

Novena semana hasta el nacimiento: el período fetal

Estimación de la edad fetal 95	Procedimientos para evaluar el estado fetal 102
Trimestres del embarazo 95	Ecografía 102
Mediciones y características del feto 95	Amniocentesis diagnóstica 102
Aspectos destacados del período fetal 96	Determinación de la alfa-fetoproteína 103
Semanas 9 a 12 96	Estudios espectrofotométricos 104
Semanas 13 a 16 97	Biopsia de las vellosidades coriónicas 104
Semanas 17 a 20 98	Patrones de la cromatina sexual 104
Semanas 21 a 25 98	Cultivos celulares y análisis cromosómico 104
Semanas 26 a 29 99	Transfusión fetal 104
Semanas 30 a 34 99	Fetoscopia 105
Semanas 35 a 38 99	Obtención percutánea de muestras de sangre del cordón umbilical 105
Fecha estimada del parto 101	Resonancia magnética 105
Factores que influyen en el crecimiento fetal 101	Monitorización fetal 105
Tabaquismo 101	Resumen del período fetal 105
Embarazo múltiple 101	Problemas con orientación clínica 106
Consumo de alcohol y drogas 101	
Alteración del flujo sanguíneo uteroplacentario y fetoplacentario 102	
Factores genéticos y retraso del crecimiento 102	

La transformación de un embrión en un feto tiene lugar de manera gradual, pero el cambio de denominación es significativo debido a que implica que el embrión se ha desarrollado hasta adquirir un aspecto claramente humano y que se han formado los primordios de todos los sistemas importantes. El desarrollo durante el período fetal está relacionado con el rápido crecimiento del cuerpo y con la diferenciación de los tejidos, los órganos y los sistemas. Un cambio notable durante el período fetal es la ralentización relativa del crecimiento de la cabeza, en comparación con el del resto del cuerpo. El crecimiento corporal durante el período fetal es muy rápido (tabla 6-1) y el incremento del peso corporal durante las semanas terminales es extraordinario. Los períodos de crecimiento continuado

Tabla 6-1 Criterios para estimar la edad desde la fecundación durante el período fetal

EDAD (SEMANAS)	LONGITUD OCCIPUCIO-CÓCCIX (mm)*	LONGITUD DEL PIE (mm)*	PESO CORPORAL DEL FETO (g)†	CARACTERÍSTICAS EXTERNAS PRINCIPALES
Fetos no viables				
9	50	7	8	Los párpados se cierran o están cerrados. La cabeza es grande y más redondeada. Los genitales externos no pueden diferenciarse en masculinos y femeninos. Algunas asas intestinales se localizan en la parte proximal del cordón umbilical. Las orejas presentan una implantación baja
10	61	9	14	Las asas intestinales se localizan en el abdomen. Desarrollo inicial de las uñas de los dedos de las manos
12	87	14	45	Los genitales externos permiten diferenciar los sexos masculino y femenino. El cuello está bien definido
14	120	20	110	La cabeza se mantiene erecta. Los ojos miran en dirección anterior. Las orejas están cerca de su posición definitiva. Los miembros inferiores están bien desarrollados. Desarrollo inicial de las uñas de los dedos de los pies
16	140	27	200	Las orejas sobresalen de la cabeza
18	160	33	320	El vénix caseoso cubre la piel. La madre percibe los primeros movimientos del feto
20	190	39	460	Es visible el pelo de la cabeza y del cuerpo (lanugo)
Fetos viables†				
22	210	45	630	La piel es tersa, translúcida y de coloración rosada o rojiza
24	230	50	820	Están presentes las uñas de los dedos de las manos. El cuerpo es enjuto
26	250	55	1.000	Los párpados están parcialmente abiertos. Se observan las pestañas
28	270	59	1.300	Los ojos están completamente abiertos. En ocasiones se observa una cantidad considerable de pelo en el cuero cabelludo. La piel está ligeramente arrugada
30	280	63	1.700	Se observan las uñas de los dedos de los pies. Cuerpo rollizo. Testículos en fase de descenso
32	300	68	2.100	Las uñas de los dedos de las manos alcanzan las yemas de los dedos de las manos. La piel es lisa
36	340	79	2.900	El cuerpo es generalmente rollizo. Casi no hay lanugo (pelo). Las uñas de los dedos de los pies alcanzan las yemas de los dedos de los pies. Miembros en flexión; agarre firme
38	360	83	3.400	Tórax prominente; protrusión de las mamas. Los testículos están en el escroto o son palpables en los conductos inguinales. Las uñas de los dedos de las manos sobrepasan las yemas de los dedos de las manos

*Estas medidas son cifras promedio y pueden no aplicarse a los casos individuales; las variaciones en las dimensiones aumentan con la edad.

†Esos pesos se refieren a fetos que han permanecido fijados en formalina al 10% durante 2 semanas; el peso de los especímenes no fijados es generalmente un 5% inferior.

‡No hay un límite bien establecido del desarrollo, la edad o el peso corporal a partir del cual el feto sea automáticamente viable o por encima del cual esté garantizada su supervivencia; sin embargo, la experiencia ha demostrado que es poco habitual la supervivencia de los fetos con un peso corporal inferior a 500 g y de los fetos con una edad desde la fecundación inferior a 22 semanas. Incluso los fetos de 26 a 28 semanas tienen dificultades para sobrevivir, debido principalmente a que sus sistemas respiratorio y nervioso central no están completamente diferenciados.

normal se alternan con intervalos prolongados de ausencia de crecimiento.

VIABILIDAD DE LOS FETOS

La viabilidad se define como la capacidad de los fetos para sobrevivir en el ambiente extrauterino (es decir, después del parto). La mayor parte de los fetos con un peso corporal inferior a 500 g en el momento del parto no sobreviven. En muchos casos, el peso bajo de los recién nacidos a término se debe a un problema de **restricción del crecimiento intrauterino** (RCIU). En consecuencia, si reciben cuidados posnatales adecuados, algunos fetos con un peso corporal inferior a 500 g pueden sobrevivir; estos casos corresponden a los **lactantes inmaduros** o con un peso corporal extremadamente bajo en el momento de nacer.

La mayor parte de los fetos con un peso corporal de 750 a 1.500 g sobreviven, pero pueden aparecer complicaciones; son los **lactantes prematuros**. Cada año nacen en Estados Unidos aproximadamente 500.000 prematuros. Muchos de estos prematuros presentan complicaciones médicas importantes o fallecen al poco tiempo de nacer. El uso de esteroides antes del parto y la administración posnatal de surfactante endotraqueal han reducido de manera importante la morbilidad aguda y a largo plazo. La prematuridad es una de las causas más frecuentes de morbilidad y mortalidad perinatales.

ESTIMACIÓN DE LA EDAD FETAL

Las mediciones ecográficas de la longitud occipucio-cóccix (LOC) permiten determinar el tamaño y la probable edad del feto, al tiempo que ofrecen una predicción de la *fecha esperada del parto*. Las mediciones de la cabeza fetal y de la longitud del fémur también se utilizan para evaluar la edad. La *edad gestacional* se utiliza a menudo desde el punto de vista clínico, aunque este parámetro puede inducir confusión debido a que su denominación parece hacer referencia a la edad real del feto desde el momento de la fecundación del ovocito. En realidad, el concepto de edad gestacional se utiliza más habitualmente como sinónimo de la edad en relación con la última menstruación normal (UMN). Es importante que el especialista que prescribe la ecografía y el que la realiza utilicen la misma terminología.

El período **intrauterino** se puede dividir en días, semanas o meses (tabla 6-2), pero puede haber confusión cuando no se indica si la edad se calcula a partir del inicio de la UMN o del día estimado de la fecundación del ovocito. La incertidumbre respecto a la edad se manifiesta cuando se utilizan los meses, especialmente si no se indica si corresponden a meses de calendario (28-31 días) o a meses lunares (28 días). *Salvo indicación contraria, el concepto de edad fetal utilizado en este libro se calcula a partir de la fecha estimada de la fecundación.*

Trimestres del embarazo

Desde el punto de vista clínico, el período gestacional se divide en tres trimestres. Al final del primer trimestre ya se han desarrollado todos los sistemas principales (fig. 6-1B). A lo largo del segundo, el feto adquiere un tamaño suficiente para que en la ecografía sea posible visualizar un detalle anatómico importante. Durante este período se pueden detectar la mayoría de las malformaciones congénitas mediante la ecografía de alta resolución en tiempo real. Hacia el comienzo del tercer trimestre el feto ya puede sobrevivir incluso si nace prematuramente. El feto alcanza un hito importante del desarrollo a las 35 semanas de la gestación y cuando adquiere un peso corporal aproximado de 2.500 g, lo que se utiliza para definir el grado de madurez fetal. En esta fase, el feto suele sobrevivir incluso si el parto tiene lugar de forma prematura.

Mediciones y características del feto

Hay varios parámetros y características externas útiles para estimar la edad fetal (v. tabla 6-1). La LOC es el método de elección para estimarla hasta el final del primer trimestre, dado que la variabilidad en el tamaño fetal durante este período es muy escasa. En los trimestres segundo y tercero es posible identificar varias estructuras que se pueden medir en la ecografía, pero los parámetros más utilizados son el diámetro *biparietal* (el diámetro de la cabeza entre las dos eminencias parietales), el *perímetro craneal*, el perímetro abdominal, la longitud del fémur y la longitud del pie. El peso corporal es a menudo un criterio útil para estimar la edad, aunque puede haber discrepancias entre la edad y el peso corporal especialmente cuando la madre presenta alguna enfermedad metabólica (como la diabetes mellitus) durante el embarazo. En estos casos, el peso corporal supera a menudo los valores considerados normales para la LOC correspondiente.

Las dimensiones fetales obtenidas mediante las mediciones ecográficas se aproximan notablemente a las mediciones de la LOC obtenidas en fetos que han sufrido un aborto espontáneo. La determinación del tamaño del feto, especialmente de su cabeza, tiene utilidad para que los obstetras puedan tratar a sus pacientes.

Tabla 6-2 Comparación de las unidades del tiempo gestacional y de la fecha de parto

PUNTO DE REFERENCIA	DÍAS	SEMANAS	MESES DE CALENDARIO	MESES LUNARES
Fecundación	266	38	8,75	9,50
UMN	280	40	9,25	10

La regla habitual para determinar la fecha estimada del parto (regla de Nägele) consiste en descontar 3 meses desde el primer día de la UMN y añadir un año y 7 días.

ASPECTOS DESTACADOS DEL PERÍODO FETAL

No hay ningún sistema de estadificación formal para el período fetal; sin embargo, es útil describir los cambios que ocurren en períodos de 4 a 5 semanas.

Semanas 9 a 12

Al comienzo de la novena semana la cabeza constituye aproximadamente la mitad de la LOC del feto (figs. 6-1 y 6-2A). Más adelante, el crecimiento de la longitud corporal se acelera, de manera que hacia el final de la semana 12 la LOC es más del doble (fig. 6-1B; v. tabla 6-1). A pesar de que el crecimiento de la cabeza se reduce, todavía es desproporcionadamente grande en comparación con el resto del cuerpo.

A las 9 semanas la cara es ancha, los ojos están ampliamente separados, las orejas muestran una implantación baja y los párpados están fusionados (fig. 6-2B). Al final de la semana 12 aparecen los *centros de osificación primaria* en el esqueleto, en especial en el cráneo y los huesos largos. Al comienzo de la novena semana las piernas son cortas y los muslos relativamente pequeños. Hacia el final de la semana 12 los miembros superiores casi han alcanzado su longitud relativa final, pero los miembros inferiores todavía no están bien desarrollados y su tamaño es algo inferior a su longitud relativa final.

Los genitales externos de los fetos masculino y femenino tienen características similares hasta el final de la novena semana. Su forma fetal madura no queda establecida hasta la semana 12. En el extremo proximal del cordón umbilical pueden observarse asas intestinales hasta la mitad de la semana 10 (v. fig. 6-2B).



FIGURA 6-1 Imagen ecográfica de un feto de 9 semanas (11 semanas de edad gestacional). Se pueden observar el amnios, la cavidad amniótica (A) y la cavidad coriónica (C). LOC, 4,2 cm (calibradores). (Por cortesía del doctor E.A. Lyons, profesor de Radiología, Obstetricia y Ginecología, y Anatomía, Health Sciences Centre and University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canadá.)

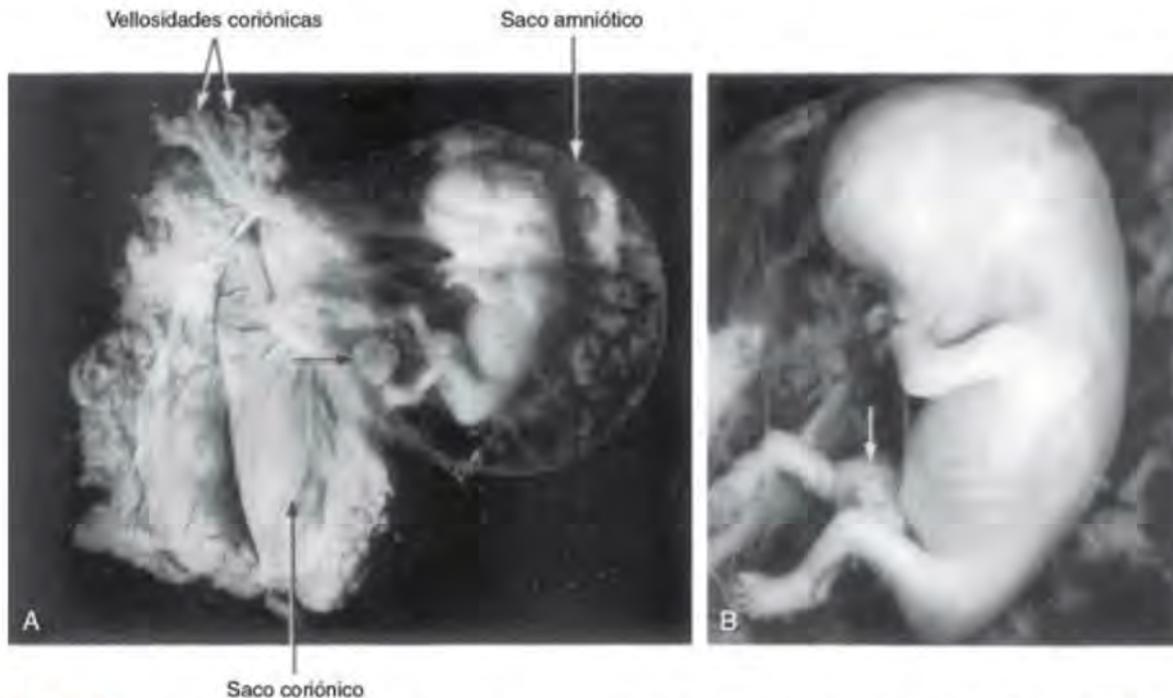


FIGURA 6-2 Feto de 9 semanas en el saco amniótico, expuesto tras la eliminación del saco coriónico. **A**, Tamaño real. El resto de la vesícula umbilical está indicado por una flecha. **B**, Fotografía de aumento correspondiente al feto (x2). Se pueden observar las características siguientes: cabeza grande, párpados fusionados, costillas cartilaginosas e intestino en el cordón umbilical (flecha). (Por cortesía del profesor Jean Hay [jubilado], Department of Human Anatomy and Cell Science, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canadá.)

Hacia la semana 11 las asas intestinales ya han vuelto al abdomen (fig. 6-3).

A las 9 semanas el hígado es el órgano principal en el que tiene lugar la *eritropoyesis* (formación de los hematíes). Hacia el final de la semana 12 la eritropoyesis se ha reducido en el hígado y ha comenzado en el bazo. La *formación de orina* comienza entre las semanas 9 y 12; la orina es eliminada a través de la uretra hacia el líquido amniótico. El feto reabsorbe parte del líquido amniótico tras deglutirlo. Los productos de desecho fetales son transferidos a la circulación materna tras atravesar la membrana placentaria (v. cap. 7).

Semanas 13 a 16

Durante este período el crecimiento es rápido (figs. 6-4 y 6-5; v. tabla 6-1). Hacia la semana 16 la cabeza es relativamente pequeña en comparación con la del feto de 12 semanas, y los miembros inferiores han aumentado su longitud. Los movimientos de los miembros, que se inician al final del período embrionario, muestran coordinación hacia la semana 14, aunque todavía son demasiado débiles para que la madre pueda percibirlos. Los movimientos de los miembros son visibles en el estudio ecográfico.

La *osificación del esqueleto fetal* se mantiene activa durante este período y los huesos son claramente visibles en las imágenes ecográficas obtenidas al comienzo de la semana 16. A las 14 semanas aparecen *movimientos oculares lentos*. El patrón del pelo del cuero cabelludo también queda determinado durante este período. Hacia la semana 16 los ovarios se diferencian y contienen folículos primordiales que, a su vez, contienen ovogonias (v. cap. 12). Los genitales de estos fetos pueden reconocerse hacia las semanas 12 a 14. Hacia la semana 16, los ojos miran hacia delante, más que hacia los lados. Por otra parte, las orejas ya están cerca de su posición definitiva en las partes laterales de la cabeza.



FIGURA 6-3 Feto de 11 semanas ($\times 1,5$). Se puede observar la cabeza relativamente grande, además del hecho de que las asas intestinales ya no se localizan en el cordón umbilical. (Por cortesía del profesor Jean Hay [jubilado], Department of Human Anatomy and Cell Science, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canadá.)

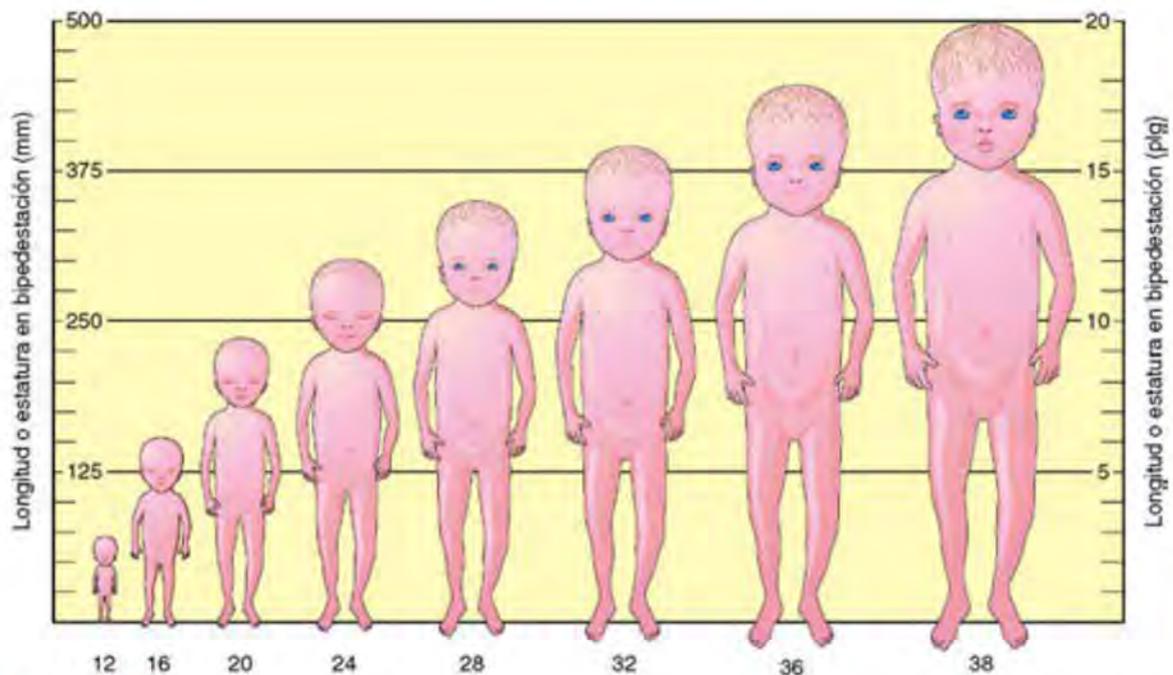


FIGURA 6-4 Diagrama a escala con ilustración de los cambios que tienen lugar en el tamaño del feto humano.



FIGURA 6-5 Fotografía de aumento de la cabeza y de la parte superior del tronco de un feto de 13 semanas. (Por cortesía del profesor Jean Hay [jubilado], Department of Human Anatomy and Cell Science, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canadá.)

Semanas 17 a 20

El crecimiento se reduce durante este período, aunque la LOC todavía se incrementa en aproximadamente 50 mm (figs. 6-4 y 6-6; v. tabla 6-1). La madre suele percibir los **primeros movimientos fetales**. Ahora, la piel está cubierta por un material grasiento y pastoso, el **vérnix caseoso**. Este material consiste en una mezcla de células epidérmicas muertas y de material adiposo (secreción) procedente de las glándulas sebáceas. El vérnix caseoso protege la delicada piel del feto frente a las abrasiones, las grietas y el endurecimiento que pueden acompañar la exposición al líquido amniótico.

Las cejas y el pelo de la cabeza son visibles en la semana 20. Con frecuencia, el feto está completamente cubierto por un pelo fino y aterciopelado, el **lanugo**, que facilita la retención del vérnix caseoso sobre la piel. Durante este período se forma la **grasa parda** cuya función es la producción de calor, especialmente en el recién nacido. Este tejido adiposo especializado, que se localiza sobre todo en la raíz del cuello, por detrás del esternón y en el área perirrenal, produce calor a través de la oxidación de los ácidos grasos.

Hacia la semana 18 se forma el útero fetal y se inicia la canalización de la vagina, al tiempo que son visibles muchos folículos ováricos primordiales que contienen ovogonias. Hacia la semana 20 ya se ha iniciado el descenso de los testículos, que todavía se localizan en la pared abdominal posterior, en una posición muy similar a la de los ovarios en los fetos femeninos.



A



B

FIGURA 6-6 **A**, Feto de 17 semanas. A consecuencia de la escasez de tejido adiposo subcutáneo y de la finura de la piel, son visibles los vasos del cuero cabelludo. Los fetos de esta edad no pueden sobrevivir fuera de la cavidad uterina en los casos de parto prematuro, debido principalmente a que su sistema respiratorio es inmaduro. **B**, Vista frontal de un feto de 17 semanas. Se puede observar que en esta fase los párpados están cerrados. (**A**, Tomado de Moore KL, Persaud TVN, Shiota K: *Color Atlas of Clinical Embryology*, 2.ª ed. Filadelfia, WB Saunders, 2000; **B**, Por cortesía del doctor Robert Jordan, St. George's University Medical School, Grenada.)

Semanas 21 a 25

Durante este período se produce un incremento sustancial del peso corporal y el feto está mejor proporcionado (fig. 6-7). La piel suele estar arrugada y es más translúcida, especialmente durante la primera parte de este período. Tiene un color rosado o rojo debido a que la sangre que discurre a través de los capilares es visible. Hacia la semana 21 se inician los movimientos oculares

rápidos y, en este sentido, se han observado respuestas de sobresalto con parpadeo a las 22-23 semanas. Las células epiteliales secretoras (neumocitos tipo II) de las paredes intraalveolares de los pulmones comienzan a secretar **surfactante**, un material lipídico que actúa en la superficie y que mantiene la permeabilidad de los alveolos pulmonares en fase de desarrollo (v. cap. 10). Las uñas aparecen hacia la semana 24. A pesar de que un feto nacido prematuramente entre las 22 y las 25 semanas puede sobrevivir si recibe cuidados intensivos (v. fig. 6-7), también puede fallecer debido a la inmadurez del sistema respiratorio. En los lactantes nacidos antes de la semana 26 de gestación hay un riesgo elevado de discapacidad por inmadurez nerviosa.

Semanas 26 a 29

Si el parto prematuro tiene lugar durante este período, es habitual que el feto sobreviva siempre y cuando reciba cuidados intensivos (fig. 6-8). Los *pulmones y la vascularización pulmonar* se han desarrollado en grado suficiente como para permitir un intercambio adecuado de gases. Por otra parte, el sistema nervioso



FIGURA 6-7 Recién nacido normal de 25 semanas de gestación y de sexo femenino, con un peso corporal de 725 g. (Por cortesía de Dean Barringer y Marnie Danzinger.)

central ha madurado hasta un nivel en el que puede dirigir los movimientos respiratorios rítmicos y controlar la temperatura corporal. La tasa más elevada de mortalidad neonatal se produce en los lactantes clasificados en los grupos de peso corporal bajo (≤ 2.500 g) y muy bajo (≤ 1.500 g).

Los *párpados se abren* durante la semana 26, al tiempo que el lanugo y el pelo de la cabeza ya están bien desarrollados. Las uñas de los dedos de los pies son visibles y ahora hay una cantidad apreciable de tejido adiposo subcutáneo bajo la piel, lo que hace desaparecer muchas de las arrugas cutáneas. Durante este período aumenta la cantidad de tejido adiposo blanco hasta constituir aproximadamente el 3,5% del peso corporal. El bazo fetal se ha convertido en un órgano importante para la *eritropoyesis* (producción de los hematíes). Este proceso finaliza a las 28 semanas, en un momento en el que la médula ósea ya se ha convertido en el órgano principal de la eritropoyesis.

Semanas 30 a 34

El *reflejo pupilar (la modificación del diámetro de la pupila en respuesta al estímulo luminoso)* se puede inducir a las 30 semanas. Generalmente, al final de este período la piel tiene una coloración rosada y es lisa, y las extremidades superiores e inferiores muestran un aspecto regordete. A esta edad, el tejido adiposo blanco representa aproximadamente el 8% del peso corporal total. Los fetos de 32 o más semanas sobreviven generalmente en los casos de parto prematuro.

Semanas 35 a 38

Los fetos que nacen a las 35 semanas presentan un agarre firme y muestran orientación espontánea a la luz. A medida que el embarazo se aproxima a su término, el sistema nervioso adquiere el grado de madurez suficiente como para llevar a cabo algunas funciones de integración. La mayoría de los fetos tienen un aspecto rollizo durante este «período final» (fig. 6-9). A las 36 semanas, los perímetros de la cabeza y el abdomen son aproximadamente iguales. Después de este período, el perímetro abdominal puede ser mayor que el craneal. A las 37 semanas, la *longitud del pie*

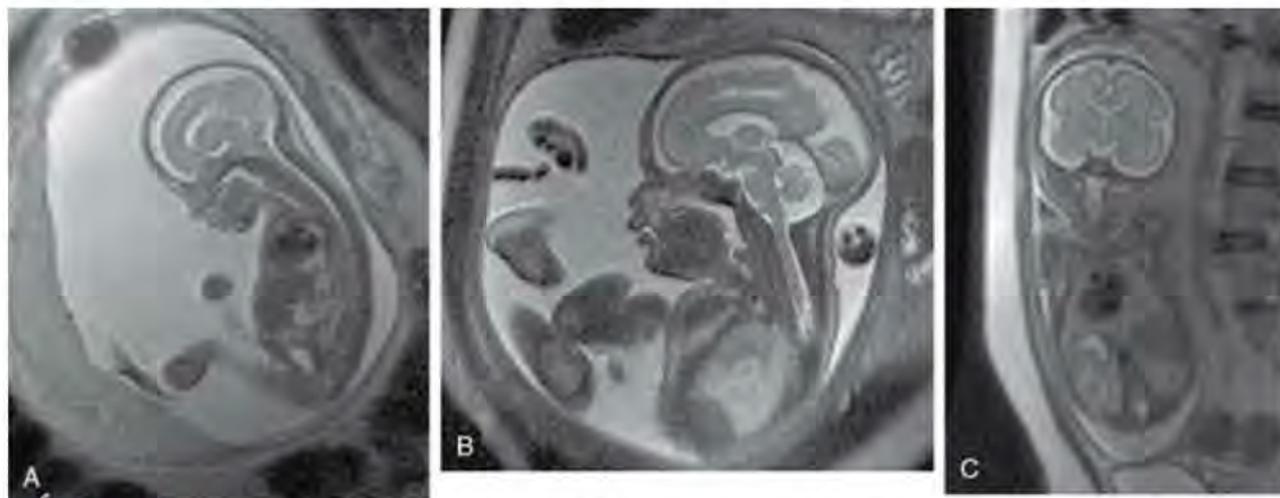


FIGURA 6-8 Imágenes de resonancia magnética (RM) de fetos normales. **A**, A las 18 semanas (20 semanas de edad gestacional). **B**, A las 26 semanas. **C**, A las 28 semanas. (Por cortesía de la doctora Deborah Levine, directora de Ecografía Obstétrica y Ginecológica, Beth Israel Deaconess Medical Center, Boston, MA.)



FIGURA 6-9 Recién nacidos sanos. **A**, A las 34 semanas (36 semanas de edad gestacional). **B**, A las 38 semanas (40 semanas de edad gestacional). (**A**, Por cortesía de Michael y Michele Rice; **B**, Por cortesía del doctor Jon y de la señora Margaret Jackson.)



FIGURA 6-10 Ecografía en la que se observa el pie de un feto de 19 semanas. (Por cortesía del doctor E.A. Lyons, profesor de Radiología, Obstetricia y Ginecología, y Anatomía, Health Sciences Centre and University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canadá.)

fetal es ligeramente mayor que la longitud del fémur y representa un parámetro alternativo para confirmar la edad del feto (fig. 6-10). A medida que se aproxima el parto tiene lugar una disminución en la velocidad de crecimiento (fig. 6-11).

En el embarazo a término, la mayoría de los fetos alcanzan una LOC de 360 mm y un peso corporal aproximado de 3.400 g. El tejido adiposo blanco constituye aproximadamente el 16% del peso corporal. Durante estas últimas semanas el feto aumenta diariamente su cantidad de tejido adiposo en unos 14 g. El tórax es prominente y las mamas muestran a menudo una ligera pro-

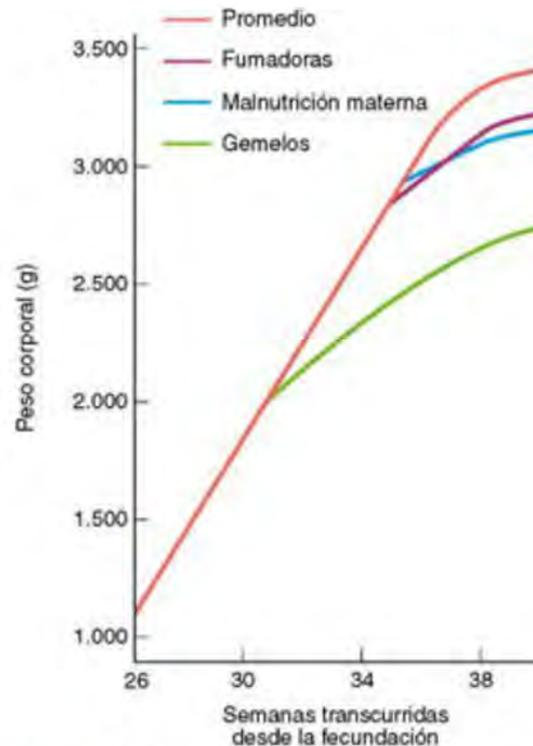


FIGURA 6-11 Gráfica en la que se muestra la velocidad del crecimiento fetal durante el tercer trimestre (los últimos 3 meses). El valor promedio se refiere a los niños nacidos en Estados Unidos. Después de la semana 36 la velocidad de crecimiento se desvía respecto a la línea media. Esta reducción, sobre todo después de la fecha del término del embarazo (38 semanas), posiblemente refleja la nutrición fetal inadecuada secundaria a cambios en la placenta. (Adaptado de Gruenwald P: Growth of the human fetus. I. Normal growth and its variation. *Am J Obstet Gynecol.* 1966;94:1112.)

trusión en los fetos de ambos sexos. Los testículos se suelen localizar en el escroto en los lactantes de sexo masculino a término; sin embargo, los prematuros muestran a menudo ausencia de descenso testicular. A pesar de que en el feto a término la cabeza es más pequeña en relación con el resto del cuerpo, en comparación con lo que ocurre en etapas anteriores de la vida fetal, al final del embarazo sigue siendo una de las estructuras de mayor tamaño. En general, en el momento del parto los fetos de sexo masculino tienen una longitud y un peso corporal mayores que los de sexo femenino.

PESO CORPORAL BAJO AL NACER

No todos los recién nacidos con peso corporal bajo al nacer son prematuros. Aproximadamente, la tercera parte de los lactantes con un peso corporal de 2.500 g o menos en el momento del nacimiento son realmente casos de lactantes pequeños respecto a la edad gestacional. Estos lactantes «pequeños para la edad gestacional» pueden tener un peso corporal bajo debido a un problema de insuficiencia placentaria (v. cap. 7). Las placentas muestran a menudo tamaño pequeño o bien están fijadas inadecuadamente a la pared uterina o han experimentado cambios degenerativos que reducen progresivamente el aporte de oxígeno y nutrientes al feto.

Es importante diferenciar, por un lado, los **lactantes a término** que presentan un peso corporal bajo en el momento del nacimiento debido a un problema de restricción del crecimiento intrauterino (RCIU), y, por otro, los **lactantes prematuros** que tienen un peso corporal bajo en el momento de nacer debido a que su gestación se ha acortado (es decir, son prematuros respecto a la duración de la gestación). El RCIU puede deberse a insuficiencia placentaria, preeclampsia (hipertensión), gestación múltiple (p. ej., trillizos), enfermedades infecciosas, anomalías cardiovasculares, nutrición materna inadecuada y efectos de las hormonas maternas y fetales. Los «teratógenos» (medicamentos, sustancias químicas y virus) y los factores genéticos también son causas conocidas de RCIU (v. cap. 20). Los lactantes con RCIU muestran característicamente una disminución del tejido adiposo subcutáneo y su piel está arrugada, lo que sugiere que ha habido una pérdida del tejido adiposo subcutáneo.

FECHA ESTIMADA DEL PARTO

La fecha estimada del parto de un feto es de 266 días, o bien 38 semanas, desde la fecundación; es decir, 280 días o 40 semanas después de la UMN (v. tabla 6-2). Aproximadamente, el 12% de los niños nacen entre 1 y 2 semanas después de la fecha esperada de parto.

SÍNDROME POSMADUREZ

La prolongación del embarazo durante 3 o más semanas por encima de la fecha esperada del parto tiene lugar en el 5-6% de las mujeres. Algunos de los lactantes que sufren esta experiencia desarrollan el denominado síndrome posmadurez y muestran un aumento en el riesgo de mortalidad. Debido a ello, a menudo se lleva a cabo la inducción del parto (v. cap. 7). Estos fetos presentan una piel seca y con áreas parcheadas; a menudo muestran un peso corporal excesivo y carecen de lanugo; por otra parte, el vémix caseoso está disminuido o es inexistente, las uñas son largas y el recién nacido muestra un nivel elevado de alerta.

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CRECIMIENTO FETAL

El feto necesita sustratos (nutrientes) para su crecimiento y para la producción de energía. Los gases y los nutrientes pasan libremente desde la madre hasta el feto a través de la **membrana placentaria** (v. cap. 7). La **glucosa** es una fuente primaria de energía para el metabolismo y el crecimiento fetales; también son necesarios los **aminoácidos**. Todos estos compuestos pasan desde la sangre de la madre hasta el feto a través de la membrana placentaria. El páncreas fetal segrega la insulina necesaria para el metabolismo de la glucosa; la insulina materna no llega al feto en cantidades significativas debido a que la membrana placentaria es relativamente impermeable a esta hormona. La insulina, los factores de crecimiento similares a la insulina, la hormona de crecimiento humana y algunos polipéptidos pequeños (como la somatomedina C) parecen estimular el crecimiento fetal.

Hay distintos factores que pueden influir en el crecimiento prenatal: maternos, fetales y ambientales. Algunos factores que actúan a lo largo de todo el embarazo, como la enfermedad vascular materna, la infección intrauterina y el consumo de cigarrillos y de alcohol tienden a causar **restricción del crecimiento intrauterino (RCIU)** o a hacer que el lactante sea **pequeño respecto a la edad gestacional (PEG)**, mientras que los factores que actúan durante el tercer trimestre, como la malnutrición materna, generalmente hacen que el lactante tenga un peso corporal bajo pero con una longitud corporal y un tamaño de la cabeza normales. Los términos RCIU y PEG están relacionados, pero no son sinónimos.

La RCIU se refiere a un proceso que da lugar a la reducción del patrón esperado de crecimiento fetal y también a una disminución del potencial de crecimiento del feto. Por otra parte, los lactantes PEG muestran un peso corporal en el momento del nacimiento inferior a un valor umbral predeterminado y correspondiente a una edad gestacional concreta (<2 desviaciones estándar por debajo de la media, o un valor inferior al percentil 3). La malnutrición materna grave debida al consumo de una dieta de mala calidad es una causa conocida de restricción del crecimiento fetal (v. fig. 6-11).

Tabaquismo

El consumo de cigarrillos es una causa bien demostrada de RCIU. La tasa de crecimiento de los fetos de mujeres que fuman es inferior a la normal durante las 6-8 semanas últimas del embarazo (v. fig. 6-11). En promedio, el peso corporal de los hijos de grandes fumadoras durante el embarazo es inferior en 200 g al valor normal, al tiempo que en esta situación aumenta la **morbilidad perinatal (complicaciones médicas)** en los casos en los que no hay una asistencia médica adecuada. El efecto del tabaquismo materno es mayor en los casos en los que, además, la nutrición de la madre es inadecuada.

Embarazo múltiple

Los fetos correspondientes a embarazos múltiples suelen tener un peso corporal considerablemente inferior al de los embarazos únicos (v. fig. 6-11). Es evidente que los requerimientos metabólicos totales de dos o más fetos superan el aporte nutricional que puede atravesar la placenta durante el tercer trimestre.

Consumo de alcohol y drogas

Los lactantes de madres alcohólicas muestran RCIU como parte del **síndrome alcohólico fetal** (v. cap. 20). Asimismo, el consumo de marihuana y de otras drogas (p. ej., cocaína) puede dar lugar a RCIU y a otras complicaciones obstétricas.

Alteración del flujo sanguíneo uteroplacentario y fetoplacentario

La circulación placentaria materna se puede reducir en situaciones en las que disminuye el flujo sanguíneo uterino (p. ej., vasos coriónicos pequeños, hipotensión materna intensa y nefropatía). La reducción crónica del flujo sanguíneo uterino puede dar lugar a inanición fetal con RCIU. Las situaciones de disfunción o alteraciones placentarias (p. ej., infarto; v. cap. 7) también pueden causar RCIU. El efecto neto de estas alteraciones es la disminución del área total de intercambio de los nutrientes entre las circulaciones sanguíneas fetal y materna. Es muy difícil separar los efectos de estos cambios placentarios de los efectos secundarios a la disminución del flujo sanguíneo materno hacia la placenta. En algunos casos de enfermedad materna crónica, las alteraciones vasculares uterinas maternas son el factor primario y las alteraciones placentarias, un factor secundario.

Factores genéticos y retraso del crecimiento

Está bien demostrado que los factores genéticos pueden causar RCIU. La existencia de casos repetidos de este problema en un grupo familiar indica que la causa del crecimiento anómalo puede ser la presencia de genes de transmisión recesiva. También se ha demostrado que las alteraciones cromosómicas, tanto estructurales como numéricas, se asocian a retraso del crecimiento fetal. El RCIU es frecuente en los lactantes con síndrome de Down y es muy característico de los fetos con el síndrome de la trisomía 18 (v. cap. 20).

PROCEDIMIENTOS PARA EVALUAR EL ESTADO FETAL

Al acogerse en el útero de su madre, el feto también asume los riesgos asociados a las enfermedades o la malnutrición maternas, al tiempo que se ve obligado a ajustarse a sus características bioquímicas, inmunológicas y hormonales.

George W. Corner, renombrado embriólogo norteamericano, 1888-1981

La perinatología es la rama de la medicina implicada en el bienestar del feto y del recién nacido, y en general cubre el período que va aproximadamente desde las 26 semanas desde la fecundación hasta las 4 semanas posteriores al parto. Esta subespecialidad médica combina diversos aspectos de la obstetricia y de la pediatría.

Ecografía

La ecografía es la técnica de imagen principal para la evaluación del feto debido a que es un método de elevada disponibilidad y de coste bajo que carece de efectos adversos conocidos. La ecografía permite la visualización del saco coriónico y de su contenido durante los períodos embrionario y fetal. También permite definir el tamaño de la placenta y del feto, así como las situaciones de embarazo múltiple, las alteraciones de la configuración placentaria y la presentación anómala del feto. La ecografía ofrece una medición precisa del diámetro biparietal del cráneo fetal, un dato a partir del cual es posible realizar estimaciones de la edad y la longitud corporal del feto. Las figuras 6-10 y 6-12 ilustran el modo en que pueden observarse en la ecografía los detalles anatómicos del feto. La ecografía también es útil para el diagnóstico de los embarazos patológicos en una fase muy temprana. Los rápidos avances de la técnica ecográfica han hecho de ella una herramienta de gran importancia para el diagnóstico prenatal de las alteraciones fetales. La ecografía también permite guiar la biopsia de los tejidos fetales, como la piel, el hígado, el riñón y el músculo.

Amniocentesis diagnóstica

La amniocentesis es un procedimiento diagnóstico prenatal de carácter invasivo que se lleva a cabo con relativa frecuencia, generalmente entre las semanas 15 y 18 de gestación. La muestra de líquido amniótico se obtiene mediante la introducción de una aguja con un calibre de 22 G a través de las paredes abdominal y uterina anteriores de la madre, hasta alcanzar la cavidad amniótica atravesando el corion y el amnios (fig. 6-13A). Dado que antes de la semana 14 la cantidad de líquido amniótico es relativamente escasa, hasta que no se alcanza dicha fecha es difícil



FIGURA 6-12 A, Imagen ecográfica tridimensional de un feto de 28 semanas, en la que se observa su cara. Las características superficiales son claramente reconocibles. B, Fotografía del recién nacido correspondiente a A, 3 horas después del parto. (Por cortesía del doctor E.A. Lyons, profesor de Radiología, Obstetricia y Ginecología, y Anatomía, Health Sciences Centre and University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canadá.)

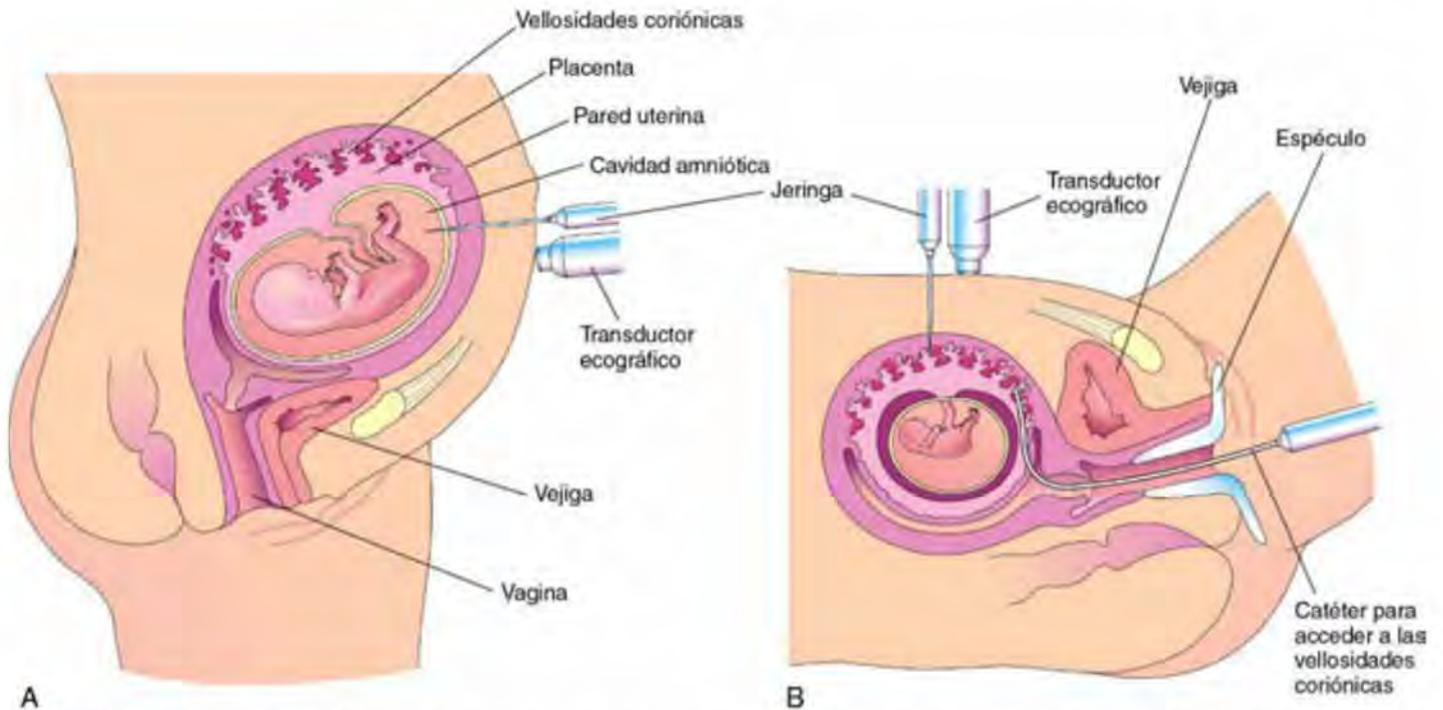


FIGURA 6-13 A, Ilustración de la amniocentesis. Se introduce una aguja a través de las paredes abdominal y uterina, hasta la cavidad amniótica. Después, se aplica una jeringa y se extrae una muestra de líquido amniótico para la realización de pruebas diagnósticas. B, Representación esquemática de la biopsia de las vellosidades coriónicas. Se ilustran dos vías distintas: a través de la pared abdominal anterior materna, con una aguja, y a través de la vagina y del canal cervical mediante un catéter flexible. El espéculo es un instrumento que permite la exposición de la vagina.

llevar a cabo la amniocentesis. El volumen de líquido amniótico es de aproximadamente 200 ml y es posible extraer con seguridad entre 15 y 20 ml. La amniocentesis es un procedimiento que carece relativamente de riesgos, en especial cuando lo realiza un médico con experiencia y bajo guía ecográfica en tiempo real para determinar la localización del feto y de la placenta.

Determinación de la alfa-fetoproteína

La alfa-fetoproteína (AFP) es una glucoproteína sintetizada por el hígado, la vesícula umbilical y el intestino fetales. La AFP presenta concentraciones elevadas en el suero del feto y alcanza sus valores máximos durante la semana 14 tras la UMN. Normalmente, pequeñas cantidades de AFP alcanzan el líquido amniótico.

VALOR DIAGNÓSTICO DE LA AMNIOCENTESIS

La amniocentesis es un método utilizado con frecuencia para la detección de trastornos genéticos (p. ej., síndrome de Down). Las indicaciones más habituales para la amniocentesis son las siguientes:

- Edad materna avanzada (38 o más años).
- Alumbramiento previo de un niño con trisomía (p. ej., síndrome de Down).
- Existencia de alteraciones cromosómicas en cualquiera de los progenitores (p. ej., una traslocación cromosómica; v. cap. 20).
- Mujeres portadoras de genes causantes de trastornos recesivos ligados al cromosoma X (p. ej., la hemofilia).
- Antecedentes familiares de defectos del tubo neural (p. ej., espina bífida quística; v. cap. 20).
- Mujeres portadoras de genes que codifican errores innatos del metabolismo.

ALFA-FETOPROTEÍNA Y ANOMALÍAS FETALES

La concentración de la AFP está elevada en el líquido amniótico que rodea a los fetos que presentan alteraciones graves en el sistema nervioso central y en la pared abdominal ventral. La concentración de la AFP en el líquido amniótico se determina mediante inmunoanálisis y, cuando se lleva a cabo una evaluación ecográfica, es posible establecer un diagnóstico prenatal en aproximadamente el 99% de los fetos con estos defectos graves. Si un feto muestra un defecto del tubo neural abierto también es probable que aumente la concentración de la AFP en el suero materno. La concentración sérica de la AFP en la madre es inferior a la normal en los casos en los que el feto presenta síndrome de Down (trisomía 21), trisomía 18 u otros defectos cromosómicos.

Estudios espectrofotométricos

El estudio de líquido amniótico mediante este método puede tener utilidad para valorar el grado de eritroblastosis fetal, también denominada *enfermedad hemolítica del recién nacido* (EHRN). Esta enfermedad se debe a la destrucción de los hematíes fetales por efecto de los anticuerpos maternos (v. cap. 7).

Biopsia de las vellosidades coriónicas

Las biopsias del tejido trofoblástico (5-20 mg) se pueden obtener mediante la introducción de una aguja a través de las paredes abdominal y uterina de la madre (vía transabdominal) hasta alcanzar la cavidad uterina, todo ello bajo guía ecográfica (v. fig. 6-13B). La biopsia de las vellosidades coriónicas (BVC) también se puede practicar por vía transcervical mediante la introducción de un catéter de polietileno a través del cuello uterino bajo guía ecográfica en tiempo real. Con el objetivo de determinar las características de un feto en riesgo, la BVC permite definir el cariotipo fetal (características cromosómicas) y establecer un diagnóstico semanas antes que con la amniocentesis. Sin embargo, el riesgo de aborto cuando se realiza la BVC es de aproximadamente el 1%, es decir, una cifra superior a la de la amniocentesis.

VALOR DIAGNÓSTICO DE LA BIOPSIA DE LAS VELLOSIDADES CORIÓNICAS

La biopsia de las vellosidades coriónicas (BVC) se lleva a cabo para detectar alteraciones cromosómicas, errores innatos del metabolismo y trastornos ligados al cromosoma X. La BVC se puede realizar entre las semanas 10 y 12 de la gestación. La tasa de aborto es de aproximadamente el 1%, es decir, una cifra ligeramente superior a la correspondiente a la amniocentesis. La información publicada respecto a la posibilidad de un aumento en el riesgo de defectos en los miembros tras la BVC es contradictoria. La ventaja de la BVC sobre la amniocentesis reside en que la primera se puede realizar antes, lo que permite conocer los resultados del análisis cromosómico varias semanas antes que con la amniocentesis.

Patrones de la cromatina sexual

El sexo del feto se puede determinar a través de la demostración de la presencia o la ausencia de cromatina sexual en los núcleos de las células obtenidas del líquido amniótico. Estas pruebas se desarrollaron después de que se descubriera que la cromatina sexual era visible en los núcleos de las células femeninas normales, pero no en los de las células masculinas normales (fig. 6-14A y B). Las mujeres con tres cromosomas X (46,XXX) presentan dos masas de cromatina sexual (fig. 6-14C). Mediante la aplicación de una técnica de tinción especial también es posible identificar el cromosoma Y en las células obtenidas del líquido amniótico y correspondientes a fetos de sexo masculino (fig. 6-14D). El conocimiento del *sexo fetal* puede ser útil para establecer el diagnóstico de diversas enfermedades hereditarias graves ligadas al cromosoma X, como la hemofilia y la distrofia muscular.

Cultivos celulares y análisis cromosómico

La prevalencia de los trastornos cromosómicos es de aproximadamente un caso por cada 120 recién nacidos vivos. Es posible detectar las alteraciones sexuales y cromosómicas del feto a través del estudio de los cromosomas sexuales de células fetales en cultivo obtenidas mediante amniocentesis. Habitualmente, estos cultivos se llevan a cabo en los casos de sospecha de alguna alteración de carácter autosómico, como en el síndrome de Down. Por otra parte, mediante técnicas de hibridación *in situ* de fluorescencia, en la actualidad es posible detectar microdeleciones y microduplicaciones, así como reordenamientos subteloméricos. Los *errores innatos del metabolismo* en los fetos pueden descubrirse también mediante el estudio de cultivos celulares. Es posible determinar deficiencias enzimáticas a través de la incubación de las células obtenidas a partir del líquido amniótico, con la definición posterior de la deficiencia enzimática específica en dichas células (v. cap. 20).

Transfusión fetal

A los fetos con EHRN se les puede tratar mediante transfusiones de sangre intrauterinas. La sangre se inyecta a través de una aguja colocada en la cavidad peritoneal del feto. Con los avances recientes en la obtención de muestras de sangre del cordón umbilical por vía percutánea (MSCVP) es posible efectuar la transfusión directa de sangre y de hematíes concentrados en la vena umbilical para el tratamiento de la anemia fetal secundaria a isoimmunización. No obstante, hoy en día la necesidad de las transfusiones

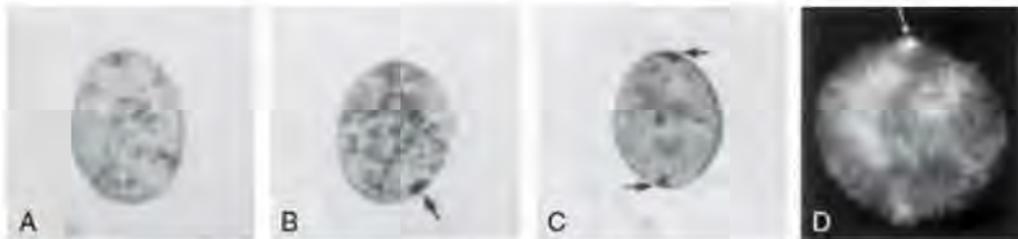


FIGURA 6-14 Núcleos de células epiteliales de la cavidad oral teñidas con cresil violeta (A, B y C) y con quinacrina mostaza (D) ($\times 2.000$). A, Correspondiente a un hombre normal. No se observa cromatina sexual (cromatina negativa). B, Correspondiente a una mujer normal. La flecha indica una masa típica de cromatina sexual (cromatina positiva). C, Correspondiente a una mujer con trisomía 47,XXX. Las flechas indican dos masas de cromatina sexual. D, Correspondiente a un hombre normal. La flecha indica una masa de cromatina Y que aparece en forma de un cuerpo intensamente fluorescente. (A y B, Tomado de Moore KL, Barr ML: *Smears from the oral mucosa in the detection of chromosomal sex*. *Lancet*. 1955;2:57.)

sanguíneas fetales es limitada debido al tratamiento de las mujeres Rh-negativas que tienen hijos Rh-positivos mediante la administración de inmunoglobulina anti-Rh, que en muchos casos evita el desarrollo de esta enfermedad del sistema Rh. La transfusión fetal directa de plaquetas en la vena del cordón umbilical se lleva a cabo como tratamiento de la trombocitopenia aloinmunitaria. Además, también se han publicado casos de infusión fetal de medicamentos mediante este mismo procedimiento, como tratamiento de algunas pocas enfermedades médicas del feto.

Fetoscopia

Con el uso de instrumentos de fibra óptica es posible la observación directa de diversas partes del cuerpo fetal. También es posible visualizar el feto completo para descartar la existencia de malformaciones congénitas como el labio hendido y los defectos en los miembros. Habitualmente, el fetoscopio se introduce a través de las paredes abdominal y uterina hasta la cavidad amniótica, de manera similar a como se introduce la aguja en el contexto de la amniocentesis. La fetoscopia se suele llevar a cabo entre las semanas 17 y 20 de la gestación, pero con las nuevas estrategias, como la *fetoscopia embrionaria transabdominal con aguja fina*, es posible detectar ciertos defectos del embrión o el feto durante el primer trimestre. Dado el riesgo que conlleva la fetoscopia para el feto, comparado con el de otros procedimientos diagnósticos prenatales, en la actualidad sólo tiene unas pocas indicaciones para el diagnóstico prenatal o el tratamiento del feto. En combinación con la coagulación mediante láser, la fetoscopia se ha utilizado en el tratamiento de problemas fetales como el síndrome de la transfusión gemelo-gemelo (STGG). La fetoscopia también se ha utilizado para la eliminación de las bridas amnióticas (v. fig. 7-21).

Obtención percutánea de muestras de sangre del cordón umbilical

Las muestras de sangre fetal se pueden obtener directamente a partir de la vena umbilical mediante el método MSCVP o la cordocentesis para el diagnóstico de muchos problemas fetales como la aneuploidía, la restricción del crecimiento fetal, la infección del feto y la anemia fetal. La MSCVP se suele llevar a cabo después de la semana 18 de gestación y bajo guía ecográfica directa continua, lo que permite localizar el cordón umbilical y sus vasos. Por otra parte, este procedimiento también permite el tratamiento directo del feto; por ejemplo, para la transfusión de hematíes concentrados en el tratamiento de la anemia fetal secundaria a isoimmunización.

Resonancia magnética

En las situaciones en las que se contempla el tratamiento fetal, la resonancia magnética (RM) puede tener utilidad para ofrecer información adicional respecto a una alteración detectada en la ecografía. La RM tiene ventajas importantes: no utiliza radiación ionizante y aporta elevados niveles de contraste y resolución respecto a los tejidos blandos (fig. 6-15).

Monitorización fetal

La monitorización continua de la frecuencia cardíaca fetal en los embarazos de alto riesgo es una medida que se aplica de manera sistemática y que ofrece información acerca del grado de oxigenación del feto. Hay varias causas de dificultad fetal prenatal, como las enfermedades maternas que reducen el transporte de



FIGURA 6-15 Imagen sagital de resonancia magnética de la pelvis en una mujer embarazada. El feto muestra presentación de nalgas. Se puede observar el encéfalo, los ojos y el hígado. (Por cortesía de la doctora Deborah Levine, directora de Ecografía Obstétrica y Ginecológica, Beth Israel Deaconess Medical Center, Boston, MA.)

oxígeno hasta el feto (p. ej., cardiopatía cianótica). La dificultad fetal (indicada, p. ej., por las alteraciones en la frecuencia o el ritmo cardíacos) sugiere que el feto está amenazado. Uno de los métodos de monitorización no invasiva conlleva la introducción de transductores en el abdomen de la madre.

RESUMEN DEL PERÍODO FETAL

- El período fetal comienza a las 8 semanas de la fecundación (10 semanas después de la UMN) y finaliza con el parto. Se caracteriza por el *rápido crecimiento del cuerpo* y por la *diferenciación de los tejidos, los órganos y los sistemas*. Un cambio obvio en el período fetal es el retraso relativo en el crecimiento de la cabeza, comparado con el del resto del cuerpo.
- Hacia el comienzo de la *semana 20* aparecen el lanugo y el pelo de la cabeza, y la piel está cubierta por vérnix caseoso. Los párpados permanecen cerrados durante la mayor parte del período fetal, pero comienzan a reabrirse aproximadamente en la *semana 26*. En este momento, el feto suele ser capaz de sobrevivir fuera del útero materno, debido sobre todo a la madurez de su sistema respiratorio.
- Hasta la *semana 30* el feto tiene una coloración rojiza y un aspecto arrugado debido a la finura de su piel y a la ausencia relativa de tejido adiposo subcutáneo. El tejido adiposo se suele desarrollar con rapidez entre las semanas 26 y 29, lo que le da al feto un aspecto rollizo y suave.
- El feto es menos vulnerable a los efectos teratogénicos de los medicamentos, los virus y la radiación, pero estos elementos pueden



FIGURA 6-16 Feto de 21 semanas intervenido mediante ureterostomía bilateral, una operación en la que se ponen en contacto los uréteres con la vejiga. (Tomado de Harrison MR, Globus MS, Filly RA, eds.: *The Unborn Patient. Prenatal Diagnosis and Treatment*, 2.ª ed. Filadelfia, WB Saunders, 1994.)

interferir con el crecimiento y el desarrollo funcional normales, especialmente en lo que se refiere al encéfalo y los ojos.

- El médico puede determinar si un feto sufre una enfermedad o una malformación congénita concretas utilizando para ello diversos métodos diagnósticos como la amniocentesis, la biopsia de las vellosidades coriónicas (BVC), la ecografía y la resonancia magnética (RM).
- En casos seleccionados es posible aplicar al feto distintos tipos de tratamiento, como la administración de medicamentos para corregir una arritmia cardíaca o diversos problemas tiroideos. También es posible la corrección quirúrgica intrauterina de diversas malformaciones congénitas (fig. 6-16) (p. ej., los fetos en los que los uréteres no establecen contacto con la vejiga).

PROBLEMAS CON ORIENTACIÓN CLÍNICA

CASO 6-1

En una mujer con antecedentes de cesárea y que está en la semana 20 de un embarazo de alto riesgo se ha programado una nueva cesárea. El médico quiere establecer la fecha esperada del parto.

- ¿Cómo se podría determinar la fecha esperada del parto?
- ¿En qué momento se podría inducir el parto?
- ¿Cómo se podría llevar a cabo la inducción del parto?

CASO 6-2

Una mujer embarazada de 44 años de edad está preocupada por la posibilidad de que su feto presente malformaciones congénitas importantes.

- ¿Cómo se podría determinar el estado del feto?
- ¿Qué alteración cromosómica sería más probable?

- ¿Qué otras alteraciones cromosómicas se podrían detectar?
- Si tuviera interés clínico, ¿cómo se podría determinar el sexo del feto en una familia con casos conocidos de hemofilia o de distrofia muscular?

CASO 6-3

Una mujer de 19 años de edad que está en su segundo trimestre de embarazo pregunta al médico si su feto podría haber sido vulnerable a los efectos de medicamentos sin receta y de las drogas. También se pregunta por los efectos de sus intensos niveles de consumo de alcohol y cigarrillos en el feto.

- ¿Qué podría decirle el médico a esta mujer?

CASO 6-4

En la ecografía realizada a una mujer embarazada se demuestra que el feto presenta RCIU.

- ¿Qué factores pueden causar la RCIU? Comentarlos.
- ¿Cuáles de estos factores podría modificar la madre?

CASO 6-5

Una mujer que está en su primer trimestre de embarazo y a la que se le ha programado una amniocentesis expresa sus dudas respecto a los peligros de aborto y lesión del feto.

- ¿Cuáles son los riesgos de ambas complicaciones?
- ¿Qué procedimientos se llevan a cabo para minimizar estos riesgos?
- ¿Qué otra técnica se podría utilizar para obtener células del feto con el objetivo de realizar el estudio cromosómico?
- ¿Qué significan las siglas MSCVP?
- Describa la realización de esta técnica y señale su aplicación para determinar el estado del feto.

CASO 6-6

A una mujer embarazada se le propone la determinación de la concentración sérica de la alfa-fetoproteína (AFP) con objeto de determinar si existe algún tipo de anomalía fetal.

- ¿Qué tipos de anomalías fetales se pueden detectar mediante la determinación de la concentración sérica de la AFP en la madre? Razonar la exposición.
- ¿Qué significación tienen las concentraciones altas y bajas de la AFP?

La discusión de estos problemas se recoge al final del libro.

BIBLIOGRAFÍA Y LECTURAS RECOMENDADAS

- Anderson MS, Hay WW: Intrauterine growth restriction and the small-for-gestational-age infant. In MacDonald MG, Seshia MMK, Mullett MD, editors: *Avery's Neonatology: Pathophysiology & Management of the Newborn*, ed 6, Philadelphia, 2005, Lippincott Williams & Wilkins.
- Arroyo JA, Winn VD: Vasculogenesis and angiogenesis in the IUGR placenta, *Semin Perinatol* 32:172, 2008.
- Chiu RW, Lo YM: Non-invasive prenatal diagnosis by fetal nucleic acid analysis in maternal plasma: the coming of age, *Semin Fetal Neonatal Med* 16:88, 2011.
- Chung R, Kasprian G, Brugger PC, et al: The current state and future of fetal imaging, *Clin Perinatol* 36:685, 2009.
- Claris O, Bertrand J, Levy-Marchal C: Consequences of intrauterine growth and early neonatal catch-up growth, *Semin Perinatol* 34:207, 2010.
- Cunningham FG, Leveno KJ, Bloom SL, et al: *Williams Obstetrics*, ed 23, New York, 2009, McGraw-Hill.
- Deprest JA, Devlieger R, Srisupundit K, et al: Fetal surgery is a clinical reality, *Semin Fetal Neonatal Med* 15:58, 2010.
- Drugan A, Isada NB, Evans MI: Prenatal diagnosis in the molecular age—indications, procedures, and laboratory techniques. In MacDonald MG, Seshia MMK, Mullett MD, editors: *Avery's Neonatology: Pathophysiology & Management of the Newborn*, ed 6, Philadelphia, 2005, Lippincott Williams & Wilkins.
- Durkin EF, Shaaban A: Commonly encountered surgical problems in the fetus and neonate, *Pediatr Clin N Am* 56:647, 2009.
- Evans MI, Johnson MP, Flake AW, et al: Fetal therapy. In MacDonald MG, Seshia MMK, Mullett MD, editors: *Avery's Neonatology: Pathophysiology & Management of the Newborn*, ed 6, Philadelphia, 2005, Lippincott Williams & Wilkins.
- Filly RA, Feldstein VA: Ultrasound evaluation of normal fetal anatomy. In Callen PW, editor: *Ultrasonography in Obstetrics and Gynecology*, ed 5, Philadelphia, 2008, WB Saunders.
- Hinrichsen KV, editor: *Humanembryologie*, Berlin, 1990, Springer-Verlag.
- Jirásel JE: *An Atlas of Human Prenatal Developmental Mechanics: Anatomy and Staging*, London and New York, 2004, Taylor & Francis.
- Lyons EA, Levi CS: *Ultrasound of the normal first trimester of pregnancy. Syllabus: Special Course Ultrasound 1991*, Radiological Society of North America.
- O'Rahilly R, Müller F: *Development Stages in Human Embryos. Publication 637*, Washington, DC, 1987, Carnegie Institution of Washington.
- Pergament E: First-trimester genetic counseling: perspectives and considerations, *Clin Lab Med* 30:557, 2010.
- Persaud TVN, Hay JC: Normal embryonic and fetal development. In Reece EA, et al, editor: *Clinical Obstetrics: The Fetus and Mother*, ed 3, Malden, MA, 2006, Blackwell Publishing, pp 19–32.
- Pooh RK, Shiota K, Kurjak A: Imaging of the human embryo with magnetic resonance imaging microscopy and high-resolution transvaginal 3-dimensional sonography: human embryology in the 21st century, *Am J Obstet Gynecol* 204:77.e1–77.e16, 2011.
- Reed MD, Blumer JL: Pharmacologic treatment of the fetus. In Martin RJ, Fanaroff AA, Walsh MC, editors: *Fanaroff and Martin's Neonatal-Perinatal Medicine. Diseases of the Fetus and Infant*, ed 8, Philadelphia, 2006, Mosby.
- Steding G: *The Anatomy of the Human Embryo. A Scanning Electron-Microscopic Atlas*, Basel, 2009, Karger.
- Streeter GL: Weight, sitting height, head size, foot length and menstrual age of the human embryo, *Contrib Embryol Carnegie Inst* 11:143, 1920.
- Whitworth M, Bricker L, Neilson JP, et al: Ultrasound for fetal assessment in early pregnancy, *Cochrane Database Syst Rev* 4:CD007058, 2010.
- Zhang J, Merialdi M, Platt LD, et al: Defining normal and abnormal fetal growth: promises and challenges, *Am Obstet Gynecol* 202:522, 2010.