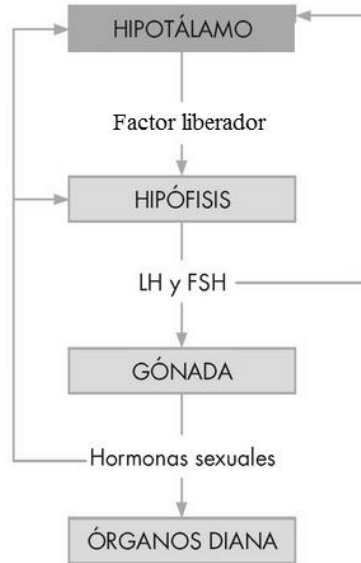


Guía 10 Hormonas y sexualidad

Como hemos visto, el eje hipotálamo – hipófisis ejerce un control sobre la liberación y producción de numerosas hormonas, incluyendo a las hormonas sexuales. Las gónadas, ovarios y testículos, responden a las hormonas tróficas producidas por la hipófisis, generando la respuesta hormonal correspondiente y controlando por retroalimentación la generación del estímulo inicial en la hipófisis y el hipotálamo.

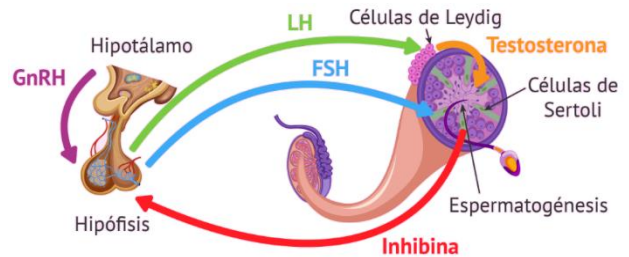
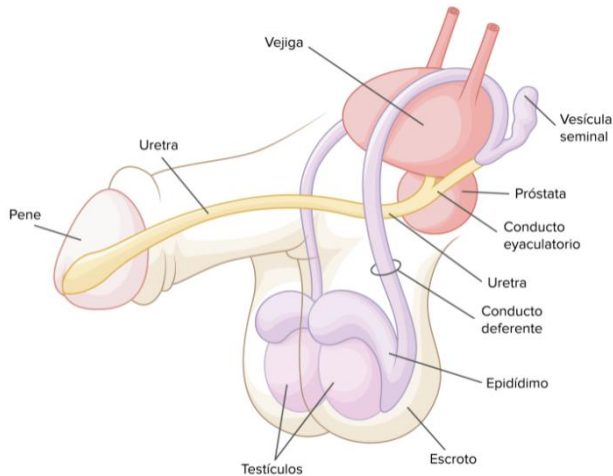


Hormonas sexuales masculinas

El hipotálamo secreta la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) que se distribuye vía sanguínea hasta la hipófisis anterior, donde se liberan la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH, conocida como estimulante de células intersticiales).

La hormona **folículo estimulante** tiene como blanco las células de Sertoli, que brindan soporte estructural y metabólico a las células durante la espermatogénesis, estimulando este proceso. La célula de Sertoli también produce la hormona inhibina, que actúa sobre la adenohipófisis inhibiendo la secreción de FSH (feedback negativo).

La **hormona luteinizante** (LH) actúa sobre las células de Leydig, que son las responsables de liberar la testosterona, tras esta estimulación. Esta hormona tiene varias funciones, por una parte, también estimula la producción de espermatozoides, pero además está involucrada en la diferenciación de los testículos en el feto; en la mantención de características sexuales y mantención de la actividad sexual.

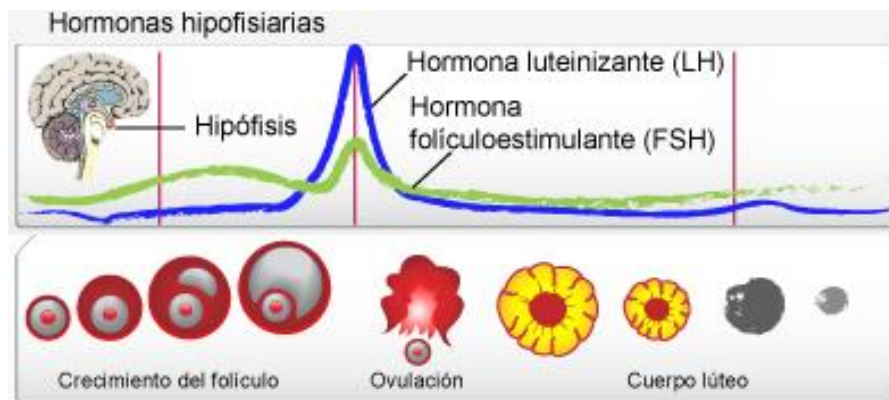


Anatomía del sistema reproductor masculino. Rol de FSH y LH sobre las células del testículo.

Hormonas sexuales femeninas

Sabemos que la producción de óvulos en la mujer comenzó temprano en el desarrollo fetal, deteniéndose la meiosis en profase I (ovocito primario). Estos ovocitos junto a sus células circundantes se conocen como folículos (el ovocito se nutre de células del folículo). No es hasta la pubertad, que esas células terminaran su desarrollo, pues cada 28 días (en promedio) la hormona **folículo estimulante** (FSH) proveniente de la adenohipófisis, estimula a varios folículos para continuar su desarrollo, aunque solo uno de ellos la completará, terminando así su meiosis I, convirtiéndose en un ovocito secundario que detiene su desarrollo en metafase II (se pierde una célula, el polocito I).

Por efecto de la **hormona luteinizante** (LH) el ovocito secundario es expulsado del ovario en el evento conocido como ovulación, dejando un cuerpo lúteo remanente. Si este ovocito es fecundado por un espermatozoide, se termina la meiosis y se produce el ovulo y un polocito II (no funcional).



Hormonas hipofisiarias en la evolución folicular

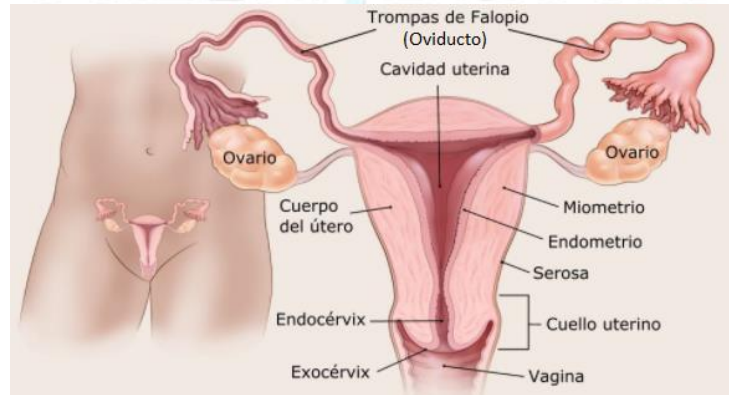
Ciclo ovárico / menstrual

Los eventos mencionados arriba (crecimiento folicular, ovulación, luteinización y pérdida del cuerpo lúteo) son cíclicos y ocurre en una mujer sana, en promedio, cada 28 días, iniciando en la pubertad.

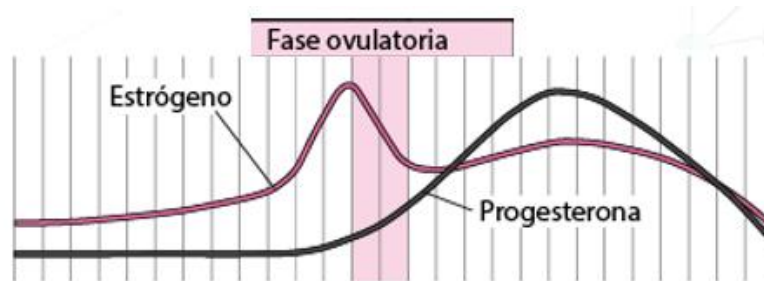
El evento crucial de este ciclo es la ovulación, que ocurrirá 14 días antes del inicio de la menstruación por efecto del aumento de la LH. Es importante remarcar que esto es válido para ciclos regulares. Si, por ejemplo, una mujer tiene un ciclo regular de 30 días, la ovulación ocurriría de todas maneras 14 días antes del inicio del siguiente ciclo.

De cualquier manera, la ovulación marca la división del ciclo en dos etapas, una **preovulatoria**, la que va desde el inicio de la menstruación (día 1) y el día de la ovulación. También se conoce como etapa estrogénica (hormona que predomina es estrógeno, específicamente 17-beta estradiol), folicular o proliferativa (por el crecimiento del folículo).

Los niveles de estrógeno y progesterona son bajos los primeros días en esta etapa. Como consecuencia de esto, se produce la descomposición y el desprendimiento de las capas superiores del útero (endometrio) y tiene lugar la menstruación. En esta fase preovulatoria, el nivel de hormona foliculoestimulante aumenta ligeramente y estimula el desarrollo de varios folículos en los ovarios. En la parte final de esta fase un único folículo madurará (folículo de Graaf) produciendo un peak de estrógenos.



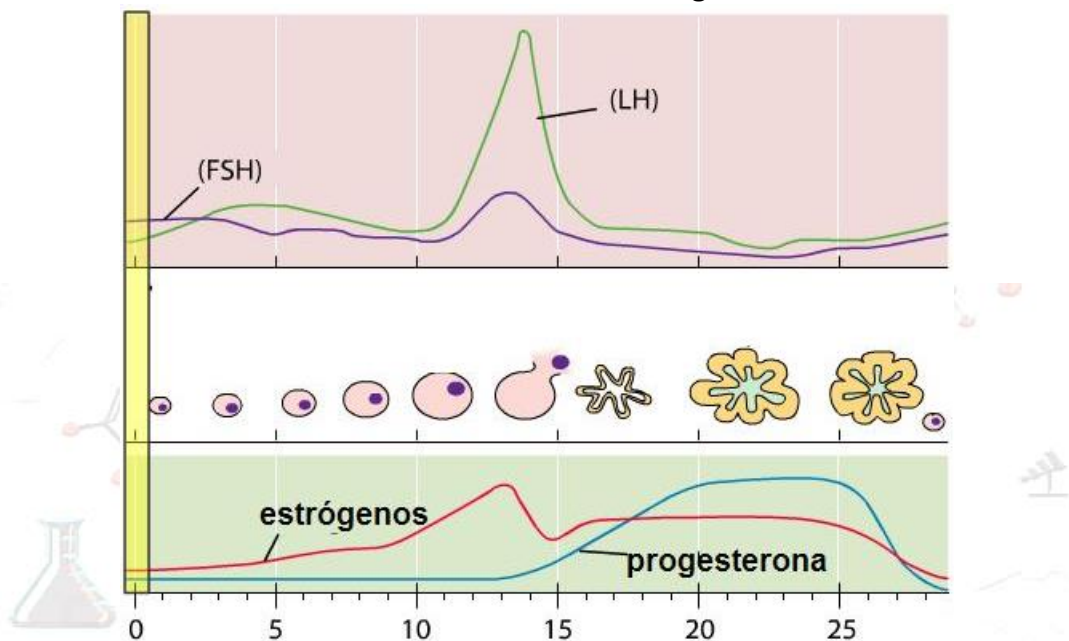
Anatomía del sistema reproductor femenino



Ciclo de las hormonas sexuales

El propósito de esta fase es hacer crecer la capa endometrial del útero, pues el 17-beta estradiol aumenta el flujo sanguíneo, las células estromales y la función glandular. Además, se crea un ambiente propicio para la llegada de los espermatozoides, provocando cambios en la mucosa uterina.

En este punto, la producción de estrógenos alcanza un máximo, debido a la maduración del folículo. Solo en esta ocasión, ocurre un feedback positivo con la producción de FSH y LH en la adenohipófisis. El aumento súbito de LH provoca la liberación del ovocito, proceso llamado ovulación. Al término de la ovulación, los niveles de estrógenos caen.



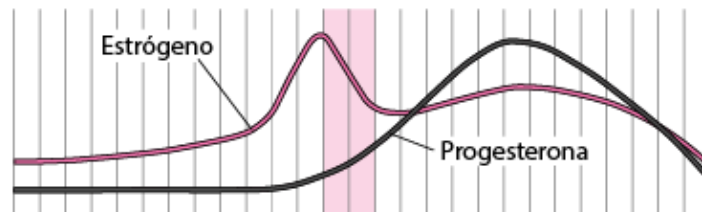
Cambios en hormonas hipofisiarias y hormonas ováricas en un ciclo de 28 días

La fase postovulatoria comprende desde la ovulación hasta el día anterior al inicio del nuevo ciclo. Se conoce también como progesteracional (hormona progesterona predomina), lútea o secretora (hay secreción de progesterona y estradiol por parte del cuerpo lúteo). En esta etapa descienden las concentraciones de las hormonas luteinizante y foliculoestimulante. El folículo que ha liberar el óvulo, queda en forma de cuerpo lúteo, que produce estrógeno y fundamentalmente progesterona, estimulado por el ascenso de LH ocurrido. Durante la mayor parte de esta fase, la concentración de estrógenos es alta. La progesterona y los estrógenos provocan un mayor engrosamiento del endometrio, que se prepara para una posible fertilización. Si el óvulo no se fertiliza, el cuerpo lúteo degenera y deja de producir progesterona, el nivel de estrógenos disminuye, se descomponen y desprenden las capas superiores del revestimiento, y sobreviene la menstruación (el inicio de un nuevo ciclo menstrual). Si el óvulo es fecundado, el cuerpo lúteo continúa su función secretora de hormonas durante las etapas iniciales del embarazo. La hormona gonadotrofina coriónica humana (hCG) secretada inicialmente por tejidos embrionarios (sinciotrofoblasto) y luego

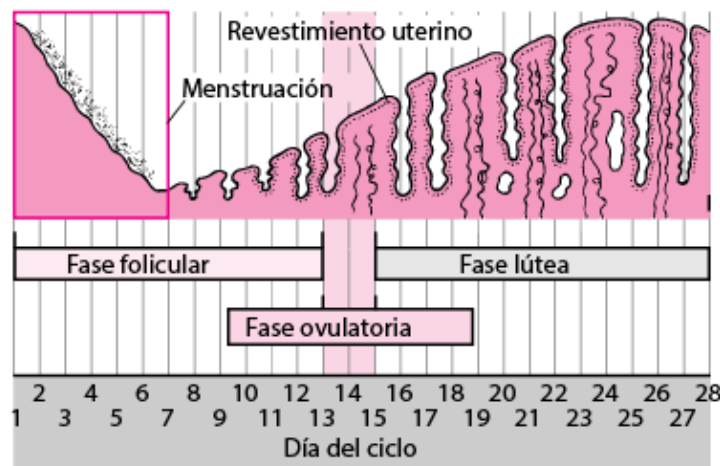
por la placenta, mantiene la secreción de estrógeno y progesterona del cuerpo lúteo los primeros 3 meses de embarazo.

La función de la progesterona en esta etapa es:

- Prepara al útero ante la posibilidad de que se implante un embrión.
- Engrosar el endometrio, acumulando líquido y nutrientes para alimentar a un posible embrión.
- Provocar mucosidad en el cuello uterino, que dificulta la entrada de espermatozoides o bacterias en el útero.
- Provoca un ligero aumento de la temperatura corporal durante la fase lútea y hace que continúe elevada hasta que se inicie el periodo menstrual (este aumento de la temperatura se puede utilizar para estimar cuándo se ha producido la ovulación).



Ciclo de las hormonas sexuales



Ciclo endometrial

Entonces, si resumimos el proceso ocurrido, podemos indicar que el inicio de la menstruación corresponde al primer día de cada ciclo. Durante esta fase, denominada folicular o proliferativa, el hipotálamo incrementa su secreción de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), estimulando la secreción de las hormonas tróficas FSH y LH por la hipófisis. La FSH estimula el crecimiento de un folículo ovárico, el que comienza a secretar

cantidades crecientes de estrógenos hasta que completa su desarrollo, constituyendo un folículo maduro o folículo de Graaf. Los estrógenos, entre otras funciones, estimulan la vascularización del endometrio y el incremento en la liberación de LH por parte de la hipófisis. Aproximadamente a la mitad de cada ciclo, los niveles plasmáticos de LH se elevan brusca y significativamente, estimulando la ovulación, evento que da inicio a la fase lútea o secretora. Durante esta fase, las células remanentes del folículo de Graaf pasan a constituir el cuerpo lúteo, estructura que, por estimulación de la LH, secreta progesterona y estrógenos. En la etapa postovulatoria, **los niveles plasmáticos altos de ambas hormonas ováricas inhiben la secreción de GnRH, FSH y LH**. Así, si no hay embarazo, normalmente el cuerpo lúteo degenera, originándose la caída brusca de los niveles de estrógenos y progesterona, lo cual desencadena una nueva menstruación y el reinicio de la secreción de GnRH y de hormonas tróficas.

Hormonas en la lactancia

Durante el embarazo, la secreción de estrógenos y progesterona provocan el desarrollo de las glándulas mamarias. Junto con ello, la adenohipófisis secreta hormona **prolactina** tras la estimulación hipotalámica. La función de la prolactina es estimular la producción de leche después del parto. Durante el embarazo, la secreción de prolactina está inhibida por la producción y niveles altos de progesterona y estrógenos.

El estímulo principal para la secreción de prolactina es la succión del pezón por parte del recién nacido. La estimulación del pezón provoca una respuesta somática que se transmite a través de la médula espinal y llega al hipotálamo donde se produce un incremento de serotonina y β -endorfina, lo que provoca una disminución de dopamina y un aumento de la secreción de prolactina. El estímulo mamario también produce un incremento de liberación de oxitocina, que por el torrente sanguíneo llega a la mama donde induce la contracción de las células mioepiteliales reduciéndose así el lumen de los conductos galactóforos y la eyección de la leche. Hacia finales del embarazo y en los primeros días después del parto las glándulas mamarias secretan un líquido lechoso llamado calostro.

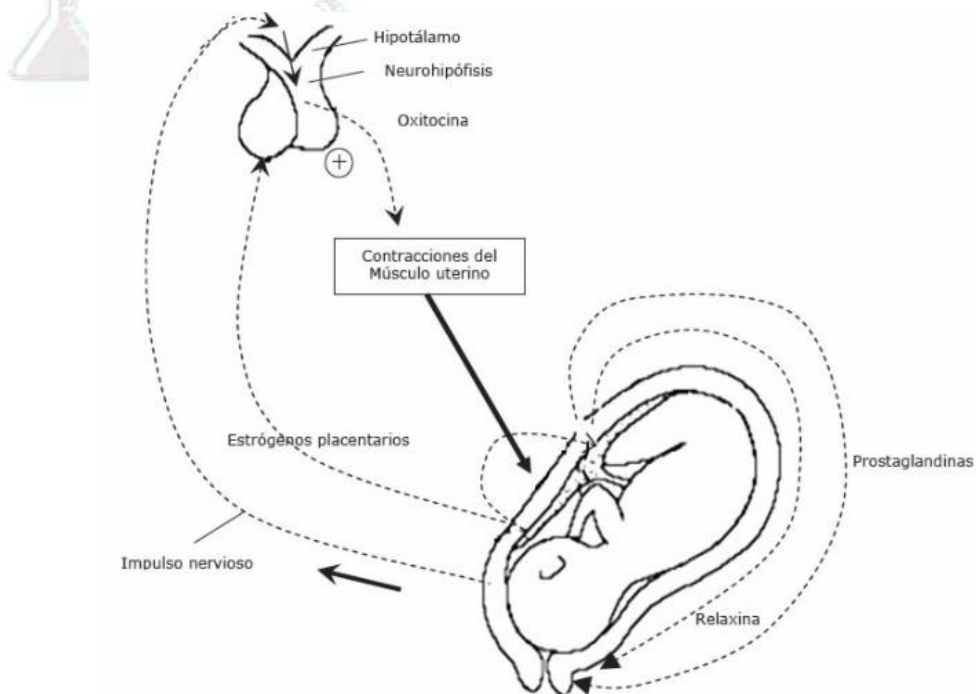


La dopamina es el mayor inhibidor de la síntesis y secreción de prolactina. Las neuronas dopaminérgicas del hipotálamo son las que a través del tallo hipotálamo-hipofisario secretan dopamina hacia las células lactotropas de la adenohipófisis.

El aumento de la secreción de prolactina hipofisaria durante la lactancia provoca la inhibición de la hormona liberadora de gonadotropinas (LH y FSH) interrumpiéndose el ciclo reproductor (ciclo menstrual). Esta fase de infertilidad o amenorrea transitoria termina con la bajada de la leche. La secreción láctea independiente del proceso de amamantamiento se denomina galactorrea, y está asociada a procesos de hiperprolactinemia, frecuentemente como consecuencia de tumores hipofisarios productores de prolactina (hiperprolactinomas). Estas altas tasas de prolactina circulante son causa de infertilidad.

Hormonas en el parto

La progesterona sintetizada por la placenta durante el embarazo, mantienen el musculo liso uterino firme. Hacia el término del embarazo, la producción de estrógeno placentario ha aumentado, lo que estimula el inicio de contracciones uterinas. Junto con este efecto contráctil, el estrógeno estimula la aparición de receptores de oxitocina en las células musculares, quedando capacitadas para responder a esta hormona. La **oxitocina** se sintetiza en el hipotálamo y es acumulada y liberada por la neurohipófisis. Esta hormona tiene por función aumentar la fuerza de las contracciones uterinas. A medida que las contracciones aumentan, la cabeza del feto presiona las paredes del cuello uterino, lo que estimula la secreción de oxitocina (feedback positivo).



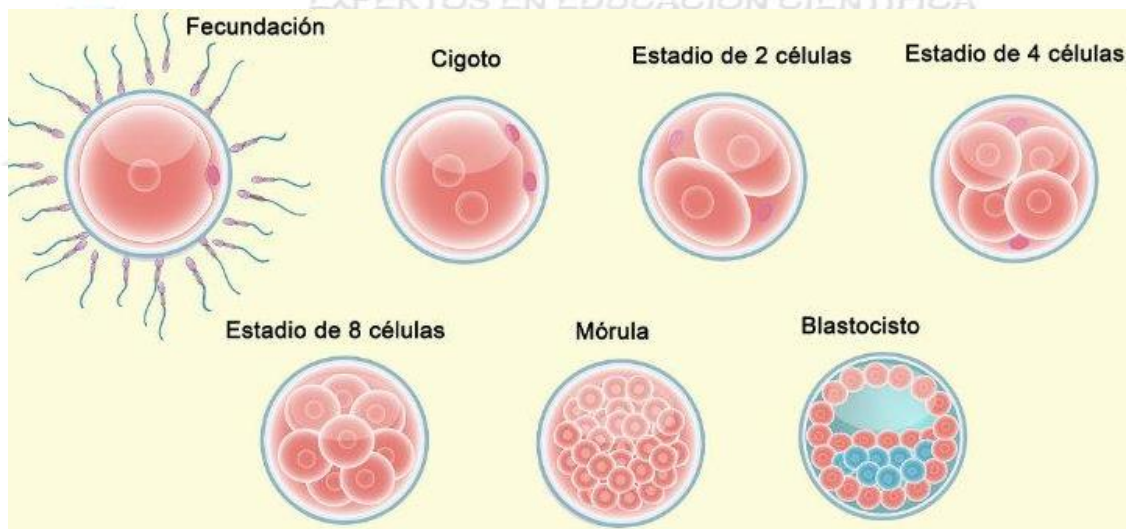
Los estrógenos, también estimulan a la placenta a producir relaxina que incrementa la flexibilidad de la sínfisis púbica y participa en la dilatación del cuello uterino. También se producen prostaglandinas, que contribuyen a producir la dilatación del cuello uterino.

La oxitocina también actúa sobre la glándula mamaria, ya que actúa sobre células de musculatura lisa que rodean la glándula y los conductos galactóforos. Al estimular estas células mioepiteliales permite la eyección de la leche.

Fecundación y desarrollo embrionario

La fecundación es el término utilizado para describir la unión de un espermatozoide con un ovocito secundario, evento que ocurre en el oviducto, dando origen a un cigoto (o huevo) tras la unión de los pronúcleos de cada gameto (haploides) para originar una célula de núcleo diploide.

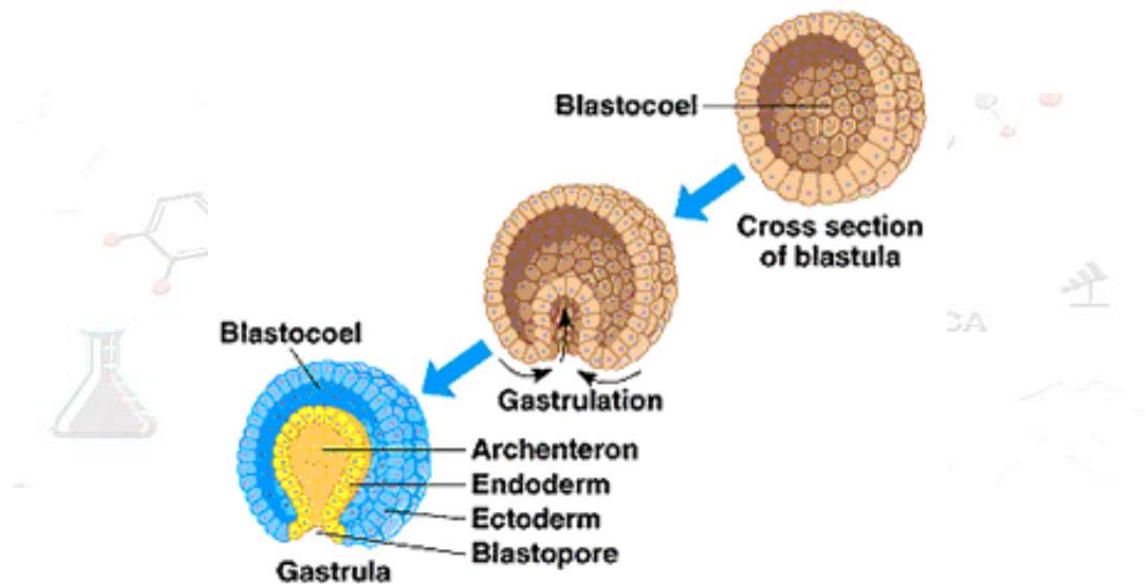
Tras la fecundación, los cilios que revisten a las trompas de Falopio transportan el óvulo fecundado (conocido como *cigoto*) hasta el útero. Mientras que las células del cigoto se dividen una vez que descienden por la trompa hasta la cavidad uterina. Vale remarcar que el cigoto demora, en promedio, de 3 a 5 días para entrar en el útero. Seguidamente, las células continúan su proceso de dividirse, primero formando una masa de células conocida como *mórula*, hasta que toman la forma de una bola “hueca” llamada *blastocisto*.



El blastocisto pasa a adherirse al revestimiento de la parte interna del útero. A esta fase se le denomina **implantación** y transcurre entre los días 9 o 10. El sector engrosado del da lugar a que las células internas se conviertan en un embrión, mientras que las que están ubicadas en la zona externa (corion) van hacia la pared del útero y se convierten en la **placenta**. Es el blastocisto implantado quien inicia la secreción de gonadotrofina coriónica humana.

La placenta entonces se forma a partir del corion embrionario y el endometrio materno, formando una estructura de intercambio materno-fetal. Para el término del primer trimestre, es la placenta quien secreta estrógenos y progesterona para sostener su desarrollo y crecimiento, momento en el que degenera el cuerpo lúteo. La secreción de HGC va declinando hacia el final del primer trimestre del embarazo. Desde el final de la tercera semana hasta el nacimiento, el feto recibe nutrientes y elimina desechos a través de la placenta.

Justo después de la implantación, se inicia la gastrulación, evento en el cual el blastocisto se convierte en gástrula. El proceso de la gastrulación humana es posiblemente la etapa más importante del desarrollo embrionario, ya que a partir de las tres capas u hojas embrionarias se generarán todos los tejidos y órganos del cuerpo.



Paso de blástula a gástrula

Ejercicios

01.- Si una mujer sana tiene ciclos menstruales regulares de 28 días, ¿qué día de su ciclo se registra, aproximadamente, la mayor concentración de progesterona en su sistema?

- A) 4
- B) 12
- C) 14
- D) 22
- E) 28

02.- De las siguientes hormonas, ¿cuál de ellas es la responsable de la liberación del óvulo cuando aumenta su concentración?

- A) LH.
- B) FSH.
- C) Estrógeno.
- D) Progesterona.
- E) Testosterona.

03.- Después de la ovulación, durante el ciclo ovárico:

- A) Aumentan el estrógeno.
- B) Aumenta la progesterona.
- C) Aumenta la hormona FSH.
- D) Aumenta la hormona luteinizante.
- E) Aumenta la gonadotropina coriónica.

04.- Son funciones de los ovarios:

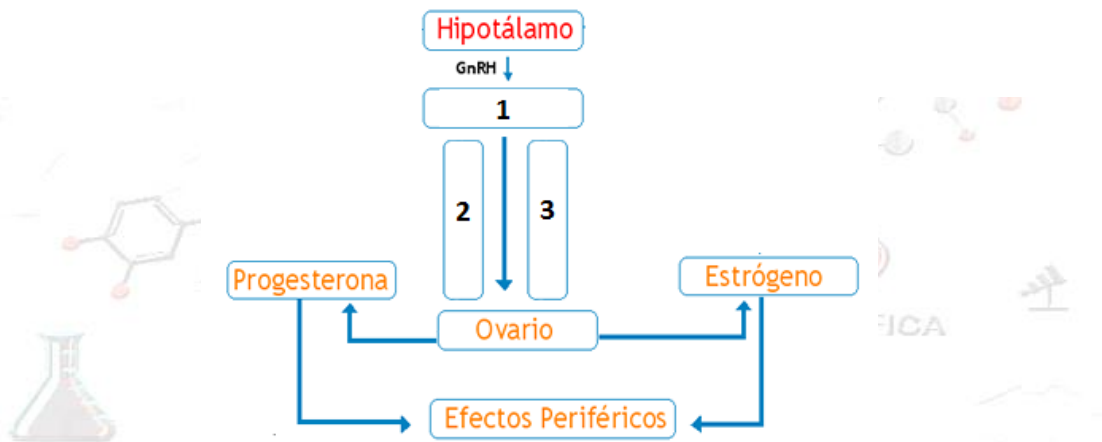
- I. Producir hormonas.
- II. Producir óvulos.
- III. Albergar al huevo fecundado.

- A) Sólo I
- B) Sólo II
- C) Sólo III
- D) I y II
- E) II y III

05.- En el ciclo menstrual femenino, ¿cuál de los siguientes cambios desencadena el inicio de la menstruación?

- A) La llegada de un óvulo al útero.
- B) El desprendimiento del endometrio.
- C) La síntesis de hormona luteinizante.
- D) El efecto de la gonadotropina coriónica.
- E) La disminución de estrógeno y progesterona.

06.- El siguiente esquema representa una cascada de interacción entre glándulas que controlan la secreción de los ovarios. En el esquema, se indican con los números 1, 2 y 3 algunos participantes de esta cascada:



¿A que corresponden los números 1, 2 y 3 respectivamente?

- A) Tiroides, Tiroxina y paratohormona.
- B) Hipófisis, FSH y gonadotropina.
- C) Gónada, Gonadotropina y LH.
- D) Gónada, FSH y tiroxina.
- E) Hipófisis, LH y FSH.

07.- La liberación del ovulo durante el ciclo menstrual femenino, ¿desde qué estructura se produce?

- A) Útero.
- B) Ovario.
- C) Oviducto.
- D) Endometrio.
- E) Trompa uterina.

08.- La OMS y UNICEF recomiendan:

- Iniciar el amamantamiento durante la primera hora de vida;
- Proporcionar al lactante únicamente leche materna, sin otros alimentos o bebidas, ni siquiera agua;
- Dar el pecho cuando el niño lo reclame, ya sea de día o de noche;
- No utilizar biberones, tetinas o chupetes.

De acuerdo a lo leído, ¿qué indicarían estas recomendaciones?

- A) La leche materna es de gran poder nutricional.
- B) Se debe amamantar de manera exclusiva los primeros meses.
- C) El contenido de la leche permite un mejor crecimiento del bebe.
- D) Se debe intentar dar alimentos al mismo tiempo que amamantar.
- E) La cantidad de leche debe incrementarse a medida que el/la bebe crece.

09.- Si a una mujer que tienen un ciclo ovárico normal, se le administrara una alta concentración de progesterona el día 2 y hasta el término de su ciclo ovárico, ¿cómo se afecta su ciclo menstrual?

- A) Se adelanta la ovulación.
- B) La menstruación se adelanta.
- C) No se produciría la ovulación.
- D) El folículo completa su maduración.
- E) Tendrá dos menstruaciones consecutivas.

10.- Si en una mujer se mantiene, utilizando fármacos durante todo el ciclo menstrual, una cantidad baja de progesterona, es esperable que:

- A) el ciclo de 28 días promedio se reduzca a la mitad.
- B) la hipófisis aumente la producción de LH y FSH.
- C) la menstruación aumente en flujo y duración.
- D) se desarrolla un nuevo folículo.
- E) la ovulación sea inhibida.

Selección Múltiple

1.	D
2.	A
3.	B
4.	D
5.	E
6.	E
7.	B
8.	B
9.	C
10.	B

