

La gestación humana desde una perspectiva nutricional

Human pregnancy from a nutritional perspective

Absaias J Alvarez Eligio^a, Marcos Galván^b y Guadalupe López-Rodríguez^c

Abstract:

Human pregnancy is a period of multiple physiological adaptations, among which endocrine, cardiovascular, hematological, gastrointestinal, renal and respiratory ones stand out, through which the maternal organism: guarantees the right growth and development of the products of conception, fulfills the nutritional requirements and prepares for childbirth and lactation. The nutritional status of the pregnant woman, due to lack or excess, will impact on both, her health status and the health of the product, in the short and long term, as well as on subsequent offspring. Since maternal nutritional status is a potentially modifiable risk factor, it is necessary to evaluate and intervene through prenatal care, and even preconception. The objective of this work is to review the recent evidence on the nutrition and essential nutrients of the mother-child pair.

Keywords:

Human pregnancy, physiology of pregnancy, prenatal care, nutrient requirements.

Resumen:

La gestación en los seres humanos es un periodo de múltiples adaptaciones fisiológicas, entre las que destacan las endocrinas, cardiovasculares, hematológicas, gastrointestinales, renales y respiratorias, a través de las cuales el organismo materno garantiza el adecuado crecimiento y desarrollo del producto, satisfacer las necesidades de nutrientes y prepararse para el parto y la lactancia. El estado nutricional de la mujer gestante, por carencia o exceso, impactará sobre su propio estado de salud y sobre la salud del producto, tanto a corto como largo plazo, así como sobre la posterior descendencia. Dado que el estado nutricional materno es un factor de riesgo potencialmente modificable, es necesario evaluar e intervenir a través de la atención prenatal, e incluso preconcepcional. Este trabajo tiene por objetivo realizar una revisión de la evidencia reciente sobre la nutrición y los nutrientes esenciales del binomio madre-hijo.

Palabras Clave:

Gestación humana, fisiología del embarazo, atención prenatal, requerimiento de nutrientes.

Introducción

La gestación también conocida como embarazo se define por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como los nueve meses durante los cuales el feto se desarrolla en el útero de la mujer. Durante este periodo, muchos procesos fisiológicos se modifican para lograr que convivan dos tejidos al inicio y dos organismos distintos

al final. Este periodo requiere nutrientes con el fin de garantizar la formación de nuevas células tanto en la madre como en el feto. En este ensayo se presenta una revisión de la evidencia reciente sobre la nutrición y los nutrientes esenciales del binomio madre-hijo.

1. Cambios fisiológicos en el embarazo

^a Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias de la Salud, Programa Jóvenes Construyendo el Futuro, <https://orcid.org/0000-0002-9434-997X>, email: becarioacademiasnutricion@gmail.com.

^b Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias de la Salud, Área Académica de Nutrición, <https://orcid.org/0000-0002-3254-4470>, email: mgalvan@uaeh.edu.mx.

^c Autor de correspondencia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias de la Salud, Área Académica de Nutrición, <https://orcid.org/0000-0001-5432-0382>, email: glopez@uaeh.edu.mx

Después de la concepción, la mujer gestante pasa por una serie de cambios anatómicos y fisiológicos que afectan a todos los sistemas del cuerpo a fin de nutrir al producto en el crecimiento y desarrollo (1, 2), satisfacer las necesidades metabólicas y preparar al organismo materno para el parto (2) y la posterior lactancia (3). Muchos de los cambios endocrinos y metabólicos pueden atribuirse directamente a señales hormonales de la unidad feto-placentaria (UFP), el órgano endocrino, sistema respiratorio, gastrointestinal y excretor, que vincula al binomio (madre-hijo) a lo largo del embarazo (3, 4). Además, la actividad de estrógeno y progesterona tiene un impacto directo en la función de los órganos y sistemas maternos (5).

Endocrinos

El inicio y mantenimiento del embarazo depende de la sincronía adecuada de interacciones neuroendocrinas intra e inter compartimentales: placentario, fetal y materno (3, 4).

La glándula pituitaria sufre hiperplasia lactotrófica inducida por los estrógenos (1, 4), a fin de promover el crecimiento mamario en preparación para la lactancia (4). Incrementan los niveles de oxitocina (1) y sus reservas para liberarse durante e inmediatamente después del parto, mientras tanto, su respuesta al estrés disminuye para prevenir el parto prematuro (2). Los niveles totales de triyodotironina (T3) y tiroxina (T4) aumentan (1, 2) en un 50%; no obstante, los niveles libres de T3 (fT3) y T4 (fT4) no cambian (2, 5), debido al aumento simultáneo de la globulina fijadora de tiroxina (TBG) (2-3 veces a la semana 20 de gestación)(6), secundario al incremento en su producción por el hígado causado por estrógeno (1, 2). No obstante, también se ha descrito que durante el primer trimestre aumenta de forma transitoria fT4, por la influencia de gonadotropina coriónica humana (hCG) que alcanza su punto máximo al final del primer trimestre (6) y que en los trimestres posteriores disminuyen fT3 y fT4 ligeramente (1). Las concentraciones séricas de corticotropina (ACTH) y de hormona liberadora de corticotropina se triplican por producción placentaria, resultando en el aumento progresivo del cortisol sérico (6), que aunado al incremento de deoxicorticosterona y globulina fijadora de corticosteroides, causan un estado fisiológico de hipercortisolismo (1). Estos cambios demandan un mayor consumo de yodo durante el embarazo.

Además, el embarazo es un estado de hiperaldosteronismo hiperreninémico, dado que el llenado vascular insuficiente detectado por los riñones, resultante de la disminución de la resistencia vascular y la presión arterial, estimula al sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA) aunado a la producción del precursor de renina por los ovarios y la UFP, al estímulo de los estrógenos para la síntesis de angiotensinógeno y por el aumento de la actividad de la renina plasmática (1, 6). No obstante, los efectos del aumento de la aldosterona (3 a 8 veces) se atenúan durante el embarazo, ya que hay: un efecto antagonista por la progesterona, producción de prostaciclina mediada

por el factor de crecimiento endotelial vascular y modificaciones en los receptores de angiotensina I (6).

Simultánea a la activación del SRAA y a pesar de que los niveles de angiotensina II se duplican o cuatuplican, se desarrolla una resistencia relativa a ella; contrarrestando el efecto vasoconstrictivo y permitiendo una vasodilatación profunda. Es posible que, en la segunda mitad del embarazo, los vasodilatadores placentarios sean más importantes en el mantenimiento del estado vasodilatador (1). La hCG y relaxina median el restablecimiento del umbral osmótico, del estímulo de la sed y de la secreción de arginina vasopresina (AVP) a un menor nivel de osmolalidad plasmática (1). Todos estos cambios incrementan la recomendación del consumo de proteínas.

Cardiovasculares

Una compleja interacción neuroendocrina regula la presión arterial y volumen circulante durante el embarazo. La resistencia vascular sistémica (RVS) disminuye en 40%, activando el SRAA y creando un estado hipervolémico e hipoosmolar característico del embarazo. La vasodilatación periférica está regulada por estradiol y posiblemente por prostaglandinas vasodilatadoras (PGI₂) y es mediada por factores dependientes del endotelio, incluida la síntesis de óxido nítrico (NO). La presión arterial disminuye durante el primer y segundo trimestres, regresando a niveles previos en el tercer trimestre (1). El volumen sanguíneo total (volumen plasmático más volumen de glóbulos rojos) aumenta ~1.5 L (7), a fin de proteger a la madre contra la hipotensión respectiva a la posición durante el embarazo y amortiguar la pérdida de sangre tras el parto (5) y es crítico en el mantenimiento del volumen sanguíneo circulante, la presión sanguínea (1) y para facilitar el flujo sanguíneo en el útero, la placenta y el suministro de nutrientes y oxígeno al feto (7).

La osmolalidad sérica cae en 10 mOsm/kg al inicio del embarazo, alcanzando un punto más bajo al final del primer trimestre que se mantiene hasta el final del embarazo. Los niveles séricos de sodio (Na) caen de forma paralela a la osmolalidad sérica (1, 6). Además, la hipoalbuminemia fisiológica (causada por hemodilución) del embarazo puede provocar la caída de la brecha aniónica (de 10.7 a 8.5 mmol/L) (2), a pesar de un aumento en su síntesis del 50% en el hígado; además, se ha planteado la hipótesis del catabolismo de la albúmina para mejorar el suministro de aminoácidos para el feto (6). La hipoalbuminemia ocasiona una disminución del calcio sérico total, por disminución de la fracción de calcio unido a ella (1).

Para compensar la caída de la RVS, el gasto cardíaco (GC) aumenta entre 40% (1) y 50% (5), a través del aumento en la frecuencia cardíaca y, principalmente, de un incremento del volumen sistólico en 30% al comienzo del tercer trimestre (5), debido al aumento temprano en la masa muscular de la pared ventricular y el volumen

diastólico final (1, 5). La mayor parte de este aumento del GC va al útero, los riñones y la piel para proporcionar nutrientes al feto, excretar productos de desecho maternos y fetales y ayudar a la termorregulación materna, respectivamente (2, 5). El volumen diastólico final ventricular izquierdo aumenta mientras que el volumen sistólico final no cambia, lo que conduce a un aumento de la fracción de eyección (2).

Hematológicos

El sistema hematológico cambia para contribuir al desarrollo del feto y la placenta (7). El volumen de sangre aumenta gradualmente hasta un 20% a mediados del tercer trimestre (2). Para aumentar la entrega de oxígeno durante el embarazo, aumenta el volumen de eritrocitos en un 30% al final de la gestación (5). A pesar de esto, disminuyen la concentración de hemoglobina, el hematocrito y el recuento de glóbulos rojos, debido a la mayor expansión en el volumen del plasma, resultando en la anemia fisiológica del embarazo (1, 5), a fin de disminuir la viscosidad de la sangre y disminuir la resistencia al flujo sanguíneo en la circulación útero-placentaria (2).

Hay cambios en el sistema de coagulación para mitigar la pérdida de sangre en el parto, produciendo un estado fisiológico de hipercoagulabilidad (1, 5). Los factores de coagulación (I, II, V, VII, VIII, X, y XII) aumentan (5), los niveles de fibrinógeno aumentan significativamente (hasta en un 50%) y disminuye la actividad fibrinolítica y las concentraciones de los anticoagulantes endógenos tales como antitrombina y proteína S (1). Además se reducen el tiempo de protrombina y el tiempo de tromboplastina parcial activada en un 20% y se observan niveles elevados de productos de degradación de fibrina y plasminógeno (2). La producción de plaquetas incrementa, pero debido a destrucción mejorada y a la hemodilución no se produce aumento en el recuento (2) e incluso disminuye progresivamente, dentro de límites normales (1).

Por otro lado, el sistema inmunológico está ligeramente comprometido durante el embarazo (5), a pesar de que el recuento de leucocitos aumenta gradualmente a alrededor de 15,000/mm, principalmente por polimorfonucleares con función deteriorada, lo que explica el aumento de la gravedad de las infecciones durante el embarazo (2).

Renales

La vasodilatación renal (2), incrementa el flujo plasmático renal (en 40-65%), y la tasa de filtrado glomerular (GFR) (en 50-85%), esta última también se ve favorecida por la disminución de la presión oncótica glomerular, resultante del incremento del volumen plasmático; preservando estable la presión hidrostática glomerular (1).

Durante el embarazo incrementa la excreción de: 1) glucosa (en 1 a 10 g diarios), a pesar de tener glucemias normales debido a la reabsorción menos efectiva de glucosa en el túbulo proximal y túbulo colector; 2)

creatinina sérica y urea, por el aumento en la GFR; 3) proteínas (sin rebasar 300 mg/día), por incremento de la GFR y la mayor permeabilidad capilar glomerular a la albúmina; 4) el ácido úrico, por el incremento de la GRF y la disminución de reabsorción tubular (1), especialmente a partir de las 20 semanas de gestación (6); 5) nitrógeno ureico sanguíneo (2); 6) bicarbonato, como mecanismo compensatorio de la alcalosis respiratoria del embarazo (5); 7) sodio, dada la interacción entre el hiperaldosteronismo y su antagonismo por la progesterona y la acción del péptido natriurético auricular como respuesta a la expansión del volumen y del incremento de la GFR y 8) calcio, derivado del aumento en su absorción intestinal, a partir de las 12 semanas y del aumento de la GFR (1, 6).

Por otro lado, existe una mayor reabsorción de agua a través de los canales de acuaporina 2 en el conducto colector, mediada por la liberación de la hormona antidiurética hipotalámica, como resultado del aumento de los niveles de relaxina. La excreción de potasio se mantiene constante durante el embarazo (1), a pesar del gran aumento de la aldosterona, ya que la excreción de potasio se ve atenuada por el estrógeno y la progesterona (6). Todos los cambios en el sistema urinario vuelven al estado previo al embarazo dentro de las 4 a 6 semanas posteriores al parto (2).

Respiratorios

Los cambios funcionales implican la congestión capilar de la mucosa nasal, orofaríngea y laríngea y la sensibilización de los quimiorreceptores al dióxido de carbono (CO₂) (2). La demanda de oxígeno incrementa significativamente, debido a un aumento en la tasa metabólica (15%) y un aumento del consumo de oxígeno (20%) (1) y se satisface debido a que los estrógenos provocan aumento de la ventilación alveolar (2, 5, 6).

Durante el embarazo hay una mayor producción de CO₂ (aproximadamente 300 mL/min)(2), la capacidad residual funcional (FRC) disminuye del 10 a 25% y la ventilación por minuto aumenta (VM) (40–50%) debido a un aumento en el volumen tidal (1, 2, 5) en aproximadamente 45% (5), lo que provoca incremento en la ventilación por minuto y en la frecuencia respiratoria (1–2 respiraciones/min) (2). La hiperventilación materna, causa un aumento de la pO₂ arterial (a 105 mmHg (5)) y la disminución de la pCO₂ arterial (a 30 mmHg aprox. (2, 5)) resultando en alcalosis respiratoria (2, 5, 6), metabólicamente compensada por la disminución en el bicarbonato sérico (18 a 22 mmol/L) (1, 5); resultando en un pH arterial de 7.42–7.44 (2).

Gastrointestinales

Conforme avanza el embarazo, también se producen cambios mecánicos en el tracto gastrointestinal, causados por el crecimiento del útero (1, 5). La porción intra abdominal del esófago se desplaza hacia el tórax, lo que relaja el esfínter esofágico inferior (EEI), que aunado a la acción de la progesterona, puede manifestarse como enfermedad por reflujo gastroesofágico del embarazo (2).

El estómago rota y se desplaza ligeramente hacia arriba (5), lo que conduce a la alteración de su eje y al incremento de la presión intragástrica (1).

Las funciones secretoras y absorbentes del sistema gastrointestinal (GI) no se ven muy afectadas (2). El pH gástrico es aproximadamente un 20% más bajo en el embarazo (5). Sin embargo, la motilidad se ve afectada por acción de la progesterona; disminuyen el peristaltismo esofágico y el tránsito intestinal, lo que promueve estreñimiento (2, 5). A pesar del aumento en el gasto cardíaco, no se observa un incremento proporcional en el flujo sanguíneo hepático. Debido a la elevación de la presión venosa esplácnica, portal y esofágica, más del 50% de las mujeres embarazadas desarrollan várices esofágicas que se resuelven rápidamente en el posparto (2).

Náusea y vómito

La mayoría de las mujeres embarazadas experimentan náuseas y vómitos, que generalmente se resuelven en la semana 20 (10 al 20% experimentan síntomas más allá de la semana 20, incluso hasta el final del embarazo), mismos que pueden estar mediados por hCG, estrógenos y progesterona, así como la relajación del EEI, sin embargo, su mecanismo subyacente no está claro; se han propuesto causas psicológicas, incompatibilidad genética, factores inmunológicos, deficiencias nutricionales e infección por *Helicobacter pylori*. En la mayoría de los casos, una modificación dietética menor y la vigilancia del equilibrio electrolítico son suficientes para tratarlos (1).

Los cambios en el sistema GI retornan a su función normal 1 a 2 días después del parto (2).

Nerviosos

Durante el embarazo incrementa: el flujo sanguíneo cerebral por disminución de la resistencia cerebrovascular; la permeabilidad de la barrera hematoencefálica; la dependencia del sistema nervioso simpático para el mantenimiento de la hemodinámica y el umbral del dolor (2). éste último, probablemente debido al aumento de los niveles de endorfinas, progesterona (2) y encefalina para contrarrestar el dolor secundario al parto (5).

Musculoesqueléticos

El embarazo afecta al sistema musculoesquelético, el equilibrio y la estabilidad del cuerpo como resultado de los cambios hormonales y el aumento de peso (2, 8). Estos cambios implican la alineación esquelética, el aumento de la laxitud articular y el cambio del centro de gravedad (8), e involucran un cambio en el patrón microarquitectónico del hueso, para satisfacer la necesidad de que el esqueleto materno sea resistente a las fuerzas de flexión y al estrés bioquímico necesario para transportar al feto en crecimiento (1). La relaxina, la progesterona y los efectos mecánicos del embarazo, aumentan la laxitud articular para el parto (2), en la pelvis, las articulaciones periféricas (8), la parte anterior y

ligamentos longitudinales de la columna lumbar (1). Para compensar el cambio en el centro de gravedad, aumenta la lordosis lumbar (2, 8) con flexión anterior del cuello y descenso de los hombros (1, 2).

2. Adaptaciones nutricionales

El embarazo implica un incremento en las necesidades de energía y nutrientes, para: 1) la maduración, la proliferación y la diferenciación de las células del feto, a fin de apoyar los períodos críticos de crecimiento y desarrollo fetal; 2) satisfacer las necesidades nutricionales maternas, y 3) estimular la lactancia posnatal (9-11). La nutrición materna es el factor ambiental de mayor influencia sobre el crecimiento fetal y el desarrollo de todos los sistemas (12). Si no se proporcionan nutrientes esenciales, pueden producirse alteraciones en el crecimiento y desarrollo que repercutirán en el desarrollo embrionario, y que incluso, pueden agravarse con el tiempo, repercutiendo en la vida del producto, con posibles efectos intergeneracionales (9, 10).

La nutrición juega un papel crucial desde el momento de la concepción para la función de los gametos y el desarrollo placentario (11). Durante el primer trimestre, el estado nutricional de la madre afecta el desarrollo embrionario temprano, la organogénesis y el desarrollo neuronal, mientras que en el segundo y tercero, el feto acumula nutrientes fetales que ha de usar después del nacimiento (9). Por lo tanto, las ingestas dietéticas pobres o las deficiencias en macronutrientes y micronutrientes esenciales, pueden tener un impacto sustancial en los resultados del embarazo y la salud neonatal (10).

La ingesta adecuada de energía y nutrientes debe comenzar antes de la concepción y continuar durante todo el embarazo (10) y deben apoyar un aumento de peso saludable, satisfaciéndose por alimentos ricos en nutrientes críticos durante el desarrollo fetal (p. ej. carotenoides, colina, ácido fólico, yodo, hierro, ácidos grasos omega-3, y la vitamina D) (9), se recomienda una ingesta equilibrada de energía y proteínas, teniendo en cuenta el índice de masa corporal (IMC) previo al embarazo y los objetivos individualizados para el aumento de peso gestacional (10).

Energía

Los requerimientos de energía no difieren durante el primer trimestre y aumentan cuando el crecimiento del tejido materno y fetal es mayor (10 a 30 semanas de gestación); varían ampliamente, dependiendo de los niveles de actividad física, índice de masa corporal (IMC) y tasa metabólica antes del embarazo, por lo que las recomendaciones para la ingesta de energía deben individualizarse en función del IMC previo al embarazo y los objetivos de aumento de peso gestacional.

Debido a que la ingesta adecuada de energía materna es el principal determinante del aumento de peso gestacional, es importante vigilarla para prevenir

resultados adversos asociados con aumento de peso gestacional insuficiente o excesivo. La recomendación de energía durante el embarazo incluye el requerimiento de energía estimada (REE) para la edad, talla y peso corporal materno previo al embarazo: 1) primer trimestre REE + 0 kcal/día, 2) segundo trimestre REE + 320 kcal/día y 3) tercer trimestre REE+ 452 kcal/día (13). Es importante considerar que, actualmente no se recomienda la restricción de energía en el embarazo (10).

Hidratos de carbono

En el embarazo se presenta una hiperplasia de las células beta-pancreáticas, incrementándose así la secreción de insulina y la sensibilidad a la insulina, que progresará a una resistencia ascendente desde el segundo trimestre del embarazo, secundario al aumento de lactógeno placentario humano, hormona del crecimiento (GH), progesterona, cortisol y prolactina, que interfieren con la señalización del receptor de insulina. Esta resistencia a la insulina e hipoglucemia relativa, conducen a lipólisis, preservando la glucosa y los aminoácidos disponibles para el feto, minimizando el catabolismo proteico. Sin embargo, los niveles de glucosa en ayuno disminuyen por el mayor almacenamiento de glucógeno en los tejidos, incremento del uso de glucosa periférica, disminución en la producción de glucosa por el hígado y absorción de glucosa por el feto (1).

La recomendación de ingesta mínima de hidratos de carbono es de 175 g/día (35% en base a 2000 kcal) y de 14 g/1000 kcal de fibra total. Sin embargo, la ingesta recomendable de hidratos de carbono es de 45-64% de la ingesta energética total, la cual debe incluir de 6-9 raciones de granos enteros (14).

Proteínas

En la mujer gestante, el catabolismo de proteínas disminuye a medida que se utilizan las reservas de grasa, a fin de cubrir las necesidades del feto en desarrollo (1), tanto estructurales, como funcionales; así como mantener la homeostasis materna y de prepararla para la lactancia (10). Actualmente, durante el embarazo se recomienda una ingesta de proteínas del 10-25% de la energía total (10), o de 0.88-1.1 g/Kg/día (13). Aunque existen evidencias de que pueda ser mayor (1.2-1.52 g/Kg/día) entre la semana 16 y 36 de gestación (15).

Lípidos

Se muestra una disminución del catabolismo del tejido adiposo durante el embarazo, una mayor producción hepática y una menor actividad de la lipoproteína lipasa (1, 6); resultando en un aumento triple y doble de los triglicéridos séricos y del colesterol total, y colesterol de baja densidad (LDL), respectivamente (6). El aumento de los niveles de triglicéridos satisface las necesidades de energía de la madre, mientras que el aumento del colesterol LDL es importante para la esteroidogénesis placentaria (1). Es de vital importancia garantizar la ingesta dietética de ácidos grasos esenciales: ácido linoleico (18:2 n-6) y ácido alfa-linolenico (18:3 n-3) y sus

derivados, ácido araquidónico (AA), ácido eicosapentaenoico (EPA) y ácido docosahexaenoico (DHA), debido a que son componentes estructurales de las membranas celulares, es cuantitativamente el principal componente del sistema nervioso. Además, necesarios para la formación de tejidos de la madre y del feto en desarrollo (10). La recomendación de ingesta durante el embarazo es de 13 g/día de ácido linoleico y de 1.4 g/día de alfa linolenico (13).

Durante la gestación se almacenan 40,500 Kcal en forma de lípidos (tejido adiposo) (16), por esta razón es necesario que la ingesta sea del 20-35% de la energía en forma de lípidos (PUFAs: 6-11%, Saturados: 10% y MUFAs: por diferencia), esta recomendación no difiere a la de adultas no gestantes (17).

Hierro

El embarazo causa un aumento en el requerimiento de hierro, no solo para la síntesis de hemoglobina sino también para el feto y la producción de ciertas enzimas (1). El desarrollo de la placenta y del feto requiere ~360 mg de Fe, mientras que la expansión de la masa de glóbulos rojos 450 mg de Fe adicionales. Por lo tanto, se debe adquirir ~1 g de hierro durante el embarazo para preservar el equilibrio materno de hierro y apoyar el desarrollo fetoplacentario (7), por lo que los requerimientos de hierro se estiman en 27 mg/día (13).

Se recomienda la suplementación con 30 a 60 mg/día de hierro elemental (equivalente a 300 mg sulfato ferroso heptahidratado, 180 mg fumarato ferroso o 500 mg de gluconato ferroso), como estrategia para evitar la anemia materna por deficiencia de hierro (18, 19), esto además contribuye a prevenir sepsis puerperal, bajo peso al nacer y el nacimiento prematuro. Adicionalmente, la OMS, recomienda que las embarazadas tomen lo antes posible ácido fólico (20).

Folatos

El folato (ácido fólico) funciona como una coenzima en las transferencias de un carbono durante los ciclos de metilación y, por lo tanto, es integral para la síntesis de ADN y neurotransmisores. También está involucrado en el metabolismo de los aminoácidos, la síntesis de proteínas y la multiplicación celular, por lo que es particularmente importante durante las etapas embrionarias y fetales del embarazo, donde hay una rápida división celular y crecimiento de tejidos (10), interviene en la eritropoyesis, metilación de lípidos, formación de mielina, proteínas y en la producción de metionina a partir de homocisteína (21). En el embarazo hay un incremento de 10 a 20 veces en los requerimientos de folato (1).

Las concentraciones de folato generalmente disminuyen durante la gestación, probablemente debido a la mayor demanda para facilitar el aumento del volumen sanguíneo, los cambios hormonales y el desarrollo de órganos fetales y uteroplacentarios (10). La deficiencia de folatos (vitamina B9), además de la anemia, se asocia

también con defectos del tubo neural en el feto (19), labio leporino, cardiopatía congénita, abortos espontáneos y niveles elevados de homocisteína, pudiendo ser la causa de efectos teratogénicos, desprendimiento prematuro de placenta y preeclampsia (21).

Se recomienda la suplementación con 600 µg/día de ácido fólico a toda embarazada, idealmente 3 meses previos al embarazo (18) y 2800 µg de ácido fólico una vez a la semana si la toma diaria de hierro no es aceptable debido a los efectos secundarios (19). De forma no convencional (se requiere evaluación previa) se sugiere administrar dosis altas (5 mg/día) en caso de: embarazo previo con feto con defecto del tubo neural, antecedente familiar de defectos del tubo neural, uso de fármacos con efecto antifolato (anticonvulsivos), mutaciones genéticas en la vía metabólica del ácido fólico o sus receptores, diabetes mellitus 1 o 2 mal controlada, pobre ingesta dietaria de ácido fólico, tabaquismo activo o pasivo, antecedente de anticonceptivos orales, enfermedad celiaca o enfermedad de Crohn (18).

Vitamina A

La vitamina A es una vitamina liposoluble derivada de retinoides preformados o carotenoides provitamínicos. Sus funciones fisiológicas incluyen la formación de rodopsina para la visión ocular, crecimiento, metabolismo óseo, función inmune y transcripción génica, así como actividad antioxidante (carotenoides) (10). Durante el embarazo apoya el crecimiento y el mantenimiento de los tejidos en el feto, proporciona reservas fetales y ayuda en el metabolismo materno (10). La deficiencia de vitamina A durante el embarazo afecta a cerca de 19 millones de embarazadas en el mundo (19), está relacionada con ceguera nocturna, xeroftalmia, parto prematuro, bajo peso al nacer y desprendimiento prematuro de placenta (21).

Las mujeres embarazadas tienen un requerimiento basal de 370 µg/día (10) y se recomienda una ingesta diaria de 770 µg/día (13). En México, se sugiere una ingesta de vitamina A como b-carotenos, para la prevención de ceguera nocturna y anemia materna, limitando la ingesta de retinol debido a su efecto teratogénico (18). Por otro lado, la OMS recomienda la toma de un suplemento de vitamina A en zonas donde el déficit de vitamina A es un problema grave de salud pública (19).

Calcio

En el embarazo, el calcio se transporta activamente a través de la placenta y aumentan las demandas maternas, particularmente durante el tercer trimestre. Una absorción y utilización más eficiente del calcio ocurre naturalmente durante el embarazo a través de adaptaciones fisiológicas como: mayor absorción de calcio estimulada por vitamina D, estrógeno, lactógeno y prolactina y una mayor retención de calcio por los túbulos renales (10). La mayor parte del calcio que se transfiere al feto, ocurre durante el tercer trimestre y se deriva del incremento de la 1,25-dihidroxitamina D (1,25(OH)₂D), que aumenta su absorción intestinal, misma que se

duplica a partir de las 12 semanas de gestación, lo que permite que en el tejido óseo materno se almacene calcio desde etapas tempranas de la gestación (1).

Los niveles de la hormona paratiroidea (PTH) disminuyen aproximadamente un 50% en el segundo y tercer trimestre a medida que aumentan los niveles de péptido relacionado con la hormona paratiroidea (PTHrP), el principal mediador hormonal de la homeostasis del calcio en el embarazo, se produce principalmente por la placenta y los picos en el tercer trimestre, e imita el efecto de la PTH en los riñones y los huesos (6).

La baja ingesta materna de calcio puede contribuir a la osteopenia, parestesia, calambres musculares, tétanos y temblor en la madre, así como a un retraso en el crecimiento, bajo peso al nacimiento, pobre mineralización fetal (10), así como prematuridad (21). La carencia de calcio se ha asociado con mayor riesgo de enfermedad hipertensiva del embarazo y preeclampsia (10, 19, 21). Las necesidades de calcio son de aproximadamente 1.2 g/día, mismas que pueden satisfacerse con la dieta (10). Se recomienda la suplementación con 1 g/día de calcio cuando la ingesta dietética es baja (≤600 mg/día) (18).

Zinc

El zinc es un componente catalítico importante de más de 200 enzimas y un componente estructural de varios nucleótidos, proteínas y hormonas. Participa en la síntesis de proteínas y el metabolismo de los ácidos nucleicos, así como la división celular, la expresión génica, las defensas antioxidantes, la visión y la función neurológica e inmune. Se estima que el 82% de las mujeres embarazadas tienen ingestas de zinc inadecuadas y que las mujeres embarazadas y lactantes consumen ~ 9.6 mg/día de zinc, muy por debajo de la ingesta recomendada de 11 mg/día durante todo el embarazo (13).

La deficiencia de zinc en el embarazo se ha asociado con: parto prolongado, nacimientos prematuros y posparto, retraso del crecimiento intrauterino, bajo peso al nacer e hipertensión inducida por el embarazo (10), así como inmunidad deteriorada (10, 19). Raramente la deficiencia severa puede conducir a malformaciones congénitas y pérdida del embarazo (10). Solo se recomienda la suplementación de zinc bajo condiciones de deficiencia graves en la madre (19).

Vitamina C

La vitamina C se transporta activamente a través de la placenta y está involucrada en la síntesis de colágeno, participa en la movilización de las reservas de hierro y mejora de la absorción de hierro en la dieta, por lo que puede ayudar a prevenir la anemia megaloblástica y la anemia por deficiencia de hierro (10); sin embargo, el zinc, el hierro y otros suplementos minerales pueden competir por la absorción, por lo que sus consecuencias para la salud no son claras (19).

Su deficiencia se ha relacionado con preeclampsia, parto prematuro, crecimiento intrauterino retardado, mayor riesgo de infecciones y anemia materna (21). Las recomendaciones de ingesta durante el embarazo son de 85 mg/día (13).

Vitamina E

Representa ocho compuestos de origen vegetal solubles en grasa: cuatro tocoferoles y cuatro tocotrienoles (alfa, beta, gamma y delta), es el alfa-tocoferol la forma biológicamente más activa. Funciona en sinergia con la vitamina C para promover las defensas antioxidantes del organismo humano contra el estrés oxidativo.

Su déficit se ha asociado con retardo del crecimiento intrauterino, rotura prematura de membranas y preeclampsia (21). Durante el embarazo se recomienda el consumo de 15 mg/día de alfa-tocoferol (13).

Yodo

Es un nutriente esencial para regular el crecimiento, el desarrollo y el metabolismo a través de la biosíntesis de las hormonas tiroideas, incluida la T3 y T4 (10), por lo que es indispensable para el correcto desarrollo cerebral y mental, así como en la maduración ósea, pulmonar y cardiaca a lo largo de la vida fetal y neonatal, ya que el feto depende del suministro de hormonas tiroideas maternas, siendo la etapa más crítica del desarrollo cerebral las primeras 10-12 semanas (21). Debido al transporte activo de yodo de la madre a la UFP y al aumento de la excreción de yodo en la orina, el embarazo se asocia con una deficiencia relativa de yodo (1, 6).

Su deficiencia se relaciona con mayor riesgo de aborto espontáneo, anomalías congénitas, alteraciones irreversibles en el desarrollo cerebral y neurológico fetal y neonatal (21, 22), mortalidad perinatal, crecimiento intrauterino retardado, cretinismo, sordomudez, estrabismo e hipertiroidismo posparto y neonatal (21). Se recomienda una ingesta dietaria de 220 µg/día para mujeres embarazadas residentes de lugares con programas universales de yodación de la sal (13).

Vitamina D

En el embarazo, el feto depende completamente de las reservas maternas de vitamina D para su desarrollo, por lo que los niveles de 1,25(OH)₂D aumentan gradualmente desde el embarazo temprano, alcanzando niveles que serían tóxicos para mujeres no embarazadas. La vitamina D participa en el mantenimiento de la homeostasis del calcio y la integridad ósea, el metabolismo de la glucosa, la angiogénesis, la inflamación, la función inmune y en la regulación de la transcripción y expresión génica (10).

Se estima que el 40-98% de las mujeres embarazadas tienen deficiencia de vitamina D en el mundo (10). Su deficiencia se relaciona con: preeclampsia, diabetes gestacional, parto prematuro, retardo del crecimiento intrauterino, raquitismo neonatal y nacidos pequeños

para la edad gestacional (10, 21). La recomendación de ingesta durante la gestación es de 50 µg/día (13).

Otros micronutrientes

A pesar de que existe un aumento en el requerimiento de vitamina B12 (1) y de vitamina B6, actualmente no existe suficiente evidencia para establecer su administración regular mediante suplementos (21). En el mismo sentido, durante el embarazo, no se recomienda la suplementación rutinaria de: vitamina E, vitamina C ni vitamina D para mejorar los resultados maternos y perinatales (18, 19). Sin embargo, en México, la suplementación con multivitamínicos se recomienda a mujeres: con bajo peso, antecedente de uso de sustancias ilícitas, fumadoras, vegetarianas y con gestación múltiple. No obstante, debe evitarse la ingesta de más de un suplemento vitamínico (18) y garantizar la ingesta de nutrientes a través de la dieta.

3. Aspectos nutricionales de la atención prenatal

Durante la gestación, las mujeres pueden desarrollar deficiencia de vitaminas y minerales, debido a las demandas fisiológicas del embarazo, principalmente de ácido fólico (especialmente durante el primer trimestre), vitamina D, yodo, hierro, magnesio, colina, carotenoides y ácidos grasos omega-3. La deficiencia de vitaminas liposolubles, incluidas A y D, pone a la futura madre en riesgo de ceguera nocturna y un mayor riesgo de resultados adversos del embarazo, como preeclampsia o nacidos pequeños para la edad gestacional (9). El déficit nutricional durante el embarazo puede determinar un incremento en la morbilidad materno-fetal (12). Por lo que las mujeres embarazadas pueden beneficiarse de la orientación de los profesionales de la salud para promover ingestas óptimas (9).

Idealmente, mejorar la nutrición de las mujeres y los comportamientos relacionados con el peso deberían comenzar durante la adolescencia y los primeros años reproductivos; la atención previa a la concepción, o como última opción al inicio del embarazo, el cual es un impulso para que las mujeres cambien comportamientos no saludables (23). La mala nutrición tiene el potencial de afectar negativamente la salud de las madres y los productos en gestación, contribuyendo a los malos resultados maternos y de sus infantes (24).

La asistencia prestada por profesionales de salud capacitando a las adolescentes y mujeres embarazadas, con el objeto de garantizar las mejores condiciones de salud para la madre y el feto durante el embarazo, es decir, la atención prenatal, implica: el reconocimiento de los riesgos; la prevención y el tratamiento de las enfermedades relacionadas con el embarazo o las comorbilidades; y la promoción de la educación para la salud nutricional (19). Ésta representa una oportunidad única de llegar a un gran número de mujeres sanas, con la posibilidad de influir en la salud de la próxima generación (12), ya que la naturaleza modificable de la nutrición materna durante los períodos sensibles,

potencialmente ofrece oportunidades de intervención (11).

En México, el control prenatal involucra consultas médicas una vez por mes hasta el parto, desde el primer mes de embarazo, a fin de identificar complicaciones y establecer medidas preventivas oportunas de acuerdo con la situación de la embarazada, ya que las necesidades de cada mujer deben ser evaluadas desde la primera cita y revalorarse en cada una de las consultas que reciban durante el control prenatal; entre estas necesidades se encuentran las concernientes con prevención, tamizaje, tratamiento y vigilancia de malnutrición, carencia de vitaminas y micronutrientes; así como la prevención sistemática de enfermedades carenciales como la anemia (18).

Es necesaria la capacitación bien fundamentada de los profesionales de salud, que incluya una orientación normalizada sobre nutrición, basada en evidencia (19), a fin de brindar asesoramiento a las embarazadas, información sobre la importancia de una alimentación saludable para que se mantengan sanas y no aumenten o bajen de peso en el embarazo, apoyar a las mujeres con estrategias de actividad física adecuadas a su condición (19, 22); esto podría ser una estrategia para revertir los procesos de programación fetal, al cambiar las intervenciones terapéuticas de la edad adulta a la etapa fetal o infantil, antes de que el fenotipo clínico sea evidente (25).

Muchas de las enfermedades crónicas de alta prevalencia en México, como la diabetes, hipertensión, obesidad y algunas de las enfermedades cardiovasculares se podrían prevenir con una adecuada gestación del feto que se convertirá en adulto.

Referencias

1. Soma-Pillay P, Nelson-Piercy C, Tolppanen H, Mebazaa A. Physiological changes in pregnancy. *Cardiovasc J Afr.* 2016;27(2):89-94.
2. Bhatia P, Chhabra S. Physiological and anatomical changes of pregnancy: Implications for anaesthesia. *Indian J Anaesth.* 2018;62(9):651-7.
3. Tal R, Taylor HS, Burney RO, Mooney SB, Giudice LC. Endocrinology of Pregnancy. In: Feingold KR, Anawalt B, Boyce A, Chrousos G, Dungan K, Grossman A, et al., editors. *Endotext.* South Dartmouth (MA)2015.
4. Chourpiliadi C, Paparodis R. Physiology, Pituitary Issues During Pregnancy. *StatPearls.* Treasure Island (FL)2020.
5. Kepley JM, Mohiuddin SS. Physiology, Maternal Changes. *StatPearls.* Treasure Island (FL)2020.
6. Teasdale S, Morton A. Changes in biochemical tests in pregnancy and their clinical significance. *Obstet Med.* 2018;11(4):160-70.
7. Fisher AL, Nemeth E. Iron homeostasis during pregnancy. *Am J Clin Nutr.* 2017;106(Suppl 6):1567S-74S.
8. Branco M, Santos-Rocha R, Vieira F. Biomechanics of gait during pregnancy. *ScientificWorldJournal.* 2014;2014:527940.
9. Beluska-Turkan K, Korczak R, Hartell B, Moskal K, Maukonen J, Alexander DE, et al. Nutritional Gaps and Supplementation in the First 1000 Days. *Nutrients.* 2019;11(12).
10. Mousa A, Naqash A, Lim S. Macronutrient and Micronutrient Intake during Pregnancy: An Overview of Recent Evidence. *Nutrients.* 2019;11(2).
11. Li M, Francis E, Hinkle SN, Ajarapu AS, Zhang C. Preconception and Prenatal Nutrition and Neurodevelopmental Disorders: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients.* 2019;11(7).
12. Toca Mdel C, Toniatti M, Vecchiarelli C. [Prenatal and postnatal nutrition: long term impact on health]. *Arch Argent Pediatr.* 2015;113(3):248-53.
13. Otten JJ, Hellwig JP, Meyers LD. DRI, dietary reference intakes : the essential guide to nutrient requirements. Washington, D.C.: National Academies Press; 2006. xiii, 543 p. p.
14. Kominiarek MA, Rajan P. Nutrition Recommendations in Pregnancy and Lactation. *Med Clin North Am.* 2016;100(6):1199-215.
15. Elango R, Ball RO. Protein and Amino Acid Requirements during Pregnancy. *Adv Nutr.* 2016;7(4):839S-44S.
16. Crawford MA, Hassam AG, Stevens PA. Essential fatty acid requirements in pregnancy and lactation with special reference to brain development. *Prog Lipid Res.* 1981;20:31-40.
17. Elmadfa I, Kornsteiner M. Fats and fatty acid requirements for adults. *Annals of nutrition & metabolism.* 2009;55(1-3):56-75.
18. CENETEC. Control prenatal con atención centrada en la paciente. Guía de evidencias y Recomendaciones. Guía de práctica clínica. 2017. Available from: <http://www.cenetec.salud.gob.mx/contenidos/gpc/cata/logoMaestroGPC.html#>.
19. OMS. Recomendaciones de la OMS sobre atención prenatal para una experiencia positiva del embarazo 2018 [cited 2020 02-04-2020]. Available from: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/49550/9/789275320334_spa.pdf?ua=1.
20. World Health Organization. Guideline : daily iron and folic acid supplementation in pregnant women.
21. Martinez Garcia RM. Supplements in pregnancy: the latest recommendations. *Nutr Hosp.* 2016;33(Suppl 4):336.
22. Danielewicz H, Myszczyzyn G, Debinska A, Myszkal A, Boznanski A, Hirnle L. Diet in pregnancy- more than food. *Eur J Pediatr.* 2017;176(12):1573-9.

23. Dean SV, Lassi ZS, Imam AM, Bhutta ZA. Preconception care: nutritional risks and interventions. *Reprod Health*. 2014;11 Suppl 3:S3.
24. Bookari K, Yeatman H, Williamson M. Informing Nutrition Care in the Antenatal Period: Pregnant Women's Experiences and Need for Support. *Biomed Res Int*. 2017;2017:4856527.
25. Hsu CN, Tain YL. The Good, the Bad, and the Ugly of Pregnancy Nutrients and Developmental Programming of Adult Disease. *Nutrients*. 2019;11(4).