

Chapitre 9 : Circulation fœto-placentaire

La circulation fœtale est transitoirement adaptée à la vie in utéro. Les échanges gazeux et des nutriments s'effectuent via le système placentaire ce qui nécessite un certain nombre de modifications de son système circulatoire dans l'attente de la mise en route d'une ventilation pulmonaire.

1. Structure et développement des villosités placentaires

On distingue la muqueuse utérine et le placenta proprement dit, avec la plaque basale, la plaque chorale et entre les deux, la chambre intervillieuse et les villosités choriales.

Les **villosités choriales** partent de la plaque chorale. A partir du 13^{ème} jour, le cytotrophoblaste s'enfonce dans le syncytiotrophoblaste constituant ainsi la **villosité primaire**. Les lacunes syncytiales confluent en une cavité unique limitée par le syncytiotrophoblaste et se remplissent du sang: la chambre inter-villieuse.

Vers le 18 jour, du tissu mésenchymateux provenant du mésenchyme extra-embryonnaire s'enfonce dans le cytotrophoblaste formant ainsi les **villosités secondaires**.

Les îlots sanguins apparaissent au centre du mésenchyme sont à l'origine de la mise en place de **villosités tertiaires** (figure1).

Vers le 2 mois de développement les villosités deviennent arboriformes et sont diffuses autour de l'embryon formées :

- De villosités libres car leurs extrémités flottent librement dans la chambre intervillieuse, ils sont appelés branches.
- Des villosités crampons qui prennent contact avec le tissu maternel : ils sont appelés troncs.
- Chaque tronc et son branchage occupent un espace cloisonné par des septa déciduaux apparaissant au 4 mois et provenant de la muqueuse utérine mais n'atteignant pas la plaque chorale.
- Chaque cotylédon est fait de 2 ou plusieurs villosités crampons et de leurs branches.

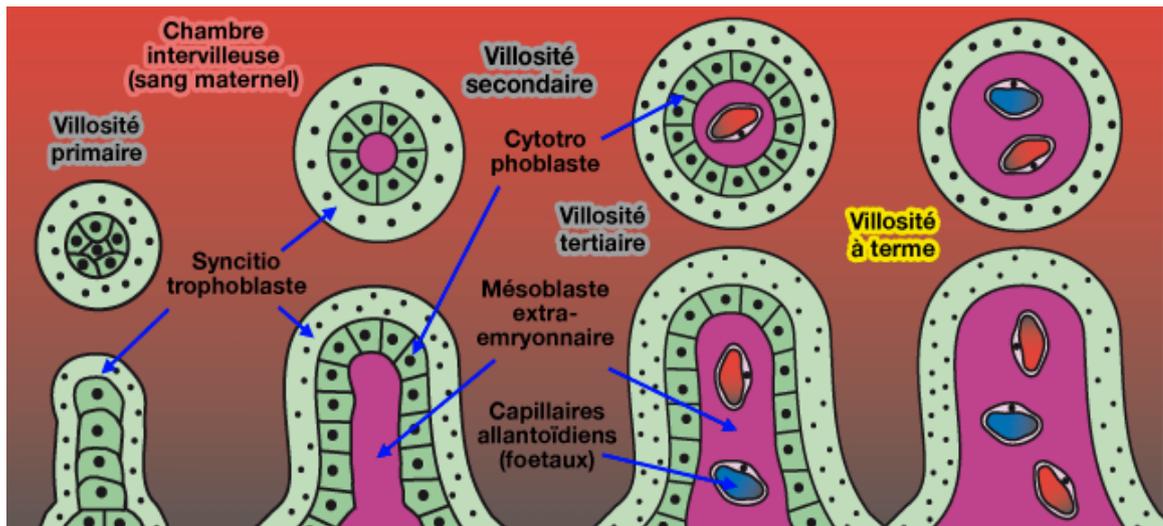


Figure 1 : villosités choriales (Anonyme1)

2. Ebauches vasculo-sanguines extra embryonnaire

Vers la fin du 18^{ème} jour, quelques cellules mésoblastiques migrent dans le mésenchyme des villosités placentaires, du pédicule de fixation et de la splanchnopleure extra embryonnaire pour se différencier en îlots de Wolff et Pander (groupes angioformateurs). La prolifération et la différenciation de chaque groupe angioformateur donnent deux contingents de cellules bien distincts à savoir

- Les angioblastes : ce sont des cellules endothéliales des vaisseaux sanguins ;
- Les hémocytoblastes : elles occupent le centre de l'îlot pour évoluer en mégalo blasts (globules rouges nucléés). Le mésenchyme qui entoure l'îlot de Wolff et Pander se différencie en éléments musculaire et conjonctif des vaisseaux sanguins. Suite à la prolifération de l'ensemble de ces formations, se mettent en place les vaisseaux sanguins extra-embryonnaires qui suivent :
 - Deux veines vitellines (V.V.) gauche et droite : elles irriguent la vésicule ombilicale en sang oxygéné ;
 - Deux artères vitellines (A.V.) gauche et droite : elles évacuent le sang veineux de la vésicule ombilicales vers les deux aortes dorsales (A. D.) gauche et droite ;
 - Une grosse veine ombilicale (V.O.) impaire : elle transporte le sang oxygéné du placenta vers les canaux de Cuvier ;
 - Deux petites artères ombilicales (A.O.) gauche et droite : elles transfèrent le sang veineux de l'embryon vers le placenta.

3. Ébauchage du système circulatoire intra-embryonnaire

3.1 Mise en place du cœur primitif

Au cours de la gastrulation, entre les 18^{ème} et 19^{ème} jours, quelques cellules du mésoblaste migrent en avant de la membrane pharyngienne pour se différencier en un cœur primitif (tube cardiaque impair), dont la structure demeure inchangée jusqu'à la fin de la morphogenèse définitive.

3.2 Mise en place des vaisseaux sanguins intra embryonnaires

À partir du mésoblaste, entre les 18^{ème} et 21^{ème} jours, se différencient plusieurs vaisseaux sanguins, dont les plus importants sont :

- Les canaux de Cuviers (C.C.) : dans lesquels la veine ombilicale déverse le sang oxygéné ;
- Deux veines cardinales antérieures (V.C.A.) gauche et droite : elles transportent le sang oxygéné vers la région céphalique de l'embryon à partir des canaux de Cuvier ;
- Deux veines cardinales postérieures (V.C.P.) gauche et droite : elles sont responsables du transport du sang oxygéné vers les régions moyenne et postérieure de l'embryon à partir des canaux de Cuvier ;
- Deux carotides internes (C.I.) gauche et droite : elles véhiculent le sang veineux de la région céphalique de l'embryon vers les deux aortes dorsales gauche et droite ;
- Deux aortes dorsales (A.D.) gauche et droite : elles transportent le sang veineux des régions moyenne et postérieure de l'embryon vers les deux artères ombilicales.

Vers la fin de la 4^{ème} semaine, des anastomoses s'établissent entre le système intra-embryonnaire et le réseau extra-embryonnaire et du même coup en système artériel et système veineux. C'est ce qui deviendra la circulation placentaire destinée à se maintenir jusqu'à la naissance.

3. Les échanges fœto-maternels

Le sang contenu dans l'artère utérine est projeté dans la chambre intervillieuse où il est en contact avec les villosités qui baignent dans ces chambres, puis ce sang retourne vers la circulation maternelle grâce aux veines utérines. Ce contact villosités sang maternel permet les échanges respiratoires et le passage des nutriments.

Ces passages sont équivalents à des transferts transmembranaires, de 3 types :

Simple diffusion : c'est le passage sans consommation d'énergie, il se fait selon le gradient de concentration, affecte les petites molécules : eau, sels minéraux, urée et gaz du sang (échanges respiratoires par diffusion simple).

- Transfert facilité : ce passage se fait toujours grâce au gradient de concentration, mais une molécule porteuse intervient pour faciliter le transport, c'est le cas du glucose, dans les deux sens avec équilibre de la glycémie fœtale et de la glycémie maternelle (la glycémie fœtale est égale aux 2/3 de la glycémie maternelle). Le placenta est capable de synthétiser et de stocker du glycogène au niveau du trophoblaste afin d'assurer les besoins locaux en glucose par glycogénolyse.

- Transport actif : il se fait contre un gradient de concentration avec consommation d'énergie, c'est le cas du complexe Na^+/K^+ ou Ca^{++} .

- Les protéines ne passent pas par la barrière placentaire, elles sont trop grosses. Les peptides et les acides aminés, en revanche, passent par transport actif et permettent ainsi au fœtus d'assurer sa propre synthèse protéique.

- Les acides aminés, précurseurs de la synthèse protéique fœtale, proviennent de la dégradation des protéines maternelles.

- Les lipides, dégradés en acides gras.

- Les vitamines hydrosolubles, mais la vitamine K passe mal.

Les transferts placentaires concernent également l'élimination des déchets du métabolisme fœtal qui sont rejetés dans le sang maternel puis éliminés (urée, acide urique, créatinine (figure 2)).

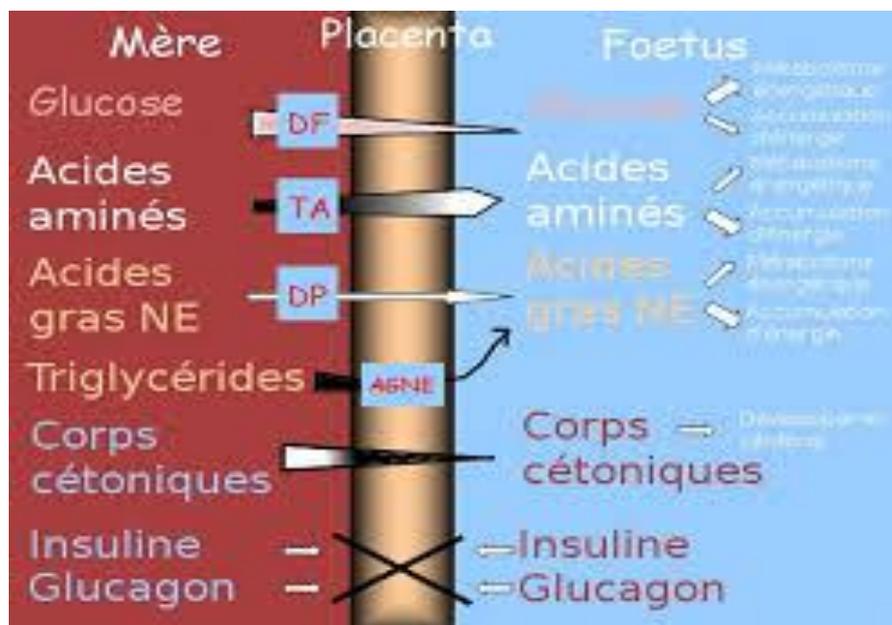


Figure 2 : physiologie placentaire

4. Circulation fœtale

La circulation embryo-maternelle s'établit dès le 21^j de développement embryonnaire, date à partir de laquelle le placenta, le cordon ombilical et la circulation intra embryonnaire sont opérationnelles. En raison du développement très tardif des poumons, de la faible capacité des vaisseaux pulmonaires et de la résistance vasculaire consécutive très élevée, la circulation pulmonaire ne peut pas absorber la totalité du débit sanguin, alors le placenta constitue le poumon du fœtus.

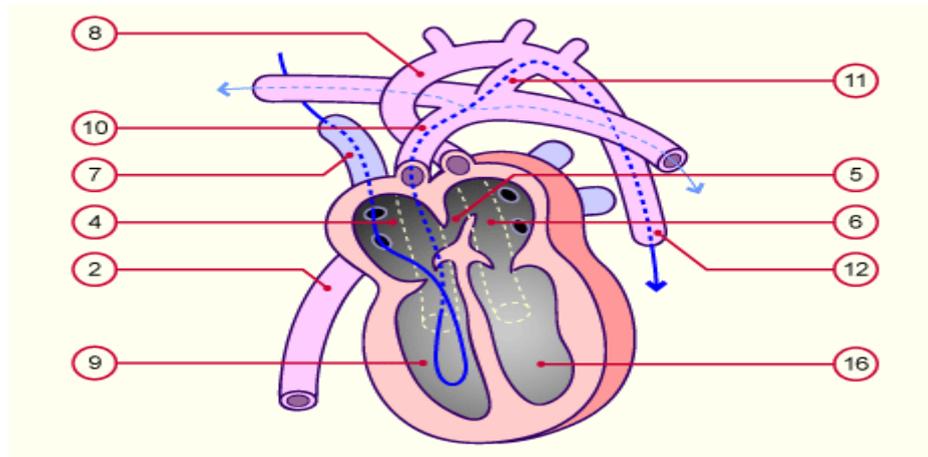
Pour permettre à la circulation d'être tout de même équilibrée, deux shunts sont mis en place, déviant la plus grande partie du sang de la circulation pulmonaire.

- Communication des oreillettes droite et gauche à travers le foramen ovale ;
- Communication du tronc pulmonaire et l'aorte à travers le canal artériel.

Le sang oxygéné parvenant du placenta est amené au foie par la veine ombilicale, puis se rend à la veine cave inférieure par le canal veineux d'Arantius, pour pénétrer dans l'oreillette droite, la plus grande partie traverse le foramen ovale vers l'oreillette et le ventricule gauche, il est alors éjecté dans l'arc aortique. L'autre petite partie du sang reste dans l'oreillette droite ou il est mélangé avec le sang désaturé en oxygène (riche en CO₂) en provenance des membres supérieurs et de la tête par l'intermédiaire de la veine cave supérieure. Depuis l'oreillette gauche, le sang va au ventricule gauche puis à l'aorte ascendante.

Le sang riche en CO₂ en provenance du corps du fœtus est rassemblé dans la veine cave supérieure et passe par l'oreillette droite dans le ventricule droit, puis dans le tronc de l'artère pulmonaire. Du fait de la résistance périphérique élevée dans la petite circulation (pulmonaire) au cours de la vie fœtale, la majeure partie du sang passe directement dans l'aorte descendante par l'intermédiaire du canal artériel, puis il est renvoyé au placenta par les artères ombilicales (figure 3).

Après la naissance, le canal artériel et le trou de botal (foramen ovale) se referment totalement.



- | | | | |
|----------|--------------------------|-----------|-----------------------|
| 1 | veine ombilicale | 9 | ventricule droit |
| 2 | veine cave inférieure | 10 | artère pulmonaire |
| 3 | canal veineux d'Arantius | 11 | canal artériel |
| 4 | oreillette droite | 12 | aorte descendante |
| 5 | foramen ovale | 13 | artères ombilicales |
| 6 | oreillette gauche | 14 | veine porte hépatique |
| 7 | veine cave supérieure | 15 | aorte abdominale |
| 8 | aorte ascendante | 16 | ventricule gauche |

Figure 3 : Circulation fœto-maternelle

Références bibliographiques

Anonyme1, 2018. Gestation chez les mammifères : annexes embryonnaires Formation du placenta chez l'homme (1)

<http://www.vetopsy.fr/reproduction/gestation/placenta.php>

Anonyme 2, 2018 .Embryologie humaine ; chapitre Circulation embryonnaire et foetale- adaptation à la naissance

<http://www.embryology.ch/francais/pcardio/umstellung01.html>

Bonnin p, 2002. L'embryon chez l'homme et l'animal

INRA édition, RD 10-78026 Versailles Cedex, France ; 223-247PP.

Bouaziz A, 2018. Circulation embryonnaire ; Cours Embryologie, université de médecine et chirurgie dentaire de Dergana, Alger.

Zoubir. H, Hazi. R, Rahal.D, Hamoum. F, 2015. Les annexes embryonnaires. Cours d'embryologie, université d'Alger - faculté de médecine Ziania château neuf - Département de médecine. Première année de médecine et de médecine dentaire.