

Multicellularità

La comparsa dei Metazoi è uno step fondamentale nella storia. Ciò che si chiama animale sono organismi eterotrofi pluricellulari.

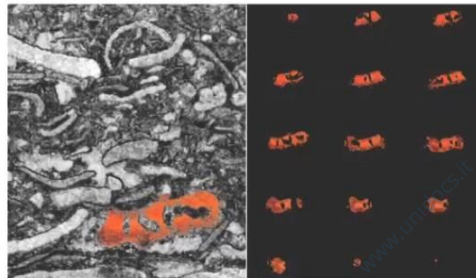
Pluricellularità dei metazoi -> è diversa dalle colonie dei protisti. Le cellule formano tessuti e organi mostrano dei ruoli complementari e fondamentali per la vita dell'organismo. Le unità funzionali sono legate in modo interdipendente seguendo un programma definito dal DNA. Le unità funzionali sono organizzate in strati cellulari che seguono un programma preciso controllato geneticamente ed influenzato relativamente dall'ambiente. La multicellularità è un transizione evolutiva, che probabilmente si è evoluta indipendentemente nei diversi phyla. La comparsa della multicellularità è comparsa probabilmente in più phyla contemporaneamente e non si è generata da un antenato comune.

“seguire un programma”= sviluppo. L'embriogenesi, quindi come si formano i tessuti e gli organi, è fondamentale per capire le relazioni tra i diversi Phyla. L'embriogenesi è un elemento fondativo dell'indagine filogenetica degli animali.

L'alba dei METAZOI



- Le prime forme di vita animale assomigliano a spugne
 - Fossili più antichi 650 milioni di anni,
 - L'impiego di biomarcatori conferma la presenza di spugne in questo periodo



La fauna di Ediacara si era estinta nel Cambriano, tutti i phyla (invertebrati) che oggi conosciamo erano presenti nel Cambriano. Lo studio dei fossili richiede interpretazione e spesso è controversa.

Come è avvenuto il passaggio alla multicellularità? Secondo Cavalier Smith ->

Il passaggio alla multicellularità

- Meccanismo che ha reso possibile il legame tra cellule:
 - COLLANTE in cellule nude prive di rivestimento esterno
 - Animali
 - Muffe mucillaginose («slime moulds», *Dyctiostelium*)
 - INCOMPLETA divisione della parete cellulare
 - Batteri
 - Alghe
 - Piante
- Struttura pluricellulare ≠ Organismo pluricellulare

Struttura pluricellulare diverso da un organismo pluricellulare.

La transizione alla multicellularità è stata più facile in piante funghi e più difficile in animali perché?

Il passaggio alla multicellularità

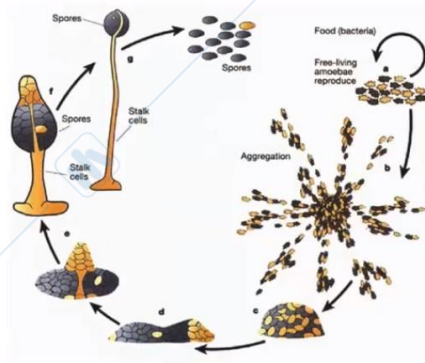
- La strategia alimentare può aver condizionato il passaggio alla pluricellularità:
 - In organismi autotrofi (alghe e piante) o saprotrofi (funghi), la transizione non richiede profonda riorganizzazione,
 - In organismi fagotrofi, i vincoli alla transizione sono più forti:
 - e.g. Muffe mucillaginose

Una limitazione al passaggio alla multicellularità può esser stata l'alimentazione, non tutte le cellule potevano svolgere la funzione alimentazione. Per autotrofi e saprotrofi deve essere stato più facile ma per i fagotrofi era più complesso, si sono dovuti riorganizzare internamente, se non si fossero riorganizzati il costo della multicellularità sarebbe stato più alto rispetto ai benefici.

Es: amebe (fagotrofi)-> nel momento in cui crea un organismo multicellulare non si può alimentare allo stesso modo.

Muffe mucillaginose (fagotrofi)-> sono multicellulari per la riproduzione e unicellulari per l'alimentazione.

- Il ciclo vitale delle muffe mucillaginose evidenzia le difficoltà del fagotrofo a diventare multicellulare:



Dictyostelium purpureum

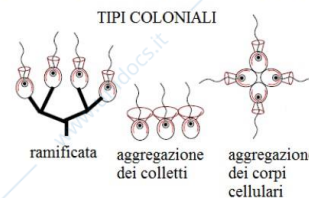
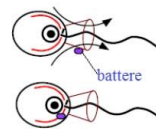
- Pluricellulari per RIPRODURSI,
- Unicellulari per ALIMENTARSI.



Per alcuni il passaggio alla multicellularità è ben rappresentato dalle spugne perché le cellule che si nutrono nelle spugne, hanno una struttura molto simile ai coanozoi o coanoflagellati. (idea antenato comune).

Coanoflagellati: preadattati alla multicellularità

- Fagotrofi, si alimentano di batteri imprigionati nel colletto di microvilli;
- In quanto filtratore, un coanoflagellato poteva diventare multicellulare senza radicali cambiamenti del suo modo di mangiare;

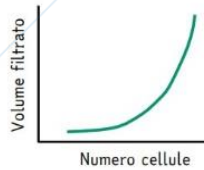


Aggregazioni ramificate di colonie. Un coanoflagellato non aveva necessità di cambiare il loro modo di mangiare, questo potrebbe essere una facilitazione verso la pluricellularità. Nelle colonie di coanoflagellati tutte le cellule si alimentano e il passaggio alla pluricellularità ha diminuito il numero di cellule che si alimentano. La diminuzione delle cellule che si alimentano deve prevedere un vantaggio, probabilmente le cellule rimanenti che si alimentavano lo facevano in modo più efficiente. Forze selettive hanno modificato le strategie riproduttive.

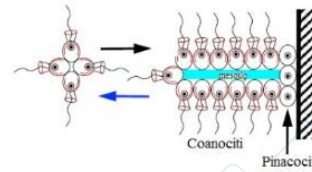
Delle grandi colonie permettevano il filtraggio di grandi quantità di acqua, quindi le cellule più vicine al substrato hanno perso la capacità di alimentarsi e l'unica funzione svolta era quella di ancoraggio. Fase sessile -> cellule in grado di rimanere ancorate ad un substrato (pinacociti)

Dai coanoflagellati alle prime spugne

- Ipotesi di Cavaller-Smith (2016);
 - Nelle colonie dei coanoflagellati tutte le cellule si alimentano,

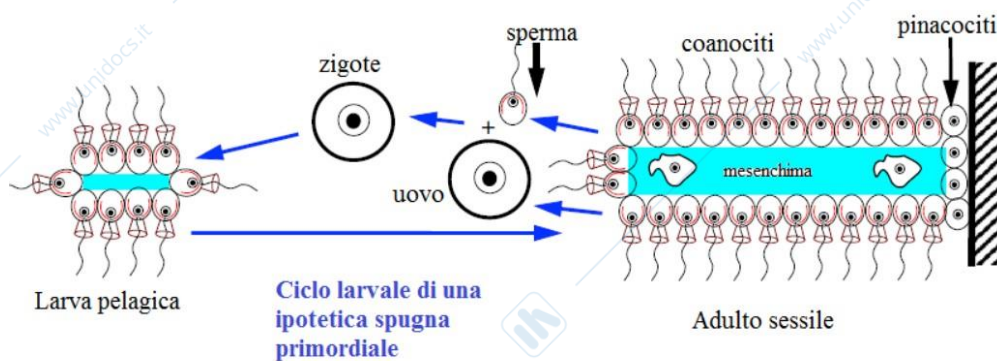


- Nelle spugne la maggior parte delle cellule non svolge più la funzione alimentare,
- La differenziazione cellulare sarà possibile solo se la quantità di cibo procapite della colonia è superiore a quella dell'individuo solitario.



Ciclo vitale

Dai coanoflagellati alle prime spugne



Presenza di un adulto con dei supporters e dei feeders. Nella larva ci sono solo feeders, quando si svilupperà in adulto diventerà un organismo sessile, quindi ci saranno anche i supporters. I coanociti sono molto simili ai coanozoi che formano le colonie.

www.unidocs.it

www.unidocs.it

www.



www.unidocs.it

www.unidocs.it



Embriogenesi

Ciò che distingue i Metazoi dai Protozoi è dovuta anche dal fatto che nei metazoi la pluricellularità corrisponde al fatto che le cellule siano organizzate in organi e tessuti che svolgono ruoli complementari e indispensabili per la funzionalità dell'organismo. Le unità funzionali sono interdipendenti e interagiscono secondo schemi precisi controllati geneticamente.

L'embriogenesi è uno dei punti importanti per indagare le caratteristiche dei metazoi, riproduzione dei metazoi e per metterli a confronto dal punto di vista evolutivo (tassonomia animale).

www.unidocs.it

www.unidocs.it



EMBRIOGENESI dei METAZOI



- Il fenotipo di un metazoo adulto è il risultato di un processo di sviluppo embrionale (embriogenesi),
 - Varietà di forme dovuta a varietà nei programmi di sviluppo
 - Embriogenesi è soggetta a intensa selezione stabilizzante;
 - Omologie embrionali forniscono informazioni molto utili per ricostruire l'evoluzione di gruppi filogeneticamente lontani;
- Tre stadi precoci dello sviluppo embrionale:
 - UOVO
 - BLASTULA
 - GASTRULA

EMBRIOGENESI dei METAZOI

- Il fenotipo di un metazoo adulto è il risultato di un processo di sviluppo embrionale (embriogenesi),
 - Varietà di forme dovuta a varietà nei programmi di sviluppo
 - Embriogenesi è soggetta a intensa selezione stabilizzante;
 - Omologie embrionali forniscono informazioni molto utili per ricostruire l'evoluzione di gruppi filogeneticamente lontani;

Stadi sviluppo embrionale

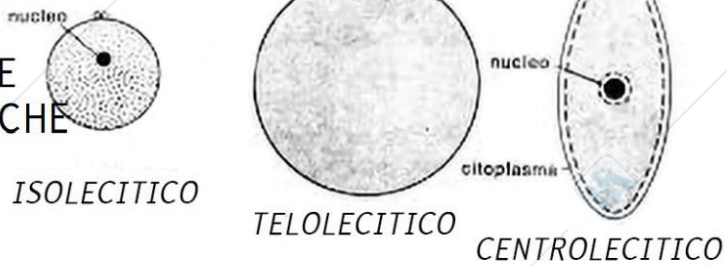
Uovo -> cellula totipotente, che contiene tutte le info per l'embriogenesi. Risorse energetiche per avviare lo sviluppo. Hanno una struttura polarizzata. Il polo animale e vegetale corrispondono agli estremi dell'asse polare dell'uovo.

Polo vegetale -> organi di nutrizione. Sistema digerente

Polo animale -> tutti gli altri organi.

Distribuzione del vitello

- In base alla quantità e distribuzione del vitello, si distinguono:
 - ISOLECITICHE
 - TELOLECITICHE
 - CENTROLECITICHE



Isolecittiche -> vitello distribuito in modo omogeneo nel citoplasma

Telolecittiche -> vitello concentrato verso il polo vegetativo

Centrolecittiche -> vitello concentrato al centro dell'uovo

Da specie a specie ci sono tante differenze.

Specie R-selected -> poco vitello

Specie K-selected -> molto vitello. Lunga vitellogenesi

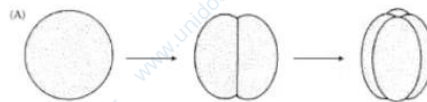
Schemi di divisione e formazione di BLASTOMERI

La divisione viene innescata dalla penetrazione dello spermatozoo.

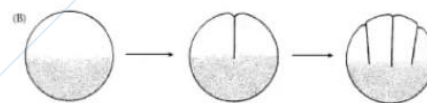
Divisione oloblastica -> divisione completa. Riguarda le uova isolecittiche, e debolmente telolecittiche.

Divisione meroblastica -> uova telolecittiche molto ricche di vitello. La divisione meroblastica non è completa.

- **Divisione OLOBLASTICA**



- **Divisione MEROBLASTICA**

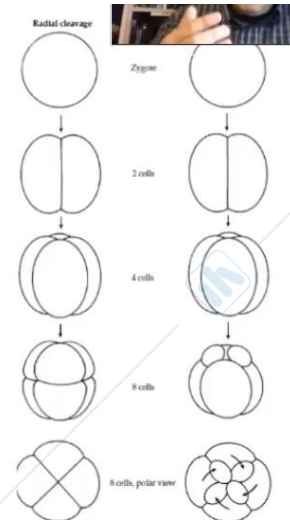


La formazione di queste cellule può avvenire secondo diversi piani di segmentazione.

Equatoriali -> dividono la cellula in parti uguali

Latitudinali -> non dividono la cellula in parti uguali

- Piani di SEGMENTAZIONE:
 - LONGITUDINALI (con asse animale-vegetale)
 - TRASVERSALI (perpendicolari ad esso)
 - EQUATORIALI
 - LATITUDINALI
- Dipende dall'orientamento dei blastomeri rispetto all'asse animale-vegetale:
 - RADIALE, con divisioni sul piano longitudinale e trasverso;
 - SPIRALE, i piani di divisione non sono perfettamente longitudinali, né trasversali.



Blastula -> il risultato delle prime divisioni cellulari dell'uovo. Si chiama blastula ciò che precede i foglietti germinativi dell'embrione.

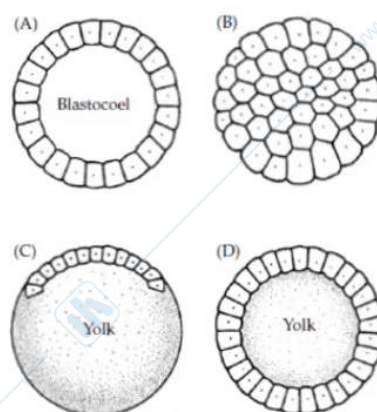
Tipologie di blastula:

Celoblastula -> una sfera di blastomeri vuota all'interno. La parete è formata da un solo strato di cellule. La cavità è chiamata blastocele (cele: cavità).

Stereoblastula -> sfera senza cavità. Piena di blastomeri.

Discoblastula -> risultato di una divisione meroblastica. Cappuccio di cellule che poggiano su una massa di vitello non diviso sul polo animale.

Periblastula -> cellule superficiali con ammasso vitellino all'interno. Tipica delle uova centrolecittiche. Il vitello non è incluso nelle cellule che compongono lo strato superficiale (monostrato).



Formazione della gastrula

Gastrula -> la formazione dei foglietti germinativi porterà ai primi tessuti embrionali (ectoderma e entoderma). Bye bye protozoi. Durante il processo di gastrulazione di formano i primi due foglietti.

Entoderma -> acquisizione del cibo e digestione

Ectoderma -> protezione e interazione con l'ambiente

Il terzo foglietto germinativo è il mesoderma.

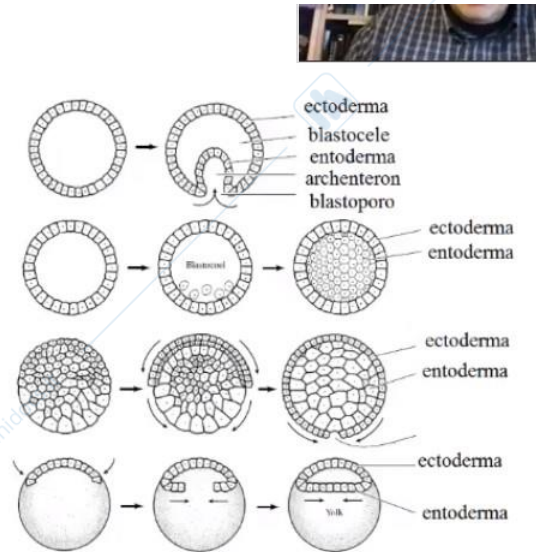
- **Formazione dei primi tessuti embrionali:**
 - ECTODERMA
 - ENTODERMA

• **MECCANISMI di gastrulazione**

- INVAGINAZIONE (celogastrule)
- INGRESSIONE (stereogastrule)
- INVOLUZIONE (discoblastule)

→ Con gastrocele

} Senza gastrocele



Meccanismi di gastrulazione

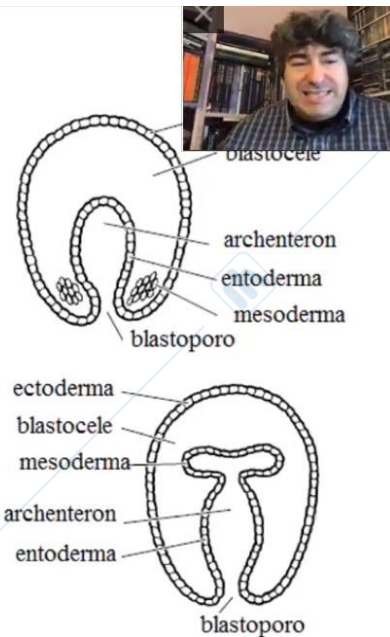
Celoblastula -> gastrulazione attraverso l'invaginazione intorno al polo vegetativo. Si forma una celogastrula con un archenteron con una parete formata da ectoderma e avrà un buco (blastoporo). Non tutte le celoblastule si invaginano. Alcune celoblastule possono avere una stereogastrulazione.

ingressione: alcune cellule della parete migrano nel blastocoel. L'ingressione è classica degli cnidari.

Discoblastule -> le cellule lungo il bordo del disco si dividono velocemente e si espandono sotto le cellule che c'erano in superficie formando l'entoderma -> processo di involuzione. Si forma un doppio strato che non ha una cavità che li separa.

MESODERMA

- Phyla DIBLASTICI:
 - Embrione → NO terzo foglietto (mesoderma),
 - Adulto → mesenchima con cellule ectodermiche
- Phyla TRIBLASTICI:
 - Embrione → SI mesoderma
 - Adulto →
 - o parenchima con cellule mesodermiche
 - o organi e membrane mesodermiche
- Due meccanismi di formazione del mesoderma:
 - Proliferazione di un mesontoblasto
 - Da una tasca nella parete dell'archenteron



Cavità celomatica

CAVITÀ CELOMATICA

Storia evolutiva

La storia evolutiva del celoma è incerta. Ci sono due teorie contendenti sull'emergere del celoma.

La prima teoria postula che il celoma si sia evoluto da un antenato acelomato, mentre la teoria dell'enterocoele postula che il celoma si sia evoluto dalle tasche gastriche di un cnidario ancestrale. Le ultime ricerche paiono supportare maggiormente la seconda ipotesi.

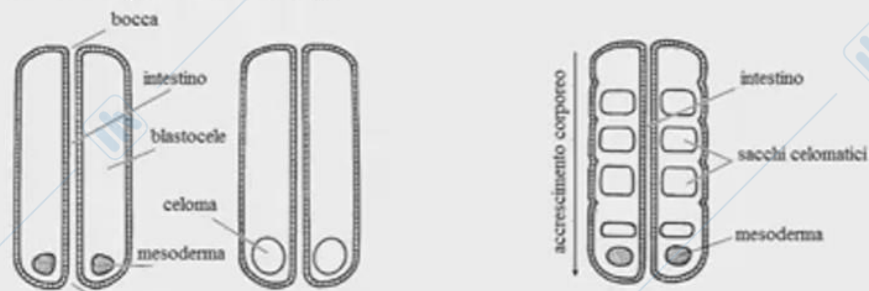
Anticipiamo qualcosa di cui ci occuperemo molto più avanti. I celomati sono molluschi, anellidi, alcuni artropodi, echinodermi e cordati.

CAVITÀ CELOMATICA Sviluppo

Lo sviluppo del celoma inizia nella fase della gastrula e può avvenire attraverso due processi: **schizocelia** o **enterocelia**.

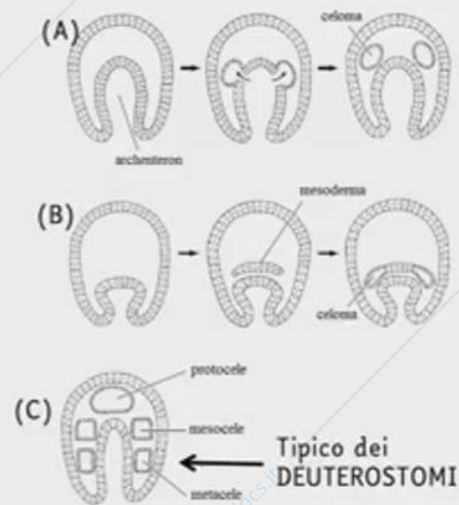
Meccanismi di formazione

- **SCHIZOCELIA**, proliferazione di cellule mesodermiche, spesso associato alla metameria (es. Anellidi).



Meccanismi di formazione

- **ENTEROCELIA**, comparsa celoma e mesoderma coincidono.
 - A. per invaginazione dell'entoderma,
 - B. Per formazione di una piastra mesodermica,
 - C. Per proliferazione e formazione di tre coppie di cavità celomatiche:
 - Protoceli (spesso fusi)
 - Mesoceli
 - Metaceli



- **TIPI DI SVILUPPO LARVALE:**

- **INDIRETTO**

- Spesso quando larve sono planctotrofiche
- Specie con scarsa vagilità
- Specie parassite obbligate, cicli molto complessi

- **DIRETTO**

- Spesso quando larve sono trofolecitiche
- Tipico di ambienti imprevedibili
- Specie ad elevata vagilità

- **MISTO**

- Spesso quando larve sono trofolecitiche

- **TIPI DI LARVE:**

- **PLANCTOTROFICHE** (da uova isolecitiche)
- **LEUCITOTROFICHE** (da uova ricche di vitello)

- Ernst Haeckel (1866).

- **LEGGE DELLA RICAPITOLAZIONE** (legge biogenetica):
l'ontogenesi riassume la filogenesi,
- Teoria controversa

- Gangstad (1922).

- La storia evolutiva come ricostruzione dei cambiamenti dei programmi ontogenetici,
- Gli stadi ontogenetici di una specie vivente non sono le forme adulte di antenati lontani, ma stadi modificati delle loro ontogenesi

- **Importanza indiscussa delle OMOLOGIE EMBRIONALI** nella ricostruzione evolutiva.