



PLACENTA

Implantación del blastocisto en el revestimiento uterino. La implantación es el proceso por el cual el embrión en etapa de blastocisto se introduce en el endometrio. Después de la fecundación, el embrión es transportado a través de las tubas uterinas y llega a la cavidad del útero donde hace contacto con el revestimiento epitelial del endometrio el cual expresa integrinas que favorecen la adhesión del blastocisto a los 6 ó 7 días post fertilización. Luego, el producto se introduce en el estroma endometrial y el sitio inicial de penetración es recubierto por epitelio. Es muy importante la sincronización entre el endometrio secretor que proporciona un ambiente celular y nutricional adecuado a través de la producción de glucógeno y lípidos y la maduración del blastocisto que consiste en la pérdida de la zona pelúcida, la diferenciación del trofoblasto en sincio y citotrofoblasto, la mínima expresión de complejos de histocompatibilidad. La implantación es mas frecuente en la región posterior del fondo uterino que la anterior.

Un requisito indispensable para la implantación es la reacción decidual la cual consiste en que las células de tipo fibroblástico del estroma endometrial se vuelven poliédricas, se hinchan por la acumulación de glucógeno y lípidos y reciben el nombre de células deciduales que se adhieren tomando una apariencia epitelial. La reacción decidual comienza en el sitio donde se llevó a cabo la implantación y se extiende a todo el endometrio. Los leucocitos infiltrados en el estroma endometrial secretan interleucina-2 que evita que la madre considere al embrión como cuerpo extraño.

La penetración del embrión en el endometrio es facilitada por la apoptosis de las células endometriales y la invasión del estroma por el sinciotrofoblasto el cual se caracteriza por ser adhesivo, lítico e invasivo.

Una vez que el sinciotrofoblasto ha penetrado el epitelio endometrial, sobrepasa la lámina basal hacia el estroma donde encuentra las arterias uterinas espirales que traen sangre materna rica en nutrientes y con alta presión parcial de oxígeno; cuando el sinciotrofoblasto entra en contacto con estas arterias les elimina su capa muscular y la sustituye por una capa de células trofoblásticas, con el objeto de mantener un flujo sanguíneo constante hacia le embrión.

El fracaso de la implantación es relativamente frecuente y resulta un problema considerable en la fecundación in vitro.

Formación de la placenta. El trofoblasto es el primer componente embrionario observable que dará origen a la placenta, pero posterior a la implantación aparece el mesodermo extraembrionario, el cual, es un segundo componente que se ubica entre la capa de trofoblasto y la cavidad del blastocisto, de tal manera que ahora que tenemos dos tejidos unidos (trofoblasto y mesodermo extraembrionario) forman una estructura que llamaremos corion. El corion es un tejido que tiene por objetivo formar vellosidades que absorban nutrientes y oxígeno desde la sangre materna y trasportarlos hacia la masa celular interna a partir de la cual se formará el cuerpo del embrión. El corion como hemos mencionado forma ramificaciones llamadas vellosidades que van en busca de sangre materna; en un primer momento estas vellosidades solo están formadas por sinciotrofoblasto en la parte externa y un núcleo de citotrofoblasto y por eso son llamadas vellosidades coriónicas primarias. Mas tarde en el núcleo de las vellosidades primarias aparece mesodermo extraembrionario por lo que a partir de este momento se les denomina vellosidades secundarias. Por último dentro del mesodermo extraembrionario surgen pequeños vasos sanguíneos embrionarios, y con ello a estas vellosidades se les debe denominar terciarias. Como sabemos todo el blastocisto está rodeado por trofoblasto y por lo tanto todo tendrá capacidad de formar vellosidades coriales, pero la región del trofoblasto por la cual se inició la implantación, tiene la capacidad de crecer más y de ramificar más sus vellosidades coriales, por estas características mencionadas a esta región del corion se lo conoce como corion frondoso, y este corion frondoso corresponde a la parte embrionaria de la placenta. Con ello tenemos que la barrera placentaria madura esta formada por lo siguientes componentes: el sinciotrofoblasto, el citotrofoblasto, el mesodermo extraembrionario y el endotelio de los vasos coriales.



Es importante recordar que la estructura que estará en contacto con la sangre materna durante todo el embarazo será el sincitiotrofoblasto. Otro componente importante microscópico de la placenta son los macrófagos placentarios o células de Hofbauer, que se encuentran entre el mesodermo extraembrionario y que se les han atribuido algunas funciones como células de la inmunidad embrionaria y como reguladores de la respuesta inmune materna para evitar que la madre ataque al embrión como cuerpo extraño.

Varias vellosidades coriales se unen formando lóbulos placentarios mejor conocidos como cotiledones (similar a la conformación de un brócoli), estos cotiledones son separadas por estructuras derivadas de la decidua basal llamadas tabiques placentarios, de tal suerte que al finalizar el embarazo la placenta por lo general presenta alrededor de 20-35 cotiledones. Entre las vellosidades y la decidua existen alrededor de 150ml de sangre materna que se intercambia cada minuto, de tal manera que las arterias espirales uterinas traen sangre materna con nutrientes y oxigenada hacia las vellosidades, estos componentes se difunden a través de la barrera placentaria y llegan los vasos coriales por donde circula la sangre que irá de regreso hacia el embrión; de la misma manera los desechos y dióxido de carbono que contiene la sangre que circula por los vasos coriales son difundidos hacia la sangre materna que se encuentra por fuera de las vellosidades. Cabe destacar que por ningún motivo la sangre materna y la sangre del embrión deben de intercambiarse o mezclarse y que los compuestos que se intercambian entre madre y embrión (llámense nutrimentos, hormonas, gases, desechos, fármacos o agentes infecciosos) deben cruzar todos los componentes de la barrera placentaria. La placenta al final del embarazo mide alrededor de 20 cm de diámetro, de 2 a 3 cm de grosor, pesa 500 g y presenta una forma discoide.

Al momento del parto en el cual es expulsada la placenta se le conoce como alumbramiento y de manera normal se presenta alrededor de 10 minutos posterior a la expulsión del producto. Posterior al alumbramiento es necesario llevar a cabo una minuciosa inspección de las características de la placenta antes mencionadas y otras que enumeramos a continuación:

- Por su cara fetal:
 - Superficie lisa
 - Aspecto brillante, debido a que es recubierta por la membrana amniótica
 - Inserción central o pericéntrica del cordón umbilical
 - Vasos coriales que se ramifican a partir de los vasos del cordón
- Por su cara materno
 - Superficie rugosa (por la vellosidades coriales)
 - Formada por cotiledones o lóbulos, debemos corroborar que esta superficie sea íntegra.
 - Aspecto sangrante, debido a que esta cara es bañada por la sangre materna.

Circulación Placentaria. La circulación materna y fetal contribuye a la circulación placentaria. La sangre fetal alcanza la placenta a través de las 2 arterias umbilicales que se ramifican en la placa coriónica, las ramas más pequeñas forman redes capilares en las vellosidades coriónicas, es ahí donde ocurre el intercambio. Una vez realizado dicho intercambio los capilares se van consolidando en vasos venosos cada vez mayores hasta formar la vena umbilical que lleva al feto la sangre oxigenada, con nutrientes y otras sustancias que obtiene de la sangre materna. La madre aporta la sangre en una especie de laguna que no está contenida en vasos sanguíneos. Entre 80 y 100 arterias espirales del endometrio vierten su contenido en los espacios intervillosos y bañan a las vellosidades. Dicha sangre llega a las vellosidades con una presión reducida pero suficiente para llevarla a las vellosidades. La sangre viaja por las vellosidades hasta alcanzar las redes capilares de los vasos fetales, para que ocurra el intercambio de sustancias (detallado posteriormente) Es muy importante resaltar



que en el feto, contrario a lo que pasa después del nacimiento, la sangre oxigenada y con nutrientes llega a través de la VENA umbilical y la sangre con materiales de deshecho y con CO₂ viaja a la placenta a través de las 2 ARTERIAS umbilicales. Tanto las arterias como la vena trascurren en el cordón umbilical

Fisiología de la placenta. La placenta tiene varias funciones que resultan importantes para el feto y para la madre. Principalmente permite el intercambio de productos metabólicos y gaseosos entre la madre y el feto, funciona como barrera entre la circulación materna y la fetal, sintetiza sustancias como colesterol, ácidos grasos y glucógeno, tiene función endocrina importante, también tiene una función inmunológica ya que transmite anticuerpos de la madre hacia el feto.

El intercambio o transporte en ambos sentidos (madre-feto/ feto-madre) es la función más relevante de la placenta y se lleva a cabo por distintos mecanismos como difusión simple, difusión facilitada y transporte activo con gasto de ATP.

Las sustancias que pasan desde la sangre materna hacia la circulación fetal son el oxígeno, agua, electrolitos, vitaminas, hormonas, anticuerpos, fármacos y sustancias tóxicas.

Transporte de oxígeno, agua y electrolitos

El oxígeno, que se encuentra disuelto en la sangre materna pasa por difusión simple guiado por un gradiente de presión de oxígeno entre la sangre materna y la fetal, esto significa que la presión parcial de Oxígeno en la sangre materna es mayor a la presión de la sangre fetal, es por ello que el oxígeno se mueve de la sangre materna a la fetal. Es importante que este proceso no se vea alterado ya que una interrupción, por breve que sea, del suministro de oxígeno es letal para el feto.

El agua se intercambia de forma libre y rápida, los electrolitos como Na⁺, K⁺ y Ca²⁺ necesitan bombas que gastan ATP para su transporte. Las vitaminas también atraviesan la barrera placentaria, lo hacen más rápido las que son hidrosolubles. Es muy importante el transporte de la glucosa hacia el feto ya que es su principal fuente energética, se lleva a cabo por difusión facilitada. Los ácidos grasos libres pasan la barrera placentaria y se esterifican en el feto para formar triacilglicérolos. Ni siquiera las proteínas más pequeñas pueden atravesar la placenta, pero los aminoácidos si lo logran, cubriendo así las necesidades del feto para la síntesis de proteínas.

Transporte de hormonas y anticuerpos

Las hormonas esteroides pasan de forma libre, las tiroideas lo hacen muy lentamente y las hormonas protéicas y peptídicas no pueden pasar en lo absoluto.

Los anticuerpos son una excepción ya que son de naturaleza protéica y pueden atravesar la barrera placentaria, son captados por receptores y transferidos a la circulación fetal, principalmente la inmunoglobulina G (IgG), gracias a esto el feto adquiere inmunidad para algunos microorganismos, sin embargo es vulnerable ante algunos otros, por eso existe un estudio conocido como perfil TORCH, el cual busca en la madre infecciones que pueden ser transmitidas través de la placenta, el perfil TORCH busca Toxoplasmosis, Rubéola, Citomegalovirus, Herpes simple y VIH.

Transporte de fármacos y sustancias tóxicas

Desafortunadamente la mayoría de los fármacos, sustancias tóxicas y sus productos metabólicos atraviesan la barrera placentaria, por difusión simple y muchos pueden tener efectos indeseables en el feto, como es el caso del alcohol y fármacos teratogénicos como la talidomida.

Transporte del feto hacia la madre. La placenta transporta hacia la circulación materna los productos de deshecho del feto ya que es la única manera que este tiene de deshacerse de ellos. El dióxido de carbono se



forma constantemente en los tejidos del feto, es transportado directamente a la sangre materna por difusión simple a través de la placenta. Otros productos de deshecho como bilirrubinas, creatinina, urea y ácido úrico son transportados de manera muy eficiente y a gran velocidad hacia la circulación materna. También hay transporte de electrolitos y agua, es importante para mantener las concentraciones necesarias de dichos iones en la circulación fetal.

Función Endócrina. Particularmente el sincitiotrofoblasto es un tejido endocrino que sintetiza importantes hormonas esteroideas y protéicas durante la mayor parte de la gestación.

Hormona gonadotropina coriónica humana (hCG): es una hormona proteica que se necesita para el mantenimiento del cuerpo lúteo durante el primer trimestre de gestación, es muy importante pues el cuerpo lúteo se encarga de producir progesterona y estrógenos. Muchas de las pruebas comunes de embarazo se basan en la detección en orina de la fracción β esta hormona, pues la fracción α es igual a la de las gonadotropinas hipofisarias (LH y FSH). Alcanza su mayor concentración hacia la octava semana de gestación y la mantiene hasta la doceava, después disminuye gradualmente ya que la placenta es capaz de sustituir al cuerpo lúteo en la producción de hormonas, y su mantenimiento ya no es necesario. Aunque su concentración es muy baja en la circulación fetal, esta hormona tiene un efecto estimulante sobre los testículos para la producción de testosterona.

Somatomamotropina coriónica (hCS) o lactógeno placentario: Su acción promueve la producción de leche materna, tiene estructura y acción similares a la hormona del crecimiento (GH). Produce también algunos cambios en el metabolismo de carbohidratos de la madre orientados a la nutrición del feto, por ejemplo inhibe a la insulina materna provocando un aumento en la glucemia, esto favorece el paso de la glucosa hacia el feto.

Progesterona: Como ya se mencionó durante el primer trimestre esta hormona, importante para mantener el embarazo, se sintetiza en el cuerpo lúteo, a finales del tercer mes el cuerpo lúteo es remplazado en la síntesis de hormonas por la placenta.

Las funciones de la progesterona son varias como promover el desarrollo de las células del endometrio para una adecuada implantación y nutrición del producto, inhibe la contracción de las paredes uterinas evitando así un aborto espontáneo, junto con los estrógenos prepara a la madre para la lactancia.

Estrógenos: La producción de estas hormonas por el cuerpo lúteo y más tarde por la placenta es igual que la de progesterona. Su función es proliferativa en los órganos reproductivos de la madre, aumenta el tamaño del útero, de las glándulas mamarias y de sus conductos y de los genitales externos. Relajan ligamentos pélvicos para hacer más fácil el paso del feto por el canal del parto. Otra acción relevante de los estrógenos es que son antagonistas de la prolactina, hormona que se encuentra muy elevada a finales del embarazo mas no tiene acción lactógena hasta después del parto. La producción de estrógenos en la placenta es distinta a la ovárica, los estrógenos que se secreta la placenta no se producen de novo sino que se forman a partir de andrógenos la dihidroepiandrosterona es sintetizada en la corteza suprarrenal del feto y es transportada al hígado donde se metaboliza a 17- hidroxidihidroepiandrosterona que en la placenta es transformada a estriol. Es por eso que el estriol tiene gran importancia diagnóstica pues sus alteraciones se pueden relacionar con la glándula suprarrenal e hígado fetal y placenta.

Relaxina: Es una hormona polipeptídica que es secretada, durante el parto contribuye a la relajación del cervix y de los ligamentos de la sínfisis púbica.



Función de barrera inmunológica. El feto y la madre son inmunológicamente distintos sin embargo el feto y la placenta no son atacados por el sistema inmunitario de la madre. Aun no se sabe muy bien el por qué de este hecho, pero hay algunas teorías que lo sustentan:

Una es que la placenta que es la que esta en contacto directo con la sangre de la madre, no presenta ningún antígeno extraño a la madre a pesar de ser ajena. Otra idea es que el sistema inmunitario de la madre presenta cierta disminución durante el embarazo, así que no reacciona ante los pocos antígenos fetales a los que se expone. Una tercera posibilidad es que las moléculas formadas en la superficie placentaria inactiven de manera local a las células de la respuesta inmune.

Bibliografía:

- Geneser, Finn. *Histología, sobre bases biomoleculares*, 3ra ed. Buenos Aires, Médica Panamericana, 2008. pp. 672-674.
- Carlson M Bruce. *Embriología humana y biología del desarrollo*. 4ta ed. Elsevier Mosby. Pp. 140-145.

Material elaborado por Dr. Alejandro Aragón Anzurez, EM Pablo Martínez Amescua y Dra. Carmen Méndez H.
Revisado por Dra. Etual Espinosa C., Dra. Georgina Rodríguez G., Dr. Enrique Pedernera A.