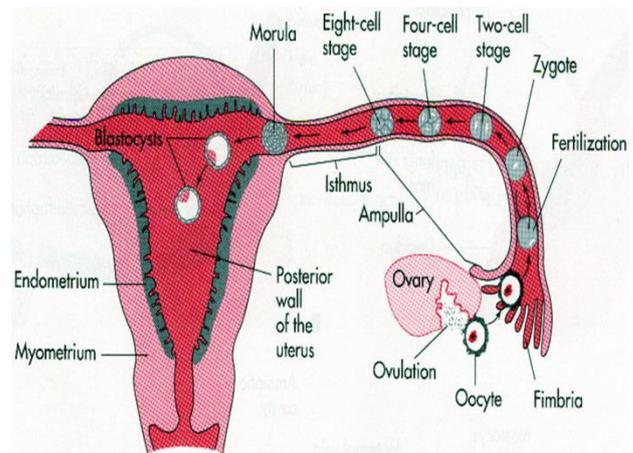


## LO SVILUPPO EMBRIONALE

Processo Importante per la formazione dei foglietti embrionali dai quali si origineranno tessuti e organi. Lo sviluppo embrionale consiste in un lungo ed elaborato processo durante il quale lo zigote subisce una serie di modificazioni che portano alla formazione di una struttura corporea simile a quella dell'adulto. Le modifiche riguardano una moltiplicazione delle cellule, e una differenziazione e specializzazione cellulare. Nonostante le differenze che si riscontrano nello sviluppo embrionale dei vari animali esiste una fondamentale unitarietà negli stadi di sviluppo.

Partiamo ovviamente dalla fecondazione. Ci troviamo nell'utero nell'apparato genitale femminile. La cellula uovo appena prodotta dall'ovaio viene introdotta nella tuba uterina. Da qui inizia il suo percorso per raggiungere l'utero. Durante il tragitto se incontra lo spermatozoo in punto ben preciso nella tuba viene fecondato altrimenti continua il suo percorso e raggiunge l'utero dal quale poi sarà eliminata in altro modo. Quando viene fecondata inizia il processo embrionale.



La cellula uovo inizia a subire tutta una serie di trasformazioni e di divisioni che caratterizzano questa prima fase embrionale.

Per **sviluppo embrionale** si intende il processo che consente allo zigote di accrescersi, differenziarsi ed acquisire le caratteristiche della specie cui appartiene.

Perché questo processo possa aver luogo devono essere soddisfatte due condizioni fondamentali:

--un ambiente favorevole che impedisca la disidratazione

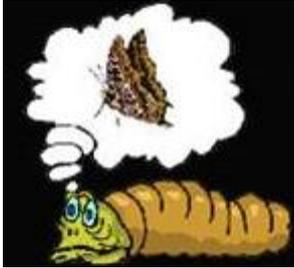
--disponibilità di riserve energetiche

A seconda del grado di sviluppo dell'individuo che fuoriesce dall'uovo o che nasce dal corpo della madre, si può distinguere **uno sviluppo diretto e uno sviluppo indiretto**.

Nel primo caso, a partire dalla prima cellula del nuovo individuo, si forma un embrione, nel quale si delineano progressivamente tutte le strutture tipiche dell'adulto, anche se in forma immatura; dall'uovo fuoriesce dunque un piccolo che è simile all'adulto. Alla



nascita l'individuo è identico al genitore ma in miniatura. Esso è perfettamente funzionale in tutto, può procurarsi il cibo ma non è ancora maturo sessualmente.



Nel caso dello sviluppo indiretto, invece, dall'uovo fuoriesce un individuo che viene detto larva, molto diverso dall'adulto. Spesso la larva occupa una nicchia ecologica differente da quella dell'adulto. Essa diviene simile all'adulto attraverso un processo di trasformazione che prende il nome di metamorfosi. In realtà alcuni animali, come ad es. lepidotteri, trascorrono la maggior parte del loro ciclo vitale sotto forma di larva; si considera comunque come adulto lo stadio in cui l'animale è capace di riprodursi.

La maturazione sessuale procede di pari passo con la metamorfosi corporea.

Lo sviluppo embrionale si suddivide in tre fasi principali:

SEGMENTAZIONE

GASTRULAZIONE

NEURULAZIONE

**La cellula uovo appena fecondata è detta zigote.**

Quindi dal momento della fecondazione lo zigote inizia subito a modificarsi con moltiplicazione cellulare. A questa segue differenziamento e morfogenesi.

Dopo la fecondazione l'uovo va incontro: **segmentazione gastrulazione e neurulazione.**

A PARTIRE DA UNA STRUTTURA UNICELLULARE, LO ZIGOTE, SI FORMA UNA STRUTTURA PLURICELLULARE, LA BLASTULA

**L'obiettivo della segmentazione** è quello di portare l'uovo ad uno stadio pluricellulare dove le cellule assumono i parametri dimensionali tipici della cellula embrionale .

Crea la predisposizione allo sviluppo dell'individuo

Nella segmentazione lo zigote comincia a dividersi mitoticamente in 2 cellule poi in 4 poi in 8 e così via, ad un certo punto dopo numerose divisioni assume l'aspetto di una mora e viene detta morula (a 32 cellule).

Tra una divisione e l'altra le cellule non aumentano di volume di conseguenza l'embrione mantiene circa le stesse dimensioni. Nella divisione si formano cellule sempre più piccole, dette

blastomeri, in cui si riduce il rapporto tra citoplasma e nucleo. I blastomeri sono associati fra loro a formare la blastula

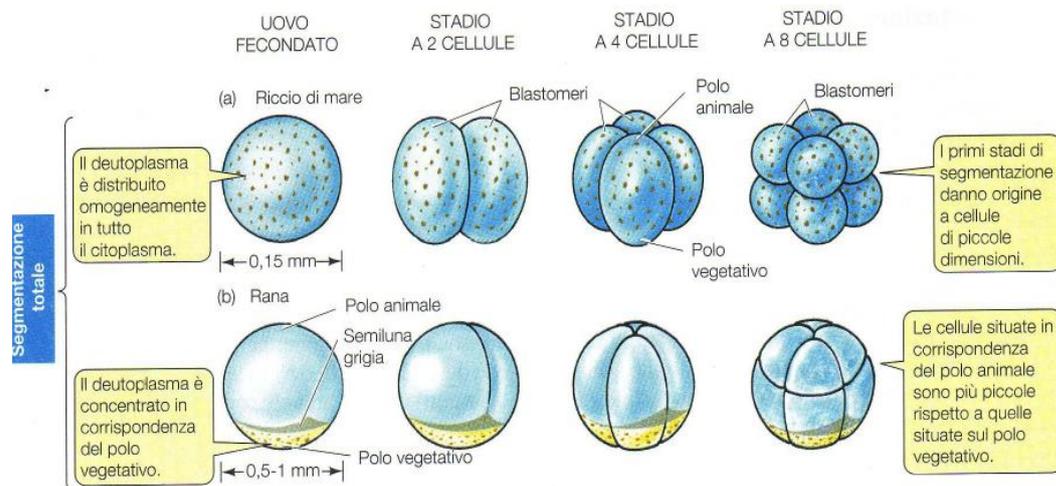
due tipi principali di segmentazione: segmentazione totale e segmentazione parziale.

**La segmentazione totale, o oloblastica,** coinvolge tutta la cellula dello zigote;

**la segmentazione parziale, o meroblastica,** coinvolge solo una parte della cellula zigotica;

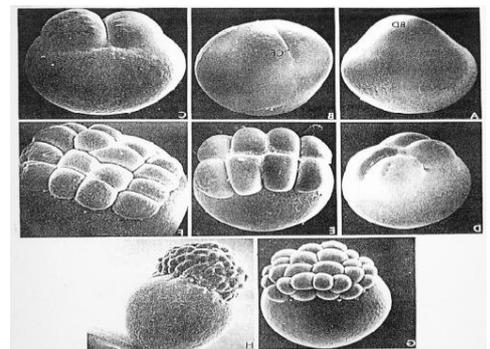
La segmentazione oloblastica può essere totale-uguale oppure totale –diseguale. Cioè è coinvolta tutta la cellula nella divisione ma le cellule si possono dividere creando altre cellule di uguale dimensione oppure di dimensioni diverse (i blastomeri hanno dimensioni diverse.)

Segm totale: uguale e diseguale

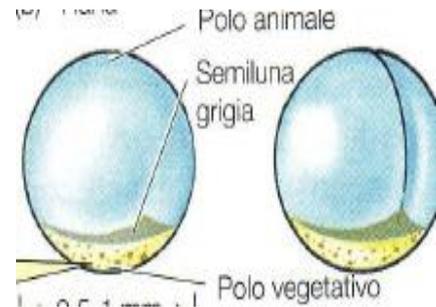


**Nella segmentazione meroblastica o parziale** come dice la parola stessa solo in un punto della cellula uovo si dividono e solo una parte di esse.

La segmentazione dello zigote avviene secondo meccanismi, determinati geneticamente, che sono influenzati dal contenuto e dalla distribuzione di vitello nelle uova. Lo sviluppo embrionale avviene in modo differente a seconda del tipo di uovo.



Generalmente nelle uova distinguiamo un polo animale superiore (povero di vitello ricco di citoplasma) e un polo vegetativo inferiore (ricco di vitello)



Emisfero animale e vegetativo hanno un diverso destino nel corso dello sviluppo: dall'emisfero animale si originano strutture che mettono in relazione col mondo esterno; dall'emisfero vegetativo strutture della vita vegetativa.(embrione)

Il vitello (o tuorlo o deutoplasma) è necessario per permettere lo sviluppo dell'embrione in assenza di sorgente esterna di cibo, e quindi gli animali con uova con scarso vitello hanno sviluppi embrionali particolari: ad esempio arrivano rapidamente a uno stadio larvale in cui divengono autonomi, o nel caso particolare dei Mammiferi si forma la placenta per assicurare loro l'apporto trofico

**Le uova non sono tutte uguali si dividono in varie categorie in base alla quantità di tuorlo presente in esse**

oligolecitiche: poco tuorlo; le più comuni sono le uova dei mammiferi, degli anfiossi e dei ricci di mare. L'embrione si trova presto nelle condizioni di non dipendere dall'uovo per sopravvivere.

**Alecitiche: quantità di vitello assente. Caratteristiche dei mammiferi placentati** (marsupiali, euteri)

mesolecitiche:con quantità intermedie di tuorlo. Le più comuni sono le uova degli anfibi. Il sostentamento dell'embrione viene garantito solo per le prime fasi dello sviluppo.

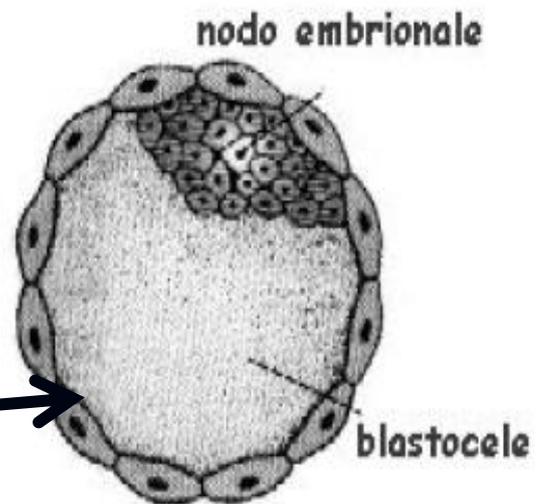
Telolecitiche con grande quantità di tuorlo. Le più comuni sono le uova dei rettili e degli uccelli. La notevole quantità di tuorlo garantisce il sostentamento per tutto il periodo dello sviluppo.

**SEGMENTAZIONE UOVA ALECITICHE** :molto povere o assenza di vitello

La segmentazione è totale e uguale. Il blastocele (è la cavità della blastula) si forma per allontanamento dei blastomeri. Sono tipiche dei mammiferi vivipari (marsupiali ed euteri) e sono di dimensioni molto piccole.

Nei mammiferi allo stadio di 8 cellule il comportamento delle cellule cambia. Queste iniziano a massimizzare i contatti fra le superfici cellulari e formano giunzioni occludenti trasformandosi in una massa cellulare compatta (detta nodo embrionale o bottone embrionale)

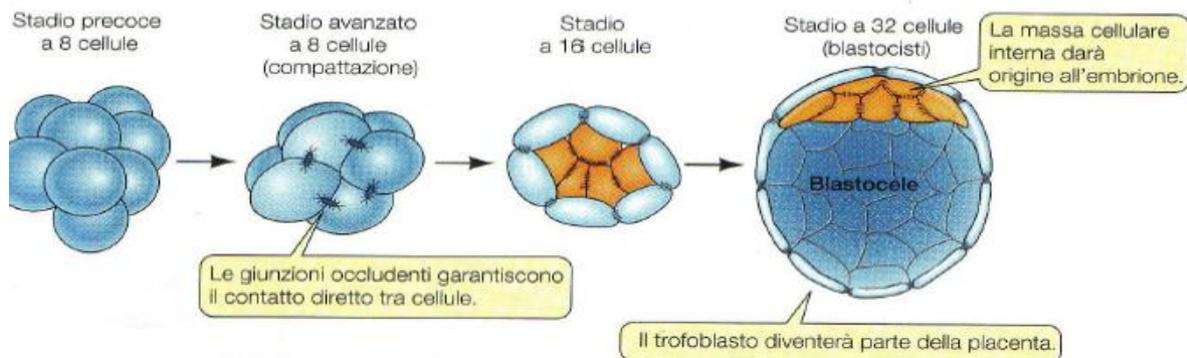
Quando l'embrione passa a 16 e poi a 32 cellule quelle più interne mantengono l'aspetto di massa compatta che si trasformerà poi in embrione mentre le cellule più esterne prendono l'aspetto di uno strato che circonda le interne ed è detto TROFOBLASTO.



il risultato finale di questo processo sarà: La massa di cellule interne confinate ad un polo che formerà il BOTTONE EMBRIONALE dal quale si svilupperà l'embrione.

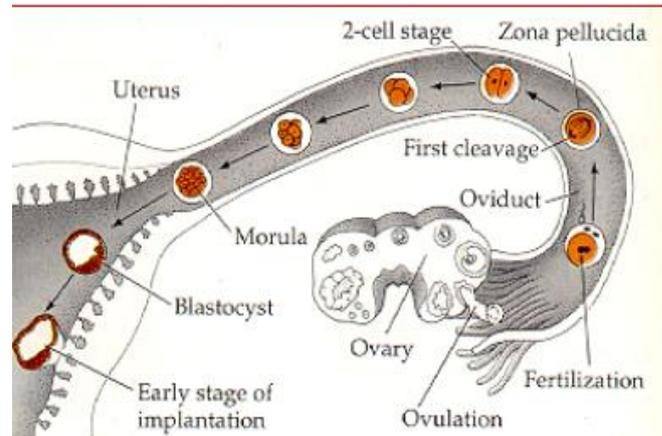
Questa blastula caratteristica dei mammiferi è detta BLASTOCISTI.

Il trofoblasto parteciperà alla formazione di una struttura funzionale e nutritiva: LA PLACENTA



la segmentazione dei mammiferi placentati è distinta da varie caratteristiche: 1-lentezza delle divisioni cellulari; 2-orientamento dei blastomeri 3-marcata asincronia dove i blastomeri non si dividono tutti contemporaneamente, 4-il genoma dei mammiferi viene attivato nelle fasi precoci della segmentazione e produce proteine necessarie a far progredire la segmentazione stessa,5-fenomeno compattazione, allo stadio di 16 cellule i blastomeri si compattano tra loro e comunicano tramite giunzioni che permettono loro di scambiarsi molecole e sostanze.

La blastocisti, mentre si sposta dalla tuba all'utero, si accresce all'interno della zona pellucida(membrana da cui è circondato da quando esce dall'ovario) che le impedisce di aderire alle pareti della tuba. Se si dovesse verificare l'impianto della blastocisti nella tuba si ha una gravidanza detta ectopica (o extrauterina) tubarica condizione pericolosa che termina con aborto perché l'embrione si annida nella tuba e non può svilupparsi.



L'uovo fecondato attraversa la tuba uterina e arriva nell'utero a segmentazione inoltrata. nell'utero la blastocisti resta libera per poco poi le cellule del trofoblasto si impiantano nella mucosa uterina e inizia la seconda fase del processo embrionale. **LA GASTRULAZIONE**

**La gastrulazione** è la fase dello sviluppo embrionale da cui si differenziano i foglietti embrionali. Avviene per mezzo di movimenti cellulari detti movimenti morfogenetici che modificano la disposizione dei blastomeri e li distribuiscono in tre strati(o foglietti) dai quali si originano gli organi dell'embrione e poi dell'adulto.

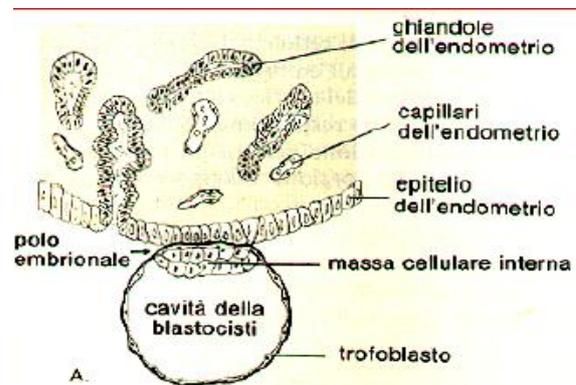
Un foglietto esterno detto ectoderma, uno interno endoderma e uno in mezzo detto mesoderma. Il differenziamento dei foglietti avviene in due tempi ma viene complicato dallo sviluppo di strutture extraembrionali : gli annessi embrionali.

IL PROCESSO DI GASTRULAZIONE SI PRESENTA CON ASPETTI MOLTO DIVERSI A SECONDA DELLA STRUTTURA DELLA BLASTULA DI PARTENZA SVILUPPATA DA UOVA OLOBLASTICHE O MEROBLASTICHE, IN OGNI CASO IL FENOMENO HA SOSTANZIALMENTE LO STESSO SIGNIFICATO ( cioè formazione dei foglietti embrionali e loro posizionamento)

-Gli enzimi presenti nelle cellule del trofoblasto provocano l'erosione della mucosa uterina e li scavano una fossetta dove l'embrione si impianta e si fissa grazie a movimenti ameboidi delle cellule stesse. L'utero si prepara a d accogliere l'embrione grazie a due ormoni ovarici la

FOLLICOLINA che permette la proliferazione dell'endometrio preparando l'ambiente per l'embrione e il PROGESTERONE che permette la secrezione delle ghiandole che producono latte uterino utilizzato dall'uovo nei primi stadi di sviluppo.

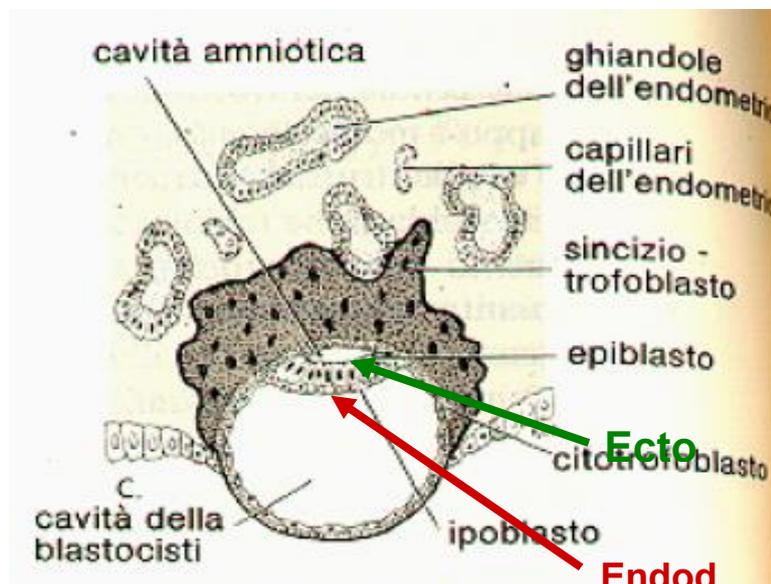
Quindi il trofoblasto penetra nella mucosa uterina e dal bottone embrionale le cellule si dispongono in due strati uno a diretto contatto con trofoblasto l'epiblasto(ECTODERMA) e l'altro è l'ipoblasto( CHE SARÀ POI ENDODERMA). Questi costituiscono il disco germinativo.



Ad un certo punto sulla faccia interna del bottone embrionale compare il foglietto endodermico opposto al punto di impianto. L'origine dell'endoderma non è ancora ben chiaro potrebbe derivare da una semplice delaminazione del bottone embrionale o per invaginazione delle cellule del trofoblasto.

Dal bottone embrionale si origina una cavità detta cavità amniotica delimitata da un epitelio semplice che costituisce l'ectoderma.

L'ectoderma associato con l'endoderma costituisce il disco embrionale dal quale si differenzierà l'embrione.



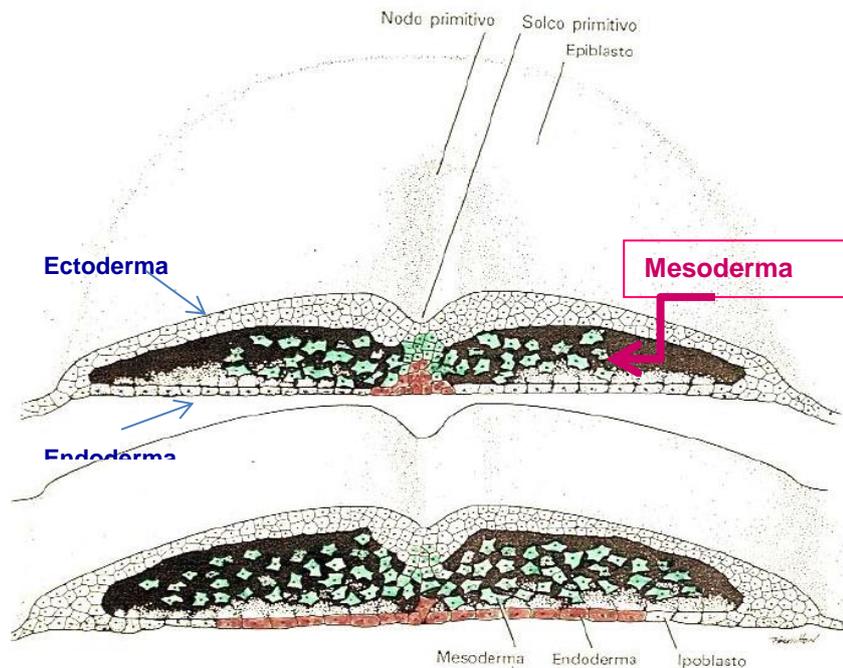
La gastrulazione continua con la formazione della linea primitiva al margine posteriore dell'epiblasto. In essa avvengono movimenti di cellule che porteranno alla formazione dell'endoderma definitivo e del mesoderma.

Le cellule dell'ectoderma formano un ispessimento, migrano venendosi a trovare tra ectoderma ed endoderma e vanno a formare il mesoderma

**Il mesoderma si forma per migrazione dell'ectoderma lungo la linea primitiva.**

Quest'ultima che compare verso quasi la fine del processo si accresce in direzione anteriore terminando con il nodo di HENSEN a livello della porzione centrale dell'area.

Dopo qualche giorno la linea primitiva regredisce e il nodo di Hansen retrocede: la gastrulazione è terminata GASTRULAZIONE PER MIGRAZIONE (Uccelli Mammiferi)



Con la costituzione del mesoderma si forma l'area embrionale caratterizzata dai tre foglietti.

Assume la forma di uno scudo ovulare o meglio di un disco germinativo.

In questa fase le cellule embrionali perdono la caratteristica di totipotenza che avevano nella segmentazione e diventano multipotenti poiché possono ancora dare origine a diversi tipi cellulari (non a tutti come prima)

La gastrulazione porta ad un embrione completamente racchiuso all'interno di un rivestimento trofoblastico e consistente in una specie di disco al limite tra cavità amniotica e lecitocoele (o sacco vitellino) NEI MAMMIFERI A UOVA ALECITICHE

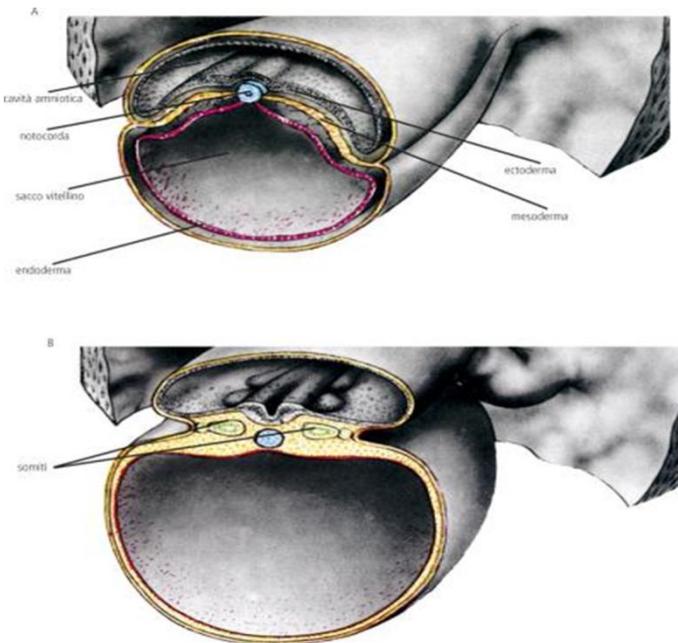
L'ECTODERMA pelle (e precisamente l'epidermide con i suoi annessi peli, unghie e mammelle); --il sistema nervoso centrale (il cervello e il midollo spinale) e il sistema nervoso periferico; --gli organi di senso;

L'ENDODERMA origina i visceri (trachea, polmoni, esofago, stomaco, pancreas, intestino);.

MESODERMA il sistema scheletrico, il sistema muscolare, il derma e il sistema adiposo, il sistema cardiocircolatorio ;il sistema uro-genitale

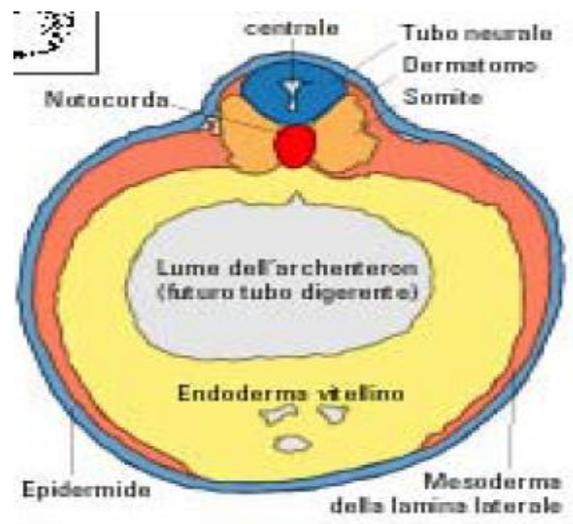
Al termine della gastrulazione una parte del mesoderma separato dall'ectoderma forma un cordone di sostegno detto notocorda che percorre l'embrione sotto la superficie dorsale in tutta la sua lunghezza (sarà poi la futura colonna vertebrale). Al di sopra della notocorda si svilupperà il tubo neurale

La notocorda è una struttura flessibile a forma di tubo che si riscontra in tutti gli embrioni dei cordati, animali che prendono tale nome proprio dalla presenza di questa struttura durante lo stadio embrionale.



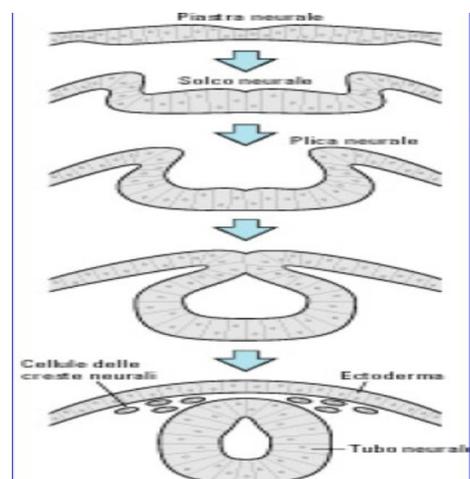
## La neurulazione è quel processo morfogenetico attraverso il quale a partire dalla placca neurale si forma il tubo neurale

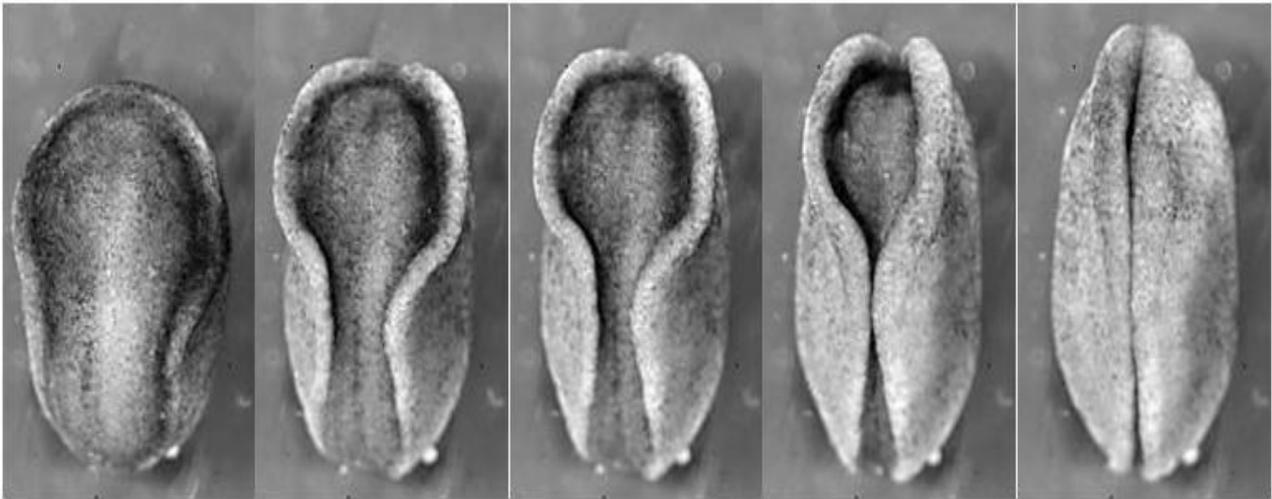
La neurulazione, che avviene durante le fasi precoci dello sviluppo embrionale (embriogenesi), è il processo tramite cui si forma il tubo neurale, una sorta di abbozzo del sistema nervoso centrale, da cui poi originerà l'encefalo e il midollo spinale. Altro prodotto della neurulazione sono "le cellule delle creste neurali", che in seguito migrano dal tubo neurale per andare a formare diversi tipi di cellule, quali cellule dei pigmenti dell'epidermide o cellule del sistema nervoso.



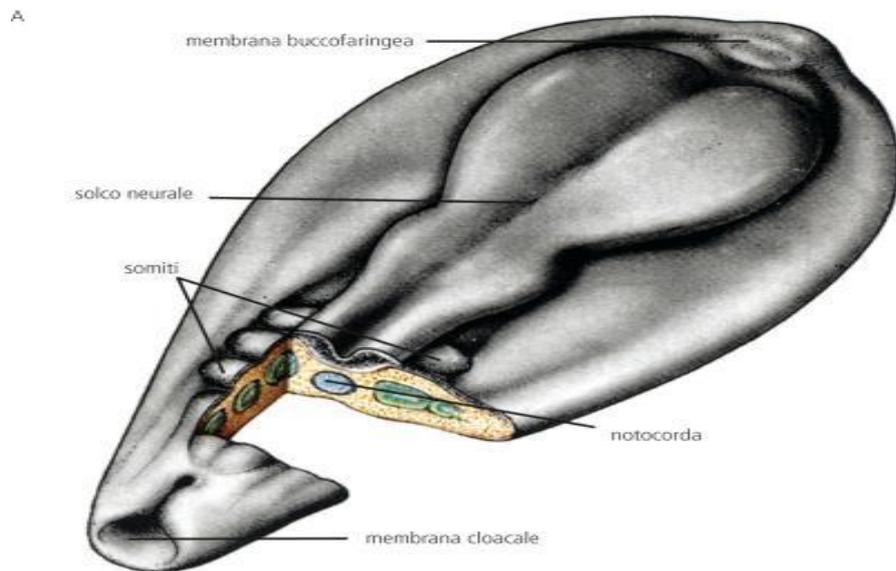
## -con la neurulazione abbiamo la chiusura delle placche neurali lungo tutto l'embrione a costituire il tubo neurale.

I Mammiferi si comportano come gli Uccelli con la sola differenza che la chiusura comincia dalla porzione centrale. **Le cellule dell'ectoderma poste sopra la notocorda si ispessiscono a formare un disco appiattito LA PLACCA NEURALE.** Questa in seguito si incurva si chiude e staccandosi dalla superficie forma un tubo cavo IL TUBO NEURALE precursore dell'encefalo e del midollo spinale.



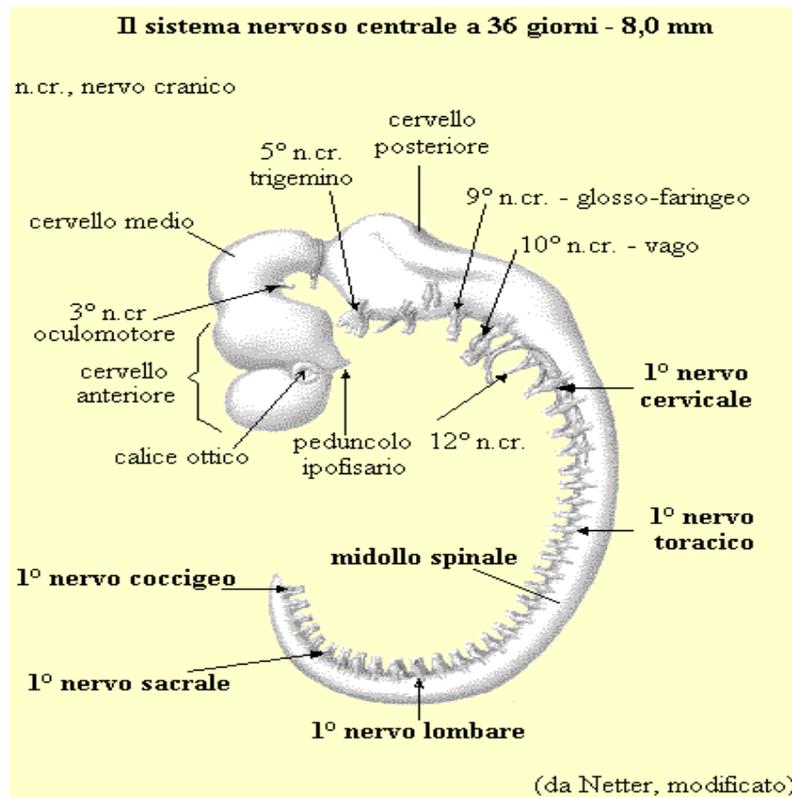


**Veduta dorsale embrione: le placche si chiudono creando il tubo neurale**



**Già** dai primi stadi di sviluppo si evidenzia la disposizione assile che man mano va assumendo l'embrione. Ne sono elementi fondamentali

**la linea primitiva, la notocorda, il canale neurale**



Per **ORGANOGENESI** s'intende la costruzione degli organi dai tre foglietti embrionali. Durante questa fase l'embrione acquista una forma e una struttura caratteristica della specie e le cellule si specializzano e si differenziano. Da cellule multipotenti diventeranno pluripotenti per trasformarsi completamente in cellule specializzate nell' eseguire un solo compito e così formare un tessuto.