

# Gastrulazione



*Gastrulation in the sea urchin*

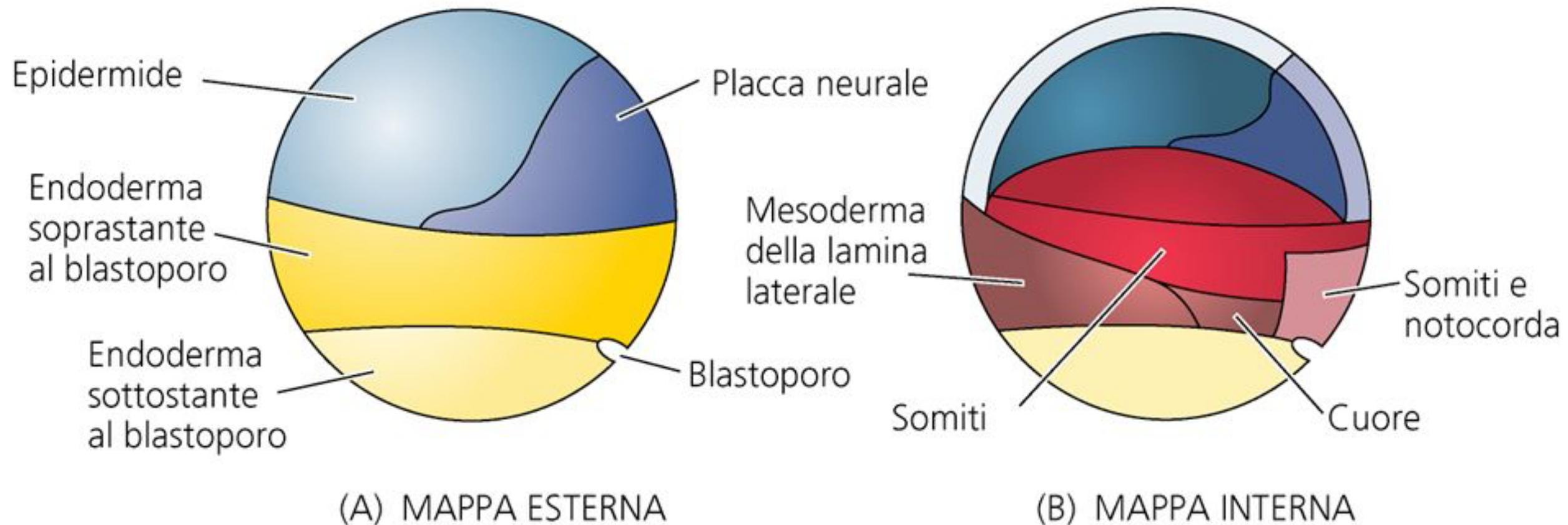
**Gastrulation occurs by movement of cells from the exterior of the blastula to the interior.**

**Forms the 3 germ layers**

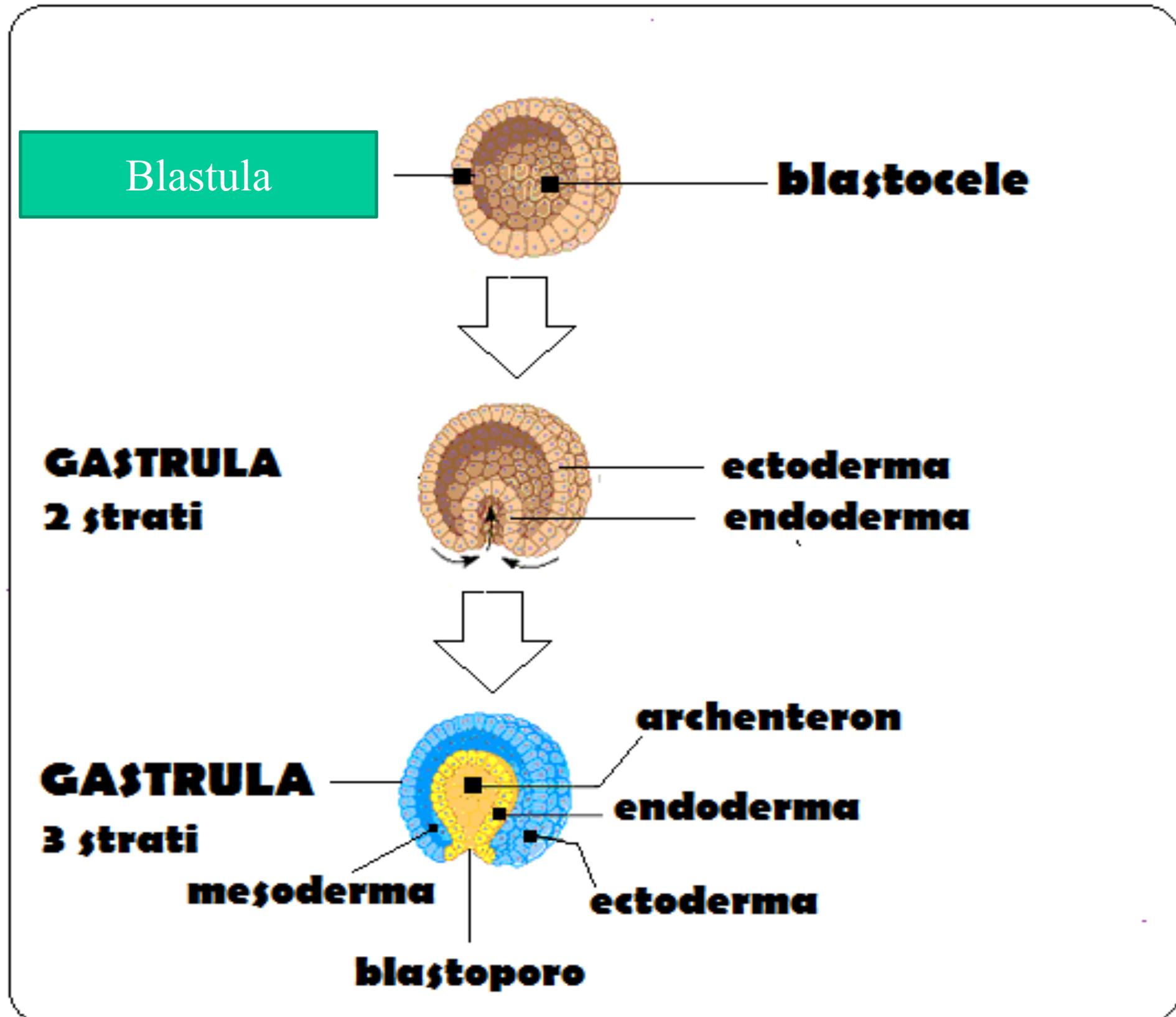
**Movement occurs through a region called the blastopore.**

# gastrulazione

La blastula deve ridistribuire le cellule/aree in modo tale da portare verso l'interno quelle (cellule/aree) che daranno origine alle strutture endodermiche, verso l'esterno quelle che origineranno il rivestimento dell'organismo e interporre a questi due "blocchi" le cellule/aree con destino mesodermico.



# Gastrulazione



# Gastrulation

**Gastrulation: the first step in the process of body formation. It transforms a complex sphere into 3 basic germ layers from which all other tissues develop.**

**Ectoderm is the outer layer = forms epidermis and nervous system.**

**Mesoderm is in the middle and forms a many structures (i.e., heart, muscles).**

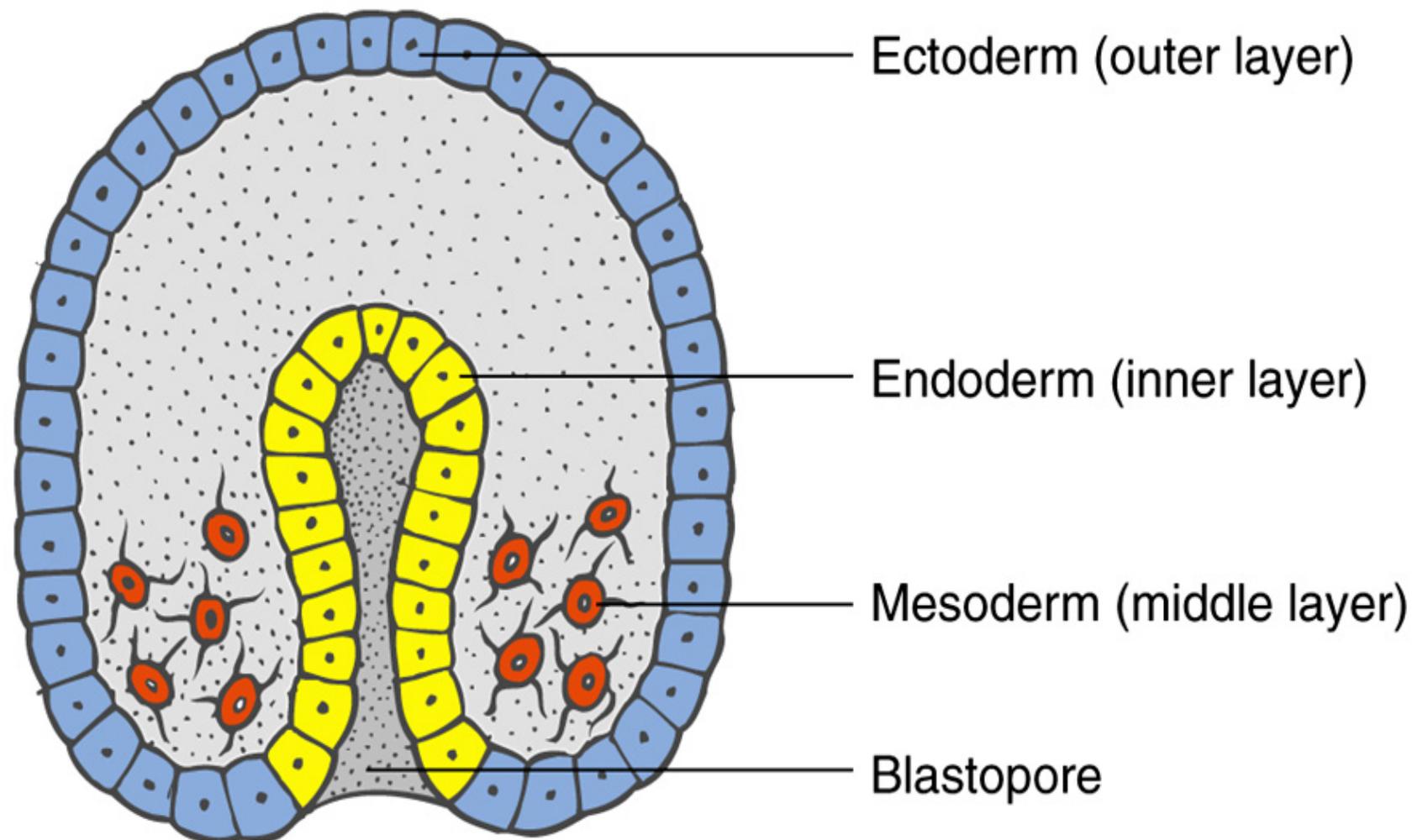
**Endoderm is the inner layer and forms the 'gut' and related organs.**

**The first change is to generate the rudiment of the digestive tract, hence the name gastrulation (gastric = stomach).**

## Questions:

**1. How does gastrulation occur and how does it differ in different animals?**

**2. What are the molecular and cellular mechanisms that cause movement and rearrangement?**

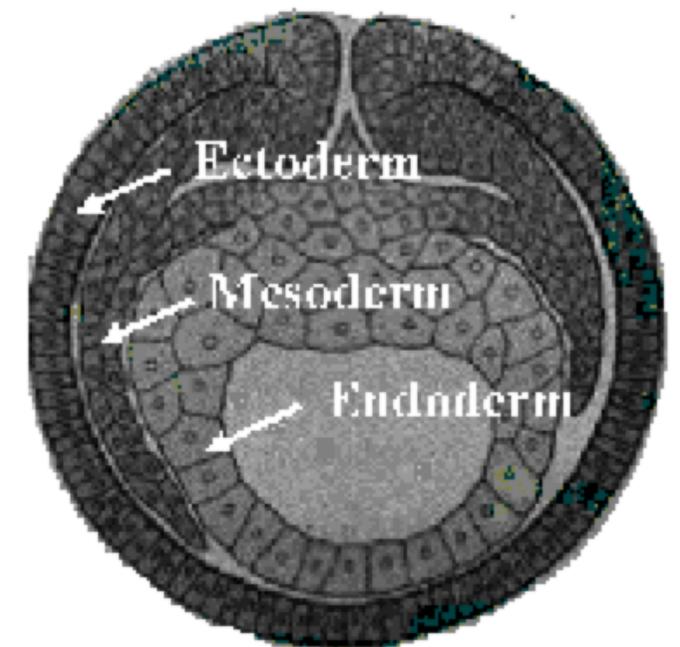


# Gastrulazione

Durante la segmentazione, le numerose cellule della blastula raggiungono una particolare posizione che i movimenti della gastrulazione modificano e riorganizzano. Queste cellule vengono spostate in nuove regioni, accanto a cellule diverse da quelle precedenti, in un processo che determina il piano strutturale dell'organismo a tre foglietti germinativi: ectoderma, mesoderma ed endoderma. Per attuare questa struttura a tre foglietti, le cellule da cui si origineranno gli organi endodermici e mesodermici vengono portate all'interno dell'embrione, mentre le cellule che formeranno la cute e il sistema nervoso vengono distribuite sulla superficie esterna.

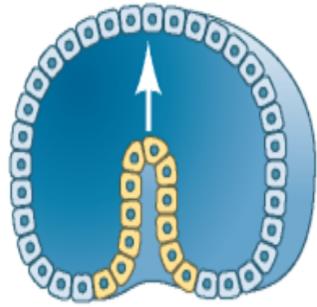
Nonostante l'esistenza di diversi tipi di gastrulazione, i meccanismi del movimento delle cellule sono rappresentati da piccole variazioni e combinazioni di cinque tipi di movimento:

- 1) Invaginazione
- 2) Involuzione
- 3) Ingressione
- 4) Delaminazione
- 5) Epibolia



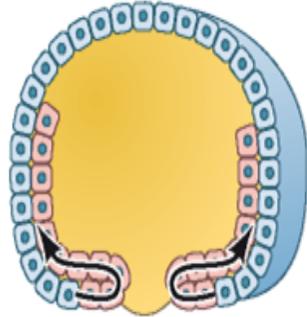
# Movimenti morfogenetici della gastrulazione

**Invaginazione:**  
Ripiegamento di una lamina cellulare all'interno dell'embrione



*Esempio:*  
Endoderma del riccio di mare

**Embolia (involuzione):**  
Introflessione e scivolamento di una lamina cellulare lungo la superficie basale di uno strato esterno di cellule



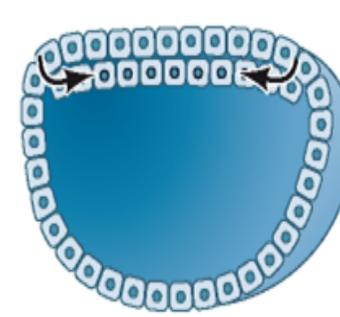
*Esempio:*  
Mesoderma degli anfiabi

**Ingresso:**  
Migrazione di singole cellule all'interno dell'embrione



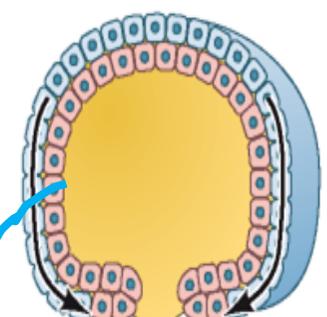
*Esempio:*  
Mesoderma del riccio di mare, neuroblasti di *Drosophila*

**Delaminazione:**  
Divisione di una lamina cellulare o sua migrazione a formare due lamine

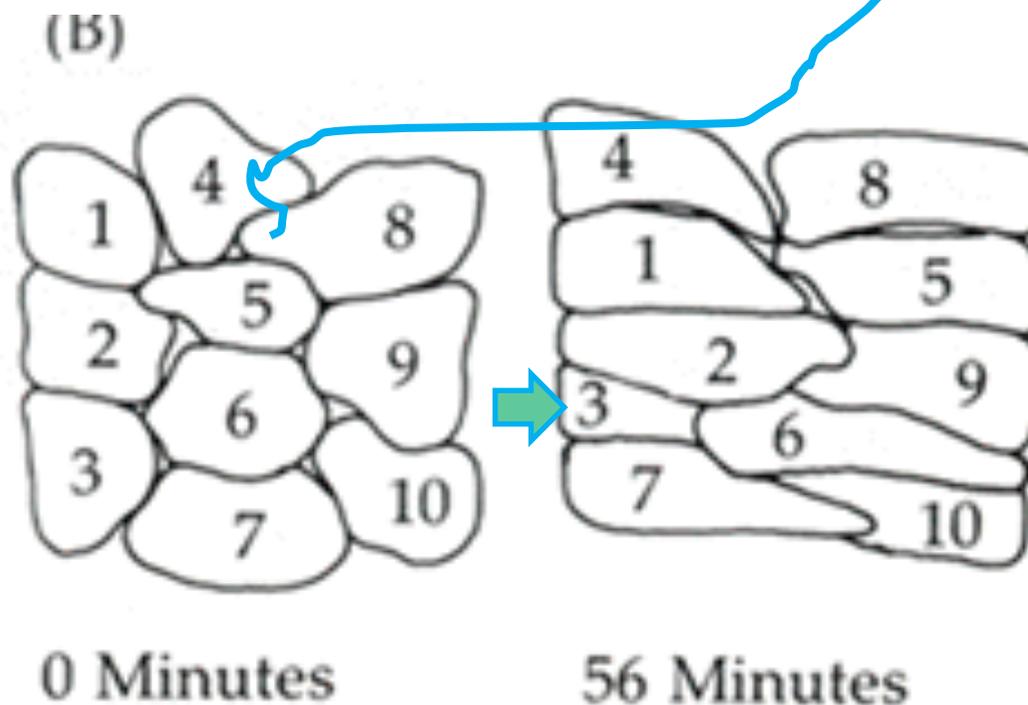


*Esempio:*  
Formazione dell'ipoblasto nei mammiferi e negli uccelli

**Epibolia:**  
Espansione di una lamina cellulare fino ad avvolgere la superficie di altre cellule

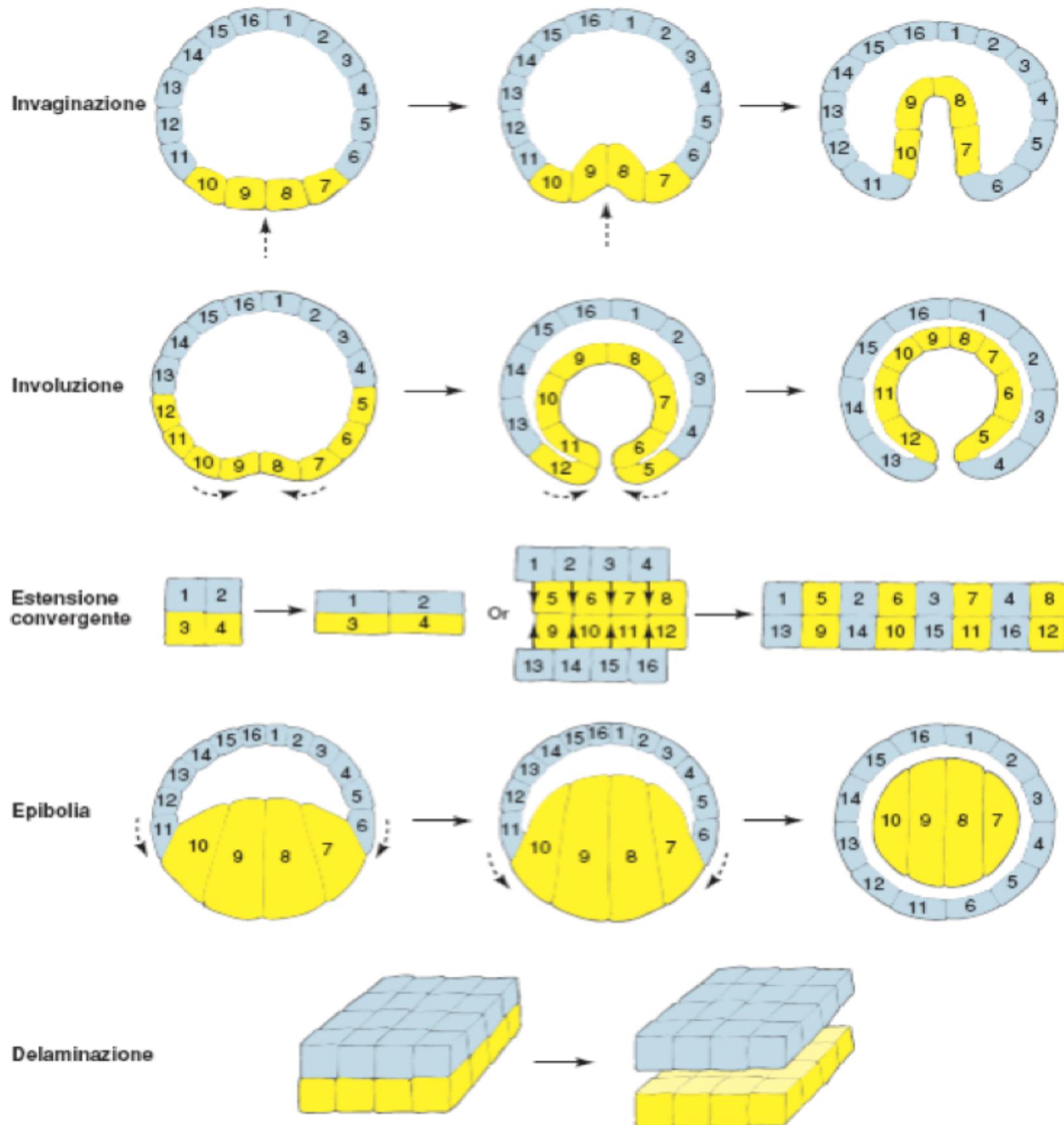


*Esempio:*  
Formazione dell'ectoderma in anfiabi, riccio di mare e tunicati



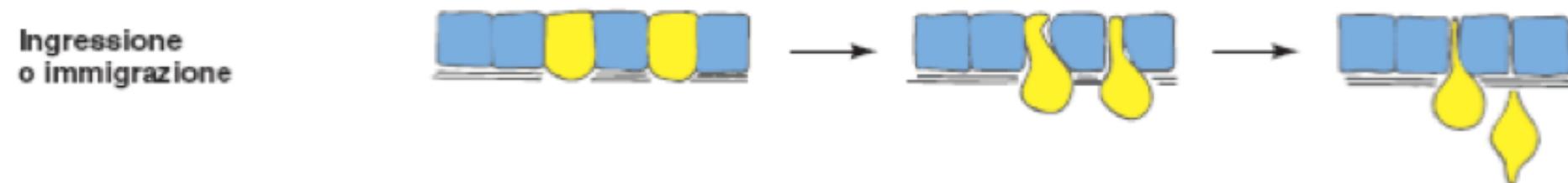
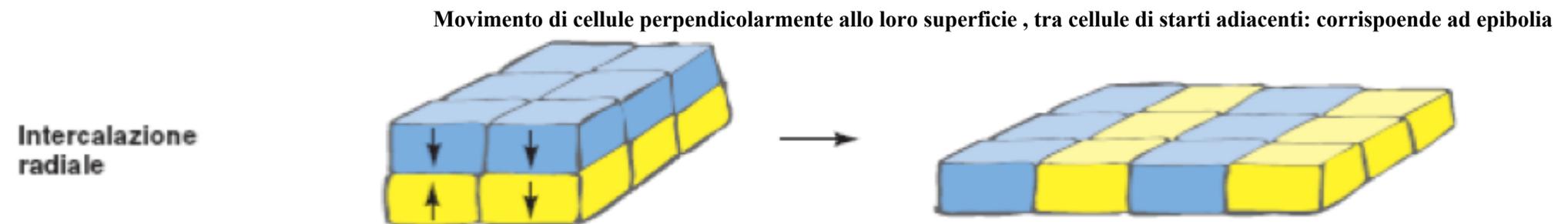
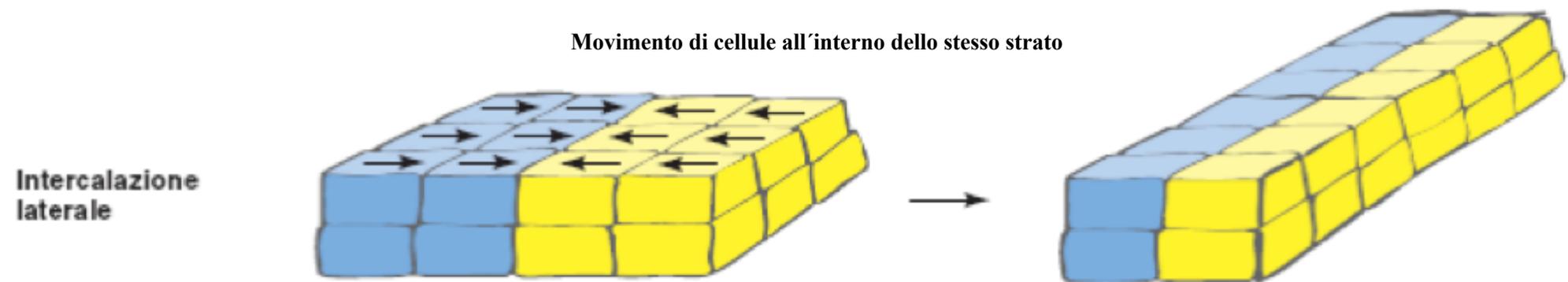
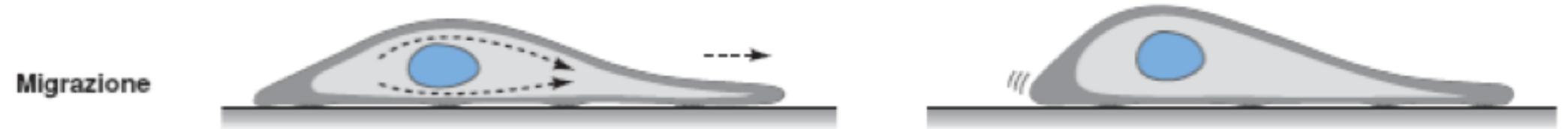
**ESTENSIONE  
CONVERGENTE**

# Movimenti morfogenetici della gastrulazione



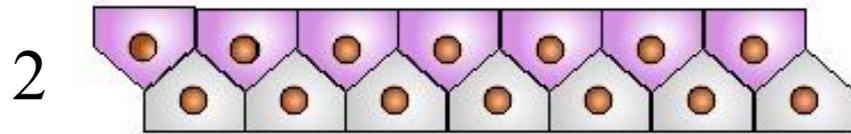
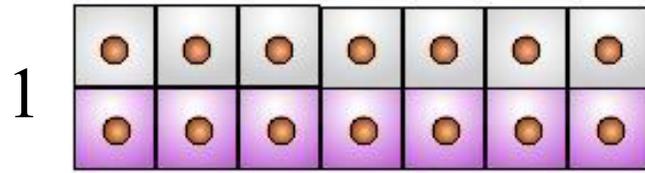
**Figura 10.3** Disegno schematico dei principali movimenti di cellule organizzate in lamine epiteliali. Per la spiegazione vedere il testo.

# Movimenti morfogenetici della gastrulazione



**Figura 10.4** Disegno schematico dei movimenti di cellule singole durante la morfogenesi. Per la spiegazione vedere il testo.

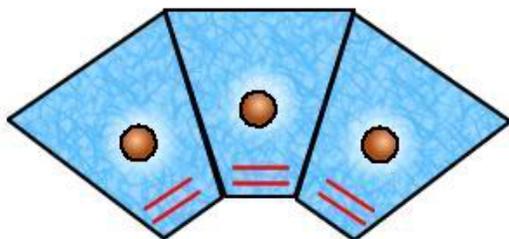
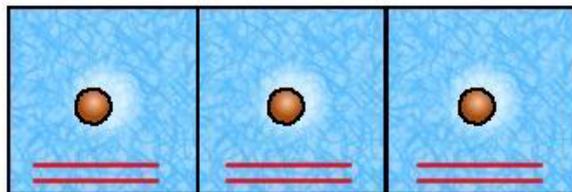
# Intercalazione



Le cellule disposte su due strati (1) si intercalano fra di loro (2) per formarne uno solo (3). Aumenta la **superficie** rispetto a quella occupata dai due strati iniziali.

Con questo tipo di movimento le cellule che rimangono nello strato esterno avvolgono tutto l'embrione.

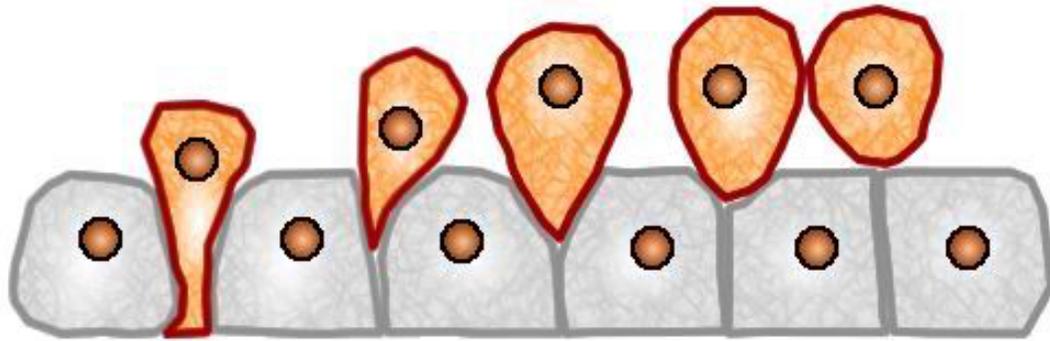
# Invaginazione:



I foglietti cellulari si ripiegano verso l'interno dell'embrione.

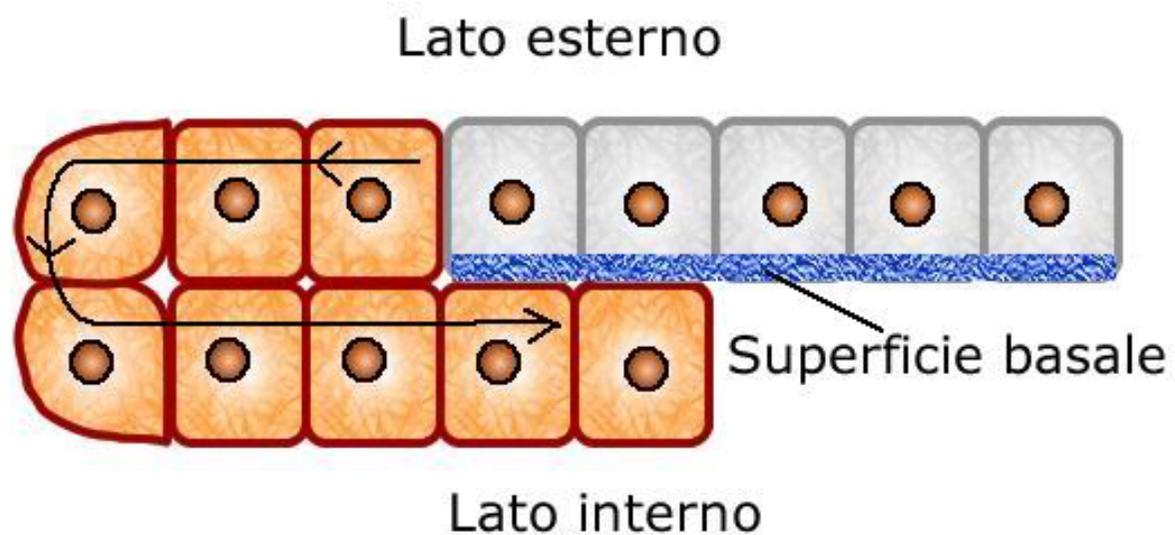
La contrazione dei fasci di actina e di altre proteine motrici cambia la forma delle cellule che da **cilindriche** diventano **cuneiformi**.

## Movimento di ingressione



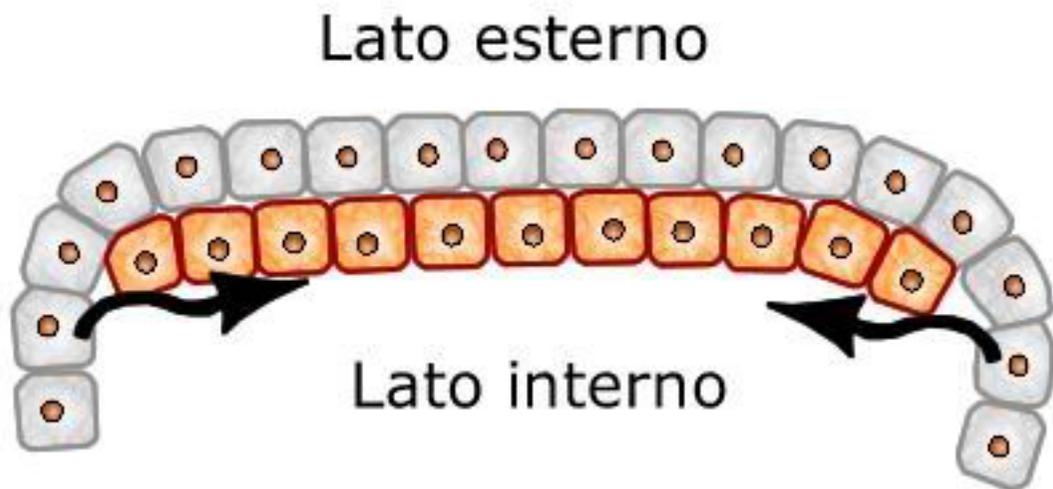
I cambiamenti di adesione verso le cellule vicine e l'aumento di affinità verso componenti delle parti interne dell'embrione provoca la **migrazione** trasferimento di singole cellule all'interno dell'embrione.

## Movimento di involuzione



Introflessione di una lamina cellulare sulla superficie basale di uno strato esterno.

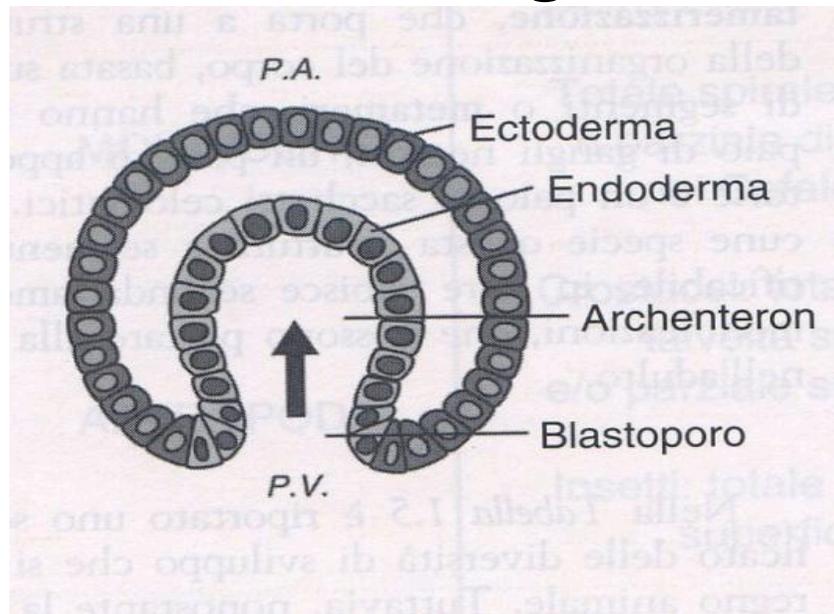
# Movimento di delaminazione



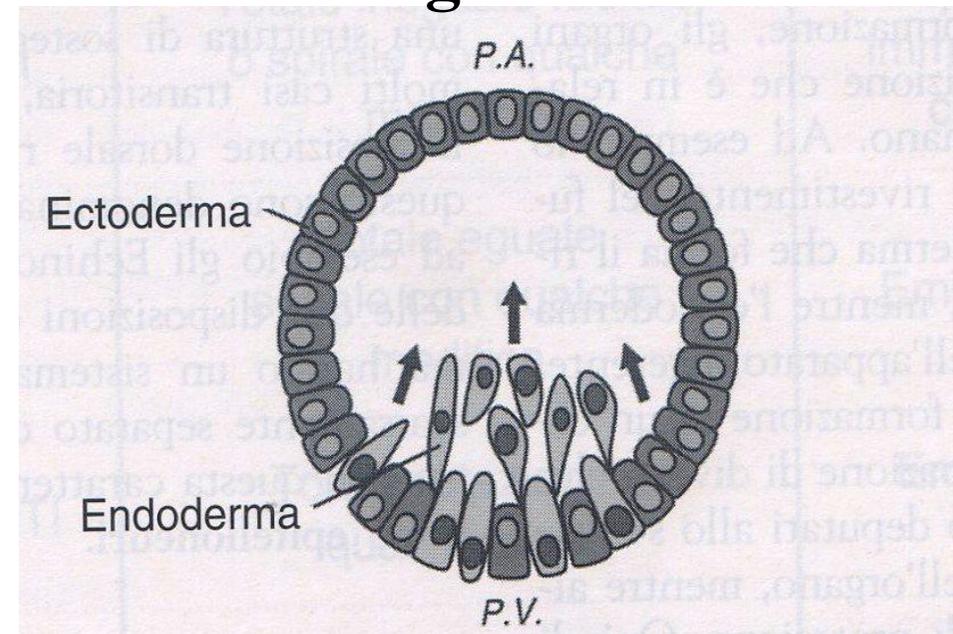
Formazione di un secondo foglietto cellulare interno che si genera per la proliferazione di cellule ai bordi del primo foglietto. Le frecce indicano i siti di proliferazione.

# Movimenti delle lamine epiteliali

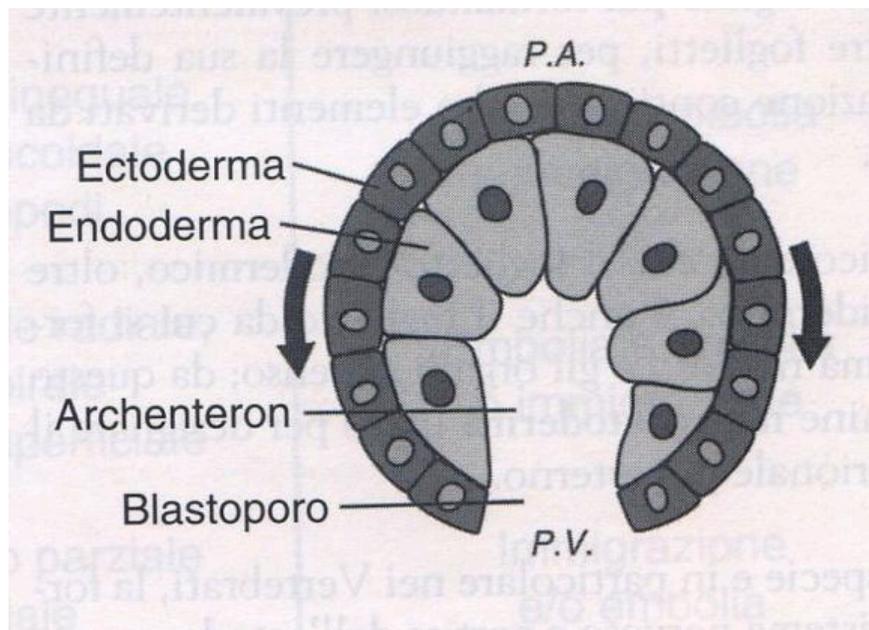
## Embolia o invaginazione



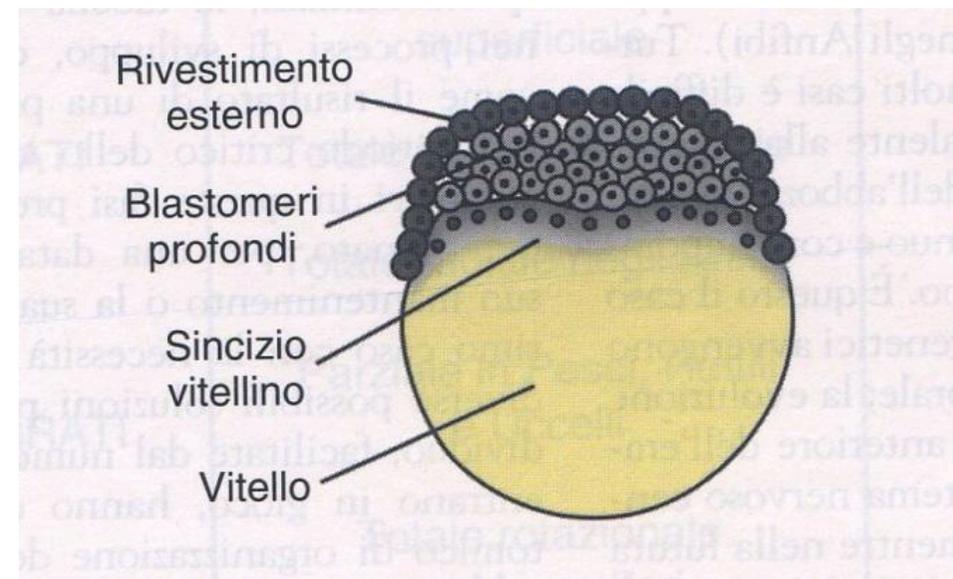
## Immigrazione



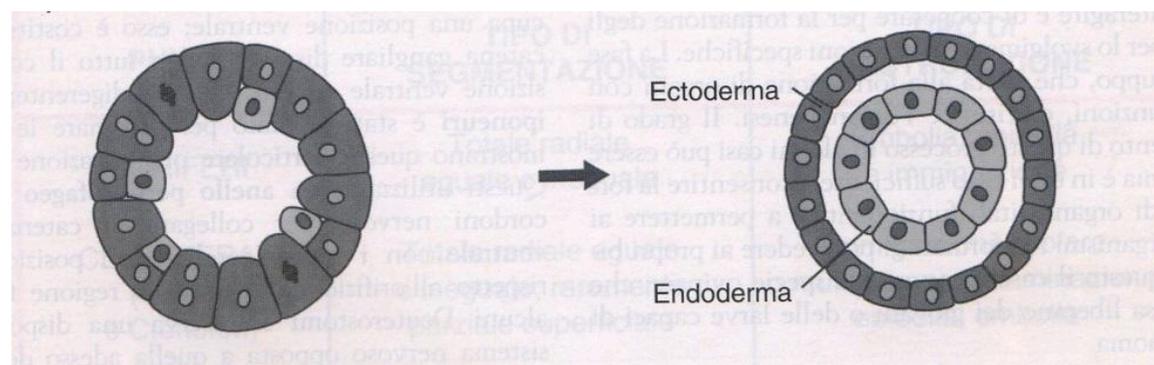
## Epibolia



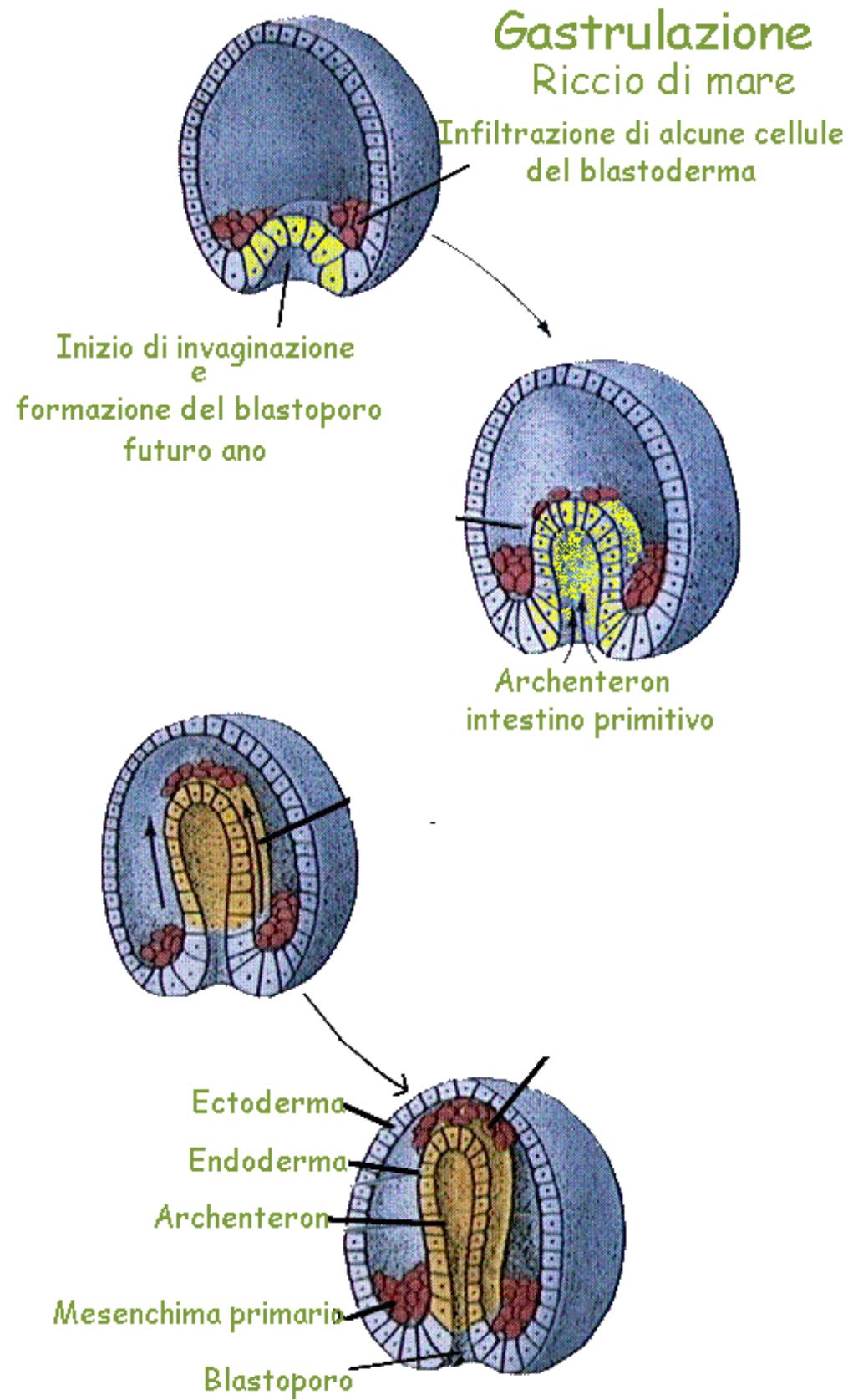
## Proliferazione polare



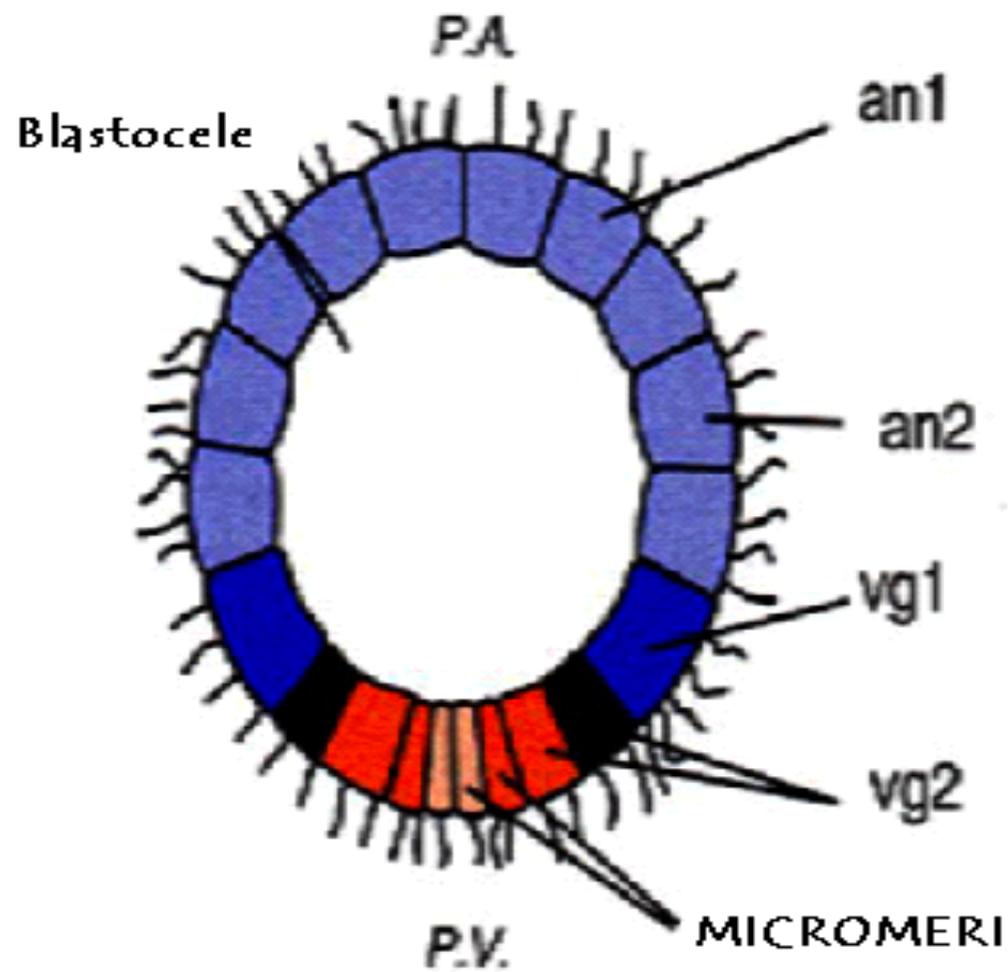
## Delaminazione



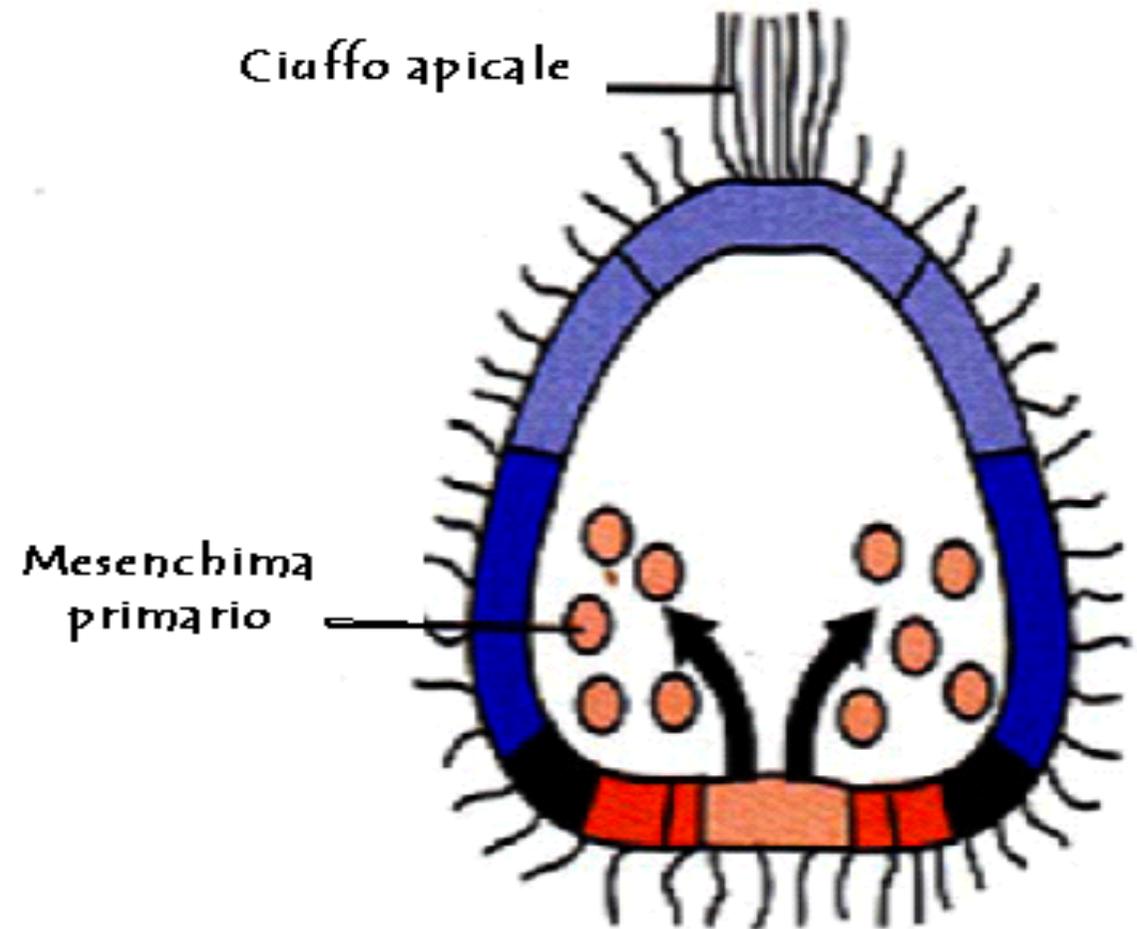
# Gastrulazione nel riccio di mare



# Gastrulazione nel riccio di mare



Blastula in stadio avanzato

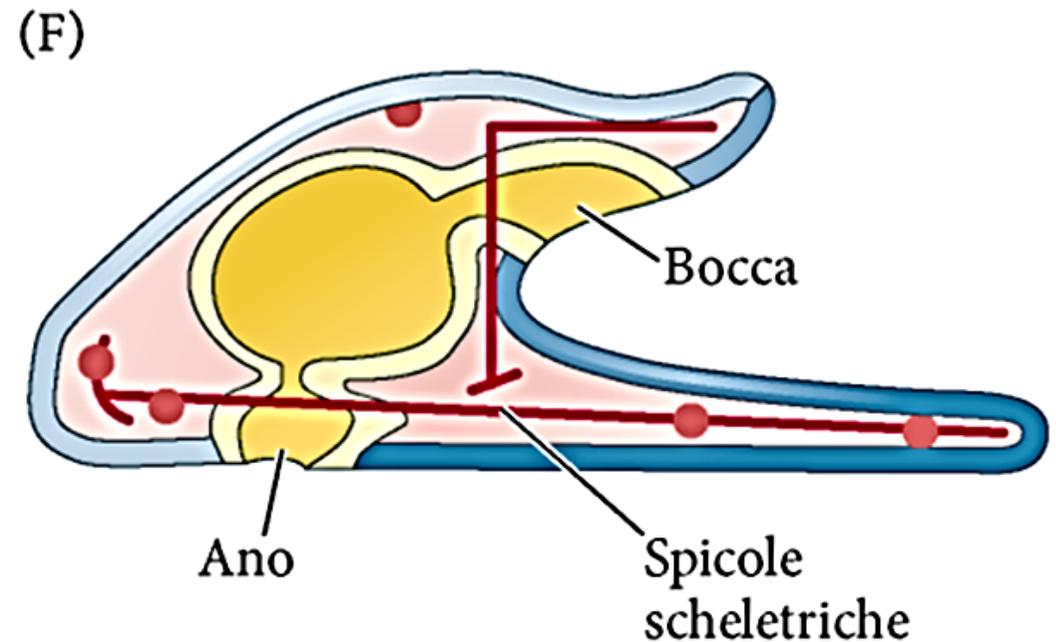
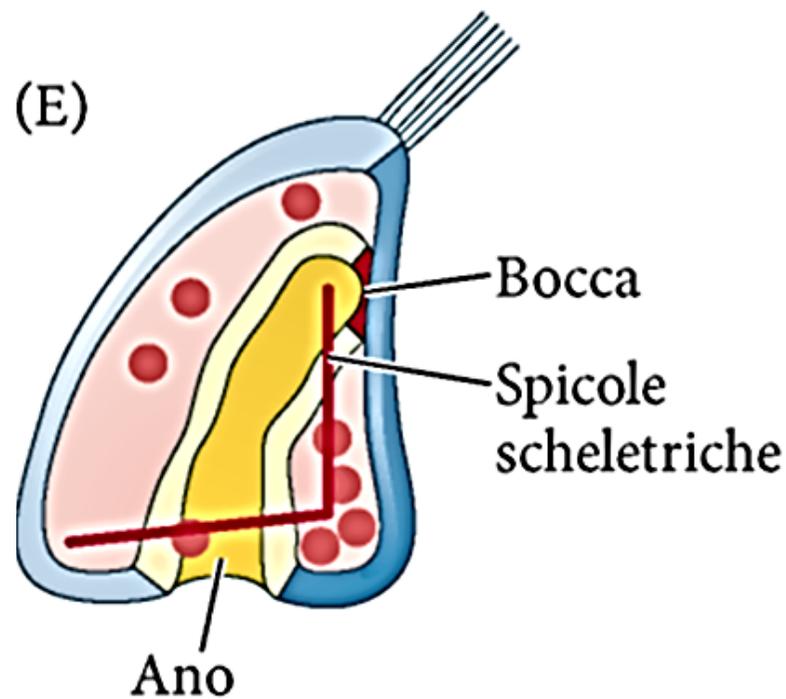
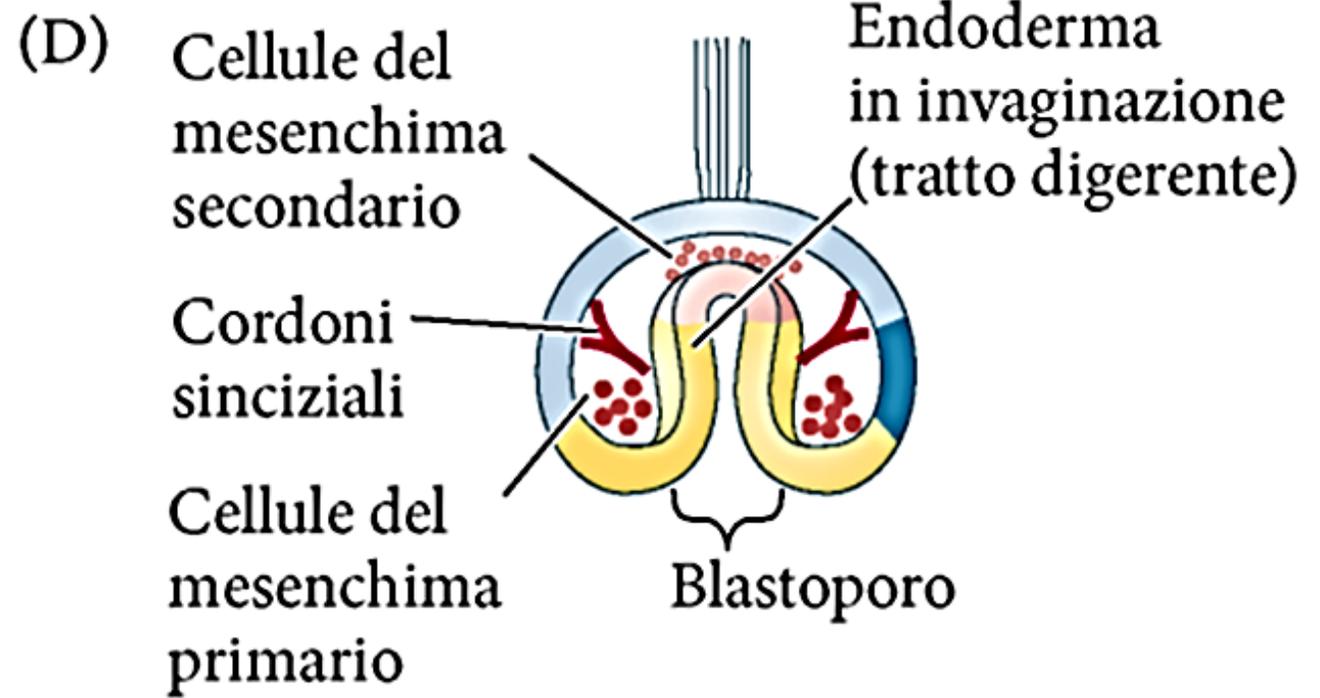
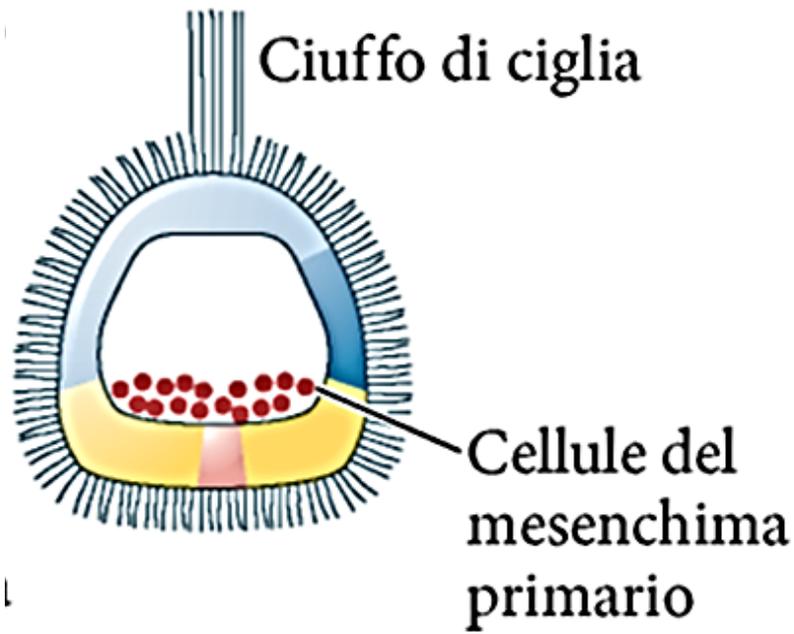
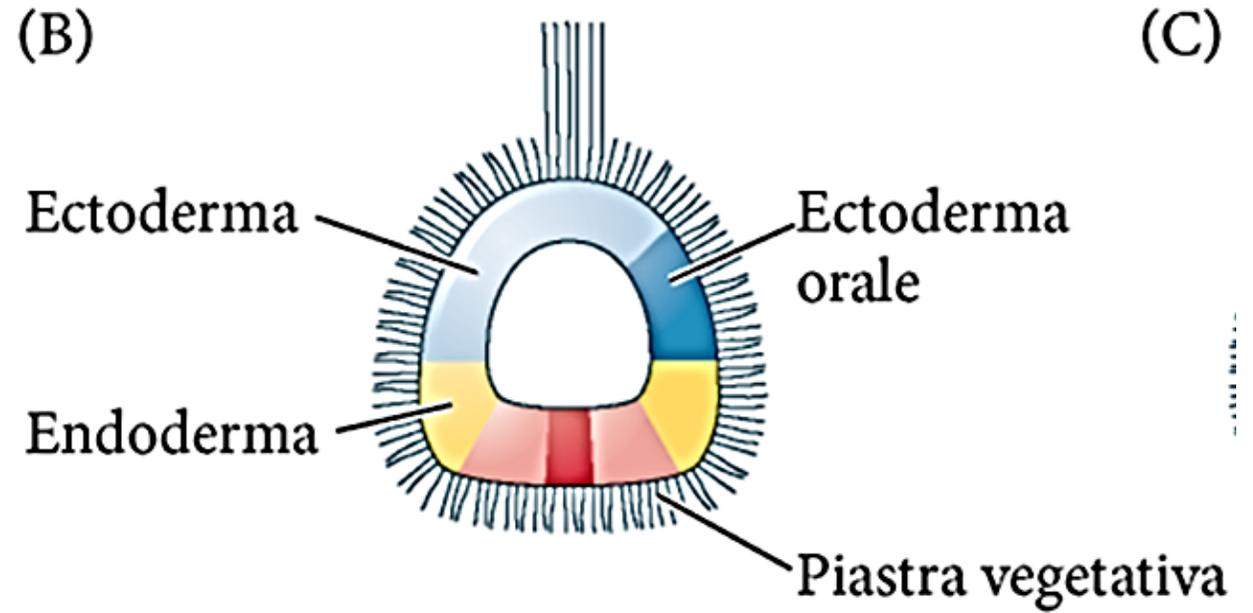
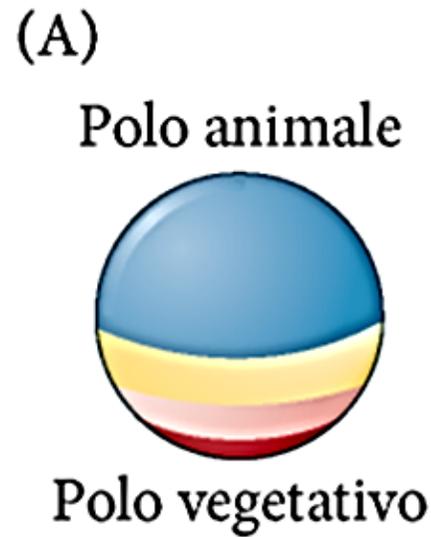
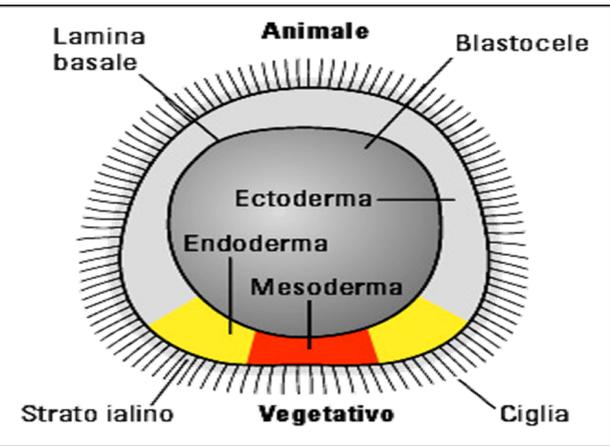


Inizio della gastrulazione

- Appiattimento della piastra vegetativa
- Ingressione del mesenchima primario
- Espansione di filopodi dalla superficie di cellule (micromeri) e migrazione nel blastocele

➤ Origine di spicole scheletriche che si fondono nel cordone sinciziale (scheletro di carbonato di calcio del pluteo)

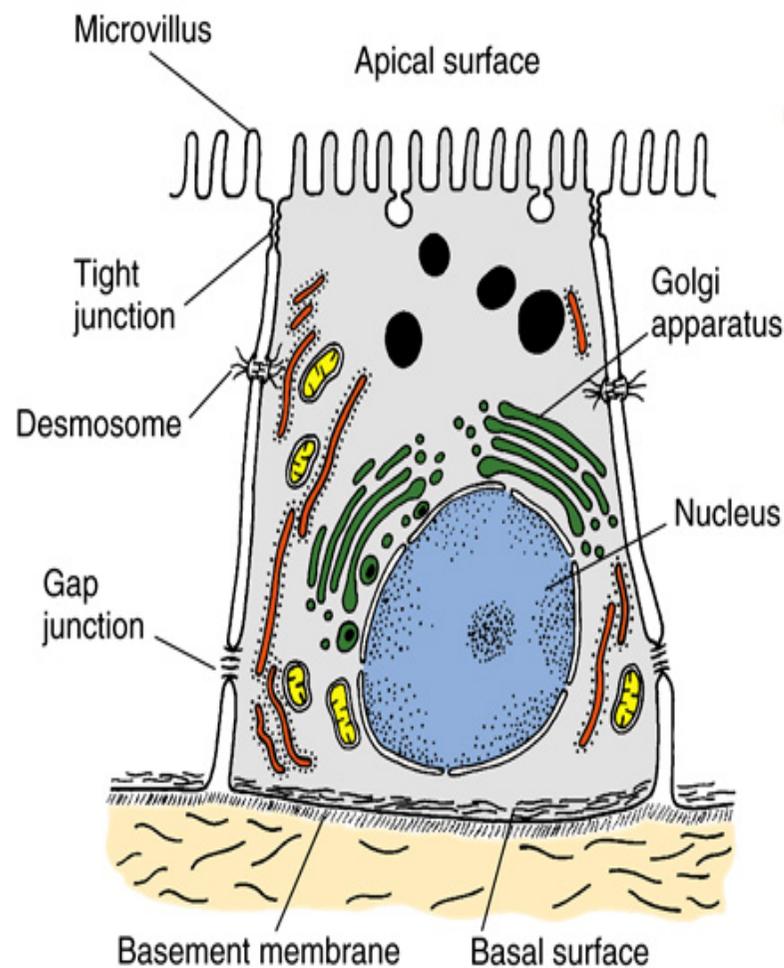
# La gastrulazione del riccio di mare



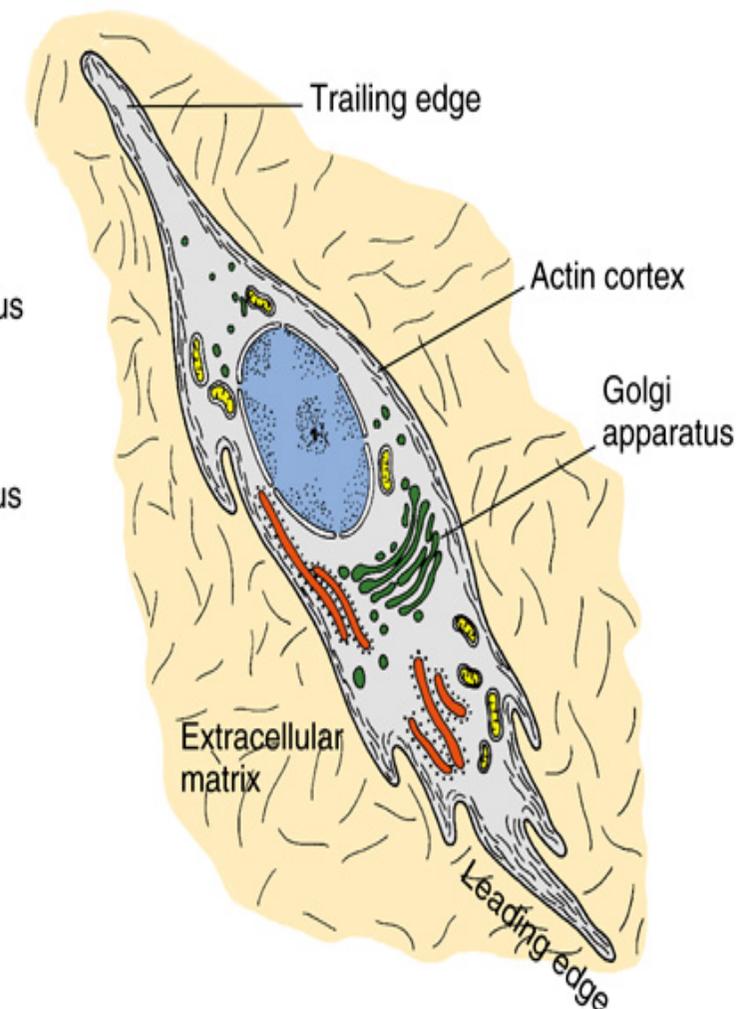
# Embryonic cells are broadly classed as epithelial or mesenchymal

**Epithelial cells are well-differentiated.** They compose skin and line the body cavities (ie, the digestive tract). **They are polarized.** Their apical surface faces out and their basal surface rests on the **basement membrane** (extracellular matrix that supports cells). Epithelial cells are closely connected with adjacent cells by specialized attachments including tight junctions, gap junctions, and desmosomes.

**Mesenchymal cells are poorly differentiated and have the potential to develop into many different tissues, including epithelial cells.** They have a leading edge with lamellipodia, and a trailing edge. They are not connected to adjacent cells but they are in contact with the extracellular matrix.



(a) Epithelium



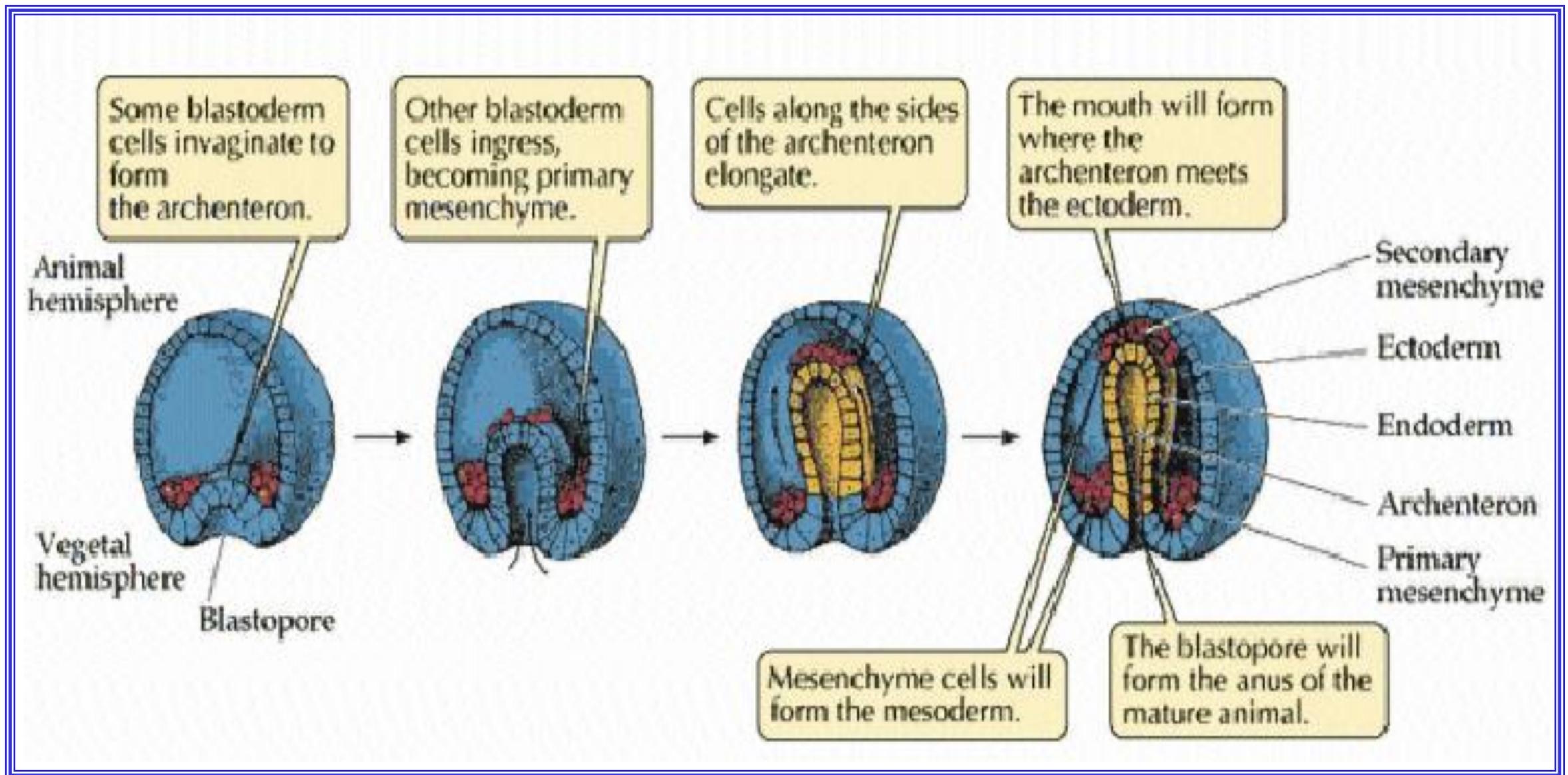
(b) Mesenchyme

# La gastrulazione del riccio di mare

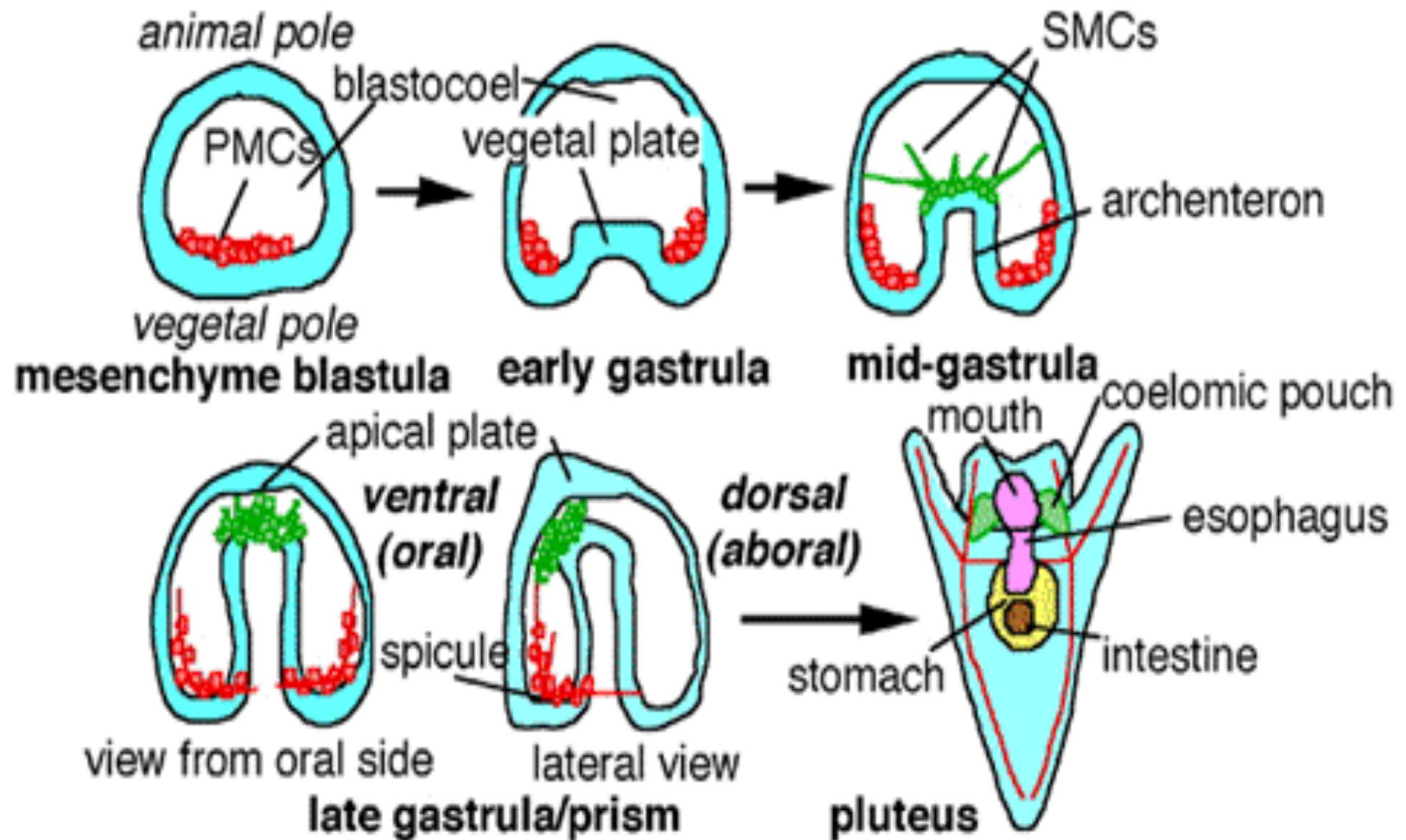
## AVVIENE PER:

- 1. MIGRAZIONE DELLE CELLULE DEL MESENCHIMA PRIMARIO ALL'INTERNO DEL BLASTOCELE, DOVE FORMERANNO, POI, LE SPICOLE SCHELETRICHE DEL PLUTEO**
- 2. INVAGINAZIONE DELL'ENDODERMA A FORMARE L'ARCHENTERON**
- 3. INTERCALAZIONE (ESTENSIONE ) DELL' ARCHENTERON, CHE SI ALLUNGA VERSO IL POLO ANIMALE**
- 4. LE CELLULE DEL MESENCHIMA SECONDARIO ALL'APICE DELL'ARCHENTERON FORMANO LUNGHI FILOPODI CHE PRENDONO CONTATTO CON LA PARETE DEL BLASTOCELE. LA CONTRAZIONE DEI FILOPODI TIRA L'INTESTINO CHE CONTATTA E, POI, SI FONDE CON L'ECTODERMA NELLA REGIONE DELLA FUTURA BOCCA, EVIDENZIATA DA UNA PICCOLA INVAGINAZIONE SUL LATO VENTRALE DELL'EMBRIONE.**

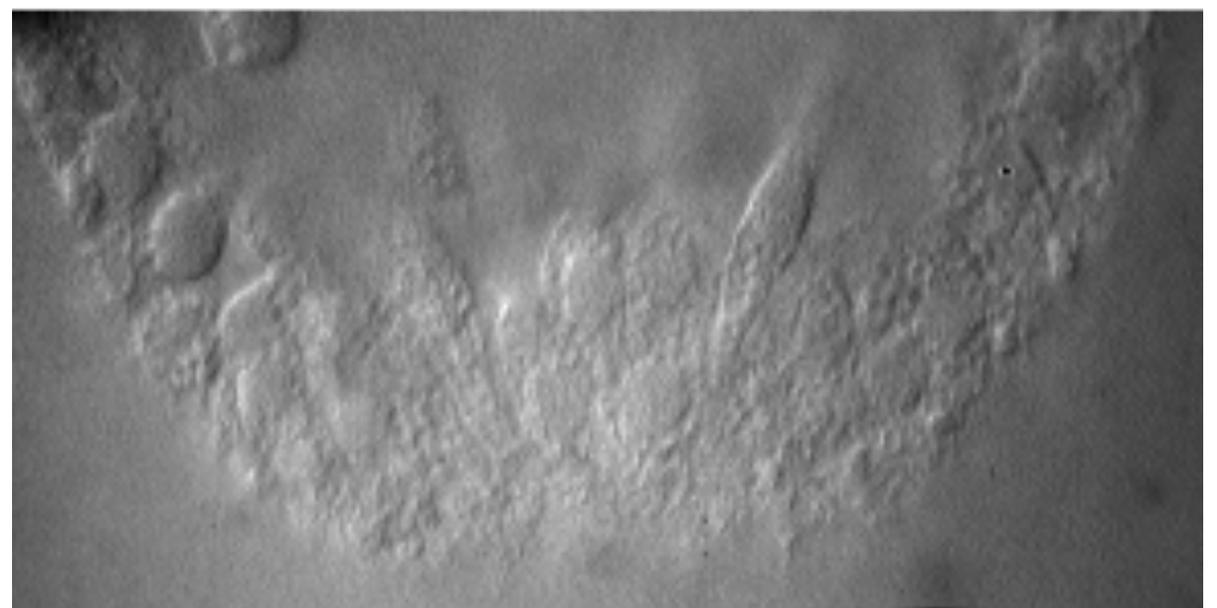
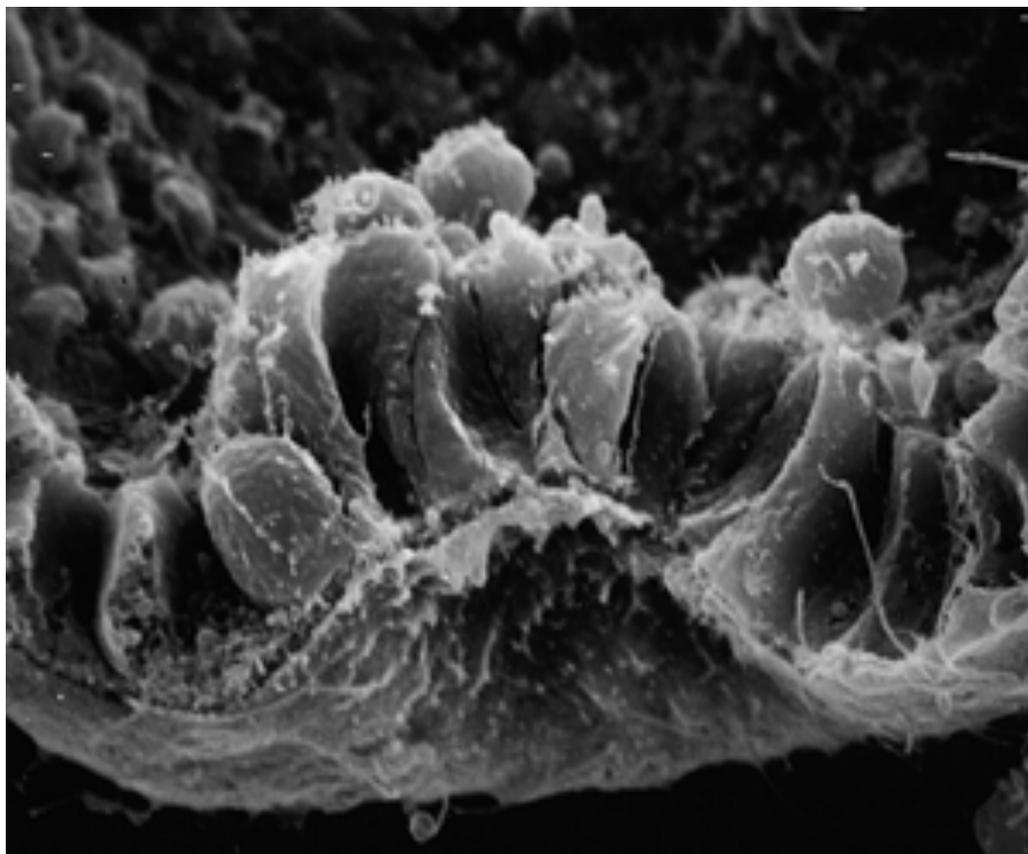
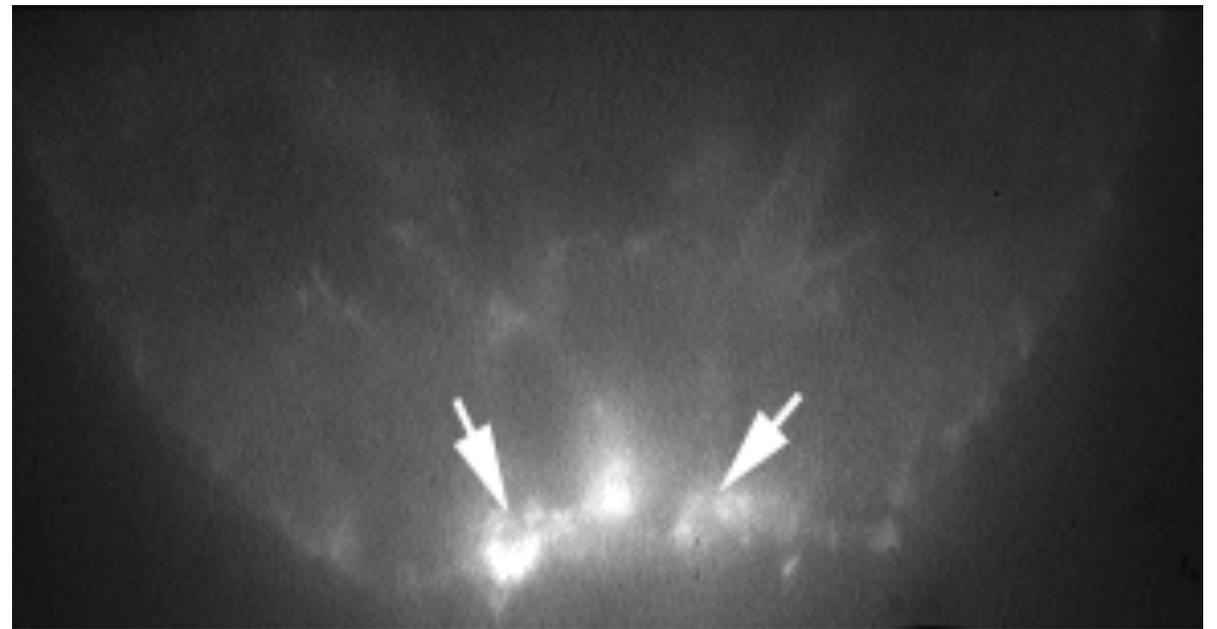
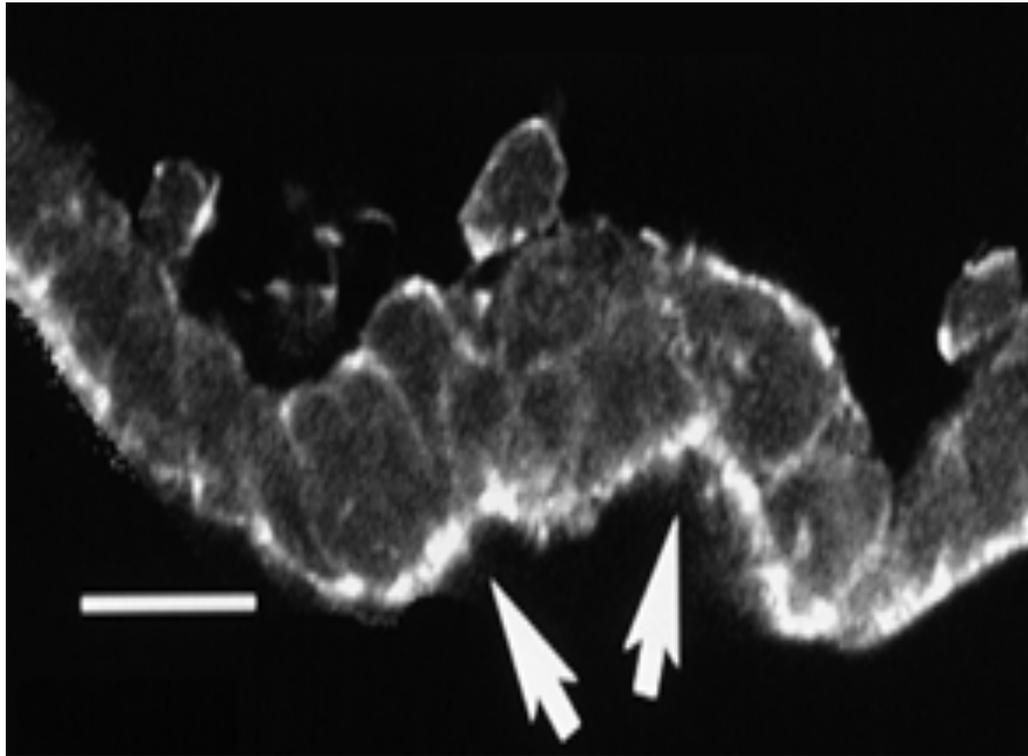
# Schema della gastrulazione di riccio di mare



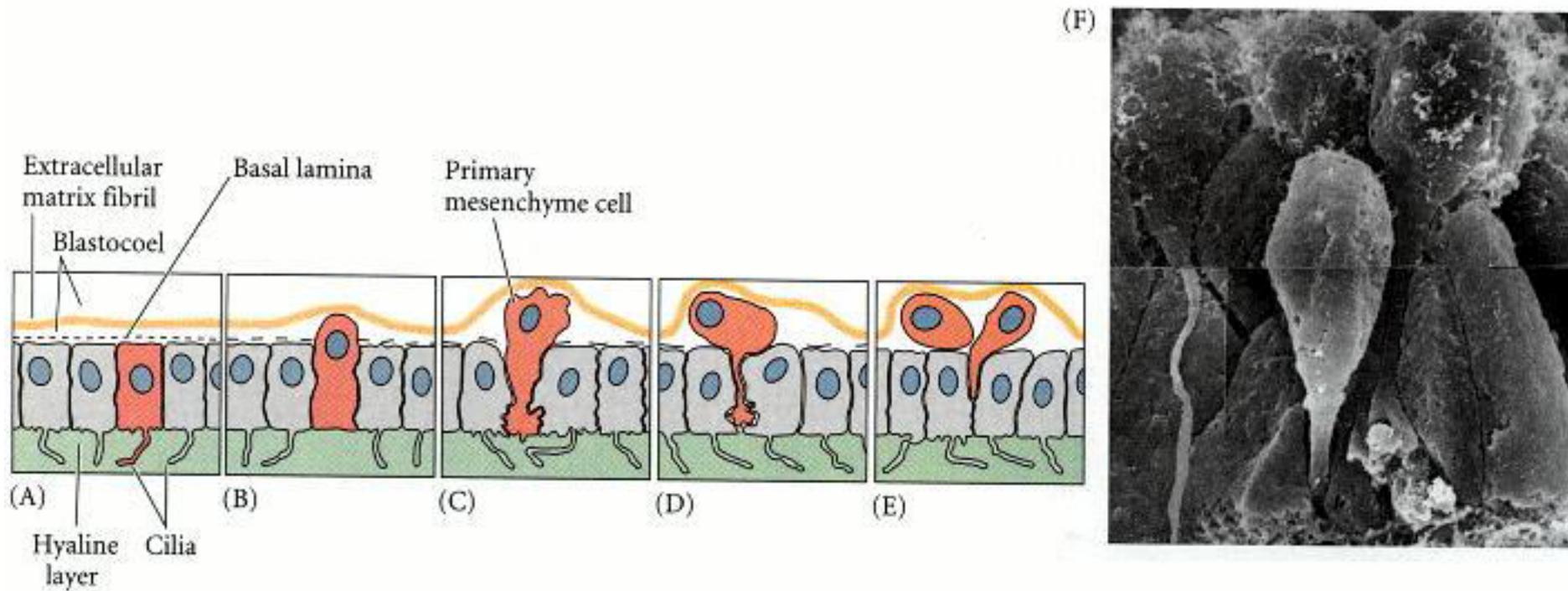
# Schema della gastrulazione di riccio di mare



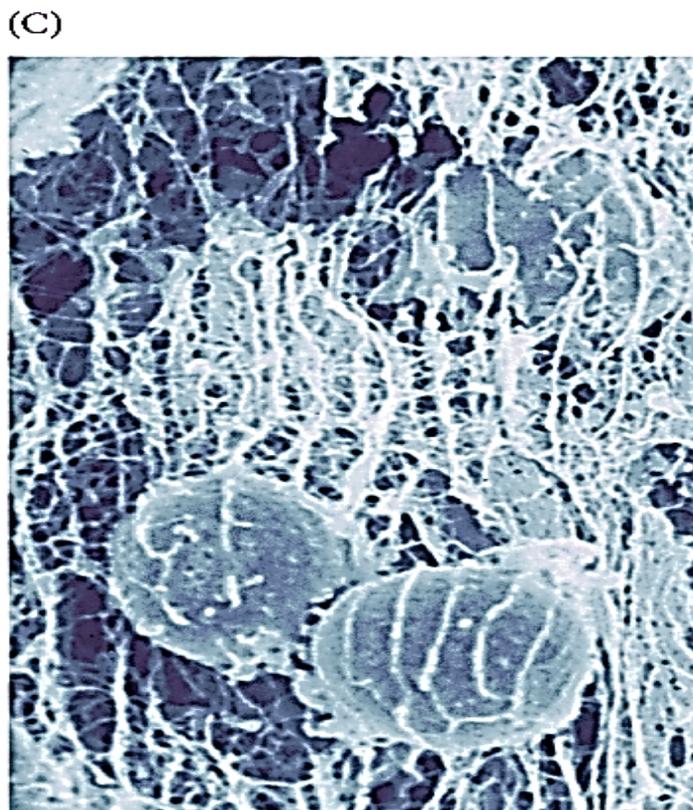
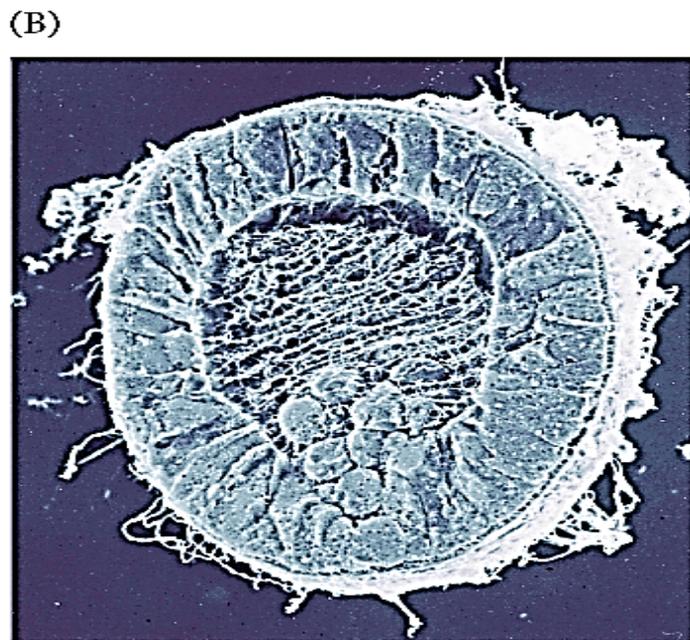
# Formazione del blastoporo nel riccio di mare



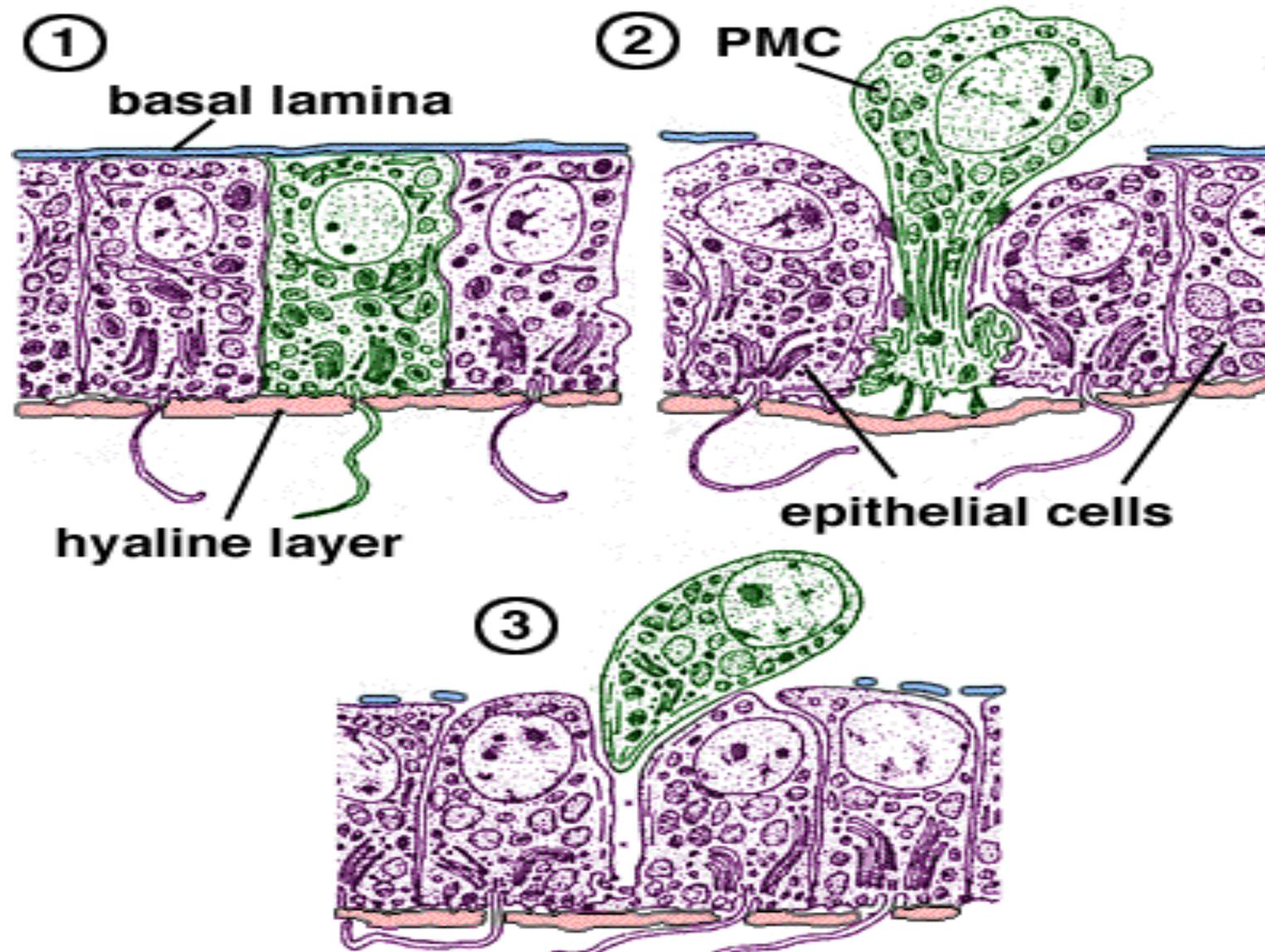
# Ingressione del mesenchima primario



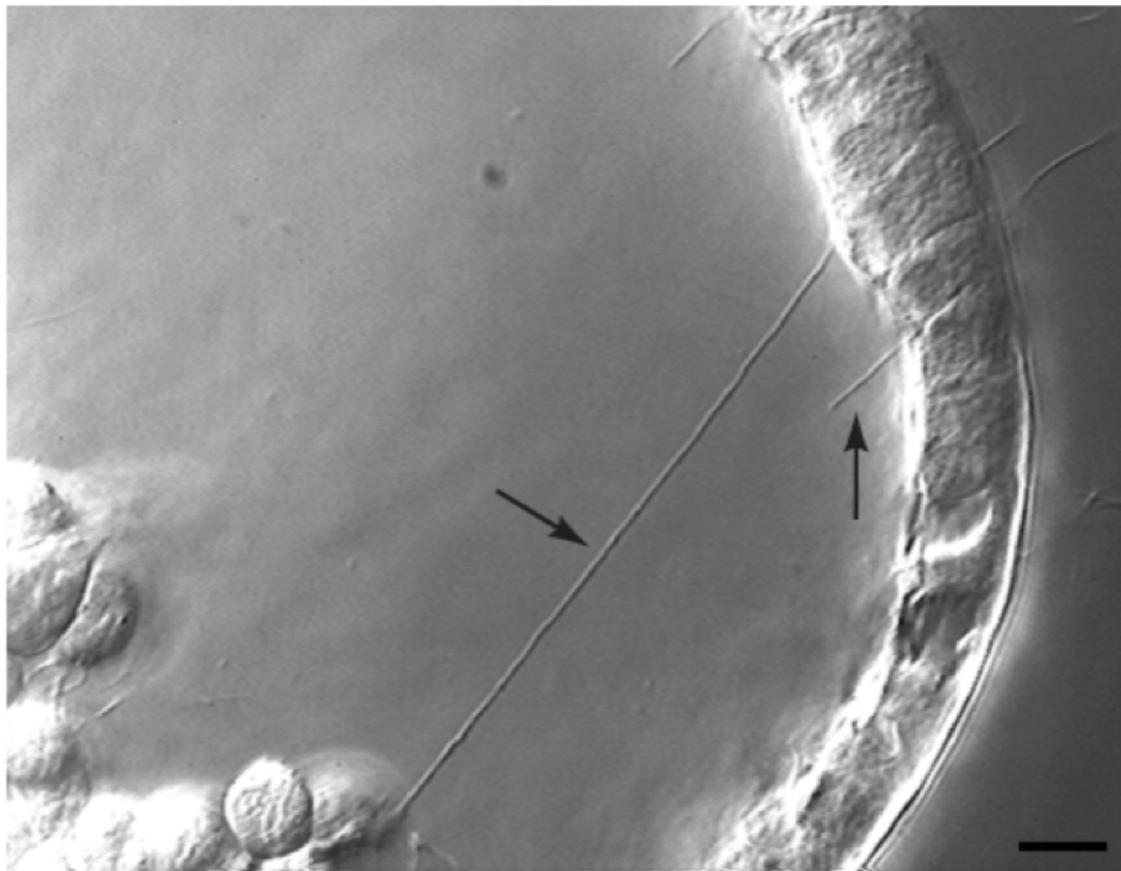
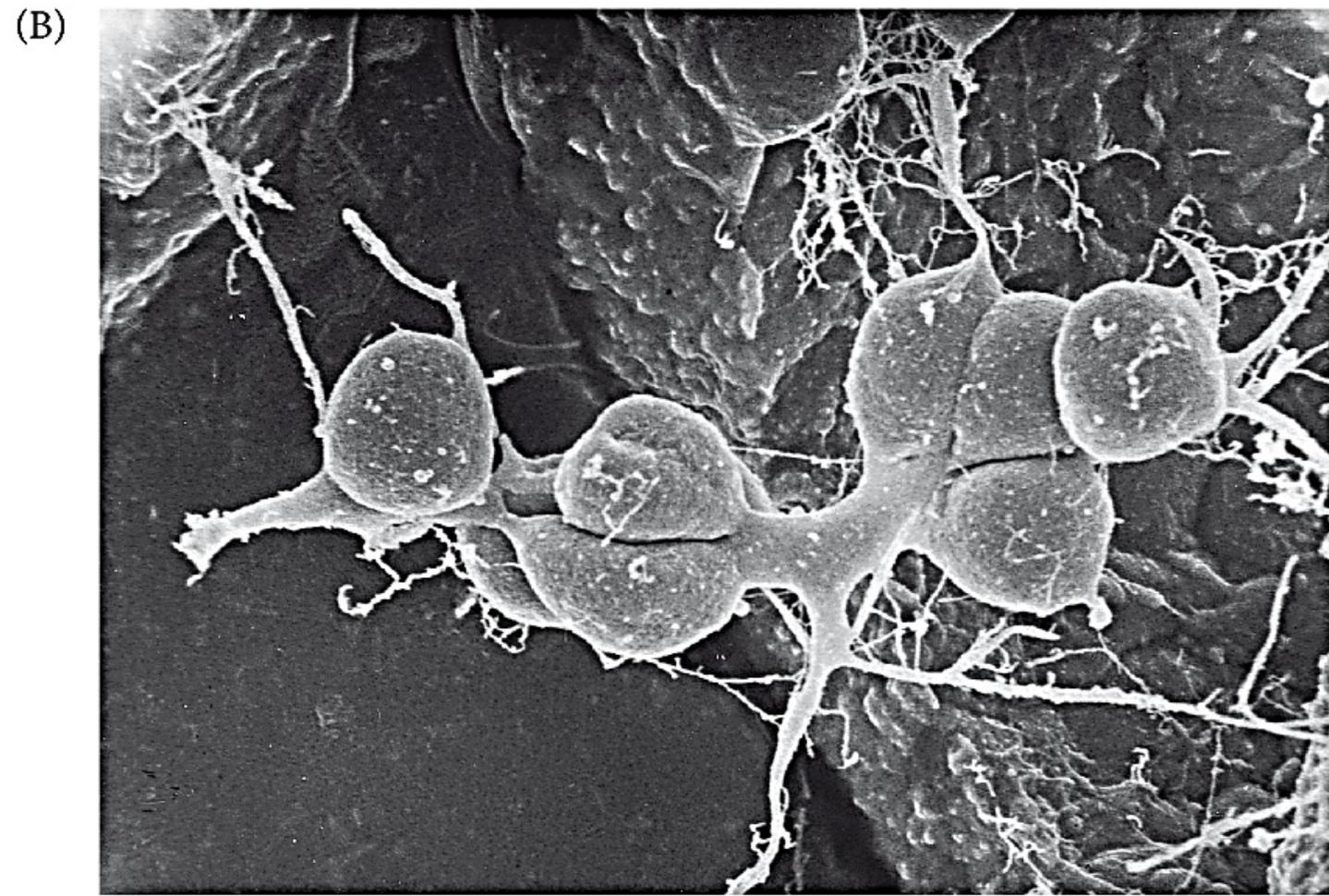
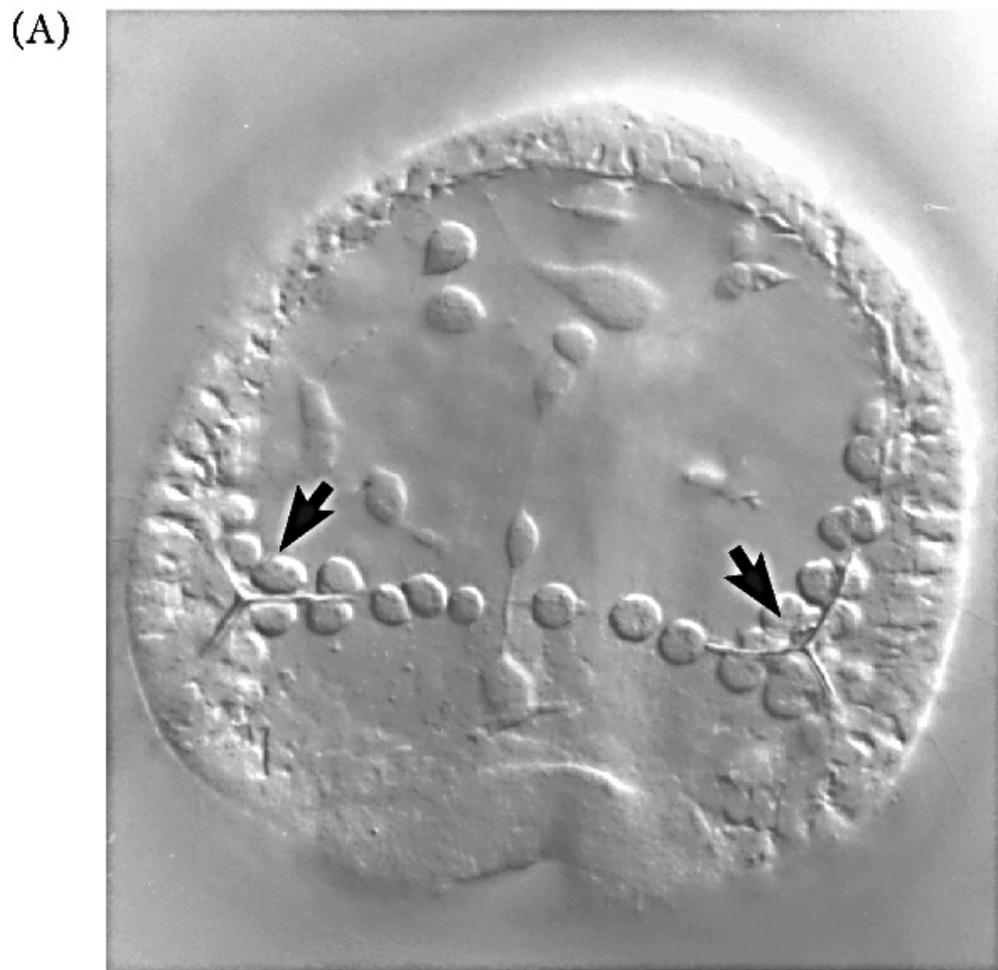
Le cellule della blastula sono connesse allo strato ialino (superficie esterna) e alla lamina basale (superficie interna): le cellule derivate dai micromeri migrano nel blastocele in quanto perdono l'affinità per lo strato ialino e le cellule vicine, aumenta quella per la lamina basale.



## Adhesive Changes during PMC Ingression

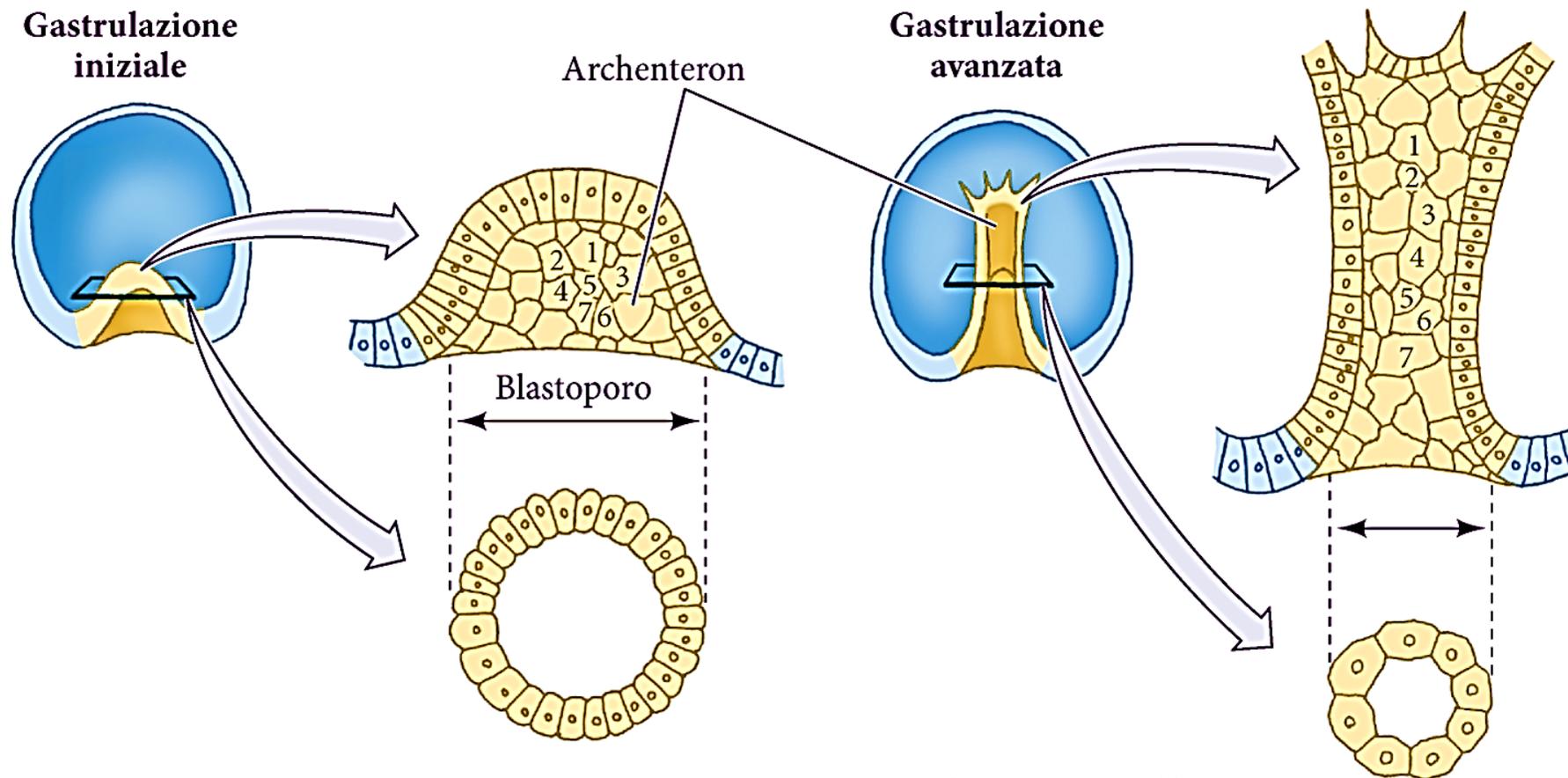


Primary mesenchyme cells (PMCs) must undergo several changes in their adhesive properties in order to detach from the epithelium of the [vegetal plate](#) and ingress into the interior: (1) they must *lose* affinity for *neighboring epithelial cells* that remain in the vegetal plate; (2) they must *lose* affinity for the *hyaline layer* on the exterior of the embryo; and (3) they presumably must *gain* affinity for the *basal lamina*, since PMCs later migrate within the blastocoel. Hideki Katow and Michael Solursh used transmission electron microscopy to show that PMCs undergo a dramatic reorganization of their cytoskeleton and their contacts with these three regions during ingression. A colorized adaptation of their original work is shown here:



**Figura 10.10** Gastrula di riccio di mare *Lytechinus variegatus*. Sottili filopodi si estendono dalle cellule ectodermiche (a destra) e dalle cellule del mesenchima primario (in basso a sinistra). I filopodi hanno un diametro compreso tra 0,2 e 0,4  $\mu\text{m}$  e si estendono dalla superficie delle cellule del mesenchima primario per una lunghezza di circa 80  $\mu\text{m}$ . Notare la presenza di sottili filopodi che attraversano la membrana basale dell'epitelio che riveste internamente l'ectoderma.

# ESTENSIONE DEL BLASTOPORO



Movimento di estensione convergente

(A)



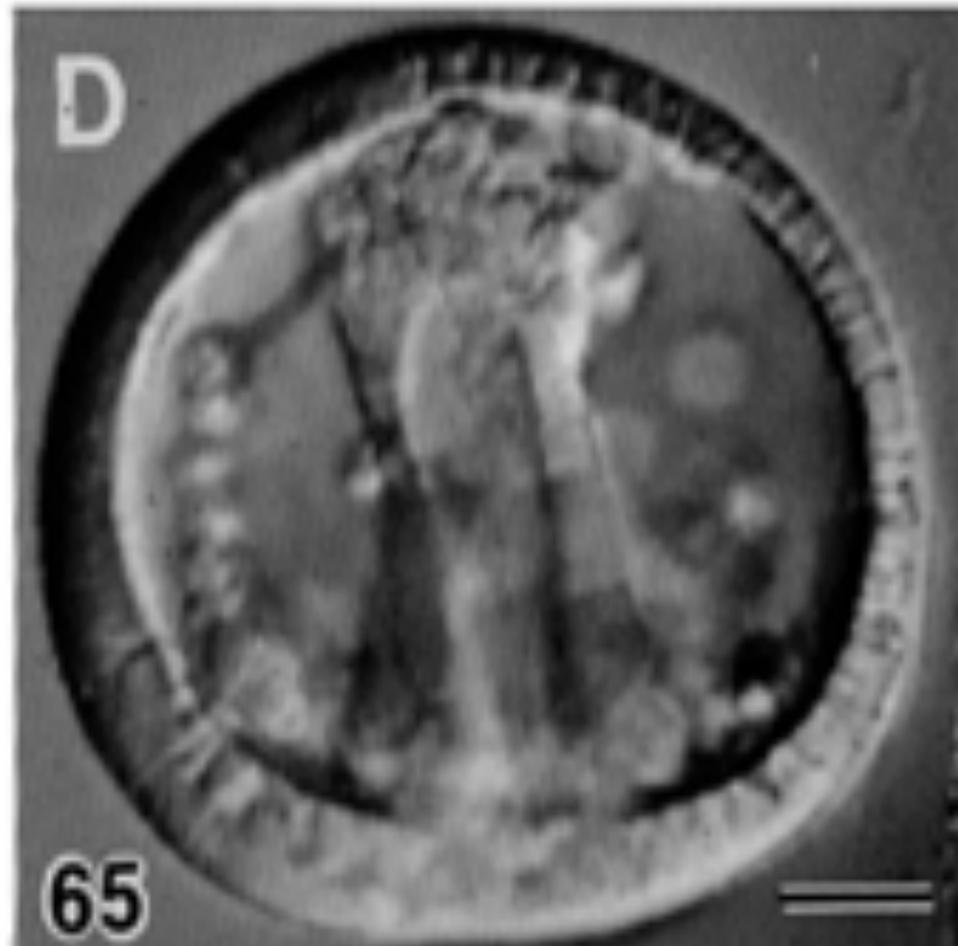
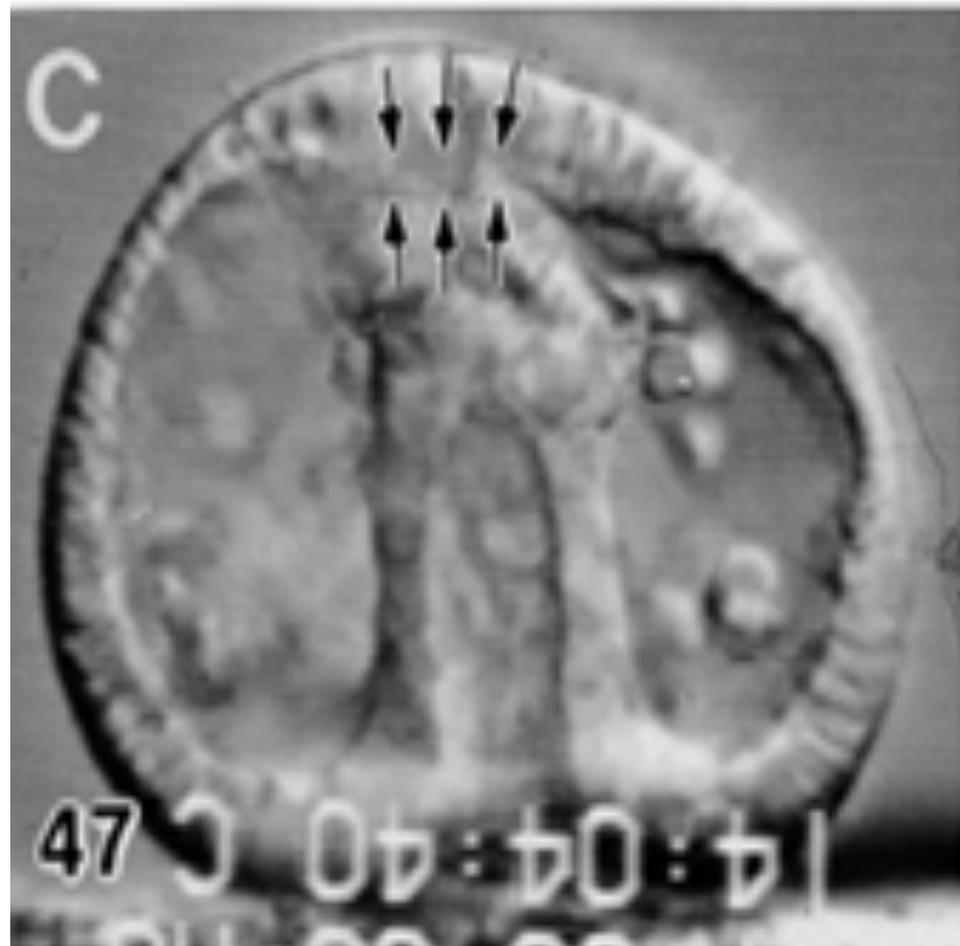
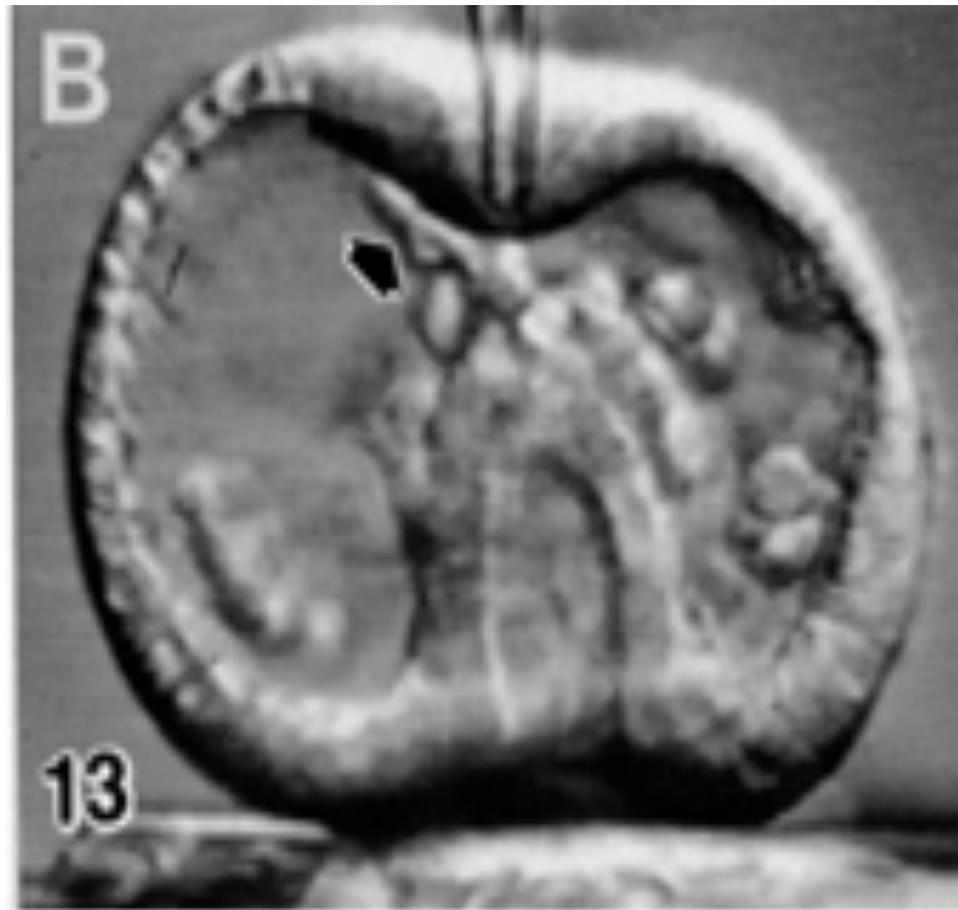
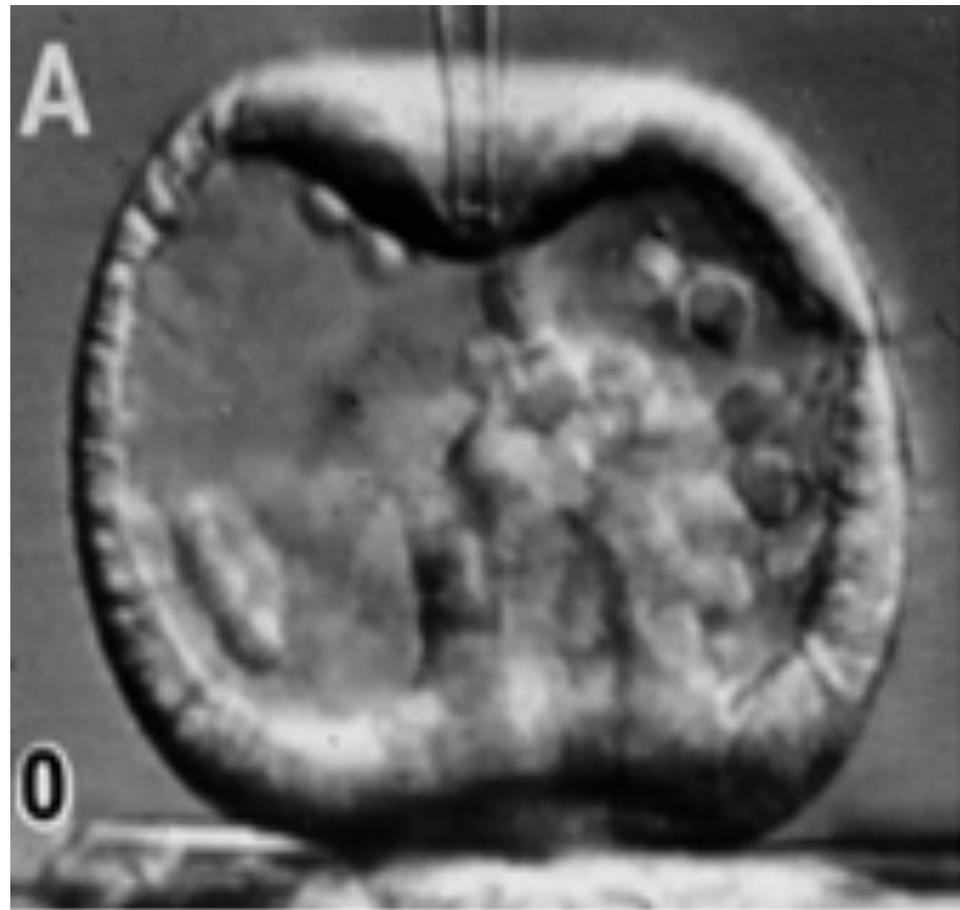
(B)

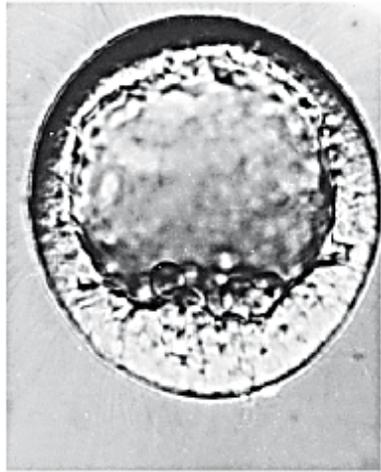


Allungamento dell'archenteron:

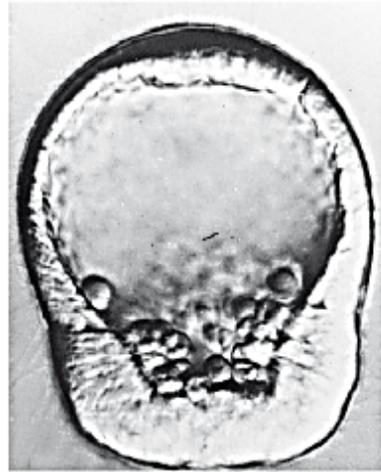
- Cambiamenti coordinati della forma delle cellule
- Intercalazione cellulare il numero di cellule aumenta in senso longitudinale
- Terza fase di allungamento ad opera del mesenchima secondario (veg 2 e piccoli micromeri) della blastula a 60 cellule, che emettono filopodi che prendono contatto con la parete interna del blastocele, successivamente si accorciano tirando l'archenteron verso il blastoderma

# Le cellule mesenchimali secondarie e la gastrulazione

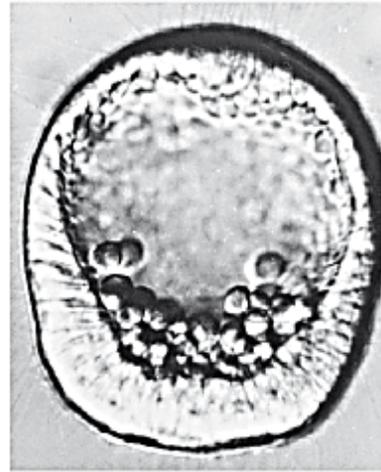




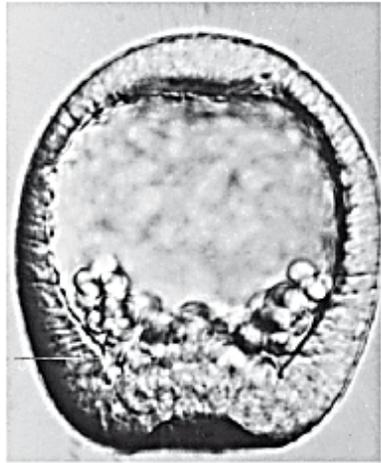
9 ore



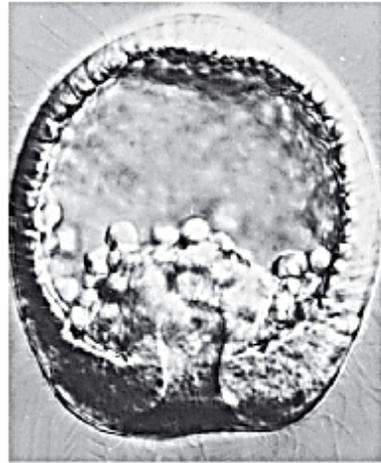
9,5 ore



10 ore



10,5 ore



11 ore



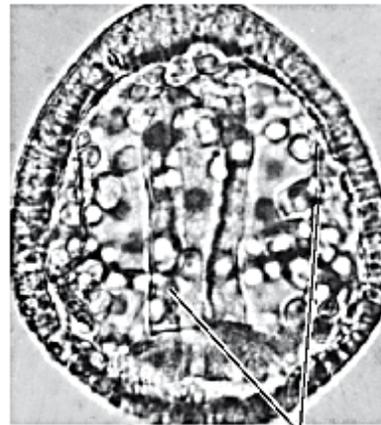
11,5 ore Blastoporo



12 ore



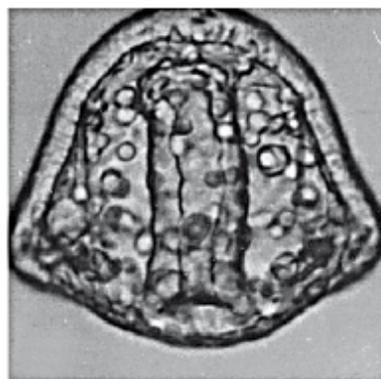
13 ore



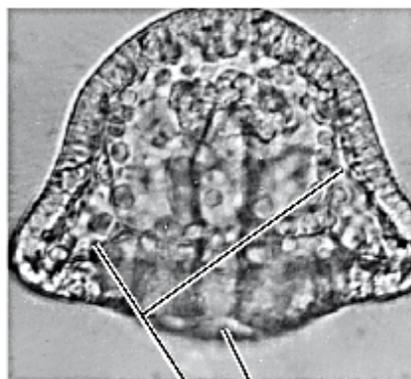
13,5 ore Cordoni sinciziali



15 ore



17 ore

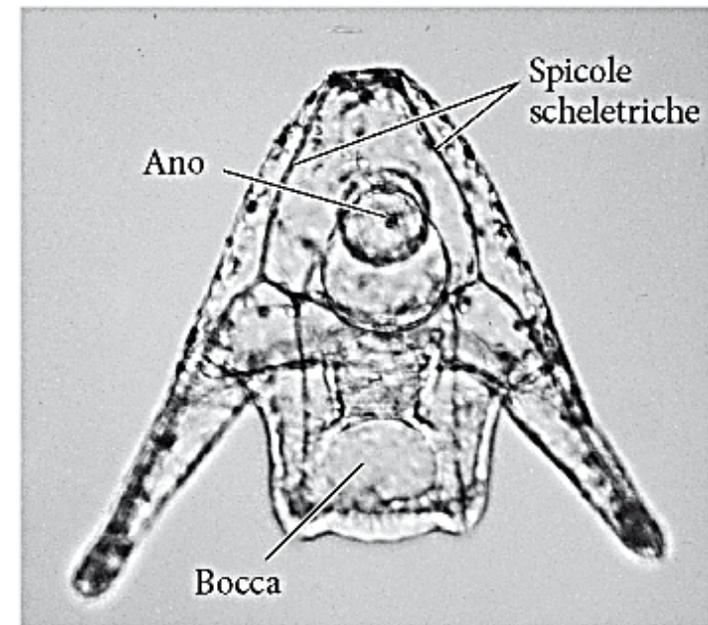


18 ore Blastoporo  
Cordoni sinciziali



Rudimento immaginale

↑  
metamorfosi



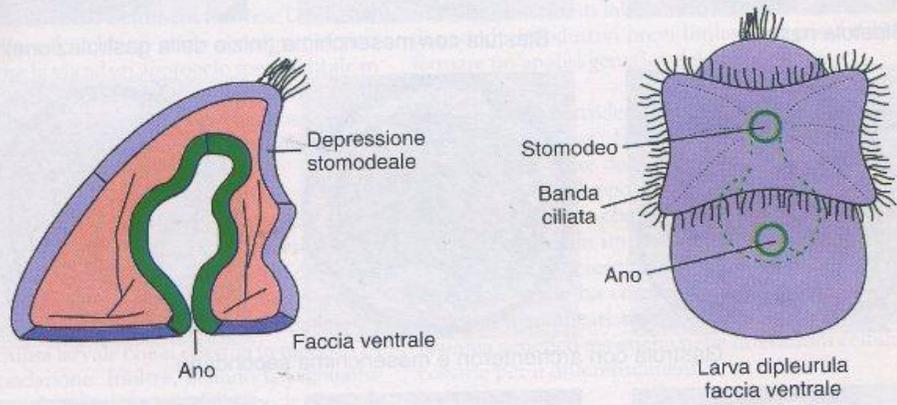
Spicole  
scheletriche

Ano

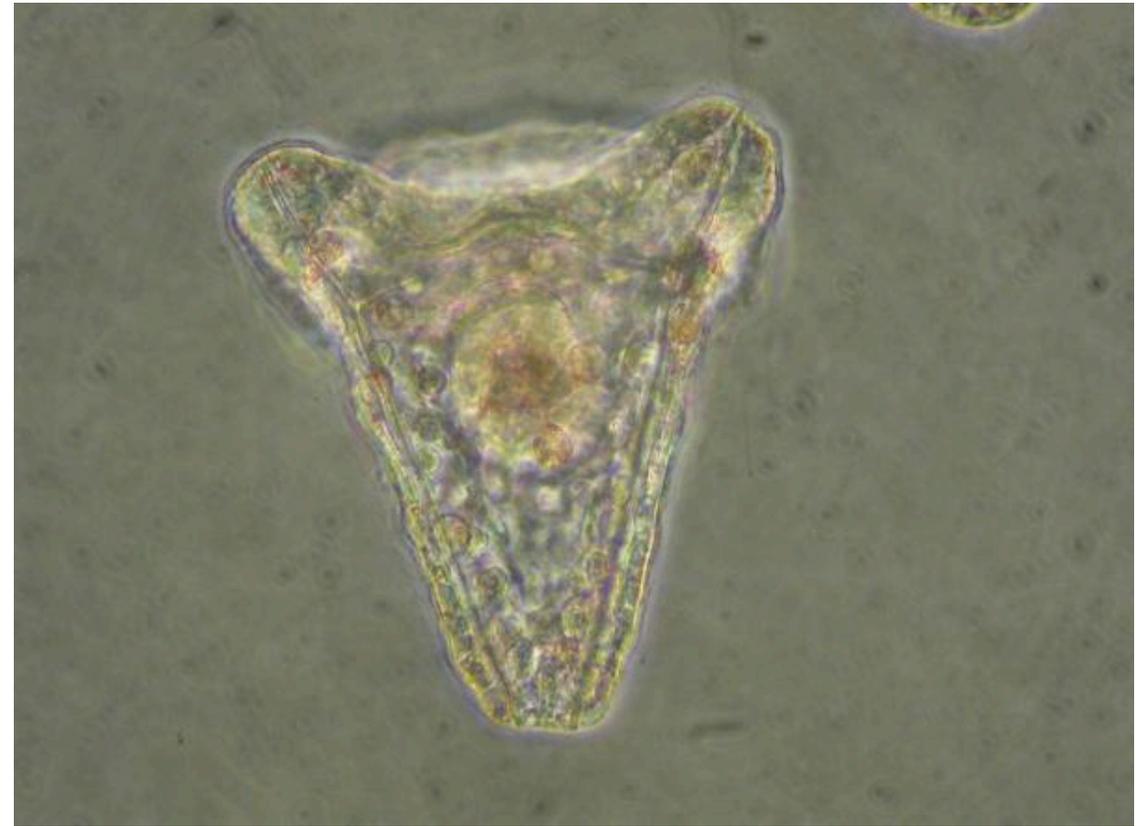
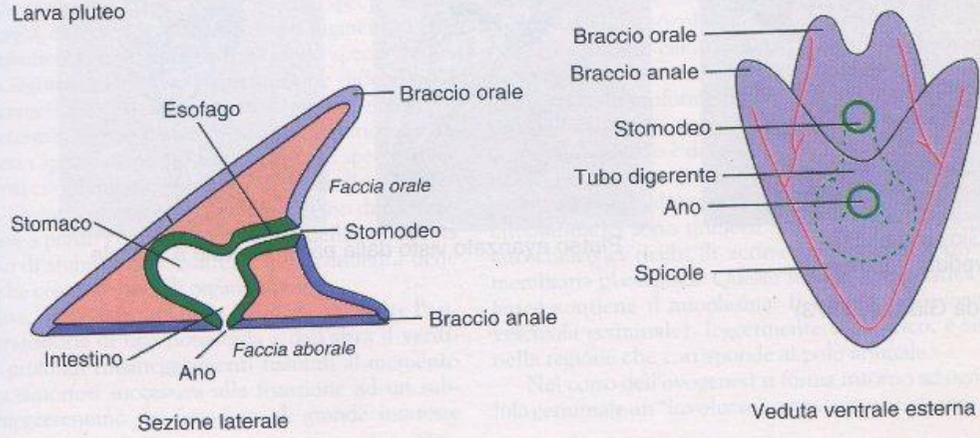
Bocca

24 ore

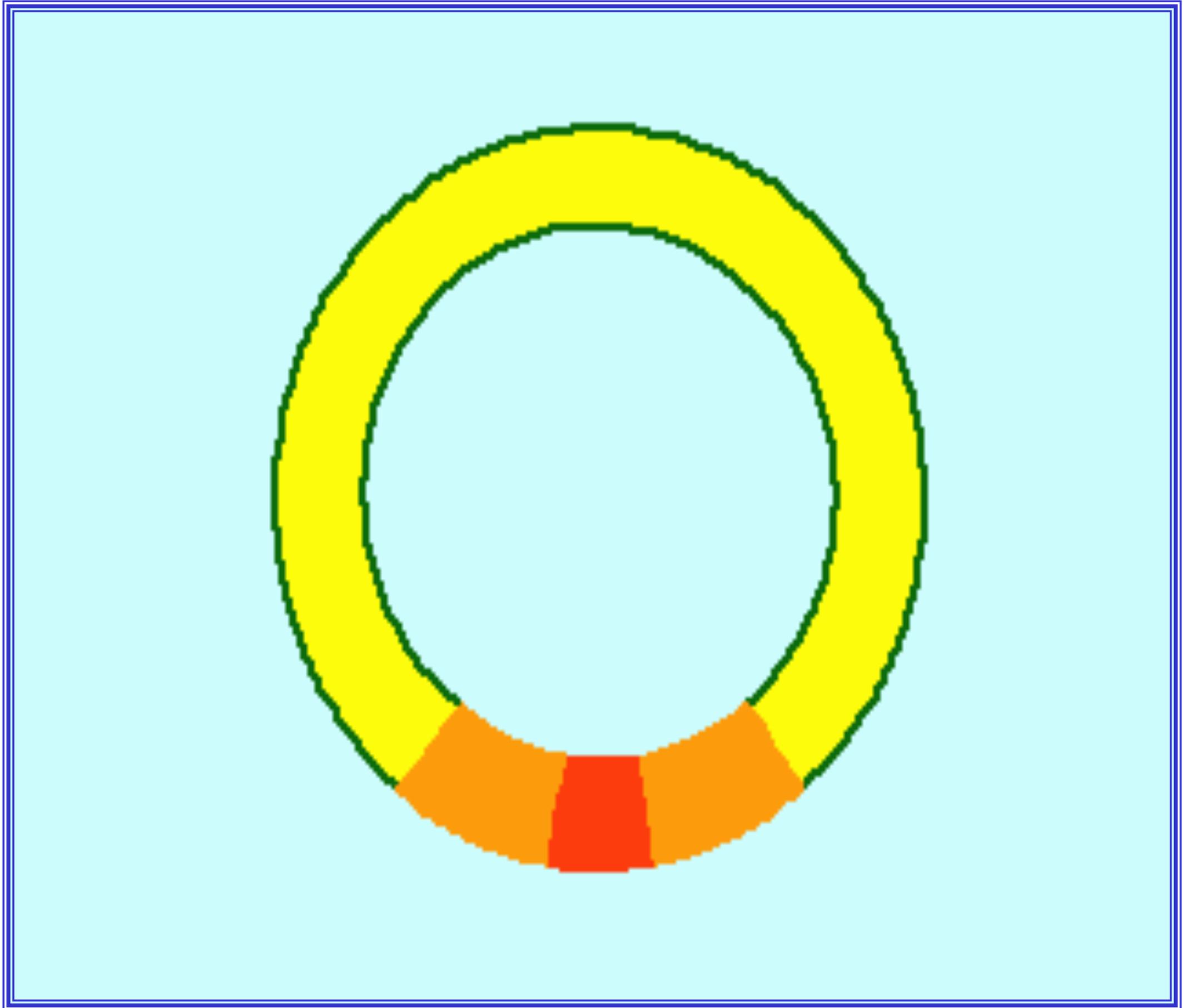
Fig. 5.4: *Formazione della larva pluteo*



Larva pluteo



# Gastrulazione nel riccio di mare



<https://www.youtube.com/watch?v=Lgb4wMsZwZA>

<https://www.youtube.com/watch?v=NXX578SYE4E>