



- ◆ Trabajo realizado por el equipo de la Biblioteca Digital de la Fundación Universitaria San Pablo-CEU
- ◆ Me comprometo a utilizar esta copia privada sin finalidad lucrativa, para fines de investigación y docencia, de acuerdo con el art. 37 del T.R.L.P.I. (Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual del 12 abril 1996)

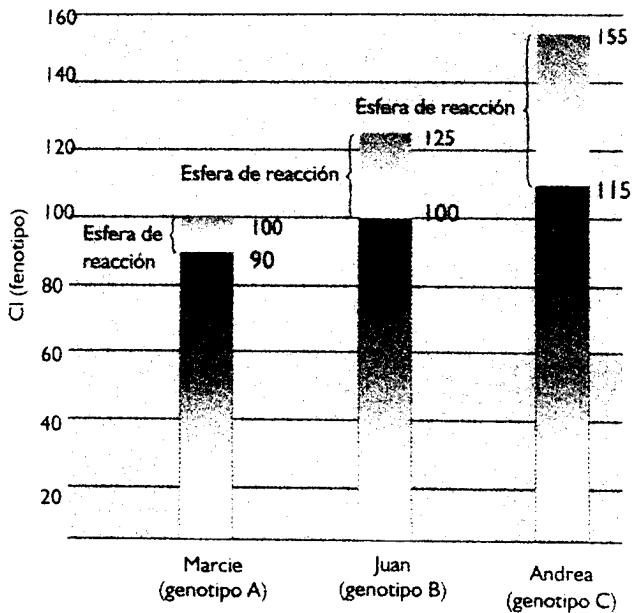


Figura 3-8

Inteligencia y esfera de reacción. Los niños con diferentes genotipos para la inteligencia mostrarán variables esferas de reacción al ser expuestos a un entorno restringido (porción punteada de la barra) o enriquecido (barra completa).

canalización

Limitación en la variación de la expresión de ciertas características hereditarias.

interacción genotipo-entorno

Porción de la variación fenotípica resultante de las reacciones de individuos genéticamente diferentes ante condiciones ambientales similares.

correlación genotipo-entorno

Tendencia de ciertas influencias genéticas y ambientales a fortalecerse entre sí; pueden ser pasivas, reactivas (evocativas) o activas. También se denomina *covariación genotipo-entorno*.

La herencia puede influenciar que una esfera de reacción sea amplia o estrecha. Por ejemplo, un niño que nace con un defecto que produce retardo mental es más capaz de responder a un entorno favorable que un niño nacido con severas limitaciones. Es probable que un niño con una inteligencia natural normal tenga un CI más elevado si crece en un entorno hogareño y escolar enriquecido que si crece en uno más restrictivo; pero un niño con una mayor capacidad natural probablemente tendrá una esfera de reacción mucho más amplia (véase figura 3-8).

La metáfora de la **canalización** ilustra cómo la herencia limita el alcance del desarrollo de algunos rasgos. Después de una fuerte tormenta, el agua lluvia que ha caído sobre el pavimento ha de ir a algún lugar. Si la calle tiene huecos, el agua cae allí. En cambio, si se han excavado profundos canales a lo largo de las orillas de la calle, el agua fluirá hacia ellos. Algunas características humanas como el color de los ojos están tan firmemente programadas por los genes, que se dice que están altamente canalizadas: existen pocas posibilidades de variar su expresión.

Algunos comportamientos también pueden desarrollarse a lo largo de canales genéticamente "excavados"; se requiere un cambio extremo en el entorno para alterar su curso. Según parece, los comportamientos que dependen ampliamente de la maduración se manifiestan cuando

el niño está listo. Los bebés normales siguen una secuencia característica del desarrollo motor: gatean, caminan y corren, en ese orden, en ciertas edades aproximadas. Sin embargo, este desarrollo no está completamente canalizado; la experiencia puede afectar su ritmo y tiempo.

La cognición y la personalidad están más sometidas a variaciones en la experiencia: las clases de familias en las cuales crecen los niños, los colegios a los que asisten y las personas que conocen. Consideremos el lenguaje. Antes de que los niños puedan hablar, deben alcanzar cierto nivel de maduración neurológica y muscular. Ningún niño de seis meses podría decir una frase, sin importar qué tan enriquecida sea su vida doméstica. No obstante, el entorno sí juega parte importante en el desarrollo del lenguaje. Si los padres estimulan los primeros sonidos de los bebés hablándoles, es probable que los niños comiencen a hablar más pronto que si ignoran su vocalización inicial. La herencia, entonces, establece la base para el desarrollo aunque el entorno afecta la forma de la estructura y el ritmo al cual avanza la construcción.

Interacción genotipo-entorno

Mientras la esfera de reacción y la canalización afectan la expresión del mismo rasgo *hereditario* bajo distintas condiciones ambientales, la **interacción genotipo-entorno** se refiere al efecto de las condiciones *ambientales* similares sobre individuos genéticamente diferentes. Para utilizar un ejemplo conocido, muchas personas están expuestas al polen y al polvo, pero sólo aquellas con una predisposición genética tienen mayor probabilidad de desarrollar reacciones alérgicas. Por tanto, puede requerirse la interacción de factores hereditarios y ambientales, y no sólo uno u otro, para producir ciertas condiciones.

Correlación genotipo-entorno

El entorno a menudo refleja o consolida las diferencias genéticas. Es decir, ciertas influencias genéticas y ambientales tienden a actuar en la misma dirección. Esto se denomina **correlación genotipo-entorno**, o *covariación genotipo-entorno* y funciona



La aptitud para la música es una de las muchas características transmitidas por los padres a los hijos mediante una combinación de influencias genéticas y ambientales. Este padre que toca el teclado con su hija, puede sentirse más motivado a hacerlo porque ella demuestra interés y aptitud para la música. A su vez, es probable que la placentera experiencia con su padre refuerce en la niña su natural inclinación hacia la música.

en tres sentidos para fortalecer la expresión fenotípica de una tendencia genotípica (Bergeman y Plomin, 1989; Scarr, 1992; Scarr y McCartney, 1983):

- *Correlaciones pasivas*: generalmente los progenitores, quienes aportan los genes que predisponen a un niño a un rasgo, también suministran el entorno que estimula el desarrollo de ese rasgo. Por ejemplo, es probable que un padre músico cree un entorno familiar en el cual la música se escuche regularmente, dé a su hijo clases de música y lo lleve a eventos musicales. Si el niño heredó el talento musical del progenitor, su musicalidad reflejará una combinación de influencias genéticas y ambientales. Este tipo de correlación se denomina *pasiva* porque el niño no la controla; es más aplicable a los niños pequeños cuyos padres, fuente de su legado genético, tienen además un gran control sobre sus experiencias tempranas.
- *Correlaciones reactivas o evocativas*: los niños con diversas constituciones genéticas despiertan respuestas diferentes en los adultos. Los padres pueden realizar un esfuerzo especial para ofrecer experiencias musicales a un hijo que demuestra interés y capacidad para la música. Esta respuesta, a su vez, fortalece la inclinación genética del niño hacia la misma.
- *Correlaciones activas*: a medida que los niños se hacen mayores y gozan de mayor libertad para escoger sus propias actividades y entornos, seleccionan activamente o crean experiencias acordes con sus tendencias genéticas. Un niño con talento musical probablemente buscará amigos músicos, tomará clases y asistirá a conciertos. Un niño tímido probablemente pasará mayor tiempo realizando actividades solitarias que uno extrovertido. Esta tendencia a buscar entornos compatibles con el propio genotipo se denomina **elección del nicho**; esto ayuda a explicar por qué los gemelos idénticos criados separadamente tienden a ser bastante similares.

elección del nicho

Tendencia de una persona, especialmente después de la niñez temprana, a buscar entornos compatibles con su genotipo.

¿Por qué son tan diferentes los hermanos? El entorno no compartido

Aunque dos hijos en la misma familia pueden tener un sorprendente parecido físico, los hermanos tienden más a ser diferentes que similares en su intelecto y especialmente en su personalidad (Plomin, 1989). Una razón, por supuesto, pueden ser las diferencias genéticas, las cuales los llevan a responder en forma distinta en un entorno similar. Un niño con un CI alto puede sentirse más estimulado por una habitación llena de libros y rompecabezas que uno con un CI considerablemente más bajo —un ejemplo de la interacción genotipo-entorno. Sorprendentemente, sin embargo, el mismo entorno familiar parece hacer que los hermanos sean más

efectos ambientales no compartidos

El entorno exclusivo en que crece cada hijo, compuesto por influencias distintas o que afectan a un hijo en forma diferente de otro.

disímiles; de hecho, ¡tan diferentes como dos niños que no tienen relación alguna! Aparentemente, las experiencias que afectan profundamente el desarrollo no son aquellas que son similares para todos los hijos en una familia sino aquellas que son diferentes (Plomin y Daniels, 1987).

Estos **efectos ambientales no compartidos** son resultado del entorno exclusivo en el cual crece cada niño en una familia. ¿Qué factores contribuyen a este entorno no compartido? Uno es la composición familiar; las diferencias entre las experiencias de los niños y las niñas o entre aquellos que nacen primero y los que nacen posteriormente. Otra es la manera como los padres y los hermanos tratan a cada niño. Ciertos eventos, como las enfermedades y los accidentes, así como las experiencias fuera del hogar (por ejemplo, con maestros y pares) afectan a un hijo y no a otro. Mientras la herencia es responsable de la mayor parte de la similitud entre los hermanos, el entorno no compartido es responsable de la mayor parte de la diferencia. De hecho, la investigación a lo largo del ciclo vital sugiere que la mayor variabilidad en los rasgos del comportamiento en la población total es ambiental, pero de tipo no compartido (McClern *et al.*, 1997; Plomin, 1996; Plomin y Daniels, 1987; Plomin, Owen y McGuffin, 1994).

Las correlaciones genotipo-entorno pueden jugar un papel importante en el entorno no compartido. Las diferencias genéticas de los hijos pueden hacer que los padres y los hermanos reaccionen ante ellos en forma desigual y los traten de modo distinto; los genes pueden influir en cómo los hijos perciben y responden a ese tratamiento y cuál será su resultado. Los niños también moldean sus propios ambientes por las decisiones que toman, lo que hacen y con quién, y su composición genética influye en estas decisiones. En otras palabras, "los genes guían las experiencias" (Scarr y McCartney, 1983, p. 425). Un niño que ha heredado un talento artístico puede pasar gran parte del tiempo aislado creando "obras maestras", mientras un hermano con una inclinación atlética pasa más tiempo jugando pelota con otros niños. De este modo, no sólo las capacidades de los pequeños (digamos, para la pintura o el fútbol) se desarrollan de manera distinta, sino que sus vidas sociales también serán disímiles. Estas diferencias tienden a acentuarse a medida que los niños crecen y tienen más experiencias fuera de la familia (Bergeman y Plomin, 1989; Bouchard, 1994; Plomin, 1990, 1996; Plomin *et al.*, 1994; Scarr, 1992; Scarr y McCartney, 1983).

EVALUACIÓN

¿Puede usted...

- ✓ explicar y dar por lo menos un ejemplo de la esfera de reacción, canalización, interacción genotipo – entorno y correlación genotipo – entorno?
- ✓ mencionar tres clases de influencias que contribuyen a los efectos ambientales no compartidos?
- ✓ explicar el significado de la expresión "los genes guían las experiencias"?

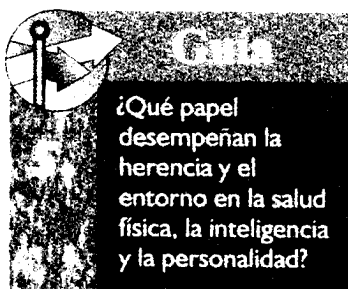
Algunas características influenciadas por la herencia y el entorno

Mientras tenemos en mente lo complejo que resulta descifrar las influencias de la herencia y el entorno, observemos más de cerca sus papeles en la producción de ciertas características.

Rasgos físicos y fisiológicos

Generalmente los gemelos homocigóticos no sólo se parecen; además son más concordantes que los heterocigóticos en sus riesgos de sufrir trastornos médicos como hipertensión (presión arterial elevada), enfermedad cardíaca, apoplejía, artritis reumatoidea, úlcera péptica y epilepsia (Brass, Isaacsohn, Merikangas y Robinette, 1992; Plomin *et al.*, 1994).

La **obesidad**, es decir, el sobrepeso extremo, variadamente definido en la niñez como un índice de masa corporal (comparación entre el peso y la talla) a nivel de los percentiles 85 ó 95 o por encima de éstos para la edad y sexo, es una condición multifactorial. Los estudios de gemelos, los estudios de adopción y otras investigaciones sugieren que hasta 80% del riesgo de obesidad es genético (Leibel, 1997). En el mapa genético, cerca de 200 genes y otros marcadores genéticos han sido asociados con la obesidad hasta ahora (Pérusse, Chagnon, Weisnagel y Bouchard, 1999). Sin embargo, la clase y la cantidad de alimento ingerido en un hogar en particular o por un determinado grupo étnico o social, y la cantidad fomentada de ejercicio, pueden aumentar o disminuir la probabilidad de que una



¿Qué papel desempeñan la herencia y el entorno en la salud física, la inteligencia y la personalidad?

obesidad

Sobrepeso extremo en relación con la edad, el sexo, la talla y el tipo corporal; en ocasiones se define como un índice de masa corporal (peso para la talla) en los percentiles 85 ó 95 o por encima de éstos, de las curvas de crecimiento para los niños de igual edad y sexo.

persona se convierta en obesa. El rápido incremento de la prevalencia del trastorno en los países occidentales parece ser consecuencia de la interacción entre una predisposición genética y un inadecuado ejercicio (Leibel, 1997; véase capítulo 9).

Al parecer, nuestros días sobre la tierra están considerablemente señalados por nuestros genes. En un estudio, los niños adoptados cuyos padres biológicos habían fallecido antes de los 50 años de edad tuvieron una probabilidad dos veces mayor de morir jóvenes que los niños adoptados cuyos padres biológicos habían superado esa edad (Sorensen, Nielsen, Andersen y Teasdale, 1988). No obstante, la buena salud y la práctica de ejercicio pueden aumentar la longevidad contrarrestando la predisposición a ciertas dolencias, como el cáncer y la enfermedad cardíaca.

Inteligencia

La herencia parece ejercer una fuerte influencia en la inteligencia general y también sobre capacidades específicas (McClearn *et al.*, 1997; Plomin *et al.*, 1994). La transmisibilidad del CI por lo general se estima en 0.50, lo que significa que los genes son responsables de aproximadamente la mitad de la variación de la inteligencia en una población. Sin embargo, la experiencia también cuenta; un entorno enriquecido o empobrecido puede afectar en forma sustancial el desarrollo y la expresión de la capacidad innata (Neisser *et al.*, 1996). Aparentemente, muchos genes, cada uno de los cuales produce su propio pequeño efecto, se combinan para establecer una variedad de posibles reacciones a una diversidad de probables experiencias (Scarr, 1997a; Weinberg, 1989; remítase a la figura 3-8).

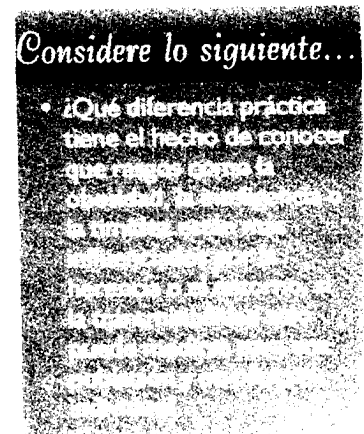
Un análisis de 212 estudios (Devlin, Daniels y Roeder, 1997) señala el impacto del primer entorno: el vientre. Según este análisis, el entorno prenatal puede ser responsable hasta de 20% de la similitud del CI entre los gemelos y de 5% en los hermanos no gemelos (quienes ocupan el mismo útero en diferentes momentos), reduciendo la transmisibilidad del CI hasta por *debajo* de 50%. Estos hallazgos sugieren que la influencia de los genes sobre la inteligencia puede ser más débil de lo que se pensó anteriormente mientras la influencia del entorno prenatal puede ser más fuerte, lo que destaca la importancia de un entorno prenatal sano. La posibilidad de que la intervención prenatal pudiera elevar el CI promedio de la población es fascinante. Sin embargo, aún no está claro cuáles aspectos del entorno prenatal son más influyentes.

Personalidad

Algunos aspectos específicos de la personalidad parecen ser heredados, al menos en parte. Los análisis de cinco grandes agrupaciones de rasgos presentados en el capítulo 14 —extroversión, nerviosismo, escrupulosidad, conformismo y disposición a experimentar— sugieren una transmisibilidad de cerca de 40%. Dejando de lado las variaciones atribuibles a los errores en la medición se obtiene una transmisibilidad cercana al 66% para estos grupos de rasgos (Bouchard, 1994).

El temperamento (analizado en detalle en el capítulo 6) parece ser principalmente innato y a menudo se afirma con el paso de los años, aunque puede responder a experiencias especiales o al manejo de los padres (A. Thomas y Chess, 1984; A. Thomas, Chess y Birch, 1968). Un estudio de observación de 100 parejas de hermanos de 7 años de edad (la mitad de ellos hermanos adoptivos y la mitad hermanos biológicos) encontró influencias genéticas significativas en cuanto a la actividad, la sociabilidad y la emocionalidad (Schmitz, Saudino, Plomin, Fulker y DeFries, 1996).

Un gran número de investigaciones sugieren fuertemente que la timidez y su opuesto, la audacia, son principalmente innatas y tienden a persistir en la persona a lo largo de su vida. Jerome Kagan, un profesor de psicología de Harvard University, y sus colegas han estudiado longitudinalmente y desde la infancia a cerca de 400 niños (Arcus y Kagan, 1995; DiLalla, Kagan y Reznick, 1994; Garcia-Coll, Kagan y Reznick, 1984; Kagan, 1989, 1997; Kagan, Reznick, Clarke, Snidman y Garcia-Coll, 1984; Kagan, Reznick y Gibbons, 1989; Reznick *et al.*, 1986; Robinson, Kagan, Reznick



y Corley, 1992). La timidez, o lo que estos investigadores denominan la "inhibición ante lo extraño" estuvo altamente presente en aproximadamente 15% de los niños, apareciendo primero en la infancia y persistiendo en la mayoría de los casos hasta por lo menos los primeros años de la adolescencia. Otro 10 a 15% de los niños fueron inusualmente tranquilos (se sentían cómodos en situaciones extrañas). Estas características de la personalidad estuvieron asociadas con signos fisiológicos, como la actividad hormonal y cerebral, los cuales pueden brindar indicios sobre la transmisibilidad de los rasgos.

Aunque las investigaciones analizadas hasta ahora brindan firme evidencia de las influencias genéticas sobre la personalidad, esta evidencia es indirecta. Actualmente los científicos han comenzado a identificar los genes directamente ligados a rasgos específicos de la personalidad. Se ha encontrado que uno de estos genes juega un papel en el *nerviosismo*, un grupo de rasgos que involucra la ansiedad, la cual puede contribuir a la depresión. Se estima que otros 10 a 15 genes también pueden estar implicados en la ansiedad (Lesch *et al.*, 1996).

Psicopatología

Existe evidencia de una firme influencia hereditaria en la esquizofrenia, el autismo, el alcoholismo y la depresión (estos dos últimos se analizan más adelante en este libro). Todos tienden a transmitirse en familias y a mostrar mayor concordancia entre los gemelos homocigóticos que entre los heterocigóticos. Sin embargo, la herencia por sí sola no produce tales trastornos; una tendencia hereditaria puede ser desencadenada por factores ambientales.

La **esquizofrenia**, trastorno caracterizado por la pérdida del contacto con la realidad y síntomas como alucinaciones y delirios, parece tener un firme componente genético. El riesgo de esquizofrenia es diez veces mayor entre los hermanos y los descendientes de esquizofrénicos que en la población general; los estudios de gemelos y de adopción sugieren que este riesgo incrementado proviene de los genes y no de entornos compartidos. Se estima que la contribución genética oscila entre 63 y 85% (McGuffin, Owen y Farmer, 1995).

Empero, dado que no todos los gemelos homocigóticos son concordantes para la enfermedad, su causa no puede ser puramente genética. Los estudios cogemelares sugieren que una infección viral prenatal, transmitida por la sangre compartida por los gemelos univitelinos, puede jugar un papel fundamental (Phelps *et al.*, 1997). En un estudio sobre la incidencia de la esquizofrenia en la totalidad de las personas nacidas en Dinamarca entre 1935 y 1978, la historia familiar estuvo asociada con el más alto riesgo de padecer la enfermedad, aunque el lugar de nacimiento también estableció una diferencia. Las personas nacidas en áreas urbanas tenían mayor posibilidad de ser esquizofrénicas que aquellas nacidas en áreas rurales, quizá debido a la mayor probabilidad de complicaciones en el nacimiento y de exposición a infecciones durante el embarazo y la niñez (Mortenson *et al.*, 1999).

El **autismo** hace parte de un grupo de severos *trastornos comprensivos del desarrollo*; se caracteriza por la ausencia de sociabilidad normal, compromiso de la comunicación y una serie estrecha, limitada, de comportamientos repetitivos y a menudo obsesivos como girar, mecerse, sacudir las manos o golpearse la cabeza. Se desarrolla durante los primeros dos y medio años de vida, principalmente en los varones y continúa en grado variable a lo largo de ésta (American Psychiatric Association [APA], 1994).

Es posible que un bebé autista no advierta las señales emotivas de otras personas (Sigman, Kasari, Kwon y Yirmiya, 1992) y puede rehusar ser abrazado y establecer contacto visual. Aproximadamente tres de cada cuatro niños autistas tienen retardo mental (APA, 1994), aunque a menudo se desempeñan bien en las pruebas de habilidades de manipulación y visoespeciales y pueden realizar proezas mentales inusuales como memorizar horarios ferroviarios enteros.

esquizofrenia

Trastorno mental caracterizado por la pérdida de contacto con la realidad; los síntomas incluyen alucinaciones y delirios.

autismo

Trastorno comprensivo del desarrollo caracterizado por la ausencia de sociabilidad normal, deterioro de la comunicación y comportamientos repetitivos y obsesivos.

El autismo es un trastorno biológico del funcionamiento cerebral (Rapin, 1997). Parece tener una firme base genética; la concordancia entre gemelos homocigóticos es mayor de 90% en comparación con 5 a 10% entre los heterocigóticos del mismo sexo (Bailey, Le Couteur, Gottesman y Bolton, 1995). Un gen que regula la serotonina, un químico cerebral, parece estar relacionado con el autismo (Cook *et al.*, 1997).

El autismo no tiene cura conocida pero en ocasiones se produce una mejoría sustancial. Algunos niños autistas pueden aprender a hablar, leer y escribir. La terapia del comportamiento (*véase* capítulo 2) puede ayudarles a aprender habilidades sociales básicas como prestar atención, sostener el contacto ocular, alimentarse y vestirse por sí mismos, lo que puede ser útil para controlar los comportamientos problemáticos. Los medicamentos pueden emplearse para manejar síntomas específicos aunque su beneficio es limitado. Solamente cerca de 5 a 10% de los niños autistas viven de modo independiente cuando crecen; la mayoría de ellos necesitan cierto grado de cuidado a lo largo de sus vidas ("Autism-Part II", 1997; Rapin, 1997).

EVALUACIÓN

¿Puede usted...

- ✓ valorar la evidencia de las influencias genéticas y ambientales sobre la obesidad, la inteligencia y el temperamento?
- ✓ nombrar y describir dos trastornos mentales que muestren una firme influencia genética?

Desarrollo prenatal

Si usted hubiera nacido en China, probablemente celebraríamos su cumpleaños en la fecha estimada de su concepción y no el día de su nacimiento. Esta costumbre oriental reconoce la importancia de la *gestación*, el periodo de aproximadamente 9 meses (o 266 días) de desarrollo entre la concepción y el nacimiento. También los científicos datan la *edad gestacional* a partir de la concepción.

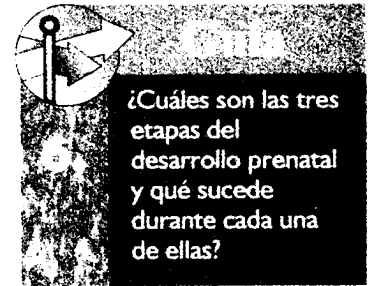
¿Qué convierte a un óvulo fertilizado o *zigoto* en una criatura con una forma y patrón específicos? La investigación sugiere que un grupo identificable de genes es responsable de esta transformación en los vertebrados, incluyendo presumiblemente a los seres humanos. Estos genes producen moléculas denominadas *morfogenes*, las cuales se activan después de la fertilización y comienzan a esculpir brazos, manos, dedos, vértebras, costillas, el cerebro y otras partes corporales (Echelund *et al.*, 1993, Kraus, Concordet e Ingham, 1993; Riddle, Johnson, Laufer y Tabin, 1993). Los científicos también están estudiando el entorno dentro del útero y cómo éste afecta a la persona en desarrollo.

En esta sección seguiremos el curso de la gestación o desarrollo prenatal. Analizaremos los factores ambientales que pueden afectar al ser que se encuentra en desarrollo, valoraremos las técnicas para determinar si éste avanza normalmente y explicaremos la importancia de la atención prenatal.

Etapas del desarrollo prenatal

El desarrollo prenatal ocurre en tres etapas: *germinal*, *embrionaria* y *fetal* (la tabla 3-4 contiene una descripción mes a mes). Durante estas tres etapas de gestación, el cigoto unicelular original se convierte en un *embrión* y posteriormente en un *feto*. Tanto antes como después del nacimiento el desarrollo procede de acuerdo con dos principios fundamentales. El crecimiento y el desarrollo motor se producen desde arriba hacia abajo y desde el centro del cuerpo hacia afuera.

El **principio cefalocaudal** (del latín, "de la cabeza a la cola") establece que el desarrollo avanza desde la cabeza hasta la parte inferior del tronco. La cabeza, el cerebro y los ojos del embrión son los primeros en desarrollarse y son exageradamente grandes hasta que las partes restantes también crecen. A los 2 meses de gestación, la cabeza del embrión ocupa la mitad de la longitud del cuerpo. En el momento del nacimiento, ésta mide sólo la cuarta parte de la longitud corporal aunque sigue siendo excesivamente grande. Según el **principio proximodistal** (del latín, "de cerca a lejos"), el desarrollo avanza desde las partes próximas al centro del cuerpo hacia las distantes. La cabeza y el tronco del embrión se desarrollan antes que las extremidades en tanto que los brazos y piernas lo hacen antes que los dedos de manos y pies.



principio cefalocaudal

Principio según el cual el desarrollo procede en dirección de la cabeza a la cola; es decir, las partes superiores del cuerpo se desarrollan antes que las inferiores.

principio proximodistal

Principio según el cual el desarrollo procede desde dentro hacia afuera; o sea, las partes del cuerpo cercanas al centro se desarrollan antes que las extremidades.

Tabla 3-4 Desarrollo prenatal








Mes	Descripción	
1 mes		<p>Durante el primer mes el crecimiento es mucho más rápido que en cualquier otro momento de la vida prenatal o posnatal; el embrión alcanza un tamaño 10,000 veces mayor que el cigoto. Al concluir el primer mes, mide aproximadamente 12 milímetros de longitud. La sangre fluye a través de sus venas y arterias, las cuales son muy pequeñas. Posee un corazón minúsculo que late 65 veces por minuto. Ya tiene indicios del cerebro, los riñones, el hígado y el tracto digestivo. El cordón umbilical, la línea vital que lo une a la madre, está funcionando. Al mirar detenidamente a través de un microscopio es posible observar en la cabeza las prominencias que eventualmente se convertirán en sus ojos, orejas, boca y nariz. Aún no es posible determinar su sexo.</p>
7 semanas		<p>Al finalizar el segundo mes, el organismo mide menos de 25 mm y pesa solamente un tercio de onza. La cabeza ocupa la mitad de la longitud total del cuerpo. Las partes de la cara están claramente desarrolladas, incluso la lengua y los espacios para los dientes. Los brazos tienen manos, dedos y pulgares y las piernas tienen rodillas, tobillos y dedos. Posee un fino revestimiento cutáneo y huellas dactilares en manos y pies. Las células óseas aparecen aproximadamente a las 8 semanas. Los impulsos cerebrales coordinan la función de los sistemas orgánicos. Los órganos sexuales están en desarrollo: el latido cardíaco es estable. El estómago produce jugos digestivos y el hígado fabrica células sanguíneas. Los riñones eliminan el ácido úrico de la sangre. Ahora la piel es suficientemente sensible y reacciona al estímulo táctil. Al golpear a un feto abortado a las 8 semanas, éste reacciona flexionando su tronco, extendiendo su cabeza y moviendo sus brazos hacia atrás.</p>
3 meses		<p>Al terminar el tercer mes, el feto pesa aproximadamente una onza y mide cerca de 7.5 cm. Tiene uñas en manos y pies, párpados (aún cerrados), cuerdas vocales, labios y una prominente nariz. Su cabeza todavía es grande -aproximadamente la tercera parte de su longitud total- y su frente amplia. Es fácil determinar su sexo. Los sistemas orgánicos se encuentran en funcionamiento de modo que el feto ya puede respirar, deglutir líquido amniótico hacia sus pulmones y expelerlo, y orinar ocasionalmente. Sus costillas y vértebras se han convertido en cartilago. Puede además realizar diversas respuestas especializadas; mover sus piernas, pies, pulgares y cabeza; abrir y cerrar su boca y deglutir. Al tocar sus párpados, cierra los ojos; al contacto con la palma de su mano, cierra parcialmente el puño; al palpar sus labios, succiona y al rozar la planta de su pie, despliega sus dedos. Estos reflejos estarán presentes al nacimiento pero desaparecerán durante los primeros meses de vida.</p>
4 meses		<p>El cuerpo está creciendo y ahora la cabeza ocupa sólo la cuarta parte de la longitud corporal total, la misma proporción que ocupará al momento de nacer. El feto mide 20 a 25 cm y pesa aproximadamente 6 onzas. El cordón umbilical es tan largo como el feto y continuará creciendo con él. La placenta ya se encuentra completamente desarrollada. La madre podrá sentir que el feto empieza a moverse, lo que en algunas sociedades y grupos religiosos es considerado como el comienzo de la vida humana. Las actividades reflejas que aparecieron en el tercer mes son ahora más vigorosas debido al mayor desarrollo muscular.</p>
5 meses		<p>El feto, que ahora pesa entre 12 onzas y 1 libra y mide cerca de 25 cms, comienza a mostrar signos de una personalidad individual. Tiene patrones definidos de sueño y vigilia, una postura favorita en el útero (denominada <i>posición fetal</i>) y se torna más activo, pateo, se estira y arquea e incluso sufre accesos de hipo. Al colocar el oído sobre el abdomen de la madre es posible escuchar el latido cardíaco fetal. Las glándulas sudoríparas y sebáceas están funcionando. El sistema respiratorio aún no es adecuado para mantener la vida fuera del útero; un bebé que nace en este momento generalmente no sobrevive. Han comenzado a crecer las cejas y las pestañas así como un fino cabello en la cabeza mientras un vello lanudo denominado <i>lanugo</i> cubre el cuerpo.</p>
6 meses		<p>La velocidad del crecimiento fetal ha disminuido un poco; al finalizar el sexto mes, el feto mide aproximadamente 35 cm y pesa 1 ¼ de onza. Tiene cojines de grasa debajo de la piel; los ojos están completos y los abre, cierra y mira en todas direcciones. El feto puede oír y empuñar firmemente su mano. Un feto que nace durante el sexto mes tiene aún sólo una ligera probabilidad de sobrevivir, pues el sistema respiratorio no ha madurado. No obstante, algunos fetos de esta edad sobreviven fuera del útero.</p>
7 meses		<p>Al finalizar el séptimo mes, el feto que ahora mide 40 cm y pesa 1,500 a 2,500 gramos, tiene ya patrones reflejos completamente desarrollados. Llora, respira, deglute y puede succionar su pulgar. El lanugo puede desaparecer en este momento o permanecer hasta poco después del nacimiento. Su cabello puede continuar creciendo. Las posibilidades de que un feto que pese más de 1,750 gramos sobreviva son bastante buenas, si recibe atención médica intensiva. Probablemente deberá permanecer en una incubadora hasta alcanzar un peso de 2,500 gramos.</p>

Tabla 3-4 Desarrollo prenatal

Mes	Descripción
8 meses	El feto de 8 meses de edad mide 45 a 50 cm y pesa entre 2,500 y 3,500 gramos. Su espacio se está estrechando, por lo que sus movimientos son más reducidos. Durante este mes y el siguiente, se desarrolla sobre todo su cuerpo una capa de grasa que le permitirá ajustarse a las distintas temperaturas fuera del útero.
9 meses, recién nacido	Aproximadamente un mes antes del nacimiento, el feto deja de crecer, habiendo alcanzado un peso promedio de 3,750 gramos y una longitud cercana a 50 cm, tendiendo los varones a ser un poco más grandes y más pesados que las niñas. Continúan formándose los cojines de grasa, los sistemas orgánicos operan de modo más eficiente, aumenta la frecuencia cardíaca y se elimina una mayor cantidad de desechos a través del cordón umbilical. El color rojizo de la piel se desvanece. Al nacer, el feto habrá permanecido en el útero alrededor de 266 días, aunque la edad gestacional generalmente se calcula en 280 días pues la mayoría de médicos datan el embarazo a partir del último periodo menstrual de la madre.

Nota: Incluso en estas etapas iniciales, los individuos difieren. Las descripciones y los datos presentados corresponden a promedios.

Etapa germinal (desde la fertilización hasta las 2 semanas)

Durante la **etapa germinal**, comprendida entre la fertilización y aproximadamente las 2 semanas de edad gestacional, el cigoto se divide, se torna más complejo y se implanta en la pared del útero (véase figura 3-9).

En las primeras 36 horas después de la fertilización, el cigoto entra en un periodo de rápida división y duplicación celular, o mitosis. Setenta y dos horas después de la fertilización, se ha dividido en 16 a 32 células; un día más tarde posee 64 células. Esta división continúa hasta que la única célula original se ha convertido en los 800 mil millones de células especializadas o más que constituyen el cuerpo humano.

Mientras el óvulo fertilizado se divide, también atraviesa la trompa de Falopio hasta llegar al útero, en un viaje que dura 3 ó 4 días. Su forma cambia para convertirse en una esfera llena de líquido, el **blastocisto**, el cual flota libremente en el útero durante uno o dos días y luego empieza a implantarse en la pared uterina. Cuando comienza la diferenciación celular, algunas células alrededor del borde del blastocisto se agrupan a un lado para formar el **disco embrionario**, una masa celular engrosada

etapa germinal

Primeras 2 semanas de desarrollo prenatal, caracterizadas por la rápida división celular, la creciente complejidad y la diferenciación e implantación en la pared uterina.

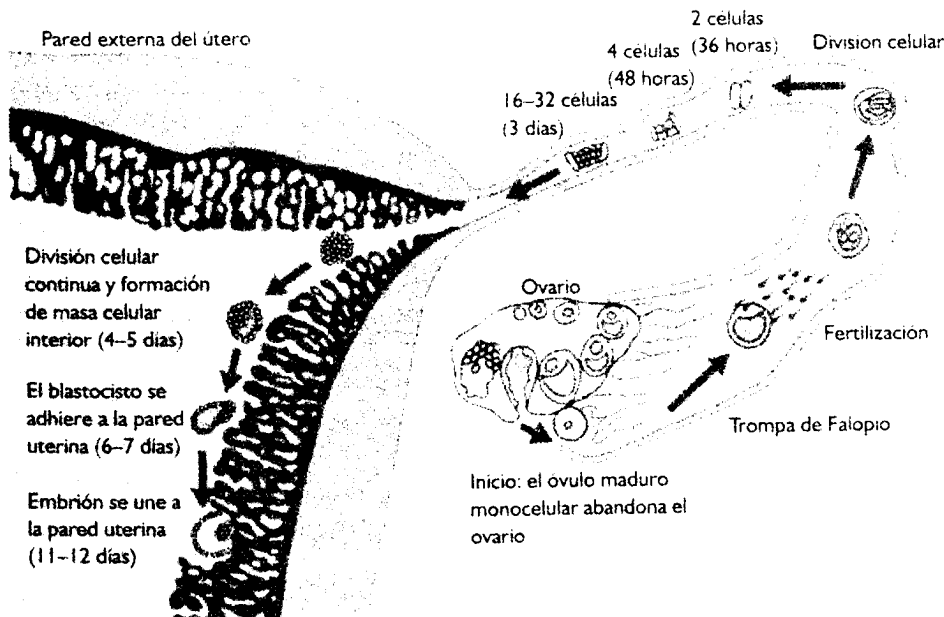


Figura 3-9

Desarrollo inicial de un embrión humano. Este diagrama simplificado muestra el recorrido del óvulo. Tras abandonar el ovario, este es fertilizado en la trompa de Falopio y luego se divide mientras viaja hasta el revestimiento uterino. Convertido en blastocisto, se implanta en el útero donde aumentará en tamaño y complejidad hasta que esté listo para nacer.

a partir de la cual se desarrolla el embrión. Esta masa se diferencia en dos capas. La superior, el *ectodermo*, se convertirá en la capa externa de la piel, uñas, cabello, dientes, órganos de los sentidos además del sistema nervioso incluido el cerebro y la médula espinal. La capa inferior, el *endodermo*, se convertirá en el sistema digestivo, hígado, páncreas, glándulas salivales y sistema respiratorio. Posteriormente se desarrollará una capa intermedia, el *mesodermo*, la cual se diferenciará en la capa interna de la piel, músculos, esqueleto y sistemas excretor y circulatorio.

Otras partes del blastocisto empiezan a convertirse en los órganos que nutrirán y protegerán al bebé en gestación: la *placenta*, el *cordón umbilical* y el *saco amniótico*, con su membrana más externa, el *corion*. La *placenta*, la cual realiza varias funciones importantes, estará conectada al embrión a través del *cordón umbilical*. Por medio de este cordón, la placenta lleva oxígeno y nutrientes al bebé en desarrollo y elimina sus desechos corporales. La placenta también ayuda a combatir la infección interna y proporciona al bebé nonato inmunidad contra varias enfermedades. Produce las hormonas que sostienen la gestación, prepara los senos maternos para la lactancia y eventualmente estimula las contracciones uterinas que expulsarán al bebé del cuerpo de la madre. El *saco amniótico* es una membrana llena de líquido que envuelve al bebé en desarrollo, protegiéndolo y proporcionándole espacio para moverse. El *trofoblasto*, la capa más externa del blastocisto (que se convierte en parte de la placenta), produce minúsculas estructuras similares a hilos que penetran el revestimiento de la pared del útero y permiten que el organismo en desarrollo se aferre ahí hasta que se encuentre completamente implantado en el revestimiento uterino.

Sólo aproximadamente 10 a 20% de los óvulos fertilizados finalizan la crucial tarea de la implantación y continúan su desarrollo. Los investigadores han identificado un gen denominado *Hoxa10*, el cual parece establecer si el embrión se implantará con éxito en la pared uterina (Taylor, Arici, Olive e Igarashi, 1998).

Etapa embrionaria (2 a 8 semanas)

Durante la **etapa embrionaria**, la segunda fase de la gestación, que abarca de las 2 a las 8 semanas aproximadamente, los órganos y principales sistemas corporales (respiratorio, digestivo y nervioso) se desarrollan rápidamente. Éste es un periodo crítico, en el cual el embrión es más vulnerable a las destructivas influencias del entorno prenatal (véase figura 3-10). Las estructuras o sistemas orgánicos que se encuentran aún en desarrollo en el momento de la exposición tienen mayor probabilidad de resultar afectadas. Los defectos que ocurren posteriormente en la gestación pueden ser menos serios.

Los embriones con defectos más severos generalmente no sobreviven más allá del primer *trimestre*, o periodo de tres meses, del embarazo. Un **aborto espontáneo**,

etapa embrionaria

Segunda etapa de la gestación (2 a 8 semanas), caracterizada por el rápido crecimiento y desarrollo de los principales sistemas y órganos corporales.

Semanas después de la concepción

1 2 3 4 5 6 7 8 9 16 20-36 38

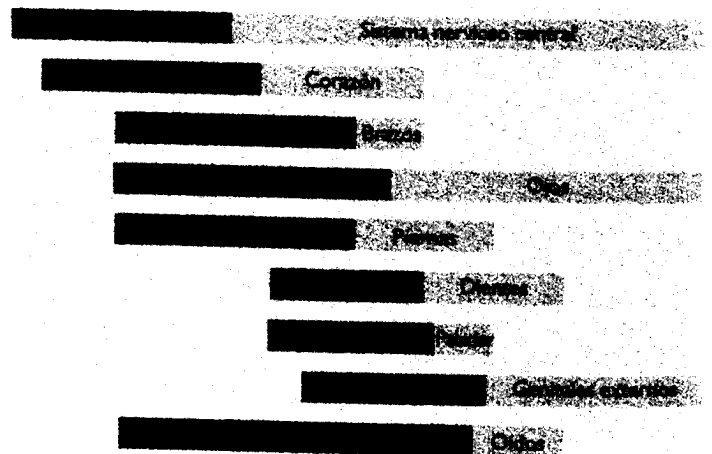


Figura 3-10

Cuándo ocurren los defectos congénitos. Las partes y sistemas corporales son más vulnerables a la lesión cuando se están desarrollando con mayor rapidez (áreas oscuras), generalmente durante el primer trimestre del embarazo. Nota: Los intervalos de tiempo no son todos iguales. (Fuente: J. E. Brody, 1995; datos de March of Dimes.)

comúnmente denominado *fracaso*, es la expulsión del útero de un embrión o feto incapaz de sobrevivir fuera del vientre. La mayoría de abortos son consecuencia de embarazos anormales; aproximadamente 50 a 70% involucran anomalías cromosómicas.

Los varones tienen mayor probabilidad que las mujeres de ser abortados espontáneamente o nacer muertos (*mortinatos*). Por tanto, aunque se conciben aproximadamente 125 varones por cada 100 mujeres —hecho que se ha atribuido a una mayor movilidad del esperma que transporta el cromosoma Y, más pequeño— sólo nacen 106 niños por cada 100 niñas. La mayor vulnerabilidad de los varones continúa después del nacimiento: un mayor número de ellos muere temprano en la vida y en las diversas edades son más susceptibles a múltiples trastornos. Como resultado, en Estados Unidos sólo hay 96 varones por cada 100 mujeres (U.S. Department of Health and Human Services [USDHHS], 1996a). Además, la proporción de varones nacidos parece estar disminuyendo en Estados Unidos, Canadá y varios países europeos, mientras la incidencia de defectos congénitos en los varones está en aumento, lo que quizá refleja los efectos de los contaminantes ambientales (Davis, Gottlieb y Stampnitzky, 1998).

Etapa fetal (desde las 8 semanas hasta el nacimiento)

La aparición de las primeras células óseas alrededor de la octava semana señala la **etapa fetal**, la última de la gestación. Durante este periodo, el feto aumenta aproximadamente 20 veces su longitud previa y los órganos y sistemas corporales se tornan más complejos. Los “últimos toques” como las uñas de las manos y los pies se desarrollan hasta el nacimiento.

Los fetos no son pasajeros pasivos en el vientre de sus madres. Ellos respiran, patean, se dan vuelta, flexionan sus cuerpos, dan saltos mortales, entrecierran los ojos, degluten, empuñan sus manos, sufren hipo y succionan sus pulgares. Las flexibles membranas de las paredes uterinas y el saco amniótico, que circundan al protector líquido amniótico amortiguador, permiten e incluso propician un limitado movimiento.

Los científicos pueden observar el movimiento fetal mediante **ultrasonido**, utilizando ondas sonoras de alta frecuencia para revelar el contorno fetal. Otros instrumentos permiten monitorear la frecuencia cardíaca, los cambios en el nivel de actividad, los estados de sueño y vigilia así como la reactividad cardíaca. En un estudio, los fetos monitoreados entre las 20 semanas de gestación y el final de la gestación tuvieron frecuencias cardíacas cada vez más lentas pero más variables —posiblemente en respuesta al creciente estrés materno por el embarazo— y una mayor respuesta cardíaca a la estimulación. También mostraron una menor aunque más vigorosa actividad, quizá consecuencia de la progresiva dificultad para el movimiento de un feto en crecimiento en un entorno limitado, así como de la maduración del sistema nervioso. En todos estos aspectos del desarrollo fetal parece ocurrir un “salto” significativo entre las 28 y 32 semanas; esto puede ayudar a explicar por qué los bebés que nacen prematuramente en este momento tienen mayor probabilidad de sobrevivir y crecer que aquellos que nacen antes (DiPietro, Hodgson, Costigan, Hilton y Johnson, 1996).

Los movimientos y el nivel de actividad de los fetos muestran marcadas diferencias individuales y sus frecuencias cardíacas varían en ritmo y velocidad. También existe desigualdad entre varones y mujeres. Los fetos varones, cualquiera que sea su tamaño, son más activos a lo largo de la gestación y tienden a moverse más enérgicamente que los fetos de sexo femenino. De este modo, la tendencia de los niños a ser más activos que las niñas puede ser innata, al menos parcialmente (DiPietro, Hodgson, Costigan, Hilton y Johnson, 1996).

Hacia el comienzo de la 12ª semana de gestación, el feto deglute e inhala parte del líquido amniótico en el que flota. Éste contiene sustancias provenientes del torrente sanguíneo materno que cruzan la placenta e ingresan a la propia circulación fetal. Algunas de estas sustancias pueden estimular los incipientes sentidos del gusto y el olfato y contribuir al desarrollo de los órganos necesarios para la

aborto espontáneo

Expulsión natural del útero del producto de la concepción incapaz de sobrevivir fuera del vientre; también denominado *fracaso*.



etapa fetal

Etapa final de la gestación (desde la octava semana hasta el nacimiento), caracterizada por la creciente definición de las partes del cuerpo y un gran tamaño corporal.

ultrasonido o ecografía

Procedimiento médico prenatal que utiliza ondas sonoras de alta frecuencia para detectar el contorno y los movimientos fetales, con el fin de establecer si un embarazo avanza normalmente.

respiración y digestión (Mennella y Beauchamp, 1996a; Ronca y Alberts, 1995; Smotherman y Robinson, 1995, 1996). Las células maduras del gusto aparecen aproximadamente a las 14 semanas de gestación. El sistema olfatorio, que controla el sentido correspondiente, también se desarrolla antes del nacimiento (Bartoshuk y Beauchamp, 1994; Mennella y Beauchamp, 1996a).

Los fetos responden a la voz de la madre, a sus latidos cardíacos y a las vibraciones de su cuerpo, lo que demuestra que pueden oír y sentir. La familiaridad con la voz materna puede tener una función básica de supervivencia: ayudar a los recién nacidos a ubicar la fuente de alimento. Los bebés hambrientos, no importa de qué lado estén sostenidos, buscan el seno en la dirección en la cual escuchan la voz de la madre (Noirot y Algeria, 1983, citado por Rovee-Collier, 1996). Las respuestas al sonido y a la vibración parecen comenzar a las 26 semanas de gestación, aumentan y posteriormente se estabilizan alrededor de las 32 semanas (Kisilevsky, Muir y Low, 1992).

Los fetos parecen aprender y recordar. En un experimento, los bebés de 3 días de nacidos succionaron más el chupo de un biberón que activaba la grabación de un cuento que su madre había leído frecuentemente en voz alta durante las últimas 6 semanas de embarazo que los chupos que activaban las grabaciones de otros dos cuentos. Aparentemente, los bebés reconocían el cuento que habían escuchado mientras estaban en el vientre. Un grupo control, cuyas madres no habían leído cuento alguno antes del nacimiento, respondieron del mismo modo a las tres grabaciones (DeCasper y Spence, 1986). Experimentos similares han revelado que los bebés de 2 a 4 días de nacidos prefieren las secuencias musicales y habladas que escuchaban antes del nacimiento. También prefieren la voz de sus madres a las de otras mujeres, las voces femeninas a las masculinas y la lengua materna a otra (DeCasper y Fifer, 1980; DeCasper y Spence, 1986; Fifer y Moon, 1995; Lecanuet *et al.*, 1995; Moon, Cooper y Fifer, 1993).

¿Cómo sabemos que estas preferencias se desarrollan antes y no después del nacimiento? Los recién nacidos tuvieron la opción de succionar para encender una grabación con la voz de sus madres o una versión "filtrada" de sus voces como podían ser escuchadas dentro del útero. Los bebés succionaron con mayor frecuencia para activar la versión filtrada, lo que sugiere que los fetos desarrollan una preferencia por las clases de sonidos que escuchan antes de nacer (Fifer y Moon, 1995; Moon y Fifer, 1990).

Influencias ambientales: el papel de la madre

Dado que el entorno prenatal es el cuerpo de la madre, prácticamente todo aquello que afecte su bienestar, desde la dieta hasta los estados de ánimo, puede alterar el entorno de su hijo no nacido y afectar su crecimiento.

No todos los peligros ambientales implican igual riesgo para todos los fetos. Ciertos factores que en algunos casos son **teratogénicos** (productores de defectos congénitos) en otros producen escaso o ningún efecto. El momento de exposición a un teratógeno, su intensidad e interacción con otros factores pueden ser importantes (remítase a la figura 3-10).

La vulnerabilidad puede depender de un gen del feto o de la madre. Por ejemplo, los fetos con una variante particular de un gen del crecimiento, denominado *factor alfa transformador del crecimiento*, poseen un riesgo seis veces mayor que otros fetos de desarrollar paladar hendido si la madre fuma mientras está embarazada, y un riesgo casi nueve veces mayor si fuma más de 10 cigarrillos diariamente (Hwang *et al.*, 1995). Las mujeres que no tienen el alelo anormal y fuman por lo menos 20 cigarrillos cada día están en riesgo incrementado de tener bebés con paladar hendido, aunque su riesgo es aún mayor si el gen anormal se encuentra presente (Shaw, Wasserman *et al.*, 1996).

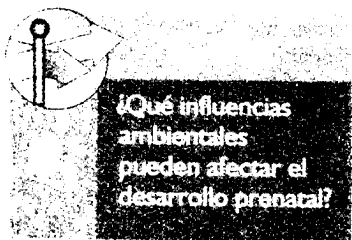
Nutrición

Las mujeres necesitan comer más de lo habitual mientras están embarazadas: generalmente, 300 a 500 calorías más diariamente, incluyendo proteínas adicionales

EVALUACIÓN

¿Puede usted...

- ✓ identificar dos principios que rigen el desarrollo físico y ofrecer ejemplos de su aplicación durante el periodo prenatal?
- ✓ describir cómo un cigoto se convierte en embrión?
- ✓ explicar por qué es más probable que los defectos y los abortos ocurran durante la etapa embrionaria?
- ✓ exponer los hallazgos sobre la actividad fetal, el desarrollo sensorial y la memoria?



teratogénico

Capaz de producir defectos congénitos.

(Winick, 1981). Las mujeres embarazadas que aumentan entre 11 y 23 kilos de peso tienen menor probabilidad de abortar o de procrear hijos muertos o con un peso peligrosamente bajo (Abrams y Parker, 1990).

La malnutrición durante el crecimiento fetal puede producir efectos a largo plazo. En las zonas rurales de Gambia, en África occidental, las personas nacidas durante la estación del "hambre", cuando los alimentos de la cosecha previa escasean seriamente, tienen diez veces mayor probabilidad de morir en la adultez temprana que aquellas nacidas en otros momentos del año (Moore *et al.*, 1997). Los exámenes psiquiátricos de los reclutas alemanes cuyas madres habían estado expuestas a las hambrunas de la guerra durante su embarazo sugieren que las deficiencias nutricionales prenatales severas durante el primero o segundo trimestres afectan al cerebro en desarrollo, aumentando el riesgo de desórdenes antisociales de la personalidad a la edad de 18 años (Neugebauer, Hoek y Susser, 1999).

Las mujeres malnutridas que ingieren suplementos nutricionales durante el embarazo tienden a procrear bebés más grandes, sanos, activos y visualmente alertas (J. L. Brown, 1987; Vuori *et al.*, 1979); y las mujeres con niveles bajos de zinc que consumen diariamente suplementos de este mineral tienen menor probabilidad de que sus bebés nazcan con bajo peso y un perímetro cefálico reducido (Goldenberg *et al.*, 1995). Sin embargo, ciertas vitaminas (incluyendo la vitamina A, B₆, C, D y K) pueden ser nocivas en cantidades excesivas. La deficiencia de yodo, a menos que se corrija antes del tercer trimestre del embarazo, puede causar cretinismo, el cual puede implicar alteraciones neurológicas o problemas tiroideos severos (Cao *et al.*, 1994; Hetzel, 1994).

Sólo hace poco descubrimos la importancia crítica del ácido fólico (una vitamina B) en la dieta de la mujer embarazada. Durante cierto tiempo, los científicos advirtieron que China posee la más alta incidencia mundial de bebés nacidos con defectos del tubo neural, anencefalia y espina bífida (remítase a la tabla 3-1), pero sólo hasta la década de 1980 los investigadores asociaron tal hecho con el momento de la concepción de los bebés. Tradicionalmente, las parejas chinas contraen matrimonio en enero o febrero e intentan concebir lo más pronto posible. Eso significa que los embarazos a menudo comienzan durante el invierno, época en la cual las mujeres rurales tienen poco acceso a las frutas y vegetales frescos, importantes fuentes de ácido fólico.

Después de que estudios médicos establecieran la carencia de ácido fólico como una causa de los defectos del tubo neural, China se embarcó en un programa masivo para proporcionar suplementos de la vitamina a las futuras madres (Tyler, 1994). En Estados Unidos, se recomienda su inclusión en la dieta de las mujeres en edad reproductiva incluso antes del embarazo, pues el daño por deficiencia de ácido fólico puede ocurrir durante las primeras semanas de gestación (American Academy of Pediatrics [AAP] Committee on Genetics, 1993; "Wellness Facts", 1999). Incrementar en sólo cuatro décimas partes de un miligramo por día el consumo de ácido fólico por parte de las mujeres reduciría aproximadamente a la mitad la incidencia de defectos del tubo neural (Daly, Kirke, Molloy, Weir y Scott, 1995).

Las mujeres obesas también están en riesgo de procrear hijos con defectos del tubo neural. Aquellas que antes del embarazo pesan más de 88 kilos o poseen un elevado índice de masa corporal (peso comparado con estatura), tienen mayor probabilidad de procrear bebés con tales defectos, independientemente de su consumo de ácido fólico. La obesidad también aumenta el riesgo de otras complicaciones gestacionales incluyendo abortos, mortinatos y *muerte neonatal* (muerte durante el primer mes de vida) (Goldenberg y Tamura, 1996; G. M. Shaw, Velie y Schaffer, 1996; Werler, Louik, Shapero y Mitchell, 1996).

Actividad física

Aparentemente el ejercicio moderado no implica riesgo para los fetos de las mujeres sanas (Carpenter *et al.*, 1988); generalmente la embarazada puede continuar trotando, practicando ciclismo, natación o tenis. El ejercicio regular evita el estreñi-

EVALUACIÓN

¿Puede usted...

- ✓ resumir las recomendaciones relacionadas con la dieta y el ejercicio físico para las mujeres embarazadas?



miento y mejora la respiración, la circulación, el tono muscular y la elasticidad de la piel, todos los cuales contribuyen a un embarazo más cómodo y a un parto más fácil y seguro.

Trabajar durante el embarazo habitualmente no conlleva riesgos especiales. Sin embargo, las condiciones laborales agobiantes, el cansancio ocupacional y las largas horas de trabajo pueden estar asociadas con un mayor riesgo de partos prematuros (Luke *et al.*, 1995).

El American College of Obstetrics and Gynecology (1994) recomienda que las mujeres con embarazos de bajo riesgo se guíen por su propio vigor y capacidades. Lo más seguro para las mujeres embarazadas parece ser la práctica de ejercicio moderado, no exigirse demasiado a sí mismas ni aumentar su frecuencia cardíaca por encima de 150 y finalizar cada sesión de ejercicios en forma gradual y no abruptamente.

Consumo de drogas

Prácticamente todo lo que consume una mujer embarazada llega al útero. Los fármacos pueden atravesar la placenta, tal como lo hacen el oxígeno, el dióxido de carbono y el agua. La vulnerabilidad es mayor en los primeros meses de gestación, cuando el desarrollo es más acelerado. Algunos problemas resultantes de la exposición prenatal a los medicamentos pueden tratarse si es posible detectar pronto el agente.

¿Cuáles son los efectos del uso de algunas drogas específicas durante el embarazo? Consideremos en primer lugar los medicamentos; a continuación el alcohol, la nicotina y la cafeína y por último algunas drogas ilegales: la marihuana, los opiáceos y la cocaína.

Medicamentos En el pasado se pensó que la placenta protegía al feto contra los medicamentos que la madre ingería durante el embarazo; hasta comienzos de la década de 1960, cuando un tranquilizante llamado *talidomida* fue prohibido después que se descubrió que había causado ausencia de extremidades, severas deformidades faciales y órganos defectuosos en cerca de 12,000 bebés. El desastre de la talidomida sensibilizó a los profesionales de la medicina y al público en general sobre los peligros potenciales del consumo de drogas durante el embarazo. Ahora se ha descubierto que aproximadamente treinta medicamentos son teratogénicos en las dosis clínicamente recomendadas (Koren, Pastuszak e Ito, 1998). Entre éstos se encuentran el antibiótico tetraciclina, ciertos barbitúricos, opiáceos y otros depresores del sistema nervioso central; varias hormonas, como el dietilestilbestrol (DES) y los andrógenos; algunos agentes contra el cáncer como el metotrexate; el accutane, un fármaco frecuentemente prescrito para el acné severo; la aspirina y otros antiinflamatorios no esteroideos, los cuales deben evitarse durante el tercer trimestre.

Los efectos pueden no ser sólo físicos y además duraderos. En un estudio, danesas mayores de 30 años cuyas madres que habían recibido fenobarbital durante el embarazo (especialmente en el último trimestre) obtuvieron un puntaje de inteligencia verbal significativamente inferior al del grupo control. La baja extracción socioeconómica o haber sido producto de un embarazo no deseado tendieron a aumentar el resultado negativo, demostrando la interacción de los factores ambientales antes y después del nacimiento (Reinisch, Sanders, Mortensen, Psych y Rubin, 1995).

El American Academy of Pediatrics Committee on Drugs (1994) recomienda no prescribir a las mujeres embarazadas o lactantes *ningún* medicamento a menos que sea imprescindible para su salud o la de sus bebés. Ellas no deben consumir medicamentos de venta libre sin consultar a un médico (Koren *et al.*, 1998).

Alcohol Al igual que Abel Dorris, aproximadamente 1 de cada 750 bebés sufre el **síndrome del alcoholismo fetal (FAS)**, una combinación de retardo del crecimiento prenatal y posnatal, malformaciones faciales y corporales y alteraciones del sistema nervioso central. Durante los dos primeros años de vida, los problemas relacionados con este último pueden incluir un deficiente reflejo de succión, trastorno de las ondas cerebrales y desórdenes del sueño; durante la niñez, un lento

Considere lo siguiente...

- Miles de adultos actualmente vivos sufren las anomalías de crecimiento que se desarrollaron durante la década de 1950 por el uso de talidomida.

síndrome del alcoholismo fetal (FAS)

Combinación de alteraciones mentales, motoras y del desarrollo que afectan a los hijos de algunas mujeres que consumen alcohol en exceso durante el embarazo.

procesamiento de la información, falta de atención, inquietud, irritabilidad, hiperactividad, dificultad para el aprendizaje y compromiso motor.

El número de niños con FAS ha aumentado más de seis veces desde 1979, alcanzando 6.7 por cada 10,000 nacimientos (Centers for Disease Control and Prevention [CDC], 1995). Sin embargo, no está claro si esto representa un incremento real en el número de bebés con el síndrome o simplemente una mayor detección y notificación del problema. Por cada caso de FAS, diez niños más pueden presentar *efectos de alcoholismo fetal*. Esta condición, menos severa, puede incluir retardo mental, retardo del crecimiento intrauterino y anomalías congénitas menores.

Incluso el consumo moderado de alcohol puede afectar al feto, pues aumenta el riesgo de retardo del crecimiento (Mills, Graubard, Harley, Rhoads y Berendes, 1984) y de lento procesamiento de información (Jacobson, Jacobson, Sokol, Martier, y Ager, 1993). A mayor consumo de alcohol, mayor efecto. El consumo moderado o excesivo de alcohol durante el embarazo parece alterar el carácter del llanto del recién nacido, un indicador del estado neurológico (ocurre igual con el tabaquismo moderado durante la gestación). La alteración de la función neurológica y del comportamiento puede, a su vez, afectar la temprana interacción social con la madre, vital para el desarrollo emocional (Nugent *et al.*, 1996).

Algunos efectos del FAS ceden después del nacimiento; pero otros, como el retardo, los problemas del comportamiento y del aprendizaje así como la hiperactividad, tienden a persistir hasta la edad adulta. Infortunadamente, enriquecer la educación o el entorno general de estos niños no parece mejorar su desarrollo cognitivo (Kerns, Don, Mateer y Streissguth, 1997; Spohr, Willms y Steinhausen, 1993; Streissguth *et al.*, 1991; Strömmland y Hellström, 1996).

Dado que no existe un nivel seguro para el consumo de alcohol durante el embarazo, es mejor evitar su ingestión desde el momento en el cual la mujer comienza a *pensar* en tener un hijo hasta cuando suspende la lactancia (AAP Committee on Substance Abuse, 1993). Tristemente, pese a los reconocidos riesgos para la salud, el consumo de alcohol durante el embarazo ha aumentado en forma sustancial; 16.3% de las mujeres embarazadas consumieron alcohol en 1995, en comparación con 12.4% en 1991 mientras la tasa de consumo frecuente se cuadruplicó, pasando de 0.8 a 3.5% (CDC, 1997).

Nicotina Se calcula que anualmente el tabaquismo en mujeres embarazadas causa la muerte de 5,600 bebés y 115,000 abortos en Estados Unidos. De las muertes, 1,900 corresponden al *síndrome de muerte infantil súbita (SMIS)*, en el cual un bebé aparentemente sano es hallado muerto sin una causa explicable (*véase* capítulo 4). Los otros 3,700 bebés mueren en el transcurso del primer mes de vida, muchos de ellos porque son demasiado pequeños para sobrevivir. Se estima que cada año el tabaquismo en las embarazadas contribuye al nacimiento de 53,000 bebés con bajo peso (inferior a 2,500 gramos) y de 22,000 bebés que requieren cuidado intensivo (DiFranza y Lew, 1995).

Dado que las mujeres que fuman durante el embarazo también tienden a hacerlo después de dar a luz, es difícil separar los efectos de la exposición prenatal y posnatal. Un estudio examinó a 500 neonatos aproximadamente 48 horas después de su nacimiento, mientras permanecían aún en la sala de maternidad del hospital donde estaba prohibido fumar y por tanto no habían sido expuestos al tabaquismo fuera del útero. Los recién nacidos cuyas madres habían fumado durante el embarazo eran más pequeños y menos pesados y tenían peor función respiratoria que los bebés de madres no fumadoras (Stick, Burton, Gurrin, Sly y LeSouëf, 1996).

Una madre que fuma durante el embarazo puede aumentar el riesgo de cáncer en su hijo. En Düsseldorf, Alemania, las muestras de orina de bebés cuyas madres habían fumado mientras estaban embarazadas contenían un químico causante de cáncer, el cual está presente únicamente en el tabaco; las muestras de los bebés de madres no fumadoras no lo contenían (Lackmann *et al.*, 1999).

En los niños en edad escolar, el tabaquismo parece producir algunos de los efectos causados por el consumo de alcohol durante el embarazo: falta de atención,



La madre que consume alcohol durante el embarazo corre el riesgo de que su hijo sufra el síndrome de alcoholismo fetal.

hiperactividad, ansiedad, dificultades de aprendizaje y de comportamiento, problemas de percepción, motores y lingüísticos, bajo CI, ubicación en grados escolares inferiores y trastornos neurológicos (Landesman-Dwyer y Emanuel, 1979; Milberger, Biederman, Faraone, Chen y Jones, 1996; Naeye y Peters, 1984; D. Olds, Henderson y Tatelbaum, 1994a, 1994b; Streissguth *et al.*, 1984; Wakschlag *et al.*, 1997; Weitzman, Gortmaker y Sobol, 1992; Wright *et al.*, 1983). En un estudio longitudinal a 10 años, realizado en niños y jóvenes de 6 a 23 años de edad hijos de mujeres que admitieron haber fumado excesivamente durante el embarazo, el riesgo de trastornos de la conducta comenzando antes de la pubertad aumentó cuatro veces en los niños y el riesgo de farmacodependencia a partir de la adolescencia aumentó cinco veces en las niñas, en comparación con los jóvenes cuyas madres no habían fumado durante el embarazo (Weissman, Warner, Wickramaratne y Kandel, 1999).

A diferencia de lo que sucede con el consumo de alcohol, el tabaquismo durante el embarazo está disminuyendo. Su prevalencia disminuyó 26% entre 1991 y 1996 (pasando de aproximadamente 20 a 14%). No obstante, en adolescentes embarazadas con edades entre 15 y 19 años, el tabaquismo aumentó a 17.2% en 1995 y 1996, revirtiendo un previo descenso (National Center for Health Statistics [NCHS], 1998b).

Cafeína ¿Puede la cafeína contenida en el café, el té, las gaseosas o el chocolate ingeridos por una mujer embarazada perjudicar al feto? La respuesta no es muy clara. Parece evidente que la cafeína no es teratógena para los bebés humanos (Hinds, West, Knight y Harland, 1996). Un estudio de casos y controles no demostró efecto alguno de la cafeína sobre el bajo peso al nacer, el parto prematuro o el retardo del crecimiento fetal (Santos, Victora, Huttly y Carvalhal, 1998). Sin embargo, la ingestión de cafeína se ha asociado con el aborto espontáneo (Duglosz *et al.*, 1996) y consumir cuatro o más tazas de café diariamente puede incrementar en forma considerable el riesgo de síndrome de muerte infantil súbita (Ford *et al.*, 1998).

Marihuana Los hallazgos acerca del uso de la marihuana por parte de las mujeres embarazadas son variables. Cierta evidencia sugiere que su consumo exagerado produce defectos congénitos. Un estudio canadiense halló alteraciones neurológicas temporales como temblores y sobresaltos e igualmente tasas más elevadas de bajo peso al nacer en bebés de madres fumadoras de marihuana (Fried, Watkinson y Willan, 1984).

En Jamaica (Indias occidentales), donde el uso de la marihuana es común, un análisis del llanto de los bebés concluyó que el consumo excesivo de la droga por parte de la madre afecta el sistema nervioso del niño (Lester y Dreher, 1989). En otro estudio, sin embargo, 3 días después de nacer los bebés de las madres que habían fumado marihuana durante el embarazo no mostraron diferencia respecto a un grupo control de recién nacidos no expuestos; y al mes de edad, los bebés expuestos se encontraban más despiertos, sociables y menos irritables (Dreher, Nugent y Hudgins, 1994). Los autores de este estudio sugieren que las mujeres de las áreas rurales de Jamaica que consumen marihuana tienen mayor probabilidad de ser instruidas que las no consumidoras, de tener un ingreso más elevado y de convivir en el mismo hogar con un mayor número de adultos y que tales factores pueden combinarse para crear un entorno más favorable para la crianza de los niños. Por tanto, los científicos no pueden evaluar aisladamente un factor en particular, como el consumo de la marihuana, sino que deben explorar el contexto cultural en el que éste tiene lugar. No obstante, lo más seguro para las mujeres en edad reproductiva es *no* consumir la droga.

Opiáceos Las mujeres adictas a la morfina, la heroína y la codeína están en riesgo de tener bebés prematuros que serán adictos a las mismas drogas y sufrirán sus efectos durante por lo menos los primeros 6 años de vida. Los neonatos adictos son inquietos e irritables y a menudo padecen temblores, convulsiones, fiebre, vómito y dificultad respiratoria; tienden a morir poco después del nacimiento (Cobrinick, Hood y Chused, 1959; Henly y Fitch, 1966; Ostrea y Chavez, 1979). Aquellos que sobreviven tienden a llorar a menudo, a permanecer menos alerta y a responder menos que otros bebés (Strauss, Lessen-Firestone, Starr y Ostrea, 1975). En la niñez

temprana tienen peso y estatura bajos, están menos adaptados y obtienen puntajes inferiores en las pruebas de las capacidades de percepción y del aprendizaje (G. Wilson, McCreary, Kean y Baxter, 1979). Por lo general, estos niños no tienen un adecuado desempeño escolar, se muestran inusualmente ansiosos en las situaciones sociales y tienen dificultades para hacer amigos (Householder, Hatcher, Burns y Chasnoff, 1982).

Cocaína Los datos oficiales del número de bebés expuestos a la cocaína nacidos cada año en Estados Unidos oscilan entre 45,000 y 375,000 (Lester, LaGasse y Siefer, 1998). Los efectos pueden ser más leves que los del alcohol o algunas otras drogas; muchos de los "bebés de la cocaína" tienen aspecto normal (Azar, 1997). Además, los efectos de la cocaína son difíciles de aislar, ya que las mujeres que la consumen tienden a abusar de otras sustancias como el alcohol y la marihuana (Napiorkowski *et al.*, 1996; Tronick, Frank, Cabral, Mirochnick y Zuckerman, 1996).

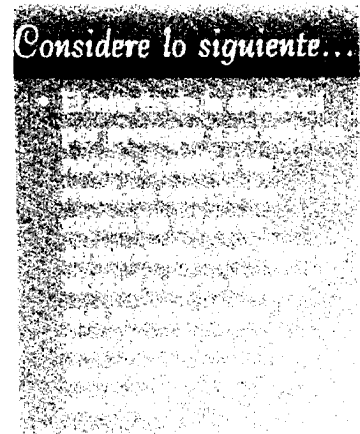
El consumo de cocaína en mujeres embarazadas se asocia con un mayor riesgo de aborto espontáneo, nacimiento prematuro, bajo peso al nacer y reducción del tamaño cefálico. En general, los "bebés de la cocaína" no son tan despiertos ni responden tanto como otros bebés, ya sea emocional o cognitivamente; o bien pueden ser más excitables, irritables y menos capaces de regular sus patrones de sueño y vigilia (Alessandri, Sullivan, Imaizumi y Lewis, 1993; Kliegman, Madura, Kiwi, Eisenberg y Yamashita, 1994; Lester *et al.*, 1991; Napiorkowski *et al.*, 1996; Ness *et al.*, 1999; Phillips, Sharma, Premachandra, Vaughn y Reyes-Lee, 1996; Singer *et al.*, 1994; Tronick *et al.*, 1996; Zuckerman *et al.*, 1989).

Estos bebés pueden mostrar deterioro de la actividad motora (Fetters y Tronick, 1996) o excesiva actividad, así como tensión muscular extrema, movimientos espasmódicos, inquietud, temblores y otros signos de tensión neurológica (Napiorkowski *et al.*, 1996). Tienden a presentar dificultades para normalizar la atención (Mayes, Granger, Frank, Schottenfeld y Bornstein, 1993) y el despertar emocional. Al ser interrumpidos o al sentirse frustrados o disgustados les resulta difícil "reagruparse", recuperarse y avanzar. Éstas y otras evidencias sugieren que la cocaína puede afectar regiones específicas del cerebro en desarrollo que controlan estas funciones (Bendersky, Alessandri y Lewis, 1996; Bendersky y Lewis, 1998). Cuanto mayor sea el consumo de cocaína por parte de una mujer embarazada, mayor es la probabilidad de compromiso del crecimiento y de la función neurológica del feto (Chiriboga, Brust, Bateman y Hauser, 1999).

Los bebés de la cocaína tienden a tener dificultades para participar de una relación normal con la persona encargada de su cuidado. La inactividad, el letargo, la irritabilidad o la ausencia de respuesta del bebé, pueden frustrar a la madre e impedir que ella establezca una estrecha y amorosa relación con su hijo. Por otra parte, puede ser que los bebés expuestos a la cocaína no aprenden a regular y expresar sus emociones debido a que sus madres usuarias de la cocaína son menos sensibles y atentas que otras (Alessandri, Sullivan, Bendersky y Lewis, 1995; Bendersky *et al.*, 1996; Bendersky y Lewis, 1998; Phillips *et al.*, 1996).

Algunos bebés expuestos a la cocaína se recuperan físicamente. En especial, si han recibido una adecuada atención prenatal a menudo logran alcanzar un peso, estatura y perímetro cefálico normal al año de edad (Racine, Joyce y Anderson, 1993; Weathers, Crane, Sauvain y Blackhurst, 1993). No obstante, se han encontrado deficiencias en el control motor, especialmente en el uso de la mano y la coordinación óculo-manual, a la edad de 2 años (Arendt, Angelopoulos, Salvator y Singer, 1999). Los efectos psicológicos tienden a ser más duraderos; los niños expuestos a la cocaína presentan una tendencia a problemas del comportamiento como agresividad y ansiedad, especialmente cuando se encuentran bajo tensión (Azar, 1997).

Aunque la exposición a niveles *bajos* de cocaína parece producir pocos efectos a largo plazo sobre la cognición, la exposición a niveles *elevados* puede conducir a dificultades, especialmente relacionadas con las habilidades complejas del aprendizaje (Alessandri, Bendersky y Lewis, 1998). El leve daño cerebral secundario a la exposición a la cocaína puede incrementar el número de niños que no rinden en el colegio y aumentar aproximadamente en 350 millones de dólares al año los costos de la educación especial en Estados Unidos (Lester, LaGasse y Seifer, 1998).



síndrome de inmunodeficiencia adquirida (sida)

Enfermedad viral que debilita la eficaz función del sistema inmunológico.

Infección por virus de inmunodeficiencia humana (VIH) y sida

El **síndrome de inmunodeficiencia adquirida (sida)** es una enfermedad causada por el virus de la inmunodeficiencia humana, el cual debilita la función del sistema inmunológico. Si una madre embarazada porta el virus en su sangre, éste puede ingresar al torrente sanguíneo fetal a través de la placenta. Después del nacimiento, el virus puede transmitirse por medio de la leche materna.

Se han realizado importantes avances para la prevención, detección y tratamiento de la infección por VIH en bebés. Éstos incluyen la exitosa aplicación del fármaco zidovudina, comúnmente denominado AZT, para reducir su transmisión; el reconocer que las mujeres con VIH no deben lactar a sus bebés y disponer de nuevos medicamentos para tratar la neumonía relacionada con el sida. Entre 1992 y 1997, cuando la terapia con zidovudina tuvo una amplia accesibilidad, el número de bebés que adquirió el sida de sus madres disminuyó cerca de dos terceras partes, lo cual aumentó la esperanza de que la transmisión del virus de la madre al hijo pueda ser prácticamente eliminada (Lindegren *et al.*, 1999). El tratamiento no parece producir efectos adversos sobre los niños no infectados nacidos de madres infectadas (Culnane *et al.*, 1999). El riesgo de transmisión también puede disminuir optando por el nacimiento mediante cesárea (International Perinatal HIV Group, 1999).

Las expectativas para los niños nacidos con infección por VIH han mejorado. La evolución de la enfermedad, por lo menos en algunos de ellos, parece más lenta de lo que se pensó inicialmente. Aunque algunos desarrollan completamente el sida antes de su primer o segundo cumpleaños, otros viven durante años aparentemente sin demasiada afección o ninguna en absoluto (European Collaborative Study, 1994; Grubman *et al.*, 1995; Nielsen *et al.*, 1997; Nozyce *et al.*, 1994). Esto también significa, no obstante, que los niños infectados que parecen sanos pueden no ser diagnosticados en las etapas iniciales.

Otras enfermedades maternas

Algunas enfermedades adquiridas durante el embarazo pueden tener serios efectos sobre el feto en desarrollo. Cuando una mujer embarazada es contagiada por la rubéola (sarampión alemán), antes de las 11 semanas de gestación, casi con certeza su bebé sufrirá sordera y defectos cardíacos. Si el contagio ocurre entre las 13 y 16 semanas de embarazo, las posibilidades de tales eventos son sólo de 1 en 3 y después de las 16 semanas son prácticamente nulas (E. Miller, Craddock-Watson y Pollock, 1982). Tales defectos son raros en la actualidad, puesto que la mayoría de los niños son vacunados contra la rubéola, lo que hace improbable que una mujer embarazada adquiera la enfermedad.

La diabetes, la tuberculosis y la sífilis pueden causar problemas en el desarrollo fetal en tanto que la gonorrea y el herpes genital pueden producir efectos nocivos en el bebé en el momento del parto. La regulación metabólica de una madre diabética, especialmente durante el segundo y tercer trimestres del embarazo, a menos que sea objeto de un cuidadoso manejo, puede afectar tanto el desarrollo neurológico y del comportamiento como el desempeño cognitivo del niño (Rizzo, Metzger, Dooley y Cho, 1997). La incidencia del herpes genital simple ha aumentado en los recién nacidos. Ellos pueden adquirir la enfermedad de su madre o su padre bien sea en el momento del parto o poco después (Sullivan-Bolyai, Hull, Wilson y Corey, 1983), sufriendo ceguera, otras anomalías o la muerte.

Siempre que sea posible, los futuros progenitores deben tratar de prevenir todas las infecciones como resfriado común, influenza, infecciones del tracto urinario y vaginal y enfermedades de transmisión sexual. Es posible que el padre propague a la madre una infección que puede tener serios efectos sobre el feto. Si la madre contrae una infección, debe someterse prontamente a tratamiento por parte de un médico que sepa de su embarazo. Las mujeres gestantes también deben someterse a análisis para detectar deficiencias tiroideas, las cuales pueden afectar el futuro desempeño cognitivo de sus hijos (Haddow *et al.*, 1999).

Edad materna

Después de los 35 años aumentan las probabilidades de abortos y mortinatos como también las de partos prematuros, retardo del crecimiento fetal, otras complicaciones relacionadas con el nacimiento y defectos congénitos. Durante el embarazo, las mujeres mayores tienen mayor posibilidad de sufrir complicaciones e incluso morir como resultado de la diabetes, aumento de la presión arterial o hemorragia severa. No obstante, los riesgos de la maternidad tardía parecen ser menores de lo que se pensó previamente; la mayoría de los riesgos para la salud del bebé no son mucho mayores que los de aquellos nacidos de madres más jóvenes. Debido a la difusión de las pruebas para la detección de defectos fetales en las mujeres embarazadas mayores, los nacimientos de fetos con malformaciones han disminuido (Berkowitz, Skovron, Lapinski y Berkowitz, 1990; P. Brown, 1993; Cunningham y Leveno, 1995; Fretts, Schmittiel, McLean, Usher y Goldman, 1995). (En el capítulo 12 se analizan los riesgos del embarazo en adolescentes.)

Riesgos ambientales externos

Los químicos, la radiación, el calor y la humedad extremos y otros riesgos de la vida moderna pueden afectar el desarrollo prenatal. En las mujeres que trabajan con químicos utilizados en la fabricación de chips semiconductores, la tasa de abortos aproximadamente duplica la de otras mujeres trabajadoras (Markoff, 1992). Los bebés expuestos a niveles elevados de plomo antes de nacer obtienen puntajes más deficientes en las pruebas de capacidades cognitivas que aquellos expuestos a niveles bajos o moderados del mineral (Bellinger, Leviton, Watermaux, Needleman y Rabinowitz, 1987; Needleman y Gatsonis, 1990). Los niños expuestos a metales pesados durante el desarrollo prenatal tienen tasas más elevadas de enfermedades infantiles y menor inteligencia que los no expuestos a estos metales (Lewis, Worobey, Ramsay y McCormack, 1992).

La radiación puede causar mutaciones genéticas. La emisión nuclear afectó a los bebés japoneses después de las explosiones de Hiroshima y Nagasaki (Yamazaki y Schull, 1990) y a los bebés alemanes tras el derrame de la planta nuclear de Chernobyl en la Unión Soviética (West Berlin Human Genetics Institute, 1987). La exposición a la radiación *in utero* ha estado asociada con un mayor riesgo de retardo mental, reducción del perímetro cefálico, malformaciones cromosómicas, síndrome de Down, convulsiones y un insuficiente desempeño en la escuela y en las pruebas de CI. El periodo crítico al parecer abarca desde las 8 hasta las 15 semanas después de la fertilización (Yamazaki y Schull, 1990).

Influencias ambientales: el papel del padre

El padre también puede transmitir defectos causados por el entorno. La exposición de un hombre al plomo, la marihuana o al humo del cigarrillo, a grandes cantidades de alcohol o radiación, al DES o ciertos pesticidas puede dar como resultado un esperma anormal (R. Lester y Van Theil, 1977). Los padres cuya dieta es baja en vitamina C están en mayor riesgo de procrear hijos con defectos congénitos y ciertos tipos de cáncer (Fraga *et al.*, 1991).

En el hombre, el consumo de cocaína puede causar defectos congénitos en su descendencia. La cocaína parece adherirse al semen y este esperma posteriormente ingresa al óvulo en la concepción. Otras toxinas, como el plomo y el mercurio, pueden fijarse al semen del mismo modo (Yazigi, Odem y Polakoski, 1991).

Los padres mayores pueden ser una fuente importante de defectos congénitos (Crow, 1993, 1995). La edad paterna cercana a los 40 años se asocia con incremento del riesgo de diversas condiciones infrecuentes que incluyen el síndrome de Marfan (deformidades de la cabeza y las extremidades) y el enanismo (G. Evans, 1976). En los padres, la edad avanzada también puede constituir un factor en aproximadamente 5% de los casos de síndrome de Down (Antonarakis y Down Syndrome Collaborative Group, 1991). Un mayor número de células masculinas que femeninas sufre mutaciones y éstas pueden aumentar con la edad del hombre.

EVALUACIÓN

¿Puede usted...


- ✓ describir los efectos que pueden producir el consumo de medicamentos, alcohol, tabaco, cafeína, marihuana, opiáceos y cocaína por parte de la madre embarazada a corto y largo plazo sobre el feto en desarrollo?
- ✓ resumir los riesgos relacionados con las enfermedades maternas, la maternidad tardía y la exposición a los químicos y a la radiación?

Considere lo siguiente...

EVALUACIÓN

¿Puede usted...

- ✓ identificar al menos tres formas en las cuales los defectos causados por el entorno pueden ser influenciados por el padre?

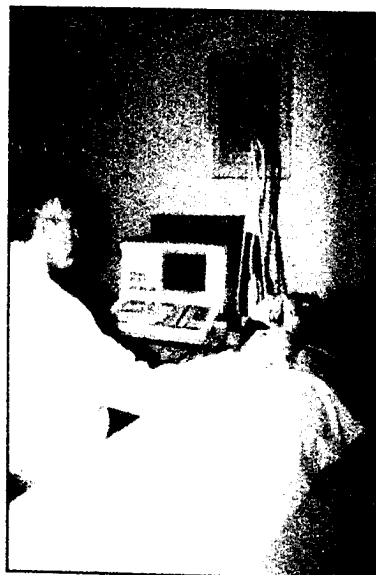


¿Cuáles técnicas permiten valorar la salud y el bienestar de un feto y qué importancia tiene la atención prenatal?

amniocentesis

Procedimiento diagnóstico prenatal en el cual se obtiene y analiza una muestra de líquido amniótico para comprobar la existencia de ciertos defectos congénitos.

La manera más efectiva de prevenir las complicaciones del nacimiento es la atención prenatal temprana para seguir el desarrollo fetal. Ésta puede incluir controles ecográficos, como el realizado a esta mujer. El ultrasonido es una herramienta de diagnóstico que ofrece una imagen inmediata del feto en el interior del útero.



Amniocentesis

En la **amniocentesis**, se obtiene y analiza una muestra del líquido amniótico que rodea al feto. Este líquido contiene células fetales y su valoración permite a los médicos detectar la presencia de ciertos defectos genéticos o multifactoriales y de la totalidad de alteraciones cromosómicas identificables. La amniocentesis, igual que el ultrasonido, permite conocer el sexo del feto, lo cual puede ayudar a diagnosticar los trastornos ligados al sexo. En algunos países asiáticos en los que se prefieren los hijos varones, se han utilizado ambos procedimientos (en algunos lugares de modo ilegal) para "escoger el sexo" de los bebés no nacidos, lo que ha dado como resultado el actual predominio de los hombres en estas poblaciones (Burns, 1994; Kristof, 1993; WuDunn, 1997).

El tabaquismo paterno es una nociva influencia ambiental, la cual se ha asociado con bajo peso al nacer y mayor riesgo de cáncer en la edad adulta (D. H. Rubin, Krasilnikoff, Leventhal, Weile y Berget, 1986; Sandler, Everson, Wilcox y Browder, 1985). En tales estudios, a menudo resulta difícil diferenciar entre la exposición durante el periodo prenatal y la niñez, así como entre el tabaquismo paterno y materno. Para evitar este último inconveniente, los investigadores realizaron un estudio en Shangai, China, donde muchos hombres fuman y pocas mujeres lo hacen. El estudio descubrió una firme conexión entre el tabaquismo del padre y el riesgo de cáncer en la niñez, particularmente leucemia aguda y linfoma (Ji *et al.*, 1997).

Valoración e intervención prenatal

No hace mucho tiempo, casi la única decisión que los padres debían tomar respecto a sus bebés antes de nacer era concebir; la mayor parte de lo que sucedía durante los meses siguientes estaba fuera de su control. Actualmente disponemos de una serie de herramientas para valorar la evolución y el bienestar de un bebé no nacido e incluso para intervenir con el fin de corregir ciertas condiciones anormales.

Ultrasonido o ecografía

Algunos padres ven a sus bebés por primera vez en un *ecograma*. Como mencionamos previamente, esta imagen del útero, el feto y la placenta es creada por medio del *ultrasonido*, ondas sonoras de alta frecuencia dirigidas hacia el abdomen materno. El ultrasonido o ecografía ofrece las más claras imágenes de un feto en el útero ocasionando una mínima molestia a la madre o ninguna. Se utiliza para medir el crecimiento fetal, establecer la edad gestacional, detectar embarazos múltiples, valorar las anomalías uterinas, descubrir alteraciones estructurales importantes en el feto y determinar si un feto ha fallecido e igualmente para dirigir otros procedimientos como la amniocentesis. Los resultados de la ecografía pueden sugerir qué procedimientos adicionales pueden ser necesarios. También puede revelar el sexo del feto.

El uso del ultrasonido es cada vez más frecuente; el examen fue practicado en 64% de las madres de bebés nacidos vivos en 1996, en comparación con sólo 48% en 1989 (Ventura, Martin, Curtin y Matthews, 1998). Sin embargo, la valoración ecográfica no parece reducir la muerte fetal y neonatal (Ewigman *et al.*, 1993). Por tanto, no parece existir razón para utilizarla en los embarazos de bajo riesgo, especialmente ahora que ciertas investigaciones han sugerido que el ultrasonido repetido frecuentemente puede afectar el crecimiento fetal (Newnham, Evans, Michael, Stanley y Landau, 1993).

La amniocentesis es mucho menos común que el ultrasonido; fue practicada únicamente en 3.2% de las madres de bebés nacidos vivos en 1996 (Ventura *et al.*, 1998). Su práctica se recomienda a mujeres embarazadas de 35 años de edad o mayores. También se aconseja si la mujer y su compañero son portadores de trastornos como la enfermedad de Tay-Sachs y la anemia drepanocítica, o si tienen antecedentes familiares de afecciones como síndrome de Down, espina bífida, enfermedad por Rh y distrofia muscular.

La amniocentesis generalmente se practica entre las 15 y 18 semanas de gestación. Cuando se realiza antes puede aumentar considerablemente el riesgo de aborto, el cual es más frecuente durante el primer trimestre. En Canadá, un estudio aleatorio encontró una tasa de 7.6% de pérdida fetal cuando la amniocentesis se practicó entre las 11 y las 12 semanas de gestación, en comparación con 5.9% entre las 15 y las 16 semanas (Canadian Early and Mid-Trimester Amniocentesis Trial [CEMAT] Group, 1998).

Otros métodos de valoración

Para detectar la presencia de defectos y trastornos congénitos, se examina una **muestra de vellosidades coriónicas (CVS)**, para observar el tejido que bordea a las vellosidades, proyecciones del corion, la membrana que rodea al feto, las cuales parecen cabellos y están constituidas por células fetales. Este procedimiento puede realizarse entre las 8 y las 13 semanas de embarazo (más pronto que la amniocentesis) y sus resultados están disponibles en aproximadamente una semana. Sin embargo, un estudio encontró una probabilidad de aborto o muerte neonatal luego de una CVS cerca de 5% más elevada que después de una amniocentesis (D'Alton y DeCherney, 1993).

La **embrioscopia**, que consiste en la inserción de un minúsculo instrumento de visualización en el abdomen de una mujer embarazada, puede ofrecer una clara imagen de los embriones a partir de la sexta semana aproximadamente. El procedimiento es prometedor para el diagnóstico y tratamiento oportuno de las anomalías embrionarias y fetales (Quintero, Abuhamad, Hobbins y Mahoney, 1993).

El **diagnóstico genético previo a la implantación** permite identificar algunos defectos genéticos en embriones de cuatro a ocho células, concebidos mediante fertilización *in vitro* (véase capítulo 14) y que aún no se han implantado en el útero materno. En un estudio, los investigadores extrajeron y examinaron una única célula para detectar la fibrosis quística (Handyside, Lesko, Tarín, Winston y Hughes, 1992). Los embriones defectuosos no fueron implantados.

Mediante la inserción de una aguja en los diminutos vasos sanguíneos del cordón umbilical bajo guía ultrasónica, los médicos pueden obtener muestras de sangre fetal. Entonces es posible obtener un recuento hemático, examinar la función hepática y valorar otras funciones corporales. Este procedimiento, denominado **muestra del cordón umbilical** o *muestra de sangre fetal*, permite identificar la presencia de infecciones, anemia, insuficiencia cardíaca, ciertos trastornos metabólicos e inmunodeficiencias y parece promisorio para detectar otras condiciones. Sin embargo, la técnica se asocia con aborto, hemorragia a través del cordón umbilical, parto prematuro e infección (Chervenak, Isaacson y Mahoney, 1986; D'Alton y DeCherney, 1993; Kolata, 1988).

Es posible analizar las muestras sanguíneas maternas obtenidas entre las 16 y las 18 semanas de gestación para medir la cantidad de alfa fetoproteína (AFP). Esta **prueba de sangre materna** es adecuada para las mujeres en riesgo de procrear hijos con defectos en la formación cerebral o medular como anencefalia o espina bífida, los cuales pueden detectarse mediante los niveles elevados de AFP. Para confirmar o descartar la presencia de condiciones sospechosas, es posible recurrir a una ecografía, una amniocentesis o a ambas pruebas.

Análisis de muestras sanguíneas obtenidas entre las 15 y 20 semanas de gestación permiten descubrir cerca de 60% de los casos de síndrome de Down. El diagnóstico puede confirmarse entonces mediante amniocentesis. Esta prueba de sangre

muestra de vellosidades coriónicas

Prueba diagnóstica prenatal en la cual se analiza el tejido de las vellosidades (proyecciones vellosas de la membrana que rodea al feto) para detectar defectos congénitos.

embrioscopia genética previa a la implantación

Procedimiento médico prenatal en el cual se inserta un instrumento en el abdomen de una mujer embarazada para observar al embrión con el fin de diagnosticar y tratar las anomalías.

diagnóstico genético previo a la implantación

Método clínico en el cual se analizan las células de un embrión concebido mediante fertilización *in vitro* para detectar los defectos genéticos antes de su implantación en el útero materno.

muestra del cordón umbilical

Práctica médica prenatal en la cual se obtienen muestras de la sangre fetal a través del cordón umbilical para valorar el funcionamiento corporal; también denominada *muestra de sangre fetal*.

prueba de sangre materna

Procedimiento diagnóstico prenatal para revelar la presencia de anomalías fetales, particularmente utilizado cuando el feto está en riesgo de defectos del sistema nervioso central.

es particularmente importante en las mujeres menores de 35 años, quienes procrean 80% de todos los bebés con este síndrome pero en quienes generalmente no se practica la amniocentesis (Haddow *et al.*, 1992).

Descubrir que es posible aislar y analizar las células fetales que se "filtran" en la sangre materna en el embarazo temprano (Simpson y Elias, 1993) posibilitará la detección de los trastornos genéticos y cromosómicos en las muestras de sangre materna sin necesidad de recurrir a procedimientos más invasivos y de mayor riesgo como la amniocentesis, pruebas de vellosidades coriónicas y muestras de sangre fetal. Ya los investigadores han tenido éxito descubriendo las células sanguíneas fetales de genes únicos para la anemia drepanocítica y la talasemia (Cheung, Goldberg y Kan, 1996).

Terapia fetal

Las condiciones detectadas mediante valoración prenatal pueden corregirse antes del nacimiento de tres maneras: administración de medicamentos, transfusión sanguínea y cirugía. Los fetos pueden deglutir y absorber los fármacos, nutrientes, vitaminas y hormonas inyectados en el líquido amniótico y es posible inyectar a través del cordón umbilical los agentes que no pueden cruzar la placenta. Pueden realizarse transfusiones sanguíneas a través del cordón umbilical a partir de las 18 semanas de gestación.

En 1996, los cirujanos realizaron con éxito un trasplante intrauterino de médula ósea para evitar el desarrollo de una rara y usualmente fatal anomalía, consistente en una inmunodeficiencia combinada severa, en un feto que había sido identificado como portador del gen mutante para la condición mediante una muestra de vellosidades coriónicas. El bebé nació sano por cesárea y no dio muestras de trastorno durante sus primeros años de vida (Flake *et al.*, 1996). Otros procedimientos de trasplantes similares pueden resultar efectivos para tratar distintas enfermedades congénitas.

Atención prenatal

La detección de defectos y enfermedades susceptibles de tratamiento constituye sólo una de las razones de la importancia de la atención prenatal. La atención prenatal temprana y de alta calidad, que incluya servicios educativos, sociales y nutricionales, puede ayudar a prevenir la muerte materna e infantil así como otras complicaciones del nacimiento. Puede ofrecer a las madres primerizas información acerca del embarazo, el parto y el cuidado del bebé. Las mujeres de escasos recursos que reciben atención prenatal se benefician al entrar en contacto con otros servicios necesarios y tienen mayor probabilidad de obtener atención médica para sus hijos después del nacimiento (Shiono y Behrman, 1995).

En Bélgica, Dinamarca, Alemania, Francia, Irlanda, Holanda, Noruega, España, Suiza, Gran Bretaña e Israel, toda mujer embarazada tiene derecho a atención prenatal y posnatal gratuita o de muy bajo costo y a la licencia de maternidad remunerada. En Estados Unidos, aunque la atención prenatal es corriente, no existen estándares nacionales uniformes ni un cubrimiento financiero garantizado. El porcentaje de mujeres embarazadas atendidas a partir del primer trimestre del embarazo y que asisten a las consultas recomendadas o con mayor frecuencia, ha aumentado de modo constante desde la década de 1980 (Kogan *et al.*, 1998; Ventura *et al.*, 1998). Sin embargo, en 1996 aproximadamente una de cada 5 mujeres embarazadas no recibió atención durante el primer trimestre y una de 25 sólo fue atendida durante el último trimestre o no recibió atención prenatal en absoluto (NCHS, 1998a; Ventura *et al.*, 1998).

Aunque la atención prenatal ha aumentado, las tasas de bajo peso al nacer y de nacimientos prematuros han empeorado (Kogan *et al.*, 1998). ¿Cuál es la razón? Una respuesta es que los beneficios de la atención prenatal no se encuentran uniformemente distribuidos. Las mujeres con mayor riesgo de procrear hijos con bajo peso al nacer –adolescentes y madres solteras, aquellas con escasa escolaridad y

EVALUACIÓN

¿Puede usted...

- ✓ describir siete técnicas para identificar defectos o trastornos embrionarios o fetales y analizar sus ventajas y desventajas?
- ✓ mencionar tres formas de terapia fetal?

Considere lo siguiente...



algunas pertenecientes a minorías— reciben mínima atención prenatal (S. S. Brown, 1985; Ingram, Makuc y Kleinman, 1986; NCHS, 1994a, 1998a; Singh, Forrest y Torres, 1989; USDHHS, 1996a; véase la figura 3-11). Además, los factores del estilo de vida y ambientales subyacentes que colocan a estos bebés en mayor riesgo pueden no ser manejados con facilidad por la sola atención prenatal (Misra y Guyer, 1998).

Aumentar simplemente la frecuencia de la atención prenatal no implica el mejoramiento de su *contenido* (Misra y Guyer, 1998). La mayoría de programas de atención prenatal en Estados Unidos se enfocan en la detección de las principales complicaciones y no están diseñados para contrarrestar las causas del bajo peso al nacer. Un jurado nacional ha recomendado reestructurar la atención prenatal para ofrecer consultas más frecuentes al inicio de la gestación y menos frecuentes durante el último trimestre. En realidad, la atención debería comenzar *antes* del embarazo. La consejería previa a la concepción podría hacer que un mayor número de mujeres fueran conscientes, por ejemplo, de la importancia del consumo de ácido fólico en su dieta y de confirmar si son inmunes a la rubéola. Además, debe existir mayor acceso a la atención para las mujeres de escasos recursos y pertenecientes a minorías (Shiono y Behrman, 1995). Una adecuada atención prenatal puede ofrecer a cada niño una mejor posibilidad de llegar al mundo en condiciones adecuadas para afrontar los retos de la vida fuera del útero, retos que analizaremos en los próximos tres capítulos.

EVALUACIÓN

¿Puede usted...

- ✓ señalar por qué es importante la atención prenatal temprana y de alta calidad e indicar cómo podría mejorar este servicio en Estados Unidos?

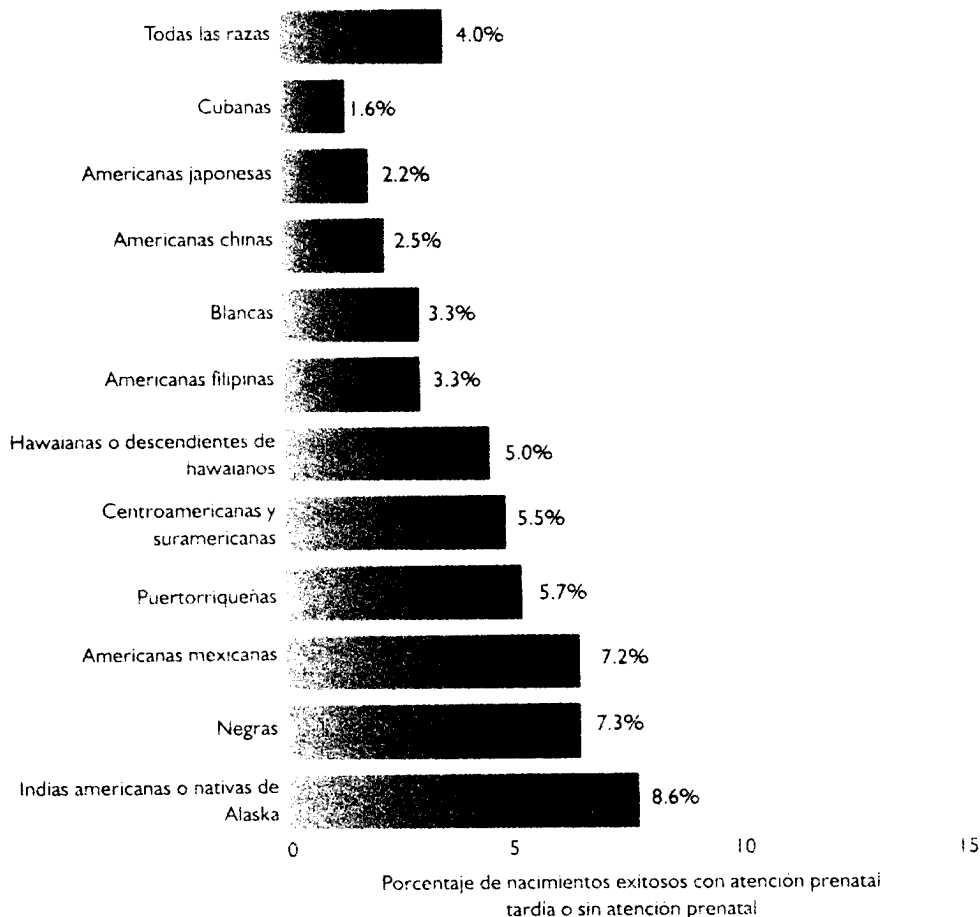


Figura 3-11

Proporción de madres estadounidenses que recibieron atención prenatal tardía o no recibieron atención prenatal, según la raza o etnicidad, en 1996. La atención prenatal tardía comienza en los últimos 3 meses de embarazo.

(Fuente: NCHS, 1998a.)

Concepción de una nueva vida

Guía 1. ¿Cómo ocurre normalmente la concepción?

- Hasta que sea posible **clonar** a un ser humano, la formación de una nueva vida continuará precisando la **fertilización**, la unión de un óvulo y un espermatozoide. La fertilización ocasiona la formación de un **zigoto** unicelular que posteriormente se duplica mediante división celular.

Guía 2. ¿Cuál es la causa de los embarazos múltiples?

- Los embarazos gemelares pueden ocurrir por la fertilización de dos óvulos (o de uno que se ha dividido) o por la división de un óvulo fertilizado. Los otros embarazos múltiples son resultado de uno de estos procesos o de una combinación de ambos.
- Los gemelos **heterozigóticos (dos óvulos)** (comúnmente denominados *gemelos fraternos*) poseen diferente constitución genética y pueden ser de distinto sexo; los **gemelos homozigóticos (un óvulo)** (conocidos como *gemelos idénticos*) poseen igual composición genética. Debido a las diferencias en la experiencia prenatal y posnatal, los gemelos "idénticos" pueden diferir en algunos aspectos como el **temperamento**.

Mecanismos hereditarios

Guía 3. ¿Cómo opera la herencia en la determinación del sexo y la transmisión de los rasgos normales y anormales?

- La unidad básica de la herencia es el *gen*, el cual está compuesto por ácido **desoxirribonucleico (ADN)**. El ADN porta las instrucciones bioquímicas que dirigen las funciones corporales y determinan las características hereditarias. Aparentemente, según su función cada gen se encuentra ubicado en una posición definida en un **cromosoma**.
- En la concepción, cada ser humano normal recibe 23 cromosomas de la madre y 23 del padre. Éstos forman 23 pares de cromosomas: 22 de **autosomas** y uno de **cromosomas sexuales**. El bebé que recibe un cromosoma X de cada progenitor será de sexo femenino. Si recibe del padre un cromosoma Y, será varón.
- Los patrones más sencillos de transmisión genética son la **herencia dominante** y **herencia recesiva**. Cuando un par de **alelos** son iguales, el individuo es **homocigoto** para el rasgo; cuando son diferentes, es **heterocigoto**.
- La mayoría de características humanas normales son resultado de los efectos del **locus de rasgos cuantitativos (LRC)** o de la **transmisión multifactorial**. Con excepción de los gemelos homocigóticos, cada niño hereda un único **genotipo** o combinación de genes. La herencia dominante y la transmisión multifactorial explican por qué el **fenotipo** no siempre expresa el genotipo subyacente.
- Los defectos y las enfermedades congénitas generalmente se transmiten a través de la herencia dominante simple, recesiva, **ligada al sexo** o mediante **impresión genómica**. Las alteraciones cromosómicas también pueden ocasionar

defectos congénitos; el **síndrome de Down** es el más frecuente.

- Por medio de la **consejería genética**, los futuros padres pueden recibir información sobre las probabilidades matemáticas de procrear hijos con determinados defectos congénitos.
- Es posible que el uso de la **prueba genética** para identificar a las personas con probabilidad de desarrollar ciertas enfermedades se extienda a medida que los científicos completan la identificación y localización de la totalidad de genes humanos; sin embargo, tal prueba implica riesgos y beneficios.

Naturaleza y educación: influencias de la herencia y el entorno

Guía 4. ¿Cómo estudian los científicos la influencia relativa de la herencia y el entorno y cómo trabajan juntos ambos factores?

- La investigación de la **genética del comportamiento** se basa en la suposición de que si la herencia constituye una influencia importante en un rasgo, las personas con mayor proximidad genética serán más similares en ese rasgo. Los estudios familiares, de adopción y de gemelos permiten a los investigadores medir la **transmisibilidad** de rasgos específicos. Los gemelos homocigóticos tienden a ser más **concordantes** que los heterocigóticos para los rasgos genéticamente influenciados.
- Los conceptos de **esfera de reacción**, **canalización**, **interacción genotipo-entorno**, **correlación genotipo-entorno** (o covariación genotipo-entorno) y **elección del nicho** describen las formas en las cuales la herencia y el entorno trabajan juntos.
- Entre hermanos existe mayor tendencia a ser diferentes que similares en cuanto a la inteligencia y la personalidad. De la herencia depende la mayor parte de la similitud; los **efectos ambientales no compartidos** son los principales responsables de la diferencia.

Guía 5. ¿Qué papel desempeñan la herencia y el entorno en la salud física, la inteligencia y la personalidad?

- La **obesidad**, la longevidad, la inteligencia, el temperamento y la timidez son ejemplos de características influenciadas tanto por la herencia como por el entorno. Las influencias relativas de ambos pueden variar en el ciclo vital.
- La **esquizofrenia**, el **autismo**, el alcoholismo y la depresión son ejemplos de trastornos psicopatológicos influenciados por la herencia y el entorno.

Desarrollo prenatal

Guía 6. ¿Cuáles son las tres etapas del desarrollo prenatal y qué sucede durante cada una de ellas?

- El desarrollo prenatal es un proceso genéticamente orientado que ocurre en tres etapas gestacionales: **germinal**, **embrionaria** y **fetal**.

- El crecimiento y desarrollo antes y después del nacimiento obedecen el **principio cefalocaudal** (de la cabeza a la cola) y el **proximodistal** (del centro hacia la periferia).
- Cerca de la tercera parte de todas las concepciones terminan en **aborto espontáneo**, generalmente en el primer trimestre del embarazo.

Guía 7. ¿Qué pueden hacer los fetos?

- La actividad fetal puede ser observada mediante **ultrasonido** y otros medios. A medida que los fetos crecen, se mueven menos aunque más vigorosamente. La deglución de líquido amniótico que contiene sustancias del cuerpo de la madre, estimula el gusto y el olfato. Aparentemente, los fetos pueden oír, ejercitar la discriminación sensorial, aprender y recordar.

Guía 8. ¿Qué influencias ambientales pueden afectar el desarrollo prenatal?

- El organismo en desarrollo puede ser considerablemente afectado por su entorno prenatal. Algunos factores ambientales son **teratogénicos**; la probabilidad de defectos congénitos puede depender del momento y de la intensidad del evento ambiental e igualmente de su interacción con los factores genéticos.
- Las principales influencias ambientales que involucran a la madre incluyen su nutrición, actividad física, tabaquismo,

ingestión de alcohol (el cual puede producir el **síndrome del alcoholismo fetal [FAS]**), consumo de otras drogas legales o ilegales, transmisión del **síndrome de inmunodeficiencia adquirida (sida)**, otras enfermedades o infecciones maternas, edad de la madre, incompatibilidad sanguínea y riesgos ambientales externos como los químicos y la radiación. Las influencias externas también pueden afectar el espermatozoides paterno.

Guía 9. ¿Qué técnicas permiten valorar la salud y el bienestar de un feto y qué importancia tiene la atención prenatal?

- El ultrasonido o ecografía, la **amniocentesis**, la **muestra de vellosidades coriónicas**, la **embrioscopia**, el **diagnóstico genético preimplantación**, la **muestra del cordón umbilical** y las **pruebas sanguíneas maternas** se utilizan para establecer si un bebé por nacer se está desarrollando normalmente. Algunas condiciones anormales pueden corregirse mediante terapia fetal.
- La atención prenatal temprana y de alta calidad es esencial para un desarrollo sano. Ésta puede conducir a la detección de defectos y trastornos y, especialmente si se inicia temprano y está dirigida a las necesidades de las mujeres en riesgo, puede ayudar a reducir las muertes maternas e infantiles, el bajo peso al nacer y otras complicaciones del nacimiento.

Términos clave

clonar (65)
 fertilización (65)
 cigoto (65)
 gemelos heterocigóticos (dos óvulos) (66)
 gemelos homocigóticos (un óvulo) (66)
 temperamento (66)
 gen (67)
 ácido desoxirribonucleico (ADN) (67)
 cromosoma (67)
 autosomas (67)
 cromosomas sexuales (67)
 alelos (69)
 homocigótico (69)
 heterocigótico (69)
 herencia dominante (69)
 herencia recesiva (69)
 locus de rasgos cuantitativos (LRC) (69)

transmisión multifactorial (69)
 fenotipo (69)
 genotipo (69)
 herencia ligada al sexo (73)
 síndrome de Down (76)
 impresión genómica (77)
 consejería genética (77)
 prueba genética (78)
 genética del comportamiento (78)
 transmisibilidad (78)
 concordante (80)
 esfera de reacción (81)
 canalización (82)
 interacción genotipo-entorno (82)
 correlación genotipo-entorno (82)
 elección del nicho (83)
 efectos ambientales no compartidos (84)
 obesidad (84)
 esquizofrenia (86)
 autismo (86)

principio cefalocaudal (87)
 principio proximodistal (87)
 etapa germinal (89)
 etapa embrionaria (90)
 aborto espontáneo (91)
 etapa fetal (91)
 ultrasonido o ecografía (91)
 teratogénico (92)
 síndrome del alcoholismo fetal (FAS) (94)
 síndrome de inmunodeficiencia adquirida (sida) (98)
 amniocentesis (100)
 muestra de vellosidades coriónicas (101)
 embrioscopia genética previa a la implantación (101)
 diagnóstico genético previo a la implantación (101)
 muestra del cordón umbilical (101)
 prueba de sangre materna (101)