

Annessi embrionali

Gli **annessi embrionali** sono **strutture temporanee** che si sviluppano durante la **vita intrauterina** e hanno il compito di **sostenere lo sviluppo dell'embrione e del feto** → garantiscono protezione, nutrizione, respirazione e rimozione dei prodotti di scarto metabolici.

- ▶ Sono **organi specializzati** che non entreranno a far parte dell'organismo definitivo ma che risultano fondamentali per il corretto svolgimento della gestazione.

Nei **Mammiferi** si distinguono **4 annessi embrionali** che circondano progressivamente l'embrione e interagiscono tra loro per creare un **sistema funzionale integrato** che permette la **comunicazione con l'organismo materno**:

1. **amnios**
2. **corion**
3. **sacco vitellino**
4. **allantoide**

Nei **mammiferi** il **sacco vitellino** perde rapidamente la sua funzione nutritiva originaria e va incontro a una **rapida involuzione** parallelamente allo sviluppo di strutture più efficienti come il **cordone ombelicale e placenta**

- ▶ Queste ultime diventeranno il principale **sistema di scambio** tra madre ed embrione.

L'uovo amniotico

Il concetto di **uovo amniotico** rappresenta il modello evolutivo che ha permesso lo sviluppo embrionale in ambiente terrestre, garantendo all'embrione un **sistema di protezione e nutrizione** indipendente dall'acqua.

- ▶ L'uovo amniotico è caratterizzato da diverse strutture che svolgono funzioni specifiche.

Guscio calcareo

Il guscio è una struttura **calcificata e porosa** permeabile all'**ossigeno** che permette la **respirazione dell'embrione in ambiente aereo** e **impedisce la disidratazione** dell'uovo consentendo lo **sviluppo embrionale**.

Membrane embrionali interne

All'interno del guscio sono presenti **membrane** che **avvolgono e proteggono l'embrione** dalla **disidratazione** e dalla **compressione meccanica**:

- **corion**
- **amnios**

Albume

L'**albume gelatinoso** rappresenta un'importante componente funzionale dell'uovo:

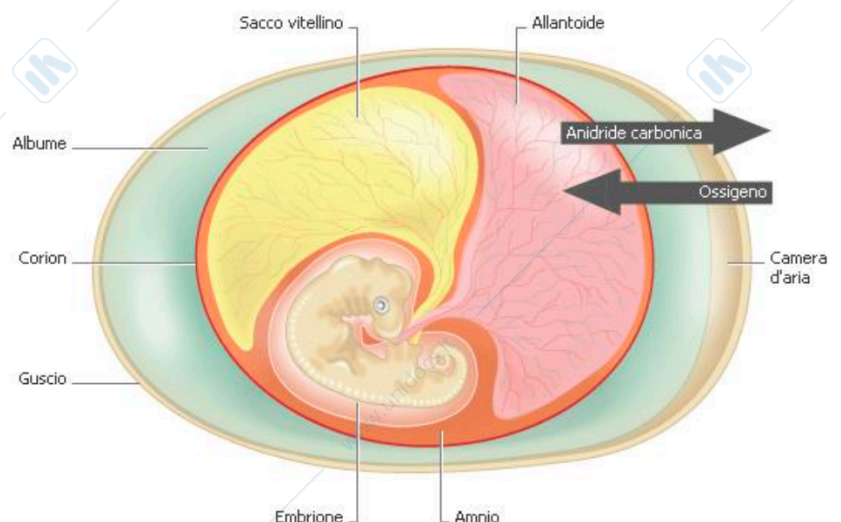
- costituisce una **riserva nutritiva proteica** per l'embrione
- svolge una funzione di **isolamento meccanico**
- contribuisce all'**idratazione** dell'embrione
- possiede anche un ruolo **protettivo contro infezioni microbiche**

Tuorlo o sacco vitellino

La parte centrale dell'uovo è rappresentata da una **grossa cellula uovo**: il **tuorlo** o **sacco vitellino**, che contiene un ricchissimo **complesso nutritivo** detto **vitello** → costituito principalmente da **lipidi e proteine**: rappresenta la **principale riserva energetica** dell'embrione.

Allantoide

Un'altra membrana dell'uovo amniotico è l'**allantoide**, che ha il compito di: **accumulare le sostanze di rifiuto metabolico** prodotte dall'embrione.



Formazione dell'amnios

L'**amnios** è una **membrana embrionale** che avvolge direttamente l'embrione formando la **cavità amniotica**, all'interno della quale il feto è immerso nel **liquido amniotico**.

All'inizio della **gastrulazione**, il **trofotoderma** (che successivamente prende il nome di **trofoblasto**) viene rivestito internamente da uno strato di **mesoderma extra-embriale** → l'associazione tra queste due componenti forma il **corion** (7): la **membrana embrionale più esterna**.

Successivamente il **corion** sviluppa delle particolari **pieghe**: le **pieghe corion-amniotiche** (6) che si sollevano ai lati del **disco embrionale**, si ripiegano progressivamente verso l'alto e **ricoprono completamente l'embrione**.

► In questo modo il **disco embrionale** rimane racchiuso all'interno della **cavità amniotica**.

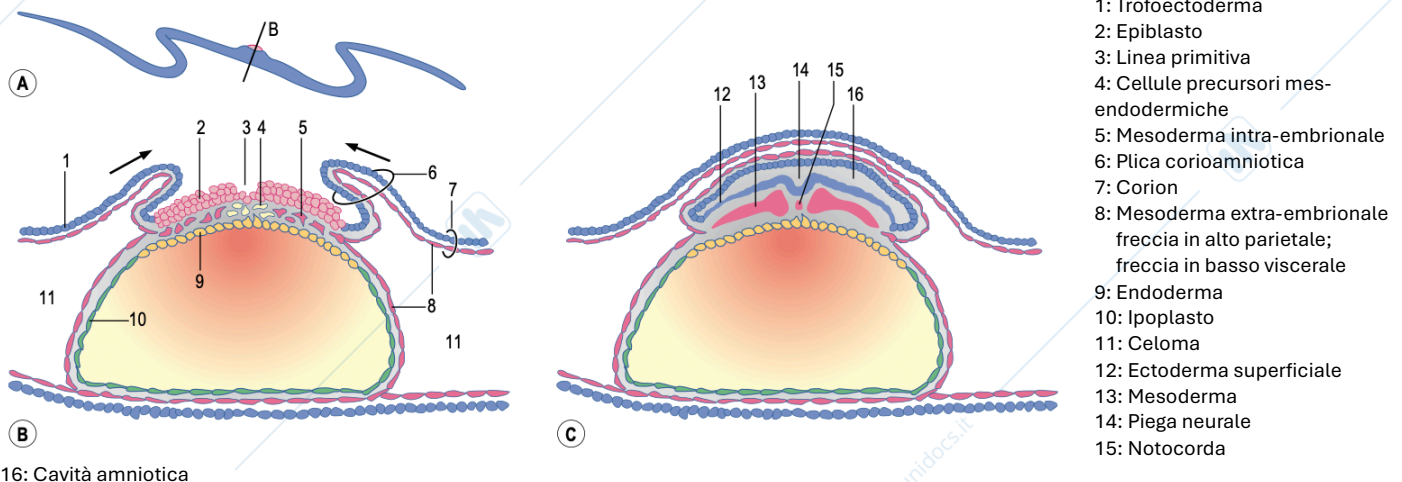
Mesamnios

Il punto in cui le **due pieghe corion-amniotiche** si incontrano e si fondono prende il nome di **mesamnios** (19): la struttura che **collega l'amnios al corion**.

► La **persistenza o regressione del mesamnios** varia a seconda della **specie** e determina **modalità differenti di nascita**:

- se il **mesamnios persiste fino al parto** l'amnios si **lacerata durante il parto** e il neonato nasce **senza la membrana amniotica** → maiale e ruminanti: il neonato nasce "**nudo**".
- se il **mesamnios regredisce prima del parto** il neonato nasce **avvolto da un amnios integro** e la membrana viene **lacerata dalla madre o dall'operatore** per evitare il **soffocamento del neonato** → cavallo, cane e gatto.

Formazione dell'amnios a partire dalle pliche corio-amniotiche tra i giorni 13 e 15 di sviluppo.



Formazione del corion

Il **corion** rappresenta l'**annesso embrionale più esterno** e svolge un ruolo fondamentale nella formazione della placenta.

► **Avvolge il feto** e tutti gli altri **annessi embrionali** entrando in **contatto diretto con la mucosa uterina**

Inizialmente è formato dal **trofoblasto**, successivamente si associa il **mesoderma parietale extra-embriale** che si organizzano a formare una **membrana complessa** che costituisce il **rivestimento fetale esterno**.

► La **superficie esterna** del corion presenta inizialmente un aspetto **liscio**, ma successivamente sviluppa una serie di **villi coriali primari** → possono evolvere in modo differente a seconda della **regione del corion**:

- in alcune zone **regrediscono** formando il **corion laeve**
- in altre zone si **differenziano e proliferano**, dando origine al **corion frondosum** = porzione del corion che parteciperà alla **formazione della placenta**

I villi coriali

I **villi coriali** sono strutture fondamentali per la realizzazione degli **scambi tra madre ed embrione** e la loro organizzazione varia in base al **tipo di placenta**.

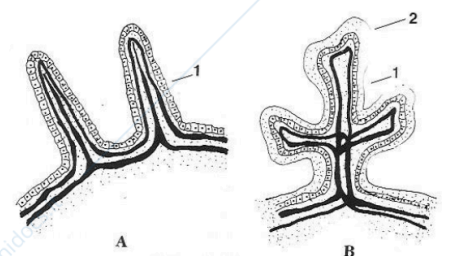
► **Placente superficiali** (per apposizione) i villi sono costituiti da:

- un **asse connettivale** vascolarizzato da **vasi allantoidei**
- un **rivestimento epiteliale semplice** costituito da **citotrofoblasto**

(figura A)

► **Placente endotelicoriali ed emocoriali**: il rapporto tra tessuti fetali e materni

è più stretto → i villi mantengono un **asse connettivale vascolarizzato dall'allantoide** ma il rivestimento trofoblastico è più complesso e formato da: **citotrofoblasto** interno e **sinciziotrofoblasto** esterno. (figura B)



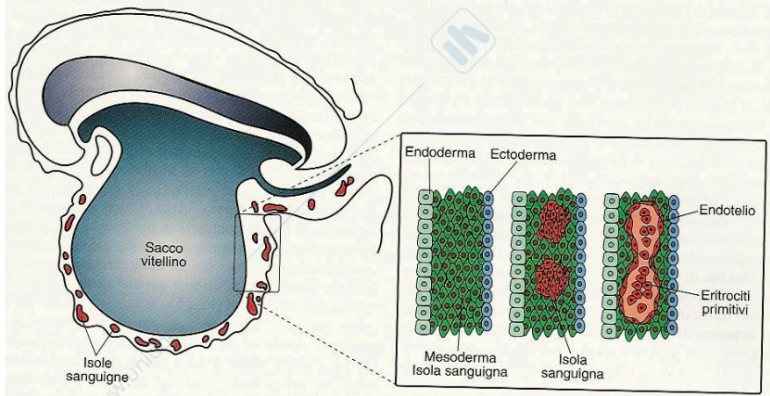
Il sacco vitellino

Nei mammiferi il **sacco vitellino** ha perso la sua funzione nutritiva primaria tipica degli animali ovipari, ma continua comunque a svolgere **ruoli biologici** importanti nelle prime fasi dello sviluppo.

► Nella **parete del sacco vitellino** nel **mesoderma viscerale della splancnopleura**, avvengono processi fondamentali per l'embrione:

- la formazione dei primi **vasi sanguigni embrionali**
- la formazione iniziale delle **cellule del sangue**

Inoltre in una regione specifica situata **nell'angolo tra sacco vitellino e allantoide** si originano le **cellule germinali primordiali**, che daranno origine alle **cellule della linea germinale**.



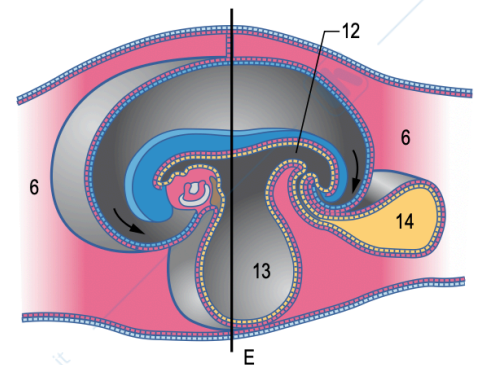
Formazione dell'allantoide

L'**allantoide** (14) è un importante annesso embrionale che si forma relativamente precocemente nello sviluppo: durante la **seconda o terza settimana di gestazione**, a seconda della specie, l'allantoide si sviluppa come una **estroflessione dell'endoderma dell'intestino posteriore** che si espande nel **celoma extra-embriale** (6).

► Derivando dall'intestino posteriore, la sua parete è costituita da:

- uno **strato epiteliale interno** (giallo) di **origine endodermica**
- uno **strato esterno** (rosa) derivato dal **mesoderma viscerale**

I due foglietti insieme formano la **splancnopleura**.



6: celoma extra-embriale
12: Intestino posteriore
13: Sacco vitellino
14: Allantoide
corion: strato di rivestimento esterno blu

Dotto allantoideo

L'**intestino posteriore** e l'**allantoide** rimangono collegati tramite il **dotto allantoideo**.

► Durante i **ripiegamenti embrionali**: il **dotto allantoideo** e il **dotto vitellino** vengono progressivamente **incorporati nel cordone ombelicale**.

La **porzione intraembrionale prossimale** del **dotto allantoideo** prende il nome di **uraco** → darà origine alla **vescica urinaria**.

► Nelle prime fasi della gestazione la **cavità allantoidea** svolge una funzione importante: agisce come **deposito dei prodotti di scarto** escreti dal **sistema urinario embrionale in via di sviluppo**

Espansione dell'allantoide e formazione della placenta corio-allantoidea

Con il progredire dello sviluppo l'**allantoide cresce rapidamente** ed occupa progressivamente il **celoma extra-embriale** → durante questa espansione: la **parete allantoidea** entra in contatto con il **corion** e i **due foglietti** si **fondono**

► La fusione tra:

- **mesoderma viscerale dell'allantoide**
- **mesoderma somatico del corion**

porta alla formazione della **membrana corio-allantoidea** → si **vascolarizza** grazie ai **vasi allantoidei** e rappresenta la **componente fetale della placenta**

► Negli **animali domestici** questa struttura dà origine alla **placenta corio-allantoica**.

► Nei **Carnivori** e negli **Equidi** l'allantoide diventa **molto sviluppato**: occupa l'intero **celoma extra-embriale** e circonda completamente l'**amnios**

► Nei **Ruminanti** e nel **Suino** l'allantoide si espande nel celoma extra-embriale, ad eccezione della **parete dorsale** dove persiste il **mesamnios**.

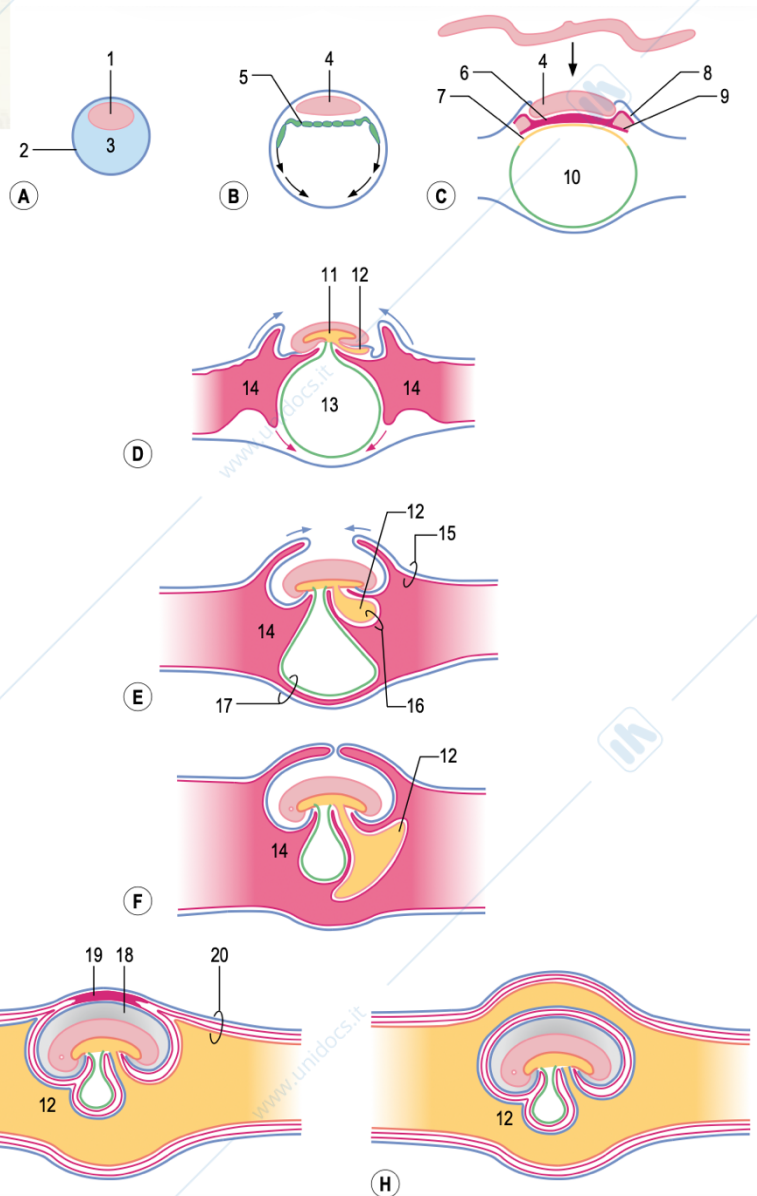
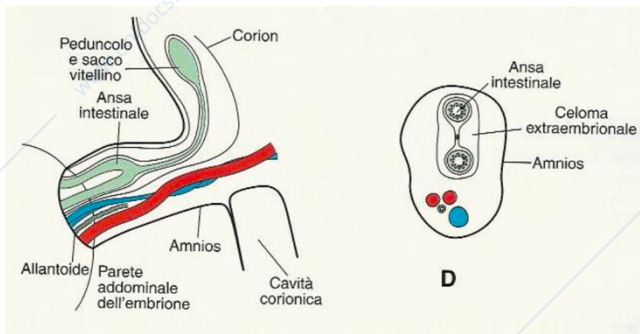
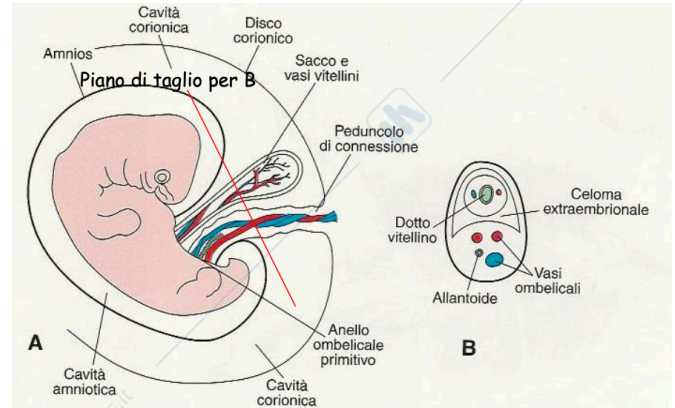
Formazione del cordone ombelicale

Il **cordone ombelicale** è la struttura che **collega l'embrione alla placenta** e rappresenta il principale canale di comunicazione tra **circolazione fetale e placentare** → la sua formazione è legata ai **ripiegamenti embrionali longitudinali e trasversali**.

- ▶ Durante questi movimenti: il **celoma embrionale** si separa dal **celoma extra-embriale** e le due cavità rimangono collegate tramite una **strozzatura** chiamata **ombelico cutaneo** → questa strozzatura: inizialmente è **ampia e corta**, successivamente **si allunga e si restringe** formando il **cordone ombelicale**.

Il cordone ombelicale è costituito da diverse componenti:

- rivestimento esterno di **ectoderma embrionale** continuo con l'**ectoderma amniotico**
 - **dotto vitellino**
 - **dotto allantoideo**
 - **vasi sanguigni associati**
- ▶ Queste strutture sono immerse in un particolare **connettivo mucoso lasso**: la **gelatina di Wharton** che svolge una funzione fondamentale: **protegge i vasi sanguigni** e impedisce la loro **compressione o costrizione** quando il cordone si piega durante i **movimenti fetali**.



Sviluppo delle membrane extra-embionali (sezioni longitudinali)

- 1: Massa cellulare interna;
 - 2: Trofoectoderma;
 - 3: Cavità blastocistica;
 - 4: Epiblasto;
 - 5: Ipoblasto;
 - 6: Mesoderma intra-embriale;
 - 7: Endoderma;
 - 8: Mesoderma extra-embriale somatico;
 - 9: Mesoderma extra-embriale viscerale;
 - 10: Sacco vitellino primitivo;
 - 11: Intestino primitivo;
 - 12: Allantoide;
 - 13: Sacco vitellino definitivo;
 - 14: Celoma extra-embriale;
 - 15: Corion;
 - 16: Splancnopleura;
 - 17: Fusione tra parete del sacco vitellino e corion che consente la formazione della placenta corio-vitellina;
 - 18: Cavità amniotica;
 - 19: Mesamnio;
 - 20: Corioallantoide che consente la formazione della placenta corioallantoidea.
- G: Nei bovini e nei suini, il corion e la porzione dorsale della parete amniotica rimangono fusi nel mesamnio.
H: Nel cavallo e nel cane, l'allantoide circonda completamente l'amnios.

La placenta

La **placenta** è un **organo temporaneo** tipico dei **mammiferi vivipari** e rappresenta il principale sistema di scambi **fisiologici tra madre e feto** → è responsabile della **nutrizione del feto**, degli **scambi respiratori**, dell'**eliminazione dei cataboliti metabolici** e dell'**attività endocrina** attraverso la secrezione di vari **ormoni**.

La placenta è una struttura **estremamente complessa** che si sviluppa a partire dall'interazione tra **tessuti fetali e tessuti materni**; è costituita da 2 componenti principali:

- 1) **componente fetale** rappresentata dal **corion**
- 2) **componente materna** rappresentata dall'**endometrio** (mucosa uterina)

► La formazione della placenta richiede una **stretta sincronizzazione** tra: lo **stato di ricettività dell'utero** e lo **stadio di sviluppo dell'embrione**, perché i tessuti fetali devono stabilire un rapporto funzionale con quelli materni per consentire gli **scambi metabolici**.

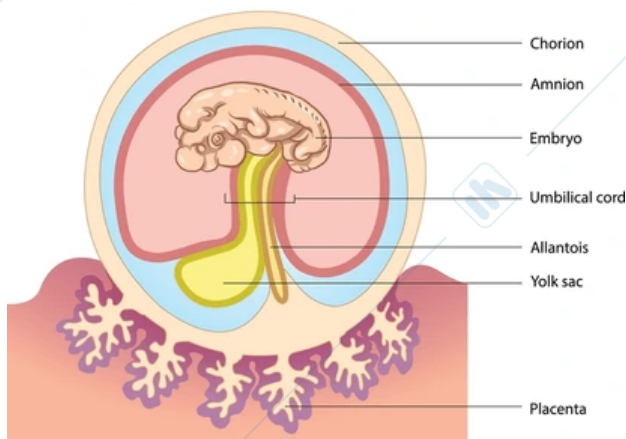
Nutrizione embrionale: istiotrofo ed emotrofo

Prima che la placenta sia completamente formata, l'embrione riceve **nutrimento** tramite l'assorbimento diretto delle **secrezioni delle ghiandole uterine** → queste secrezioni prendono il nome di **istiotrofo** o **latte uterino**.

► Con il progredire dello sviluppo: questo sistema diventa **insufficiente** per sostenere la crescita embrionale; dunque, si stabilisce una **relazione più stretta tra tessuti fetali e circolazione materna**, che permette lo **scambio diretto di sostanze** attraverso il **sangue**.

In questa fase la nutrizione avviene tramite l'**emotrofo**, cioè attraverso l'assunzione dei **metaboliti materni** che vengono **trasportati dal sangue** e raggiungono il feto attraverso la **circolazione placentare**

► Il termine **embriotrofo** comprende complessivamente **istiotrofo** e **emotrofo** → indica l'insieme delle **sostanze nutritive** che sostengono lo sviluppo embrionale.



Classificazione della placenta in base alla vascolarizzazione del corion

Un primo **criterio di classificazione** della placenta riguarda il **tipo di vascolarizzazione della componente fetale**: il modo in cui il **corion** riceve i **vasi sanguigni** che partecipano agli **scambi materno-fetali**.

► In base a questo criterio si distinguono due principali tipi di placenta.

Placenta allantoidea

È la forma **più diffusa nei mammiferi domestici**; è **vascolarizzata dai vasi allantoidei**, deriva dalla fusione tra **allantoide e corion**, formando la membrana **corio-allantoidea**.

► Si sviluppa quando la **parete dell'allantoide** si **fonde** con il **corion** formando il **corioallantoide**: struttura riccamente vascolarizzata dai **vasi allantoidei**.

Placenta vitellina

La placenta è **vascolarizzata dai vasi vitellini** del **sacco vitellino** → **placenta corio-vitellina**

► La placenta corio-vitellina si forma quando la **parete del sacco vitellino** si **associa localmente con il corion** creando una **zona di scambio**.

Nei **mammiferi domestici** questa forma di placenta funzionale si osserva: nei **Carnivori** e nei **Cavalli**

- nei **Carnivori** la placenta vitellina persiste insieme alla placenta allantoidea per tutta la gravidanza
- negli **Equidi** la placenta vitellina è presente solo nelle prime fasi dello sviluppo embrionale
- nei **Suini** e nei **Ruminanti** il sacco vitellino regredisce circa 3-4 settimane dopo il concepimento, di conseguenza non forma mai una placenta funzionale.

Classificazione della placenta in base alla distribuzione dei villi coriali

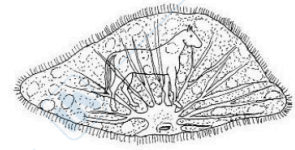
Un altro importante criterio di classificazione si basa sulla **distribuzione dei villi coriali sulla superficie del corion** e sul modo in cui queste strutture **interagiscono con l'endometrio**.

Le **regioni del corion** coinvolte nella **formazione della placenta** prendono il nome di **chorion frondosum**, mentre le zone lisce che non partecipano alla placentazione sono chiamate **chorion laeve** → in base alla distribuzione del **chorion frondosum** si distinguono diversi tipi di placenta.

Placenta diffusa

Tipica di: **Suino** ed **Equidi** → in questo tipo di placenta i **villi coriali** sono distribuiti su tutta la **superficie del corion** e penetrano in **piccole nicchie della mucosa uterina**.

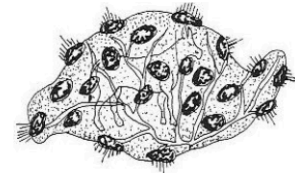
- ▶ Nel **suino** la superficie della placenta è ulteriormente aumentata da **ripiegamenti della superficie coriale**, mentre nel **cavallo**, i villi sono organizzati in **numerose microzone specializzate** chiamate **microcotiledoni**, che si inseriscono nelle **cripte dell'endometrio**.



Placenta multipla o cotiledonare

Tipica dei: **Ruminanti** → i **villi coriali** non sono distribuiti uniformemente ma sono **raggruppati in piccoli ciuffi**: i **cotiledoni**.

- ▶ I **cotiledoni** si inseriscono in specifiche strutture dell'**endometrio** chiamate **caruncole** → l'unione tra **cotiledone fetale** e **caruncola materna** forma una struttura chiamata **placentoma**. I **placentomi** rappresentano le unità funzionali della placenta dei ruminanti.



Nella **mucosa uterina** dei ruminanti le **caruncole** sono disposte: su **quattro file longitudinali** dal **corpo dell'utero fino ai corni uterini**.

- ▶ Ogni fila comprende circa **8-12 caruncole**, per un totale di circa **80-120 caruncole per utero** → le caruncole hanno un **diametro di circa 1-1,5 cm**, ma durante la gravidanza aumentano di dimensioni arrivando a circa **6-8 x 2-2,5 cm** quando accolgono i **villi coriali dei cotiledoni fetali**.

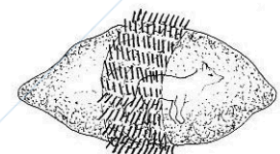
Questo tipo di placenta è presente anche in **pecore e capre**, nelle quali la mucosa uterina può presentare **macchie pigmentate nere**.

Placenta zonata

Tipica dei: **Carnivori** → i **villi del chorion frondosum** sono organizzati in una **larga fascia anulare** che avvolge la **regione equatoriale dell'embrione**.

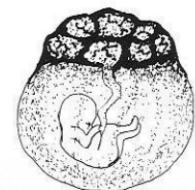
- ▶ La placenta assume una **forma ad anello**.

Dal punto di vista strutturale questa placenta è anche descritta come **lamellare**, poiché i villi sono organizzati in **lamelle**.



Placenta discoidale

Tipica di: **Primati** e **Roditori** → i **villi coriali** sono **concentrati in una singola area circolare o ovale**, formando un vero e proprio **disco placentare**.



	Localizzazione dei villi corionici sulle membrane fetali	Barriera placentare
Cavallo, maiale	Distribuzione diffusa	Epiteliocoriale Materno Fetale Capillari Eritrocita Epitelio Epitelio endometriale del corion
Ruminanti	Localizzati nei cotiledoni	Epiteliocoriale
Carnivori	Localizzati nella cintura	Endotelio-coriale
Donna	Localizzati nel disco	Emocoriale

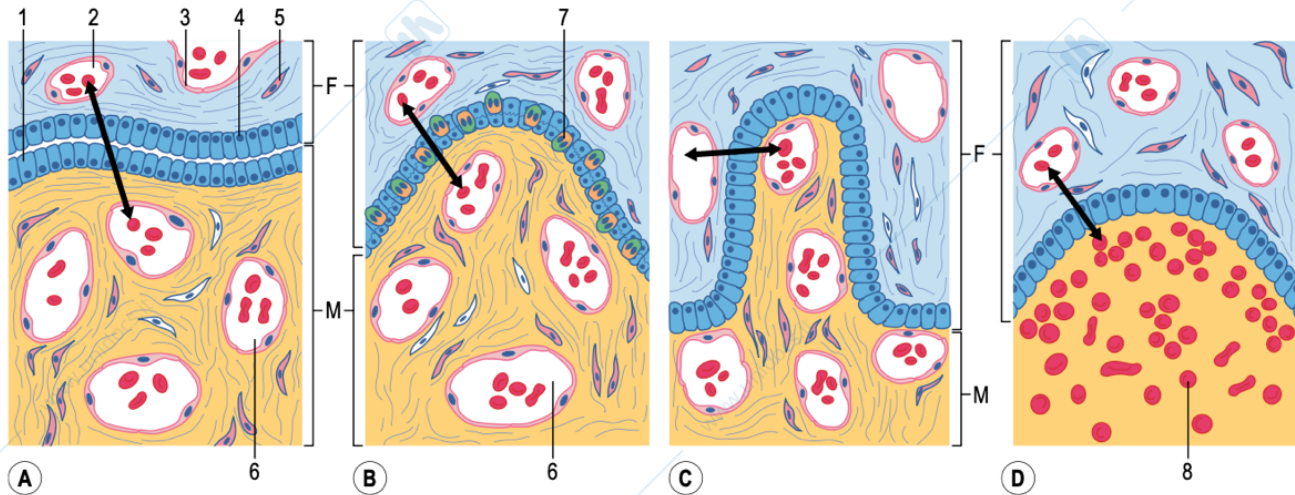
Classificazione della placenta in base al rapporto tra corion e mucosa uterina

Un altro criterio fondamentale di classificazione riguarda il **numero di strati tissutali che separano il sangue fetale da quello materno**: la **barriera placentare**.

► Nella **componente fetale** della **placenta corio-allantoidea** sono sempre presenti 3 strati:

1. **endotelio dei vasi allantoidei**
2. **mesenchima corio-allantoideo** derivato dal mesoderma
3. **epitelio corionico** (trofoblasto)

A questi si aggiungono vari **strati materni dell'endometrio**, che possono essere **conservati** oppure **distrutti** durante la placentazione → in base a questo rapporto si distinguono diversi tipi di placenta.



La barriera placentare.

A: Placenta epiteliocoriale nella scrofa. 1: Epitelio endometriale; 2: Vasi fetali; 3: Endotelio fetale; 4: Trofoblasto; 5: Mesenchima; 6: Vasi materni;

B: Placenta sinesisiocoriale della vacca. 7: Cellula binucleata;

C: Placenta endotheliocoriale del cane.

D: Placenta emo-coriale del topo. 8: Eritrociti.

F: Componenti fetali della placenta;

M: Componenti materni della placenta;

La barriera placentare è indicata dalla doppia freccia.

A. Placenta epitelio-coriale

Tipica di: **Suini ed Equidi** → i **villi coriali si appoggiano all'epitelio endometriale** senza erosione dei tessuti materni

► Le due superfici epiteliali rimangono **accostate ma separate**.

B. Placenta sinepitelio-coriale

Tipica dei: **Ruminanti** → alcune **cellule del trofoblasto fetale** penetrano nell'**epitelio endometriale** e **si fondono con le cellule materne**: si forma una struttura **ibrida fetale-materna**

► La placenta dei ruminanti viene definita **sinepitelio-coriale**: una **fusione parziale tra epitelio fetale ed epitelio materno**.

C. Placenta endothelio-coriale

Tipica dei: **Carnivori** → durante la placentazione: l'**epitelio endometriale** e il **tessuto connettivo materno vengono eliminati** → il **trofoblasto fetale** (epitelio del corion) entra in **contatto diretto con l'endotelio dei vasi sanguigni materni**.

D. Placenta emocoriale

Tipica di: **Roditori e Primati** → la **riduzione della barriera placentare è completa**: il **trofoblasto fetale** è a **diretto contatto con il sangue materno**, che riempie delle **lacune sanguigne**.

Classificazione della placenta in base al comportamento della mucosa uterina

Un ulteriore criterio di classificazione riguarda il **grado di modificazione della mucosa uterina durante l'impianto della placenta** → in base a questo criterio si distinguono 2 tipi principali di placenta

Placenta deciduata

Tipica di: **Carnivori, Roditori e Primati** → in queste specie l'**impianto della blastocisti** provoca **profonde modificazioni della mucosa uterina**, formando una struttura chiamata **decidua**.

- ▶ La decidua si distingue in 3 regioni:
 - a) **decidua basale** → area a contatto con i **villi coriali**
 - b) **decidua capsulare** → area in rapporto con il **chorion laeve**
 - c) **decidua parietale** → parte dell'**endometrio** non coinvolta nell'impianto

Quando il **corion si distacca** al momento del **secondamento** (espulsione delle membrane fetali dopo il parto), **una parte dell'endometrio viene eliminata insieme alla placenta**, causando una **perdita di sangue più o meno importante**.

Placenta adeciduata

Tipica di: **Ruminanti, Suini ed Equidi** → la mucosa uterina **non subisce erosione da parte dei villi coriali**

- ▶ Quando i **villi coriali si distaccano dalla parete uterina** al momento del secondamento **non si verifica perdita di sangue significativa**.

Funzioni della placenta

La placenta svolge numerose **funzioni fisiologiche fondamentali** per lo sviluppo fetale.

1. Funzione di scambio respiratorio e metabolico

la placenta permette il passaggio di:

- **ossigeno e anidride carbonica**
- **nutrienti e metaboliti**

tra la circolazione materna e quella fetale.

Il sangue fetale non si mescola mai direttamente con quello materno → gli scambi avvengono attraverso il **filtro placentare: la barriera tissutale che separa le due circolazioni** ed ostacola il passaggio a sostanze o microorganismi nocivi.

- ▶ Tuttavia alcune sostanze possono attraversare questa barriera: **farmaci, virus, batteri e parassiti**.

2. Trasferimento di anticorpi:

il passaggio di **anticorpi materni** dipende dal tipo di placenta.

- ▶ Nelle **placente deciduate** gli **anticorpi materni** possono **attraversare la placenta** e raggiungere il feto, conferendogli una **protezione immunitaria prenatale**.
- ▶ Nelle **placente adeciduate** gli **anticorpi non attraversano la placenta** → la **protezione immunitaria del neonato** viene acquisita **dopo la nascita** tramite l'assunzione del **colostro** nelle prime fasi dell'**allattamento**.

3. Funzione endocrina:

la placenta funziona anche come una **ghiandola endocrina temporanea**, producendo diversi **ormoni** importanti per il **mantenimento della gravidanza** → **gonadotropine corioniche** (attività simile a **FSH e LH**), **estrogeni, progesterone e prolattina**

- ▶ Questi ormoni contribuiscono a **regolare lo sviluppo fetale**, a **mantenere l'ambiente uterino favorevole alla gravidanza** e a **preparare l'organismo materno al parto e all'allattamento**.