

Galloni 3-4 – Dispensa III

PRIME FASI SVILUPPO EMBRIONE

La classificazione delle uova avviene in base alla quantità di vitello (tuorlo) → materiale nutritivo che può essere utilizzato dall'embrione durante lo sviluppo.

Nella gallina dove c'è tanto tuorlo il pulcino si nutrirà da quello, mentre nei mammiferi il nutrimento dipenderà dalla madre. La madre ha un rapporto attivo e lo nutrirà per tutto il tempo del suo sviluppo.

ALECITICHE (prive di tuorlo) → TIPICHE DEI MAMMIFERI PLACENTATI, sono cellule con dimensioni notevoli, dai 150 ai 300 micron, molto grandi rispetto alle dimensioni delle cellule normali (circa 12 micron);

OLIGOLECITICHE (oligo=poco) → hanno poco tuorlo distribuito uniformemente nel citoplasma tipico dell'anfiosso (non lo chiede);

MESOLEGITICHE → sono quelle degli anfibi con moderata quantità di tuorlo. Questo ci suggerisce che gli anfibi quando depongono le uova fanno i girini e quindi una parte dello sviluppo embrionale si farà dopo la schiusa dell'uovo (girino → rana) e avviene però quando il girino già si nutre e quindi non ha bisogno di vitello, quindi serve una quantità limitata per arrivare a girino.

MEGALECITICHE (uccelli e rettili) → tanto tuorlo, fino alla nascita tutto quello di qui ha bisogno l'embrione è già dentro all'uovo.

SEGMENTAZIONE

Parlando di segmentazione facciamo un confronto tra uccelli e mammiferi. La segmentazione è la divisione delle cellule. Lo zigote è già il nuovo individuo, ha già il corredo cromosomico del nuovo individuo, ha già tutti i caratteri però è ancora una cellula sola quindi ci aspettiamo una proliferazione e perciò che le cellule vadano incontro a mitosi perché ormai si devono trasmettere lo stesso corredo (e non meiosi).

Perché non parliamo di proliferazione in senso stretto? (ne parliamo in termini numerici cioè da 1 a tante) però il termine corretto per ora è segmentazione perché questi primi fenomeni di sviluppo avvengono molto velocemente (poche ore dopo la fecondazione) e avvengono nella salpinge e in un momento in cui la madre NON HA ANCORA RAPPORTI FISIOLOGICI CON L'EMBRIONE (sarà poi l'utero che nutrirà l'embrione).

Salpinge: condotto che, per la sua conformazione generale, ricorda la forma di una tromba: la s. uditiva (o tuba o tromba di Eustachio) fa comunicare l'orecchio medio con la faringe; la s. uterina o ovarica (o tuba di Falloppia o ovidutto) si estende dall'estremo laterale di ciascun ovaio all'angolo superiore dell'utero: è pervorsa dall'ovulo nel suo spostamento dall'ovaio nella cavità uterina.

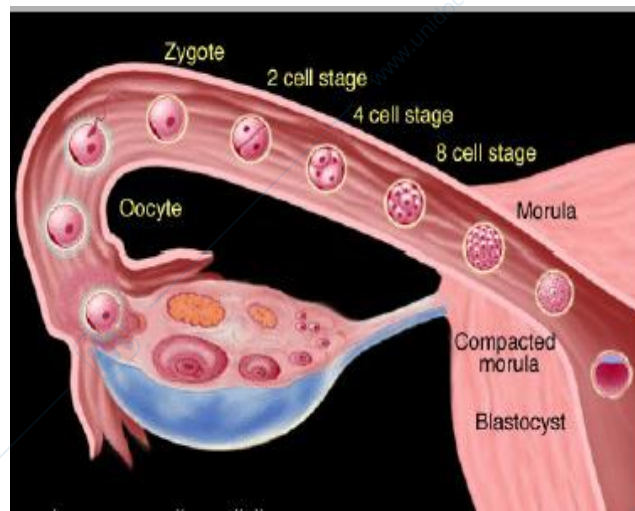
L'embrione deve fare da se, quindi è importante come detto prima che la cellula uovo sia molto grande. Il concetto di segmentazione è come tagliare una torta a fette e attribuire ad ogni fetta una parte del citoplasma; tutte le cellule che nascono in questa fase si dividono il citoplasma che la cellula uovo aveva fin dall'inizio. Ovviamente per il nucleo ci sono le mitosi (che come sappiamo moltiplicano il nucleo) ma per quanto riguarda il citoplasma della cellula uovo, esso viene segmentato (diviso). Lo zigote ha le dimensioni equivalenti alle dimensioni della cellula uovo. Diametro zigote = 150-200 micron; SUBISCE DIVISIONI MITOTICHE.

Lo zigote incomincia a dividersi e le cellule che ne nascono si CHIAMANO BLASTOMERI, perciò il risultato della segmentazione è la formazione di blastomeri e per le prime 7-9 divisioni,

non crescono in interfase, basta che queste cellule si dividano il citoplasma già a loro disposizione. Alla fine si avranno tantissimi blastomeri con dimensione sui 10 micron (misura normale di cellula animale). Questi 10 micron sono anche il rapporto IDEALE tra superficie e volume (sfera) in modo che attraverso la membrana cellulare la cellula possa avere tutti i rapporti in ingresso e in uscita necessari per mantenere in vita la cellula. Alla fine della segmentazione otteniamo la MORULA (mora, frutto che hanno tanti rigonfiamenti in superficie), ovvero l'insieme di tutti i blastomeri (siamo nei primi 4-5 giorni dopo la fecondazione).

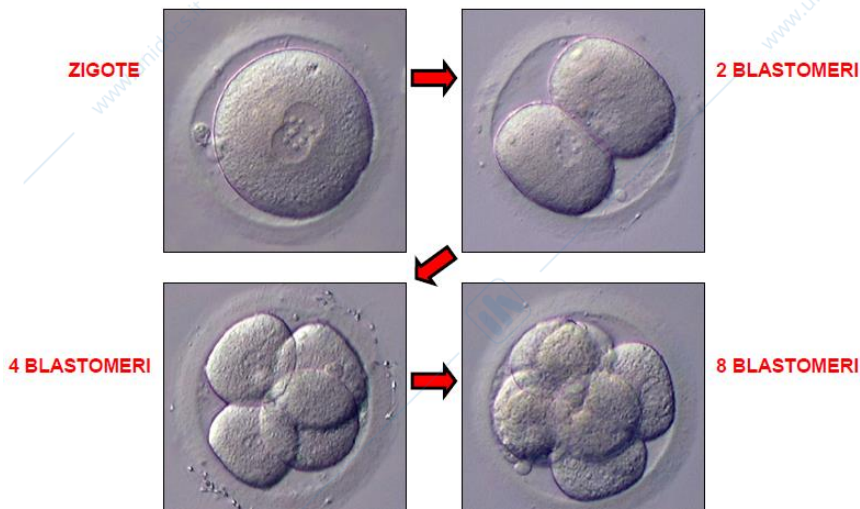
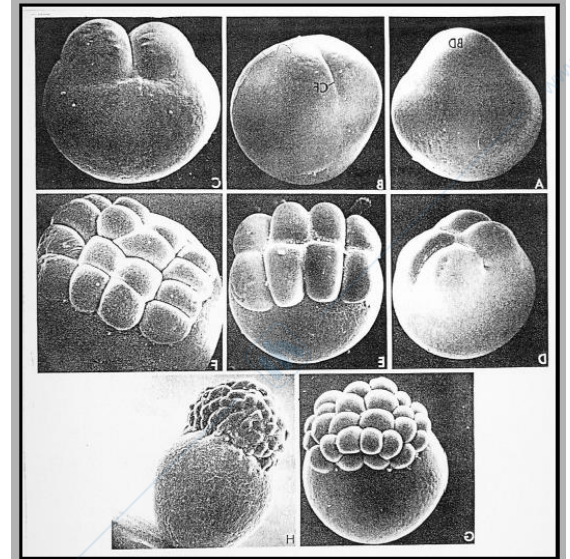
La morula ha questo aspetto poiché le cellule sono tenute vicine tra loro perché c'è ancora la membrana pellucida. La morula è quindi ancora circondata dalla MEMBRANA PELLUCIDA e arriva all'utero dopo 4-5 giorni dalla fecondazione.

Se noi rompessimo la membrana pellucida in questo momento le cellule si sparpaglierebbero perché non hanno ancora creato giunzioni intracellulari, si stanno semplicemente dividendo e sono ancora racchiuse dentro la membrana pellucida che conferisce unità all'embrione stesso.

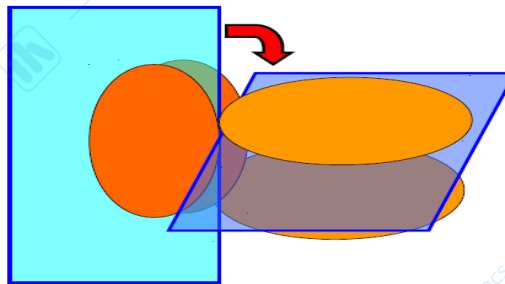


A questo punto abbiamo l'ovulazione (a livello dell'ovaio) - il destino del follicolo ovarico dopo l'ovulazione non è di scomparire ma è di trasformarsi in una ghiandola endocrina transitoria che secreta progesterone, l'ormone che modifica tutte le strutture dell'apparato genitale femminile e che lo prepara ad una potenziale gravidanza ed è detto corpo luteo - la cellula uovo viene rilasciata nella salpinx. Durante il suo percorso nella salpinx incontra eventualmente lo spermatozoo, avviene la fecondazione e inizia la segmentazione, si ottiene la MORULA. Nella morula possiamo dire che le cellule sono tutte uguali. Il tuorlo non viene segmentato perciò nelle uova nei mammiferi (non essendoci tuorlo) tutto il citoplasma viene interessato dalla segmentazione, è detta **segmentazione oloblastica** (tutta quanta la cellula viene divisa); quando invece il tuorlo è tanto abbiamo una **segmentazione parziale** (solo in una parte sulla superficie del tuorlo avviene la segmentazione e quindi si avrà la morula attaccata al tuorlo). Il tuorlo successivamente costituirà il sacco vitellino di questi animali con funzione nutritiva!!! Anche nei mammiferi ci sarà il sacco vitellino che è un annesso embrionale di notevole importanza ma il sacco vitellino non contiene nei mammiferi il vitello (tuorlo).

In senso generale il tuorlo impedisce la segmentazione per cui la segmentazione è TOTALE (uova oloblastiche) negli zigoti derivati da uova con poco o senza tuorlo, mentre in quelli con molto tuorlo la segmentazione è parziale (uova meroblastiche).

SEGMENTAZIONE TOTALE**SEGMENTAZIONE PARZIALE****SEGMENTAZIONE TOTALE ROTAZIONALE**

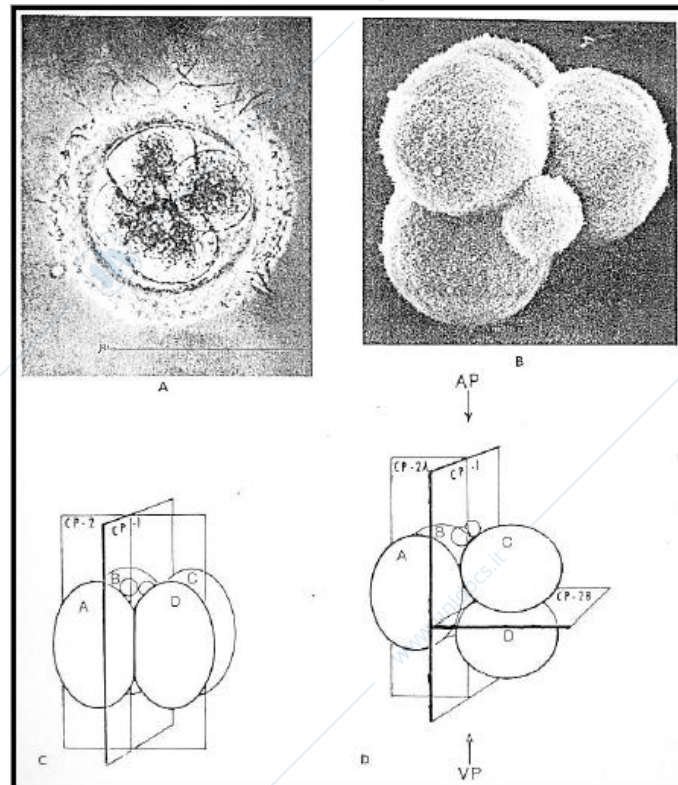
(il processo dura 12-24 ore)

SEGMENTAZIONE ROTAZIONALE

La segmentazione è totale nei nostri mammiferi ed è **ROTAZIONALE**, avviene nella prima giornata di fecondazione. Si dice **TOTALE** perché non c'è tuorlo. La prima divisione (cioè da quando abbiamo uno zigote e otteniamo due blastomeri) avviene secondo un piano meridiano (nella terra i meridiani sono quelli che vanno da un polo all'altro), la seconda divisione invece avviene su un piano equatoriale (orizzontale). E' come se il piano di divisione ruotasse ad ogni divisione di 90 gradi, perché se no a furia di dividersi se si tagliasse sempre a meridiani piano piano i blastomeri avrebbero forma di spicchi di arancia e sappiamo che non è così perché abbiamo visto che le cellule che formeranno la morula hanno forma rotondeggiante.

La divisione di blastomeri non procede con regolarità ma con una certa **ASINCRONIA** perché se le divisioni fossero sincronizzate allora il numero di blastomeri sarebbe **PARI** (qualcuno ha contato i blastomeri dentro alla morula e ha visto che erano in numero dispari e questo è possibile solo se le divisioni avvengono in modo asincrono). In una morula possiamo avere sia numero pari sia dispari di blastomeri!!

La segmentazione è **totale, asincrona e rotazionale**. La morula è compatta ed è quindi una struttura piena!



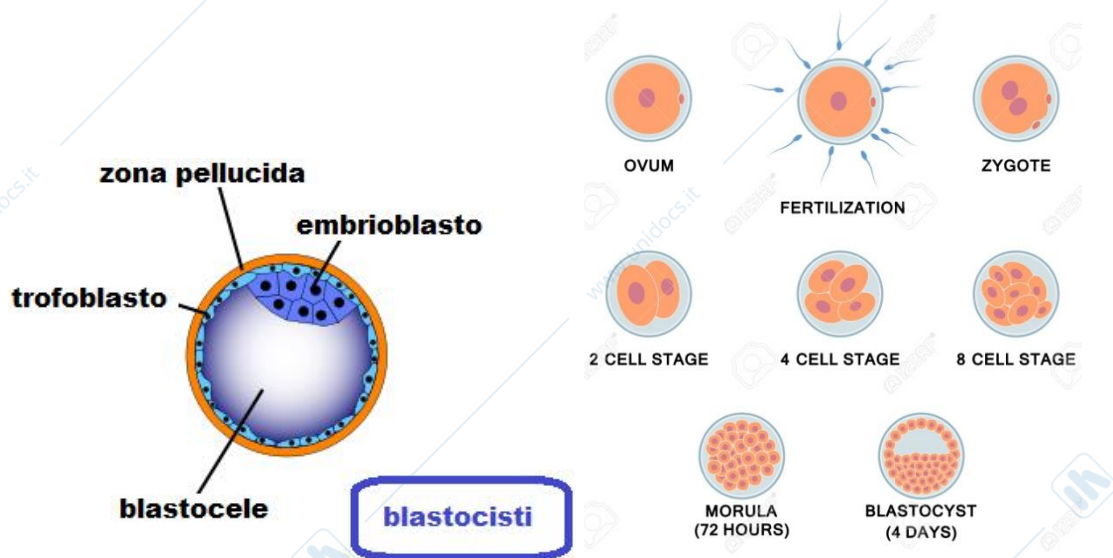
COMPATTAZIONE DELLA MORULA



La fase successiva alla formazione della morula è la sua compattazione. È una fase molto importante perché non sarà più una morula (il nome morula era dato perché c'erano delle cellule sporgenti sulla superficie) in quanto la sua superficie diventa liscia perché le cellule incominciano a formare delle giunzioni, ciò fa sì che avvenga anche una **PRIMA DIFFERENZIAZIONE**. Questo perché le cellule all'interno della massa (della parte centrale) formano tra loro delle **GIUNZIONI COMUNICANTI** - sono delle giunzioni grazie alle quali le cellule comunicano mandandosi attraverso piccoli canali messaggi di tipo molecolare, spesso ionici - mentre alla periferia abbiamo cellule appiattite che formano una specie di pellicina uniti da **GIUNZIONI SERRATE** (questo tipo di giunzione è permesso grazie alla condivisione di uno strato lipidico fra i due strati delle due cellule, sono giunzioni chiuse, non c'è uno spazio tra una cellula e un'altra). Questo ci dimostra (ed è importante) che alcune cellule stanno seguendo un programma di un certo tipo e altre un altro (infatti alcune fanno le proteine per fare le giunzioni serrate e altre per le giunzioni comunicanti), il che ci dice che non tutte le cellule stanno leggendo gli stessi geni all'interno del patrimonio genetico che hanno ricevuto. L'altra motivazione per la compattazione è che la membrana pellucida

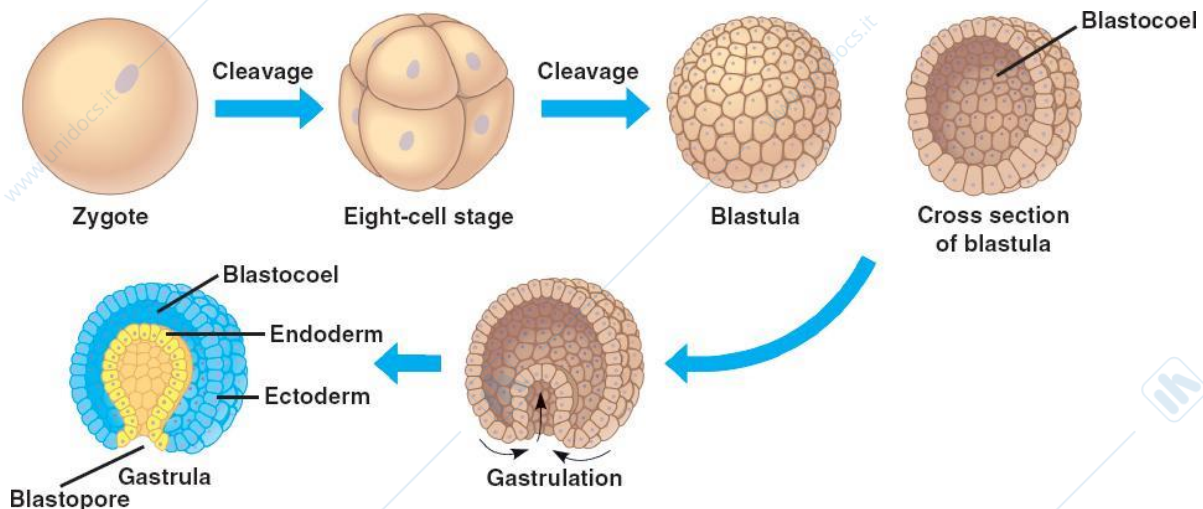
non può durare in eterno perché mentre succede quello che abbiamo detto le cellule continuano a proliferare, grazie alle segmentazioni, fino a quando non stanno più dentro alla membrana pellucida e quindi l'embrione la rompe (ormai tanto i blastomeri non si disperdono più in quanto sono uniti sia internamente sia esternamente da delle giunzioni).

In pratica le cellule esterne (quelle con le giunzioni serrate) chiudono e proteggono quelle interne (giunte le une con le altre mediante le giunzioni comunicanti). Dopo 5-9 giorni circa (varia a seconda della specie) si forma, nella morula, una cavità interna piena di liquido e quindi non parliamo più di morula ma di **BLASTULA** (O **BLASTOCISTI**).



Ciste → indica qualcosa con cavità.

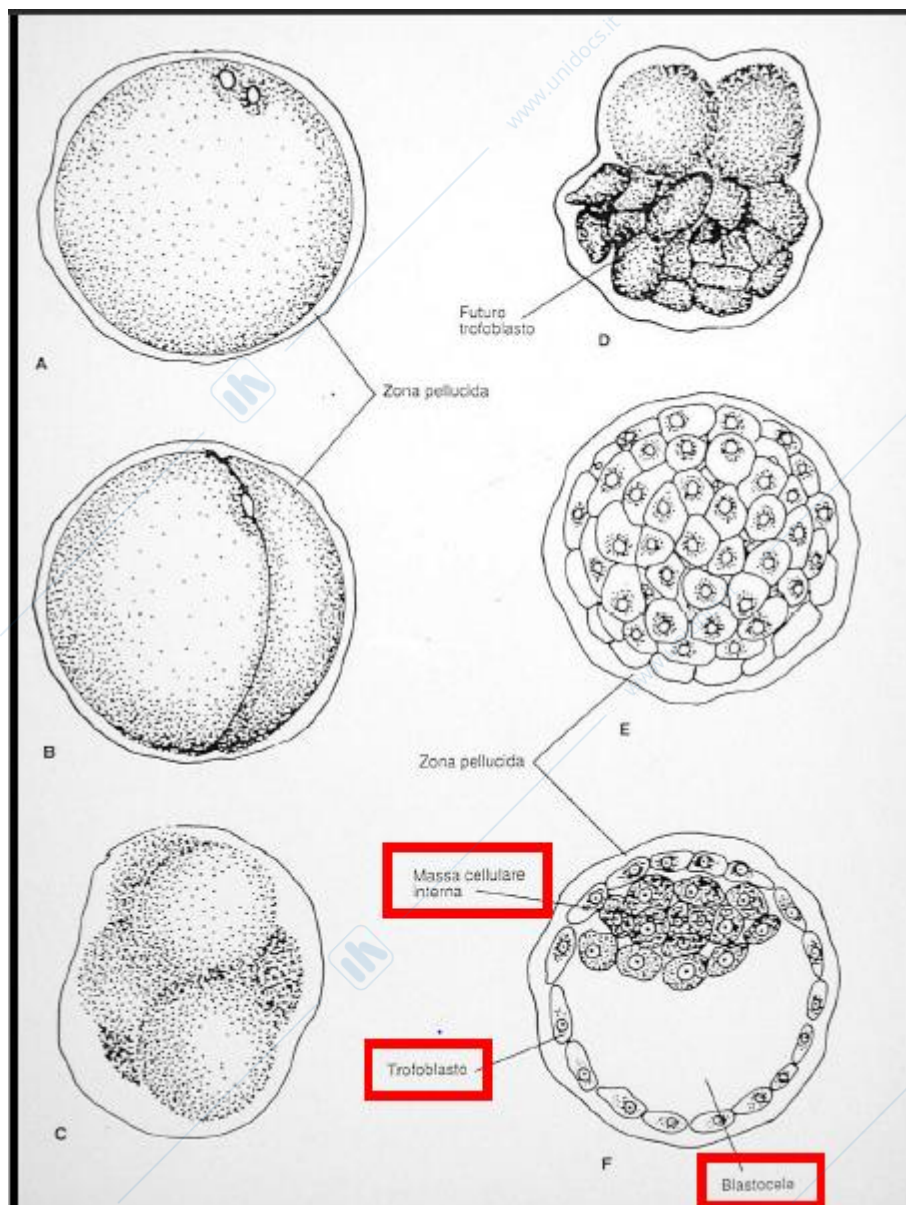
Con la blastula si formano anche dei piccoli spazi che vanno a formare **IL BLASTOCELE** (cavità centrale della blastula). **QUESTA E' LA PRIMA CAVITA' CHE SI FORMA!!!!**



All'interno della blastula si forma una massa cellulare detta anche **BOTTONE EMBRIONALE**: raccoglie una quantità di cellule che convergono all'interno della cavità; da questa massa interna **NASCERA' L'EMBRIONE**, tutto il resto, tutte le altre cellule che formano la blastula e che sono la maggioranza delle cellule in questo momento, formano il cosiddetto **TROFOBLASTO** (trofoblasto → tessuto di nutrizione e da cui nasceranno gli **ANNESSI EMBRIONALI**). Il neonato deriverà **TUTTO E SOLO** dalla massa della cellula interna.

(TUTTI GLI ANNESSI EMBRIONALI DERIVANO DALL'EMBRIONE QUINDI HANNO LO STESSO PATRIMONIO GENETICO DELL'EMBRIONE MA TUTTE LE CELLULE DEL TROFOBLASTO (ANNESSI EMBRIONALI) VERRANNO PERSE AL MOMENTO DELLA NASCITA, L'UNICA COSA CHE NASCERÀ E CHE CONTINUERÀ A VIVERE SARÀ IL NEONATO CHE DERIVA UNICAMENTE DALLA MASSA CELLULARE INTERNA.

La massa cellulare interna inizialmente è interna (dentro la cavità del blastocele), ma successivamente le cellule del trofoblasto che le stanno sopra degenerano (scompaiono) e quindi non sarà più interna ma sarà sulla superficie. Intanto la blastula continua a crescere, le cellule continuano a proliferare (sia della massa interna sia del trofoblasto) e ad un certo punto la blastula avrà delle dimensioni così grandi che le singole cellule non si vedranno più. Ormai la nostra blastula sta arrivando all'utero, sta percorrendo tutte le salpingi e sta arrivando nell'utero.



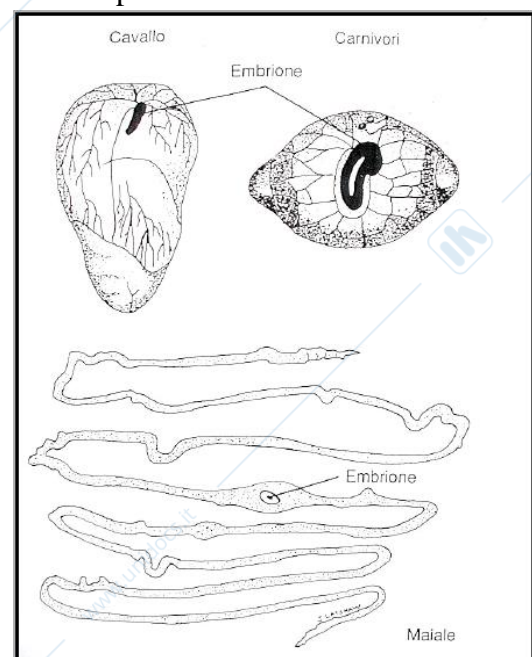
La membrana pellucida scompare e quindi l'embrione è esposto (è in contatto con l'epitelio della mucosa uterina): questo contatto è importante perché anche se l'embrione è ancora piccolissimo, **INCOMINCIA AD AVERE DEI RAPPORTI CON LA MADRE**, che fino a questo punto (siamo

nell'arco dei primi giorni dopo la fecondazione) ha ancora il corpo luteo che sta producendo una grande quantità di progesterone e sia le caratteristiche della salpinge sia le caratteristiche della mucosa dell'utero sono ottimali affinché si possa creare un rapporto con l'embrione. Ma in realtà la madre in questo momento non sa ancora se la cellula uovo è stata fecondata o meno e deve ricevere un messaggio dall'embrione: quest'ultimo deve arrivare nell'utero, ed è ancora protetto dal progesterone (perché il progesterone fa in modo che tutto sia adatto). **IL SENSO DI CIO' E' REALIZZARE IL CONCETTO FONDAMENTALE CIOE' CHE LA MADRE STABILIZZI IL SUO CORPO LUTEO**, il quale altrimenti in mancanza di questi messaggi che devono arrivare dall'embrione andrebbe in degenerazione e poco dopo qualche giorno sparirebbe. Quindi non è per niente banale questo contatto tra l'embrione (piccolissimo) con la mucosa proprio perché deve lanciare dei messaggi.

Nella cavalla la membrana pellucida viene sostituita da una capsula di carboidrati che protegge la blastula che per 21 gg (tanti, ma ricorda che gravidanza di una cavalla è di un anno, tutto proporzionale) gira nell'utero (letteralmente) stimolando la mucosa, così fa sentire la sua presenza, il risultato è la stabilizzazione del corpo luteo → produzione di progesterone → serve a far sì che l'utero sia adatto a ricevere l'embrione e soprattutto che sia adatto a formare la PLACENTA.

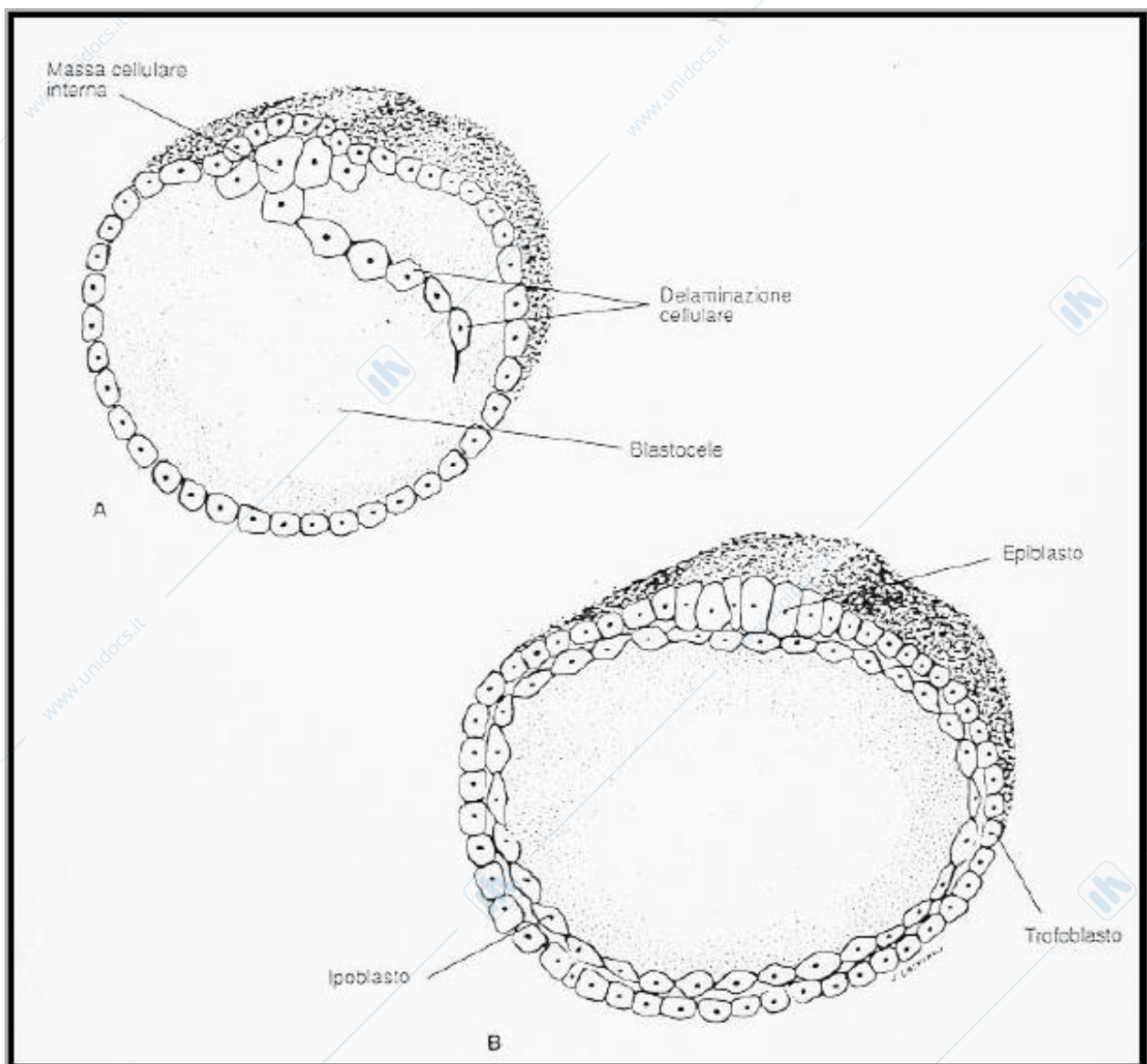
Nei mammiferi ci sono periodi di gravidanze molto diverse anche se le prime fasi di sviluppo sono molto accelerate anche negli animale di grossa taglia; c'è da dire che c'è anche un TEMPO DI PRE-IMPIANTO. L'IMPIANTO coincide con la formazione della placenta e quindi quando l'embrione non sarà più libero di girare nell'utero ma troverà un punto in cui fermarsi e con la madre stringerà un rapporto molto più funzionale, cioè la nascita della placenta. Dopo l'impianto abbiamo un periodo molto lungo e la capsula di carboidrati è importante perché la blastula è molto delicata (non ha alcuna cellula in grado di proteggersi) ed è quindi una situazione delicata perché nonostante l'utero sia un organo chiuso all'interno del corpo della madre però comunque dei rischi ci sono (ci sono della malattie congenite dovute all'infezione dell'embrione ad esempio...).

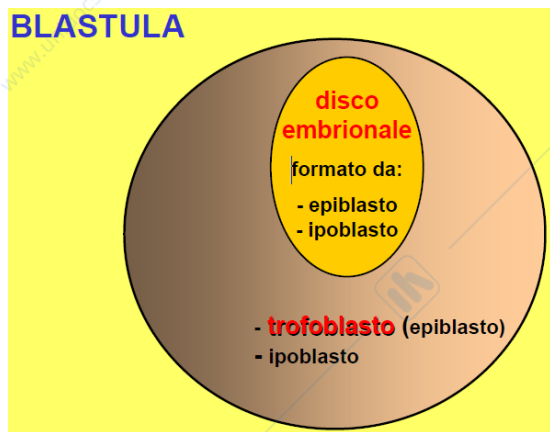
Curioso è che nel bovino il trofoblasto si allunga fino a 35 cm e nel maiale fino ad 1 metro, queste misure contrastano con tutto quello detto fino ad adesso... ciò nonostante il trofoblasto ha delle cellule che possono proliferare in una quantità tale che la blastula del maiale sia lunga anche 1 metro (1 metro rispetto alle dimensioni dell'embrione che è piccolissimo è una cosa assolutamente sproporzionata). **LE BLASTULE DIVENTANO COSI GRANDI perché HANNO BISOGNO DI STIMOLARE L'UTERO PER CUI NON SOLO LA BLASTULA GIRA (NEL CAVALLO) MA ADDIRITTURA DIVENTARE ENORME PER FARE SEGNALI PIU'FORTI.** Se in una scrofa è normale pensare a tanti feti e che ognuno di questi abbia qualcosa lungo 1 metro... Man mano che l'embrione crescerà userà questo materiale (trofoblasto) per espandersi al suo interno (quindi all'inizio abbiamo un grosso sviluppo del trofoblasto poi invece alla fine sarà l'embrione a svilupparsi). Quando la nostra massa cellulare interna è emersa perché sono morte le cellule del trofoblasto che la sovrastavano, essa va a mettersi in superficie e forma, guardando dall'esterno, una ZONA CIRCOLARE SEPARATA DA TUTTO IL RESTO: IL DISCO EMBRIONALE.



DISCO EMBRIONALE

IL DISCO EMBRIONALE E' RAPPRESENTATO DA TUTTE QUELLE CELLULE CHE DARANNO VERAMENTE ORIGINE AL FUTURO NEONATO. La massa cellulare interna abbiamo detto che appare sulla superficie per la scomparsa delle cellule del trofoblasto. La si definisce disco embrionale: al suo interno continua la proliferazione ma, soprattutto, INIZIANO LE MIGRAZIONI. A questo punto (prima avevamo visto che si differenziavano le cellule dell'esterno e dell'interno) stiamo parlando solo dell'interno cioè del disco embrionale e si vede che in superficie, esternamente, si forma un gruppo di cellule che chiamiamo EPIBLASTO (epi=sopra) e in profondità le cellule che rimangono al di sotto dell'epiblasto diventano IPOBLASTO. Le cellule dell'epiblasto e quelle dell'ipoblasto sono quindi cellule che avranno destini e capacità diversi tra loro. QUESTA E' LA PRIMA FORMAZIONE DI UN TESSUTO (FOGLIETTI!) ALL'INTERNO DI UN EMBRIONE.





Epiblasto ed ipoblasto sono i primi due FOGLIETTI EMBIONALI (foglietto è diverso da tessuto perché i tessuti (4) derivano in modo diverso in parte dell'epiblasto e in parte dall'ipoblasto). Il disco embrionale prima era una massa interna adesso è sulla superficie. Ora si appiattisce e si allarga mentre prima era una massa globosa. L'epiblasto è a livello delle cellule del trofoblasto.

LE CELLULE DELL'EPIBLASTO ESTERNE AL DISCO LE CHIAMIAMO EPIBLASTO, PERO'

QUANDO USCIAMO DAL DISCO EMBRIONALE, QUELLE CELLULE LE CHIAMIAMO TROFOBLASTO. Il trofoblasto acquisisce sempre più significato perché è proprio attraverso questo che l'embrione si nutre (ora che è arrivato nell'utero ha bisogno di essere nutrito).

Il concetto di segmentazione dell'inizio era che noi potevamo segmentare un enorme cellula uovo perché c'era sufficiente citoplasma per dividerlo in tanti blastomeri, ad un certo punto dato che continuano le proliferazione non basta più quel citoplasma e allora per farne di nuovo l'embrione ha bisogno di nuovo e lo riceve così dalla madre. La madre gli dà i nutrienti grazie la secrezione delle ghiandole uterine che producono il cosiddetto LATTE DELL'UTERO: questo mette a disposizione tutte le molecole che servono all'embrione per nutrirsi (aminoacidi per fare le proteine, zuccheri semplici per il nutrimento e dare energia perché questi vanno nei mitocondri e con l'ossidazione e la glicolisi aerobica daranno energia e infine anche lipidi per fare le membrane cellulari). SI SOTTOLINEA GLICOLISI AEROBICA, l'embrione ha bisogno di respirare e il latte uterino porta anche ossigeno con sé per cui la blastula viene nutrita dal latte dell'utero, sostanze nutrienti e da ossigeno.

L'embrione vive praticamente tutto il suo sviluppo in uno stato di bassa ossigenazione (inevitabile perché l'ossigeno lo prende attraverso un segreto di ghiandole e anche quando ci sarà la placenta il passaggio di ossigeno non sarà di livello elevato). Quindi l'embrione per tutta la sua vita fetale si svilupperà con un apporto di ossigeno bassissimo tanto è vero che al momento della nascita l'embrione respirerà direttamente ed arriverà ad un'ossigenazione molto più alta.

Nella blastula, il trofoblasto (che si trova all'esterno di tutta la blastula) si deve far carico di nutrire l'embrione e di assorbire l'ossigeno. Ovviamente l'embrione assorbendo ossigeno poi deve espellere CO₂. SOTTOLINEARE L'IMPORTANZA DELLA NASCITA DELL'EPIBLASTO E DELL'IPOBLASTO CHE SONO I PRIMI 2 FOGLIETTI E SONO ANCHE LA PRIMA DIFFERENZIAZIONE SIGNIFICATIVA ALL'INTERNO DI QUELLO CHE SARA' IL VERO E PROPRIO CORPO DELL'EMBRIONE. Per questo motivo si dice che il disco embrionale è DIBLASTICO → fatto da 2 foglietti.

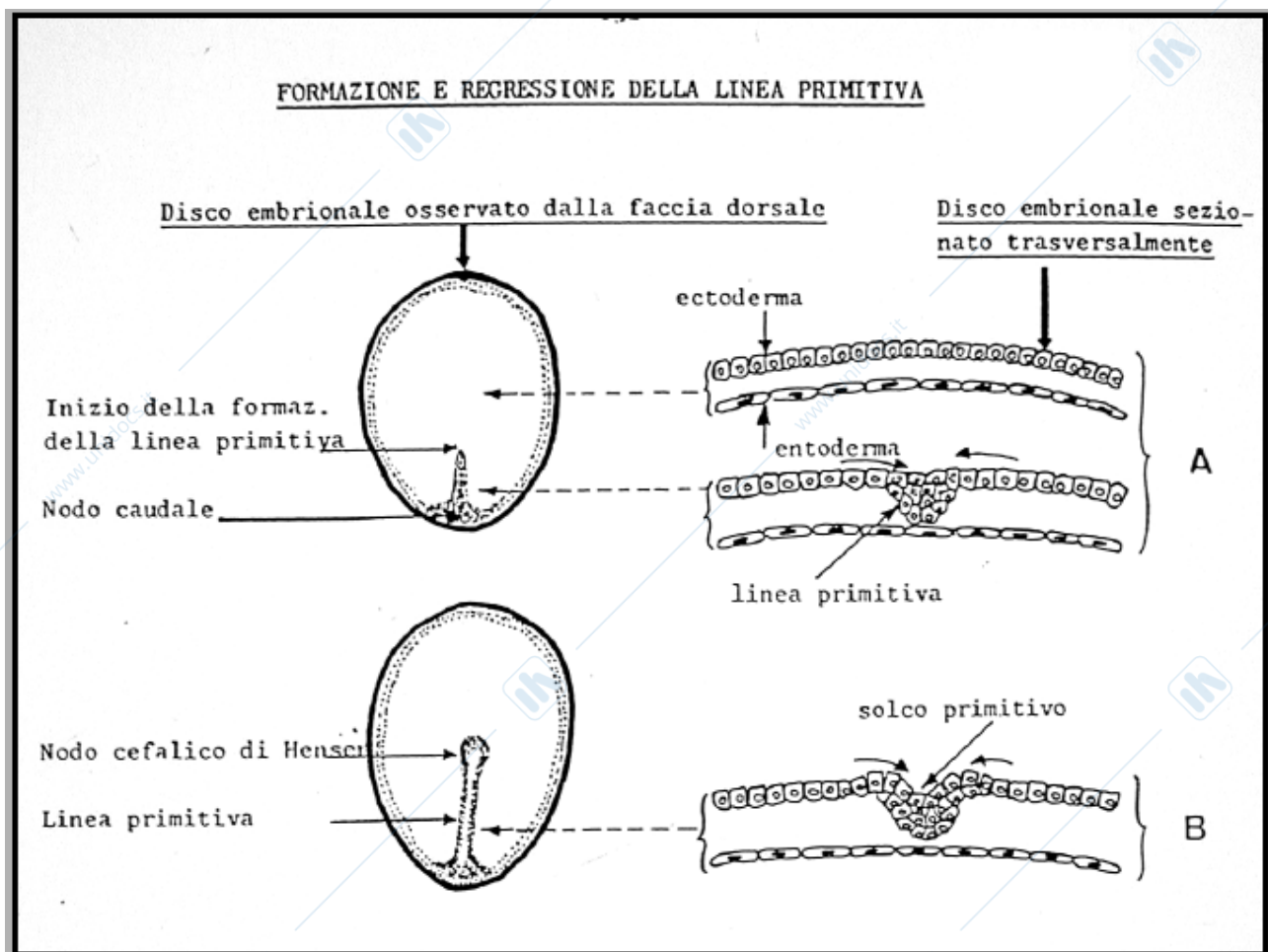
Ricorda che in questo momento all'esterno del disco embrionale abbiamo un solo strato di epiblasto, il trofoblasto. In realtà poi l'ipoblasto si estende (prolifera anche lui e ricopre internamente tutta la cavità circondata dal trofoblasto perciò il fatto che sia il disco embrionale ad essere diblastico è concettualmente importante ma è una fase molto veloce perché rapidamente l'ipoblasto si estende e circonda internamente tutto il blastocele. Dentro al disco embrionale troviamo ipoblasto ed epiblasto, l'epiblasto è esterno ed è sullo stesso piano del trofoblasto (sono la stessa cosa), solo che se noi usiamo la parola trofoblasto allora intendiamo qualcosa AL DI FUORI DEL DISCO EMBRIONALE.

LINEA PRIMITIVA

Inizia una **MIGRAZIONE** (altro processo morfogenetico importante) di alcune cellule dell'epiblasto (non tutte) verso un diametro qualunque del disco e s'addensano a formare una **LINEA PRIMITIVA**. Fin'ora abbiamo parlato di disco (e un disco non ha né capo né coda (in un animale non ci fa capire appunto dove sarà il capo e dove la coda) e allora il primo significato della nascita della linea è la nascita della **SIMMETRIA**: data una linea sappiamo che una metà di un embrione sta da un lato e metà dell'altro sta dall'altra (noi vertebrati siamo animali con una simmetria bilaterale anche se abbiamo pur sempre un aspetto di asimmetria perché ad esempio non possiamo dire di avere uno stomaco da una parte e uno dall'altra come invece possiamo dirlo di un occhio). L'aspetto asimmetrico viene però acquisito successivamente, le prime fasi di sviluppo sono molto simmetriche.

La linea primitiva prima di tutto segna il piano di simmetria e individua successivamente anche l'orientamento cranio-caudale perché all'estremità cefalica si forma un addensamento di cellule che si chiama **NODULO DI HENSEN**. Questo nodulo si pone lungo la linea primitiva e a questo punto ci dice qual'è l'orientamento della testa. Da questo punto non abbiamo solo più la simmetria ma anche l'orientamento cranio-caudale.

LA LINEA PRIMITIVA SEGNA IL PIANO DI SIMMETRIA ED INDIVIDUA L'ORIENTAMENTO CRANIO-CAUDALE.



Sia l'orientamento cranio-caudale sia il piano di simmetria creeranno dei punti di differenziazione. **LA LINEA PRIMITIVA E' FIGLIA DELLE CELLULE DELL'EPIBLASTO, IN QUESTO EVENTO L'IPOBLASTO NON FA NULLA.** La linea primitiva che all'inizio era visibile in

profondità addirittura dopo un po' viene segnata da un solco. Quindi ci appare come una doccia (struttura a forma di solco) e questo solco percorre tutta la linea primitiva e finisce all'altezza del nodulo di Hensen; dobbiamo immaginare che a livello della linea primitiva le proliferazioni avvengano in modo importantissimo, la linea primitiva diventa il punto dove inizia un evento importantissimo che è la GASTRULAZIONE!

GASTRULAZIONE = NASCITA DEL MESODERMA

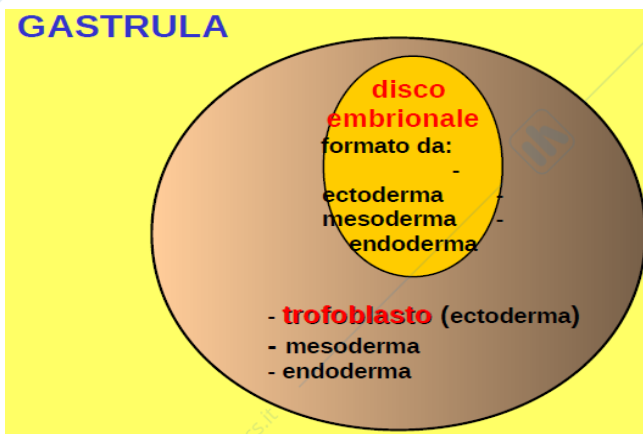
La gastrulazione vuol dire letteralmente nascita dello stomaco, questo è vero negli invertebrati, nei mammiferi non è così perciò la parola gastrulazione non vuol dire nascita dello stomaco né di nessun'altra parte del sistema gastrico.

La gastrulazione si rappresenta così: la linea primitiva tende a scendere verso il basso e a questo livello proliferano molto, si differenziano, migrano lateralmente e FORMANO UN NUOVO STRATO (foglietto embrionale) detto MESODERMA (letteralmente, pellicina in mezzo). PRIMA AVEVAMO PARLATO DI DUE FOGLIETTI (IPOBLASTO ED EPIBLASTO), adesso vediamo che dalla linea primitiva in profondità in mezzo (facendosi spazio tra epi ed ipoblasto) nascono delle cellule che si collegano tra loro e si differenziano e vanno a formare il terzo foglietto embrionale. C'è da dire che l'epiblasto forma il mesoderma, ora l'embrione è triblastico. Il vecchio epiblasto per analogia con la parola mesoderma ora lo chiamiamo ECTODERMA e il vecchio ipoblasto sempre per analogia lo chiamiamo ENDODERMA. Dell'epiblasto si trasforma in ECTODERMA TUTTO QUELLO CHE NON È ANDATO A FORMARE LA LINEA PRIMITIVA. Le cellule della linea primitiva che hanno proliferato e che hanno migrato lateralmente e che si sono messe in mezzo vanno a formare il mesoderma, mentre l'ipoblasto è rimasto praticamente quello che era prima, cambia solo nome.

TENERE CONTO CHE LA SITUAZIONE DELL'EMBRIONE TRIBLASTICO È LA SITUAZIONE DEFINITIVA! (dai tre foglietti nasceranno 4 tessuti).

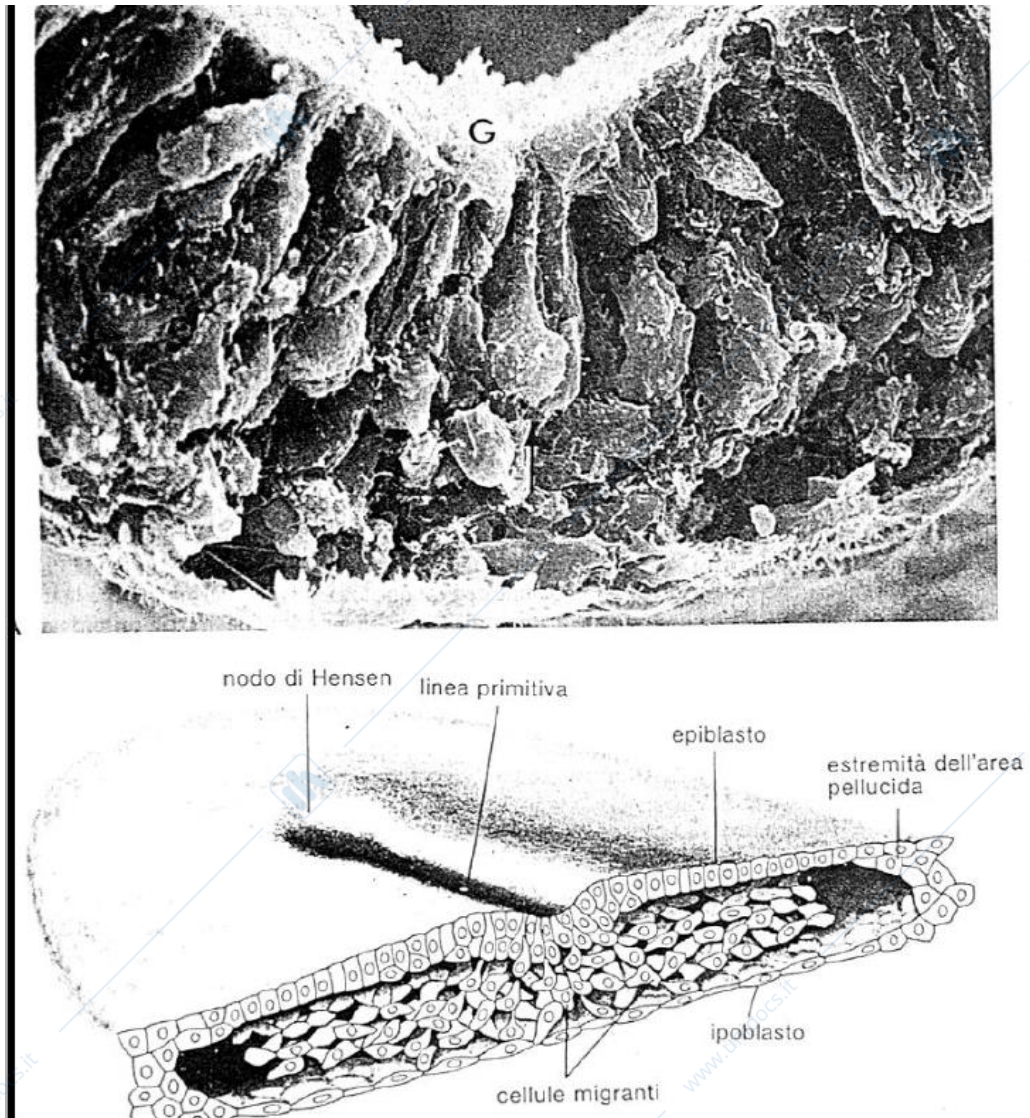
Precisazione importante:

Abbiamo detto che dall'epiblasto nasce il mesoderma e l'ectoderma, in realtà nasce anche una PARTE di endoderma. L'endoderma è il vecchio IPOBLASTO però dalla linea primitiva nascono anche delle cellule che danno origine ad una piccola parte dell'endoderma perché le primissime cellule che proliferano e migrano in realtà non vanno lateralmente MA VANNO IN BASSO e vanno ad interpersi tra quelle dell'ipoblasto e diventano cellule dell'endoderma! Questo endoderma sarà quello che darà origine all'intestino primitivo. (vd.)



A questo punto quando avviene la gastrulazione la vecchia cavità della blastula (il blastocele) prende il nome di ARCHENTERON (letteralmente significa vecchio intestino) E NON PARLIAMO PIU' DI BLASTULA MA DI GASTRULA, quando avviene la gastrulazione il termine che dobbiamo usare è gastrula perché al suo interno c'è l'archenteron (vecchio blastocele); la differenza tra i due è che l'archenteron viene circondato DA TUTTI

E TRE I FOGLIETTI perché il mesoderma che parte dalla linea primitiva si sposta lateralmente e si mette in mezzo tra ectoderma ed endoderma continua poi a proliferare e va a disporsi poi **TUTTO INTORNO ALLA GASTRULA**.



GASTRULAZIONE = NASCITA MESODERMA

Le cellule in profondità della **LINEA PRIMITIVA** proliferano, si differenziano e migrano lateralmente formando un nuovo foglietto embrionale, il **MESODERMA**

EPIBLASTO → **ECTODERMA + MESODERMA**

IPOBLASTO → **ENDODERMA**

EMBRIONE TRIBLASTICO (ECTODERMA + MESODERMA + ENDODERMA)

MODALITÀ DI GASTRULAZIONE

- I. **gastrulazione per invaginazione o embolia** (es. anfirosso)
- II. **gastrulazione per ricopertura o epibolia** (es. Anellidi)
- III. **gastrulazione per delaminazione** (es. Celenterati)
- IV. **gastrulazione per migrazione** (es. Uccelli, Mammiferi)