growth in low birth weight infants. *Pediatr Res*. 1984;18:254-9.
14. Kuschel CA, Harding JE. Multicomponent fortified human milk for promoting growth in preterm infants. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2004, Issue 1. Art. No.: CD000343. DOI:10.1002/14651858.CD000343.pub2.

Bibliografía recomendada

Cowett RM. Principles of Perinatal-Neonatal Metabolism. 2nd edition. New York: Springer-Verlag; 1998.

Texto que evalúa sin solución de continuidad el periodo perinatal-neonatal. En la sección 1 se evalúan los principios generales del metabolismo, en la segunda el metabolismo durante el embarazo, en la tercera unidad fetoplacentaria y en la cuarta los distintos componentes del metabolismo neonatal.

Cowett RM. Nutrition and Metabolism of the Micropremie. *Clin Perinatol*. 2000;27:1-254.

Resumen de la nutrición y el metabolismo del niño de extremado bajo peso al nacimiento. La inclusión en los distintos capítulos de datos de niños con más peso al nacimiento pone en evidencia la necesidad de investigar en las necesidades de este grupo de pacientes. Se discute el metabolismo de los distintos principios inmediatos por investigadores prestigiosos.

Bibliografía recomendada

Klein CJ. Nutrient requirements for preterm infant formulas. J Nutr. 2002;132:S1395-577.

Un grupo de expertos seleccionados por una sociedad científica americana de nutrición hace recomendaciones sobre el contenido nutritivo de las fórmulas para prematuros de bajo peso, basadas en el conocimiento científico surgido de la revisión de la literatura médica y de la opinión de investigadores.

Neu J. Gastroenterology and nutrition: neonatology questions and controversies. Philadelphia: Saunders; 2008.

El libro es una buena actualización en gastroenterología y nutrición neonatal. Algunos capítulos están más dirigidos al realmente interesado en el campo como el capítulo dedicado al desarrollo gastrointestinal o el de la regulación dietética de la expresión génica.

Tsang RC, Lucas A, Uauy R, Zlotkin S. Nutritional needs of the preterm infant: scientific basis and practical guidelines. New York: Williams and Wilkins; 1993.

Este libro aporta recomendaciones de veintidós autores sobre los requerimientos nutricionales del recién nacido pretérmino. Tiene un enfoque eminentemente práctico, incluye algún caso práctico. Discute las diferentes aproximaciones para conseguir cubrir las necesidades nutricionales. Los capítulos han sido revisados antes de la publicación siendo el resultado final un consenso entre revisores y autores.

15. ●● Schanler RJ, Garza C, Nichols BL. Fortified mother's milk for very low birth weight infants: results of growth and nutrient balance studies. *J Pediatr.* 1985;107:437-445.
16. ●● Kashyap S, Forsyth M, Zucker C, Ramakrishnan R, Dell RB, Heird WC. Effects of varying protein and energy intakes on growth and metabolism response in low birth weight infants. *J Pediatr.* 1986;108:955-63.
17. Goldman HI, Freudenthal R, Holland B, Karelitz S. Clinical effects of two different levels of protein intake on low-birth-weight infants. *J Pediatr.* 1969;74:881-9.
18. Rigo J, Senterre J. Metabolic balance studies and plasma amino acid concentrations in preterm infants fed experimental protein hydrolysate preterm formulas. *Acta Pediatr Suppl.* 1994;405:98-104.
19. Mihatsch WA, Franz AR, Högel J, Pohlandt F. Hydrolyzed protein accelerates feeding advancement in Very Low Birth Weight Infants. *Pediatrics.* 2002;110:1199-203.
20. Polberger SKT, Axelsson IE, Räihä NCR. Urinary and serum urea as indicators of protein metabolism in very low birth weight infants fed varying human milk protein intakes. *Acta Pediatr Scand.* 1990;79:737-42.
21. Atkinson SA, Bryan MH, Anderson GH. Human milk feeding in premature infants: protein, fat and carbohydrates balances in the first two weeks of life. *J Pediatr.* 1981;99:617-24.
22. Snyderman SE. The protein and amino acid requirements of the premature infant. En: Jonxis JHP, Visser HKA, Troelstra JA, editors. *Metabolic processes in the foetus and newborn infant. Nutricia Symposium 3rd. Leiden: HE Stenfort Kroese N.V.; 1971. p. 128-43.*
23. Kalhan SC, Kilic I. Carbohydrate as nutrient in the infant and child, range of acceptable intake. *Eur J Clin Nutr.* 1999;53 (Suppl 1):S94-100.
24. Shulman RJ, Schanler RJ, Lau C, Heitkemper M, Ou CN, Smith EO. Early feeding, feeding tolerance and lactase activity in preterm infants. *J Pediatr.* 1998;133:645-9.
25. Kien CL, McLead RE, Cordero LJr. In vivo lactose digestion in preterm infants. *Am J Clin Nutr.* 1996;64:700-5.
26. Griffin MP, Hansen JW. Can the elimination of lactose from formula improve feeding tolerance in premature infants? *J Pediatr.* 1999;135:587-92.
27. Ziegler EE, Fomon SJ. Lactose enhances mineral absorption in infancy. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 1983;2:288-94.
28. Moya M, Cortes E, Ballester MI, Vento M, Juste M. Short-term polycose substitution for lactose reduces calcium absorption in healthy term babies. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 1992;14:57-61.
29. Stathos TH, Shulman RJ, Schanler RJ, Abrahams SA. Effect of carbohydrates on calcium absorption in premature infants. *Pediatr Res.* 1996;39:666-70.
30. Moya M, Lifschitz C, Ameen V, Euler AR. A metabolic balance study in term infants fed lactose-containing or lactose-free formula. *Acta Pediatr.* 1999;88:1211-5.
31. Jensen RG. Lipids in human milk. *Lipids.* 1999;34:1243-71.
32. Sauerwald TU, Hachey DL, Jensen CL, Chen H, Anderson RE, Heird WC. Effect of dietary α -linolenic acid intake on incorporation of docosahexanoic and arachidonic acids into plasma phospholipids of term infants. *Lipids.* 1996;31:S131-S135.
33. Carlson SE, Rhodes PG, Ferguson MG. Docosahexanoic acid status of preterm infants at birth and following feeding with human milk or formula. *Am J Clin Nutr.* 1986;44:798-804.
34. Lucas A, Stafford M, Morley R, Abbott R, Stephenson T, Mac Fadyen U, et al. Efficacy and safety of long-chain polyunsaturated fatty acid supplementation of infant-formula milk: a randomised trial. *Lancet.* 1999;354:1948-54.
35. Martinez M. Tissue levels of polyunsaturated fatty acids during early human development. *J Pediatr.* 1992;120:S129-38.
36. Birch EE, Garfield S, Hoffman DR, Uauy R, Birch DG. A randomised controlled trial of early dietary supply of long-chain polyunsaturated fatty acids and mental development in term infants. *Dev Med Child Neurol.* 2000;42:174-81.
37. Auestad N, Halter R, Hall RT, Blatter M, Bogle ML, Burks W, et al. Growth and development in term infants fed long-chain polyunsaturated fatty acids: a double-masked, randomized, parallel, prospective, multivariate study. *Pediatrics.* 2001;108:372-81.
38. O'Connor DL, Hall R, Adamkin D, Auestad N, Castillo M, Connor WE, et al. Growth and development in preterm infants fed long-chain polyunsaturated fatty acids: a prospective randomized control trial. *Pediatrics.* 2001;108:359-71.
39. ●● SanGiovanni JP, Parra-Cabrera S, Colditz GA, Berkey CS, Dwyer JT. Meta-analysis of dietary essential fatty acids and long-chain polyunsaturated fatty acids as they relate to visual resolution acuity in healthy preterm infants. *Pediatrics.* 2000;105:1292-8.
40. Carlson SE, Cooke RJ, Werkman SH, Tolley EA. First year growth of preterm infants fed standard compared to marine oil n-3 supplemented formula. *Lipids.* 1992;27:901-7.
41. Steichen JJ, Gratton TL, Tsang RC. Osteopenia of prematurity: the cause and possible treatment. *J Pediatr.* 1980;96:528-34.
42. Bronner F, Salle BL, Putet G, Rigo J, Senterre J. Net calcium absorption in premature infants: results of 103 metabolic balance studies. *Am J Clin Nutr.* 1992;56:1037-44.
43. Bombell S, McGuire W. Delayed introduction of progressive enteral feeds to prevent necrotising enterocolitis in very low birth weight infants. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2008, Issue 2. Art. No.: CD001970. DOI:10.1002/14651858.CD001970.pub2.
44. McGuire W, Bombell S. Slow advancement of enteral feed volumes to prevent necrotising enterocolitis in very low birth weight infants. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2008, Issue 2. Art. No.: CD001241. DOI:10.1002/14651858.CD001241.pub2.
45. Hawes J, McEwan P, McGuire W. Nasal versus oral route for placing feeding tubes in preterm or low birth weight infants. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2004, Issue 3. Art. No.: CD003952. DOI:10.1002/14651858.CD003952.pub2.
46. Premji SS, Chessell L. Continuous nasogastric milk feeding versus intermittent bolus milk feeding for premature infants less than 1500 grams. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2001, Issue 1. Art. No.: CD001819. DOI:10.1002/14651858.CD001819.
47. McGuire W, McEwan P. Transpyloric versus gastric tube feeding for preterm infants. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2007, Issue 3. Art. No.: CD003487. DOI:10.1002/14651858.CD003487.pub2.
48. Pinelli J, Symington AJ. Non-nutritive sucking for promoting physiologic stability and nutrition in preterm infants. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2005, Issue 4. Art. No.: CD001071. DOI:10.1002/14651858.CD001071.pub2.
49. Flint A, New K, Davies MW. Cup feeding versus other forms of supplemental enteral feeding for newborn infants unable to fully breastfeed. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2007, Issue 2. Art. No.: CD005092. DOI:10.1002/14651858.CD005092.pub2.
50. McCormick FM, Tosh K, McGuire W. Ad libitum or demand/semi-demand feeding versus scheduled interval feeding for preterm infants. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2010, Issue 2. Art. No.: CD005255. DOI:10.1002/14651858.CD005255.pub3.