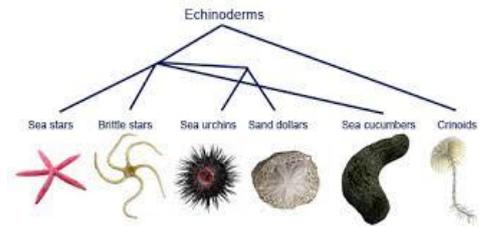


ECHINODERMI



Phylum: Echinodermata

Subphyla: Homalozoa – Blastozoa – Asterozoa – Crinozoa – Echinozoa

Range stratigrafico: CAMBRIANO inferiore – ATTUALE

Modo di vita: organismi marini bentonici, planctonici

Parti dure: scheletro mesodermico carbonatico (calcite altomagnesiaca)

Gli Echinodermi sono organismi esclusivamente marini.

Sono caratterizzati da una simmetria bilaterale allo stadio larvale; allo stadio adulto possono avere una simmetria pentaraggiata, o bilaterale.

Le dimensioni variano da pochi millimetri a svariati metri (crinoidi con stelo lunghissimo Siluriano-Devoniano). Non sono mai microscopici.

La forma del corpo degli echinodermi mostra una grande variabilità: può essere sferoidale, discoidale, ovoidale, pentagonale/stellata o a forma allungata; può essere provvisto di un peduncolo o avere l'aspetto di un fiore.

Le parti dure sono costituite da cristalli di calcite altomagnesiaca e costituiscono uno scheletro mesodermale.

La superficie esterna è ruvida e spinosa per la presenza di aculei.

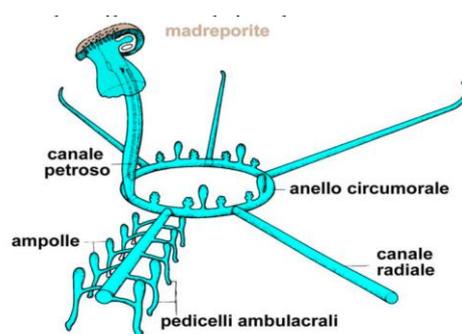
Caratteristiche del Phylum

- Endoscheletro calcareo che si origina dal mesoderma
- Adulti con simmetria raggiata o bilaterale
- Larve con simmetria bilaterale
- Sistema vascolare acquifero usato per la locomozione, adesione al substrato o per la nutrizione
- Apparato digerente completo con bocca e ano differenziati che può ridursi secondariamente
- Sistema emale derivato dal celoma. Hanno una sostanza simile al sangue che viene fatta muovere con piccole oscillazioni interne. Non è un apparato circolatorio nel senso stretto.
- Sistema nervoso costituito da una rete nervosa, un anello nervoso e da nervi radiali

Lo **scheletro** degli echinodermi è costituito da piastre calcaree dette ossiculi o ossicoli che possono essere più o meno collegati tra loro.

Le piastre sono di origine mesodermica, sostenute da tessuto connettivo e ricoperte dall'epidermide. Sono costituite da cristalli di calcite altomagnesiaca (ogni placca è un cristallo). Gli ossiculi possono estendersi all'esterno del corpo sotto forma di spine.

Il **Sistema Acquifero** è un sistema di canali che ha origine dal celoma du



Caratteristica unica degli echinodermi, simile nelle diverse classi. È a contatto con l'acqua marina tramite una piastra che prende il nome di **madreporite** o piastra madreporica. È dotato di un canale chiamato **canale petroso** che lo mette in comunicazione con l'anello situato di norma attorno alla bocca. Internamente ciliato è ripieno di un liquido simile all'acqua di mare.

Svolge funzione:



- locomotoria;
- alimentare (probabilmente funzione originaria) per convogliare le particelle alimentari alla bocca;
- scambio di gas ed eliminazione di cataboliti azotati - Chemiorecezione (Ofiuroidei).
- I pedicelli ambulacrali possono presentare ventose o essere appuntiti in funzione del substrato su cui l'organismo vive.

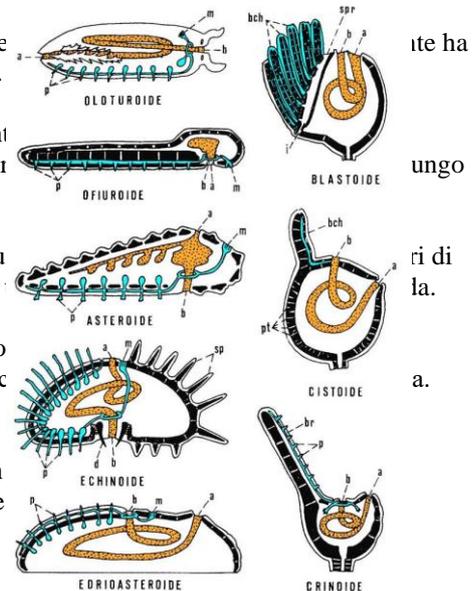
È messo in comunicazione con l'ambiente esterno attraverso i pori acquiferi o idropori spesso riuniti in una piastra madreporica o idroporo o madreporite. Dalla piastra madreporica parte il canale petroso che raggiunge il canale circolare periesofageo posto sul lato orale.

Nella foto dettaglio della zona madreporica in due tipi diversi di ricci. Si vede la piastra principale con l'ano al centro dell'anello madreporico, una serie di placchette intorno. Può essere costituito da due cicli di placche di cui quella più grande è madreporite ed è perforata mettendo in contatto il sistema acquifero con l'acqua marina.

Il **sistema digerente** è ospitato nella cavità celomatica nella quale si trova il tubo digerente.

Bocca e ano possono essere in posizione variabile.

L'immagine stilizzata riproduce in ofiuridi e asteroidi una sola delle braccia e sempre una bocca ed un ano diversi che possono essere lontani o ravvicinati.



Esistono un **sistema nervoso** e un **sistema emale** (non circolatorio) rudimentali. Gli echinodermi presentano un anello nervoso che circonda la bocca e nervi in tutto il corpo.

La rete nervosa è presente a ridosso della parete del corpo.

Il sistema emale non è in grado di mantenere una vera circolazione del sangue. Ha una disposizione radiale come il sistema nervoso, ed è distinto in

La **riproduzione** è sessuata. Tutti gli Echinodermata hanno organi riproduttori. La riproduzione avviene per via sessuata, ma manca l'accoppiamento e la fecondazione.

Ecologia

Gli Echinodermata sono tutti marini, sono stenohalini, quasi tutti bentonici, in parte mobili. Hanno modo di vita vario da infaunale a sessile a debolmente mobile.

Alimentazione

Tra gli Echinodermi ci sono tutti i tipi di alimentazione.

- **Crinoidei:** Filtratori Sospensivori. Pedicelli rivestiti di muco deputati alla captazione delle particelle alimentari ed al loro trasporto lungo i solchi ambulacrali fino alla bocca.
- **Ofiure:** predatori e spazzini saprofagi. Utilizzano braccia e pedicelli per spazzare il substrato e raccogliere alimenti convogliati alla bocca. Canale alimentare incompleto privo di intestino ed ano. Bocca stellata con cinque mandibole triangolari.
- **Echinoidei:** onnivori. Si nutrono di alghe, briozoi, polipi di coralli e resti di animali morti. I pedicelli intorno alla bocca manipolano il cibo. Dalla bocca sporge una struttura che serve per masticare che è detta Lanterna di Aristotele. Il tipo di alimentazione può essere diverso a seconda del gruppo o persino della specie.
- **Asteroidei:** prevalentemente carnivori. Alla bocca, segue un breve esofago che si congiunge con un stomaco (stomaco orale o cardiaco e stomaco aborale o pilorico) a cui segue un breve intestino ed un ano che termina sulla superficie aborale.
- **Oloturoidei:** si nutrono di detriti, che ingeriscono insieme alla sabbia o al fango, o di cibo sospeso, che raccolgono con i tentacoli boccali. (Depositivori, Detritivori, Filtratori, Sospensivori)

Dal punto di vista del modo di vita sono tutti bentonici o quasi (qualcuno planctonico), di questi molti sono fissi o poco mobili, altri hanno un modo di vita mobile. Alcuni sono infaunali, altri epibentonici.

Dal punto di vista della **CLASSIFICAZIONE** non vi è un grande accordo sulla suddivisione. Si può parlare di Subphyla o Classi.

Il phylum Echinodermata è stato storicamente diviso in due grandi gruppi: Pelmatozoa – al quale appartengono le specie che vivono fissate al substrato; Eleutherozoa – al quale appartengono le specie più o meno mobili.

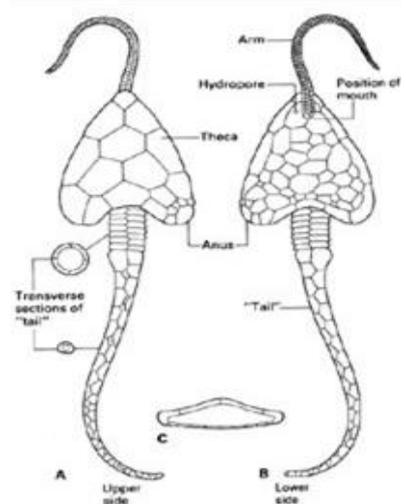
In seguito c'è stata un'ulteriore divisione in base alla forma del corpo, in tre raggruppamenti:

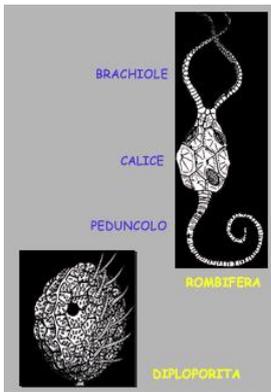
- Pelmatozoa – specie col corpo fissato al substrato (crinoidi, blastoidi, cistoidi.);
- Echinozoa – dal corpo sferico globoso, cilindrico, a forma di campana o discoidale;
- Asterozoa – dal corpo più o meno stellato (stelle e ofiure).

In una classificazione più recente si parla di **5 Suphyla** divisi in numerose classi.

Echinodermata (Cambriano inferiore – Attuale)

- Subphyla **Homalozoa** (Cambriano medio – Carbonifero inferiore)
 - Classe **Ctenocystoidea** (Cambriano medio)
 - Classe **Homostealea** (Cambriano medio)
 - Classe **Homoiostealea** (Cambriano medio – Devoniano inferiore)
 - Classe **Stylophora** (Cambriano medio – Carbonifero inferiore)
- Subphyla **Blastozoa** (Cambriano inferiore – Permiano)
 - Classe **Diploporita** (Cambriano – Devoniano)
 - Classe **Rhombifera** (Cambriano – Devoniano)
 - Classe **Blastoidea** (Siluriano – Permiano)
 - Classe **Eocrinoidea** (Cambriano inferiore – Siluriano)
- Subphyla **Asterozoa** (Ordoviciano inferiore – Attuale)
 - Classe **Somasteroidea** (Ordoviciano – Devoniano)
 - Classe **Asteroidea** (Ordoviciano – Attuale)
 - Classe **Ophiuroidea** (Ordoviciano – Attuale)
- Subphyla **Crinozoa** (Ordoviciano inferiore – Attuale)
 - Classe **Crinoidea** (Ordoviciano inferiore – Attuale)
 - Sottoclasse **Flexibilia** (Ordoviciano medio – Permiano)
 - Sottoclasse **Camerata** (Ordoviciano medio – Permiano)
 - Sottoclasse **Inadunata** (Ordoviciano – Triassico)
 - Sottoclasse **Articulata** (Triassico – Attuale)
- Subphyla **Echinozoa** (Cambriano inferiore – Attuale)
 - Classe **Edrioasteroidea** (Cambriano inferiore – Carbonifero)
 - Classe **Holoturoidea** (Ordoviciano – Attuale)
 - Classe **Echinoidea** (Ordoviciano – Attuale)
 - Sottoclasse **Periscoechinoidea** (Ordoviciano - Attuale)
 - Sottoclasse **Euechinoidea** (Triassico superiore - Attuale)
- **Homalozoa** (Cambriano Medio- Carbonifero inferiore).
 Detti comunemente **Carpoidi**. Subphylum molto eterogeneo. Echinodermi con teca appiattita e asimmetrica o con simmetria bilaterale, ricoperta da piastrine disposte in modo diverso a seconda della specie. Possono essere presenti o meno una o due appendici (o braccia) da una parte e dall'altra, la cui funzione non è chiara; è possibile che venissero usate per convogliare il cibo alla bocca che si trova alla base dell'appendice anteriore. Ritrovamenti recenti del Devoniano inferiore suggeriscono potessero essere usate per il movimento. Bocca (normalmente alla base delle braccia) e ano ben evidenti. Sono suddivisi in quattro classi che si differenziano per la presenza o assenza delle braccia, delle appendici, la presenza di un singolo ambulacro o più ambulacri, per la diversificazione delle piastre della teca che possono essere tutte più o meno uguali o diverse, e nella posizione della bocca e dell'ano che normalmente sono nelle posizioni opposte del corpo. Le classi prendono il nome di:
 - **Ctenocystoidea** (Cambriano Medio)
 - **Homostealea** (Cambriano Medio)
 - **Homoiostealea** (Cambriano Medio – Devoniano)
 - **Stylophora** (Cambriano Medio – Carbonifero Superiore)





• **Blastozoa** (Cambriano – Permiano)

Forme esclusivamente fossili a simmetria raggiata con corpo globoide, muniti di brachiole (o braccia), appendici a funzione nutritiva. I Blastozoi sono complessivamente caratterizzati dalla presenza di una teca globosa e pedunculata, con piastre saldate tra loro in modo robusto e variabili in numero. Sono filtratori microfagi, il tubo digerente ha la forma di una “U” con il lato orale rivolto generalmente verso l’alto, la bocca in posizione mediana; l’ano, gli idropori, i gonopori, vicini tra loro sono in posizione orale o laterale, mai aborale; spesso sono presenti delle speciali strutture respiratorie tecali. Vivono fissati al substrato in genere per mezzo di un peduncolo più o meno lungo alla cui base si ramifica per ancorarsi.

Sono forme paleozoiche e la loro classificazione é basata sulla simmetria della teca in base alla quale si dividono in quattro classi:

◦ **Diploporita** (Cambriano – Devoniano)

◦ **Rhombifera** (Cambriano – Devoniano)

Diploporita e Rombifera sono comunemente chiamati **Cistoidi** e hanno avuto una diffusione dal Cambriano al Devoniano con massima diffusione nell’Ordoviciano. Hanno un corpo globoso, possono essere presenti delle **brachiole**, due sviluppate da una parte o una serie meno sviluppata e più piccola in un lato del corpo. Tendenzialmente si hanno due modi di vita: o usano il peduncolo (che non è ramificato) per legarsi a qualcosa oppure appoggiati sul fondale. La struttura generale del corpo delle due classi è la stessa, ciò che cambia è un sistema di irraggiamento di acqua all’interno del corpo dalle placche. Nei Rombiferi l’unione delle placche dà l’impressione che vi siano dei rombi, nei Diploporita le placche sono finemente perforate da coppie di pori.

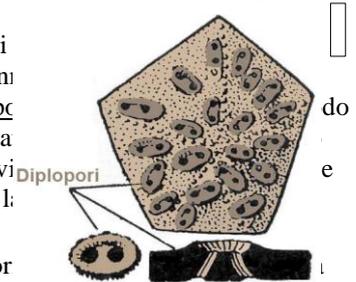
Sono echinodermi paleozoici pedunculati o appoggiati sul fondo marino, formati da piastre poligonali, in numero variabile da poche decine a qualche centinaio, provvisti di brachiole.

Il corpo principale della teca, chiamato **calice**, può presentarsi sferico o ellissoidico.

Il **peduncolo**, talora assente, è costituito da una serie di piastre sovrapposte a contorno circolare o poligonale, permette di aggrapparsi ad altri oggetti o di fissarsi al substrato tramite un sistema di ancoraggio simile a delle radici. La parte superiore della teca è provvista di una o più brachiole.

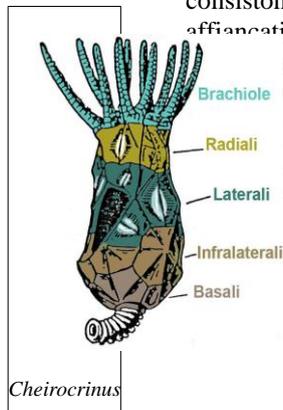
Sulla base delle aperture molto caratteristiche (**pori tecali**), si distinguono due principali

- Diploporita con pori esotecali. Hanno teca globulare, le cui piastre hanno sono disposte in simmetria pentamera ognuna delle quali ha più pori per irregolare; le brachiole (da 3 a 5) si trovano nella zona peristomatica (a diplopori attraversano la teca subverticalmente, il peduncolo è poco sviluppato nelle forme adulte. Vivevano appoggiati al substrato con le brachiole da un lato e il peduncolo.
- Rombifera con aperture a fessura endotecali. Hanno teca globulare formata da aree ambulacrali (che corrispondono alle brachiole), che variano in numero (da 2 a 5). La bocca si trova nella sommità della teca, ed è coperta da piastre comunicanti con gli ambulacri. Molti



Cystoblastus

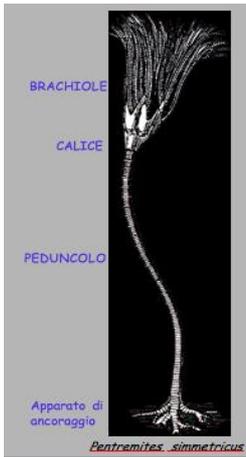
Le placche disposte irregolarmente. Solo alcuni hanno una disposizione pentamera (Ord. M.-Sup., USA), in cui si distinguono 4 cerchi di placche: i primi due sono radiali, laterali, infralaterali e basali che nel numero possono variare da 3 a 5. Il terzo è caratteristico della specie. Se i cerchi sono solo 3, come in *Cystoblastus*, mancano le basali. Si distingue dai Blastoidi per la mancanza delle placche deltoidi. L’ano si trova in un lato della teca, spesso alla sommità di una piramide costituita di piastre (da 5 in su). Il gonoporo e idroporo possono essere presenti o meno. Le strutture respiratorie consistono in serie romboidali di pieghe o di canali; l’organizzazione dei pori è tale da vederli affiancati a formare figure romboidali tra due piastre adiacenti, cosicché la sutura di queste ultime ne forma una serie pentagonale. L’unione di due pori opposti avviene grazie a fessure o canali, di cui sono variabili in numero e forma.



Cheirocrinus

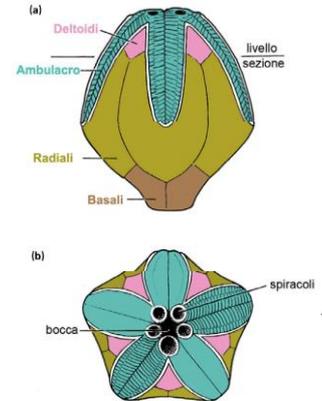
Si distinguono due tipi di pettinirombi fra placche adiacenti: congiunti, disgiunti e criptorombi (o rombi nascosti). I pettinirombi congiunti sono coperti per un tratto verso l’esterno per tutta la loro lunghezza e sono detti congiunti, oppure possono essere coperti per un tratto solo in prossimità delle suture tra le placche, e sono detti disgiunti. In alcuni casi possono sporgere all’esterno e formare una serie di pettinirombi che formano allineamenti romboidali convergenti verso il centro delle placche e prendono il nome di pettinirombi convergenti.

Le brachiole sono appendici nutritive che formano allineamenti romboidali convergenti verso il centro delle placche e prendono il nome di pettinirombi convergenti.

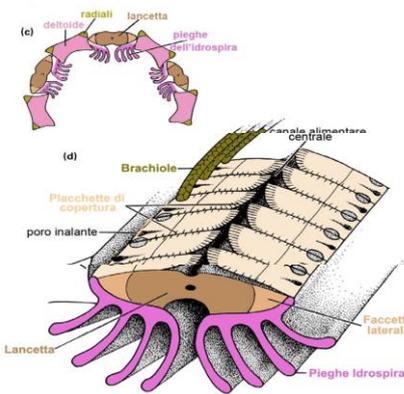


◦ **Blastoidea** (Siluriano – Permiano) sono significativi nel Carbonifero e Permiano. Comunemente chiamati Blastoidi, sono un gruppo particolarmente importante. Il corpo è divisibile in un calice con le brachiole e in un peduncolo con apparato di ancoraggio. Il peduncolo più o meno lungo è un'asta sottile flessibile (mai rigida) che si fissa al substrato con rizoidi (apparato di ancoraggio) ed è costituito da piastre colonnari unite da superfici crenulate. Ha come massima lunghezza 25 cm; al centro presentano un foro circolare. Il calice o teca ha forma globulare o piriforme (forma di fiamma) ed è formato da serie di piastre disposte in modo regolare e caratteristico. In tutti i blastoidi il calice o teca è composto da **4 serie di piastre**:

- **3 piastre basali** a contatto con il peduncolo
- **5 piastre radiali** incise o biforcute (a forma di u, dove vanno ad inserirsi le piastre ambulacrali)
- **5 piastre deltoidi** alternate a
- **5 piastre lancette o ambulacrali**

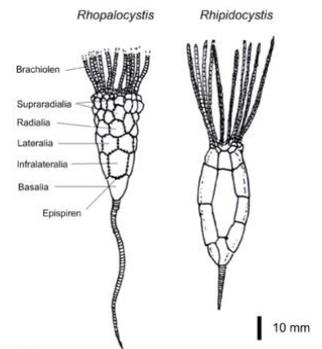


La bocca, subpentagonale, è al centro del polo distale ed è contornata da 1 o 2 fori chiamati spiracoli per zona ambulacrale. Sono organismi sospensivori filtratori. Le brachiole portano il nutrimento verso il foro centrale e questo porta alla bocca. L'ano è posto in posizione interambulacrale. Nella parte inferiore, una struttura complessa che prende il nome di **idrospira**, tramite il movimento dell'acqua convoglia verso la bocca e crea ossigenazione. La struttura delle aree ambulacrali è molto complicata: l'asse è occupato da un elemento calcareo allungato: le **lancette** o placca lanceolata, fiancheggiata da **placche laterali**. La lancetta è percorsa da un canale longitudinale, che parte dalla bocca e dal quale si dipartono i canali trasversali. Canali e canalicoli sono ricoperti da placchette proprie. Ai lati degli ambulacri si possono avere le cicatrici dei brachioli e i **pori idrospirici**. Questi comunicano con un sistema di canali, **pieghe idrospiriche**, disposti sotto i margini delle lancette che confluiscono negli spiracoli. Hanno numerose morfologie.



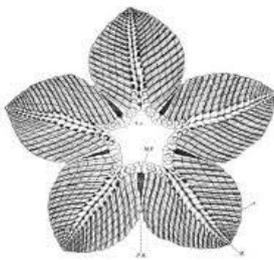
degli ambulacri si possono avere le cicatrici dei brachioli e i **pori idrospirici**. Questi comunicano con un sistema di canali, **pieghe idrospiriche**, disposti sotto i margini delle lancette che confluiscono negli spiracoli. Hanno numerose morfologie.

- **Eocrinoidea** (Cambriano inferiore – Siluriano)
Sono i più antichi echinodermi, piuttosto rari. Le piastre tecali sono numerose, poligonali disposte irregolarmente. I brachioli sono lunghi e sottili in numero variabile; possono presentarsi dei pori tecali. Hanno un peduncolo di lunghezza variabile. Vivevano appoggiati al fondale senza ancorarsi ad esso. Le dimensioni sono di pochi centimetri. Sono conosciuti circa 30 generi. Non vi è una grande documentazione.



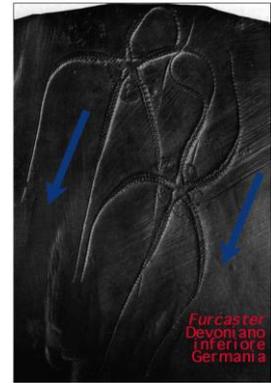
• **Asterozoa** (Ordoviciano - Attuale)

Sono Echinodermi liberi a corpo depresso a forma pentagonale o di stella. Sono mobili e presentano cinque o più braccia. Bocca in posizione centrale inferiore e sullo stesso lato è l'apparato acquifero e dei pedicelli ambulacrali. L'intestino può essere prossimo alla bocca oppure in posizione aborale, insieme al madreporite. Sono scarsamente documentati come fossili perché non hanno parti dure se non piccoli **ossicoli** dispersi. Si conservano principalmente come tracce. Vengono suddivisi in tre Classi:



- **Somasteroidea** (Ordoviciano – Devoniano) Sono echinodermi primitivi, morfologicamente simili agli Asteroidea. Scheletro dorsale costituito da placchette tutte simili e scheletro ventrale molto più complesso. Ossicoli mandibolari piccoli. Sono considerati gli antenati degli *Ophiuroidea* e degli *Asteroidea*. Le Ofiure nascono attraverso la riduzione di tutti gli organi principali all'interno del disco centrale da cui partono le braccia.
- **Asteroidea** (Ordoviciano – Attuale) Non esiste un corpo centrale differenziato ma è costituito dalla confluenza delle braccia che sono depresse e contengono appendici intestinali e gonadi. Sulla faccia ventrale delle braccia sono presenti una doppia fila di ambulacri, poi le piastre adambulacrali e sul margine quelle marginali. La documentazione fossile è scarsa. Vivendo spesso semisepolto nel limo e nella sabbia possono lasciare tracce, (categoria etologica dei Cubichnia).

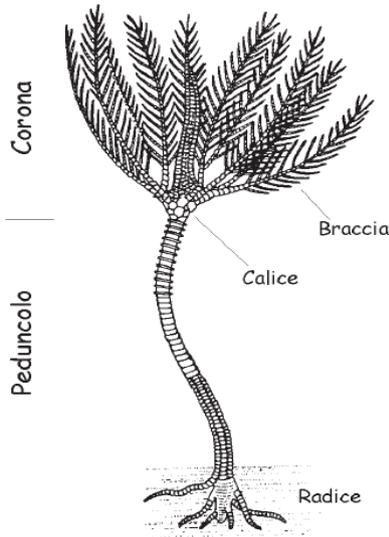
- **Ophiuroidea** (Ordoviciano – Attuale) note per lo più in casi di fossilizzazione eccezionale o come tracce fossili. Caratteristica è la forma, con al centro un disco piatto e alla periferia braccia serpentiformi distinte dal corpo, molto mobili. Il corpo è a forma di disco che ventralmente porta la bocca e il madreporite; manca l'ano. Attorno alla bocca, a forma di stella, sono presenti cinque mascelle e cinque piastre orali.



- **Crinozoa** (Ordoviciano inferiore - Attuale)

Nel subphylum *Crinozoa* esiste la sola classe **Crinoidea**.

I **crinoidi** sono una delle più complesse e organizzate classi di echinodermi. Sono abbondantissimi. Esistono rocce costituite interamente da parti di stelo di crinoide. È raro trovare crinoidi completi perché i singoli ossicoli non sono saldati tra di loro ma sono tenuti assieme da tessuto organico. Le uniche parti compatte sono quelle del calice.



Sono comparsi nel Cambriano e ancora oggi sono ampiamente diffusi in tutti i mari del pianeta, dai poli all'equatore e a profondità anche ragguardevoli. Sono gli Echinodermi più abbondanti come fossili.

Per lo più si tratta di organismi sessili, tuttavia forme flottanti sono note sia attualmente, sia allo stato fossile. Molti crinoidi attuali hanno un peduncolo estremamente ridotto mentre nei fossili è sviluppato sino ad arrivare ad alcuni metri.

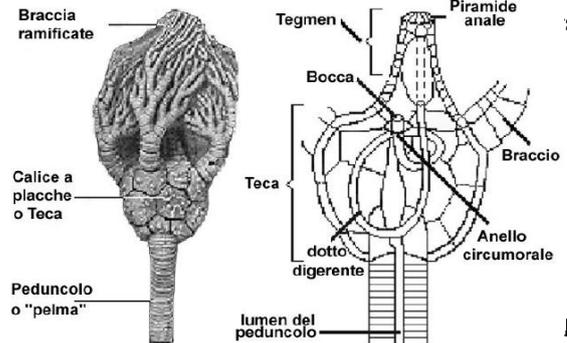
La simmetria pentamera è sempre ben evidente.

In prima approssimazione hanno l'aspetto di un fiore e sono detti anche "gigli di mare": il loro scheletro, infatti, è composto da una corona sommitale e da un peduncolo (o stelo).

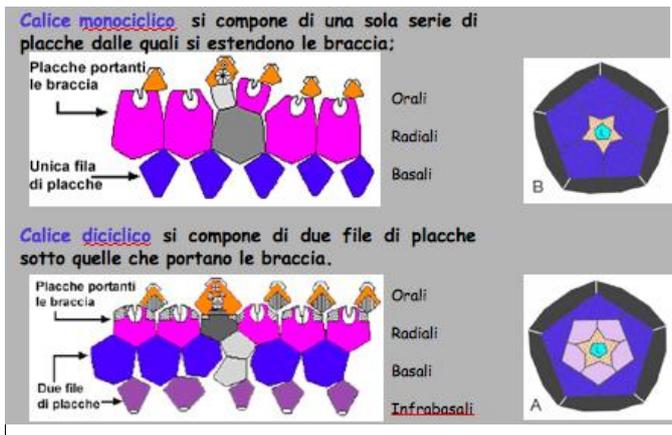
Lo scheletro dei crinoidi, come quello di tutti gli echinodermi, è costituito da morte in numerosi articoli is note con il termine di

comprende una teca, o calice, e numerose braccia.

Il **calice** è in genere formato da due o tre cicli di piastre ed è chi bocca. È presente sempre nella parte alta una caratteristica piramide. Dal ciclo superiore di piastri radiali si dipartono le braccia.



Due sono i **tipi principali di calice**:



sulla teca non c'è nessuna conformazione.

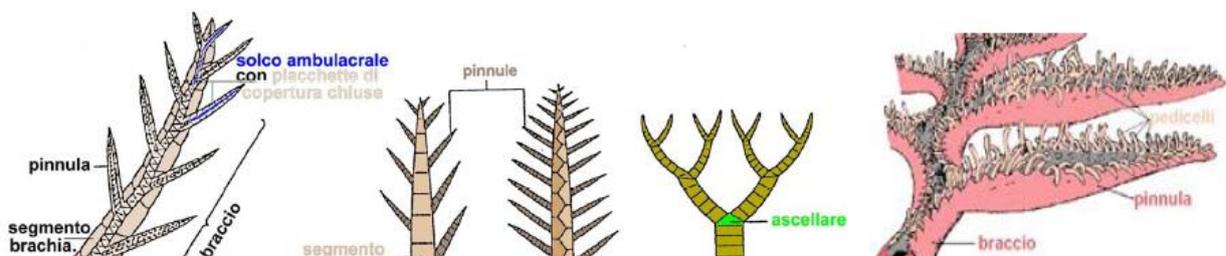
Quando viste dal basso (immagini A e B) abbiamo due tipi di crinoidi a seconda della disposizione delle placche:

il primo tipo (A) con un primo giro di 5 placche, un secondo giro di 5 placche, un terzo giro di 5 placche e poi quelle portanti le braccia, dopodiché delle placchette più piccole attorno alla bocca; una un po' più grande contiene madreporite nella quale si inserisce il sistema acquifero.

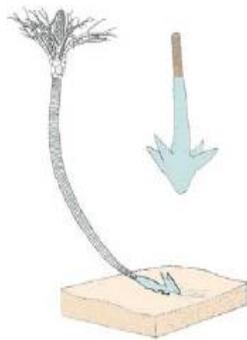
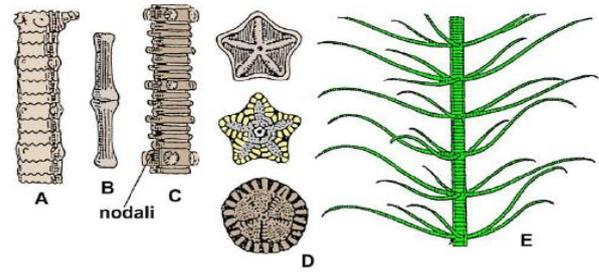
Il secondo tipo (B) è più semplice in quanto mancano le placche infrabasali.

Le **braccia** dei crinoidi sono delle strutture

d'alimentazione specializzate per catturare il particolato alimentare in sospensione, flottante attorno l'animale. Il braccio ha la caratteristica di avere un solco all'interno con una serie di pinnule laterali tutte ricoperte da pedicelli. Nei pedicelli convergono le particelle nutritive in sospensione, vengono portate all'interno del solco e terminano intorno alla bocca. La zona ambulacrale è quella dove ci sono tutti i pedicelli. I pedicelli sono l'equivalente delle spine dei ricci. Sono costituite da un insieme di segmenti brachiali, posti uno sull'altro a formare un lungo braccio composto di pinnule, solchi ambulacrali, pedicelli ambulacrali e placchette di ricoprimento. Possono essere ramificate. Ogni braccio è costituito da numerose placchette calcaree che si possono trovare isolate nel sedimento.

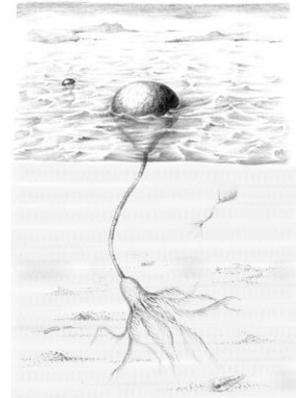


I **dischetti** dello **stelo** sono quasi tutti uguali, a distanza regolare nello stelo possono però essere presenti delle placchette con pedicelli che servono ad attaccarsi o stabilizzarsi. In questo caso le placchette che prendono il nome di “**nodali**” sono diverse dalle altre perché hanno l'inserzione nel pedicello. Gli articoli o “**entrochi**” dello scheletro dei crinoidi si possono distinguere da quelli di altri echinodermi perché la loro forma richiama spesso qualcosa di pentagonale: a volte sono perfettamente circolari ma il lumen all'interno ha la forma pentagonale. Hanno forme caratteristiche su cui si basa anche la sistematica. Il peduncolo mantiene l'animale ancorato al substrato e il calice sollevato rispetto al fondo; può essere lungo svariati metri ed è formato da numerose placchette calcaree, più o meno saldate tra loro e di forma variabile, per garantire flessibilità allo stelo. Gli entrochi sono perforati centralmente creando un “lumen” centrale lungo tutta la struttura. Questa cavità ospita canali e nervi del celoma e gli organi assiali, che fra l'altro, sono interessati ai movimenti dell'animale. Lungo il peduncolo sono presenti **cirri**, appendici molli con funzione sia respiratoria che prensile e si trovano variamente distribuiti lungo la colonna. Hanno sezione circolare o ovoidale e nel punto in cui si inseriscono nella colonna danno luogo alle cicatrici dei cirri. La piastra che porta i cirri è in genere più alta ed è detta **piastra nodale**.



L'apparato radicale a volte si trova allo stadio fossile. Nelle forme sessili, la parte terminale del peduncolo si è trasformata in processi radicali o di ancoraggio che fissano l'animale al substrato. Possono avere forme diverse secondo il tipo di ancoraggio e di substrato. Se hanno uncini con funzione di ancoraggio sono semisessili e si possono attaccare ad un substrato molle mentre con un apparato radicale si ancoravano ad un substrato duro.

Nella famiglia *Scyphocrinidae* (Siluriano-Devoniano) l'apparato radicale si è evoluto in una struttura globosa (**lobolite**) che, avendo funzione di boa, permetteva all'animale di flottare liberamente nei mari. Lo stesso poteva essere lungo anche alcuni metri. Dal punto di vista evolutivo i cirri radicali



di crinoidi planctonici attaccati ad altro, sembra abbiano iniziato a chiudersi inglobando aria/gas formando quindi diverse boe che col tempo hanno permesso il galleggiamento, l'evoluzione poi ha portato ad una unica boa. La superficie del lobolite può essere liscia o ricoperta anch'essa di placche. All'esterno del lobolite erano presenti anche qui dei piccoli cirri che servivano per ancorarsi tra loro. Secondo le ricostruzioni potevano avere uno stile di vita planctonico “sociale” come dei zatteroni di numerosi individui attaccati l'un l'altro. Difficilmente i loboliti si trovano da soli. Quando morivano si staccava lo stelo dal lobolite e sprofondavano. Si trovano quindi molto spesso separati: calici e steli oppure loboliti, da qui la difficoltà di classificazione (che si basa essenzialmente sulla datazione).

Hanno **importanza stratigrafica**, dato che la loro distribuzione è molto limitata, attorno al limite Siluriano-Devoniano. In Sardegna si trovano a Fluminimaggiore (base Devoniano, più evoluti) e nel Gerrei (Siluriano). Anche se di difficile determinazione danno precise indicazioni stratigrafiche. Sono sempre nel limite Siluriano-Devoniano (± 2 Ma).

Esistono altri Crinoidi che hanno sviluppato un modo di vita pelagico in altri intervalli di tempo (come nel Permiano) però il modo di vita era dovuto all'attaccarsi a qualcos'altro di galleggiante senza modificazioni di altro tipo. Le loro dimensioni erano di 10-15-20 cm. I calici erano molto differenziati.

Dal punto di vista **ecologico** i Crinoidi sono forme strettamente legate all'ambiente:



- Le forme abbastanza delicate e a peduncolo lungo e braccia numerose vivevano in mari fangosi e calmi, riparati e poco profondi, in ogni caso sotto il livello dell'onda. Dal tipo di ancoraggio si capisce l'ambiente (fangoso oppure roccioso).
- Negli ambienti di scogliera, e quindi di alta energia, vivevano le forme massive, corte con radici ben sviluppate, o fissate direttamente al substrato con la capsula dorsale, avevano calici molto robusti senza quasi articolazione tra le placche.
- Esistono poi le forme (soprattutto in quelli attuali) libere senza peduncolo, che si possono spostare per brevi tratti, come *Saccocoma* e *Comatula*; hanno un apparato radicale attaccato al calice.
- Le forme pelagiche avevano peduncoli lunghi anche vari metri.

Attualmente sono legati alla temperatura: quella ottimale è tra i 12° e 18°; un aumento o diminuzione porta all'atrofia o allo sviluppo abnorme delle piastre basali. Esistono anche in acque tropicali con acqua più calda ma a profondità maggiori. Normalmente vivono in condizioni di salinità normale o in acque un po' meno salate. Tollerano salinità tra

24 % e 36 %. Non tollerano acque iper-salate: non ci sono documentazioni né nell'attuale né nei fossili.

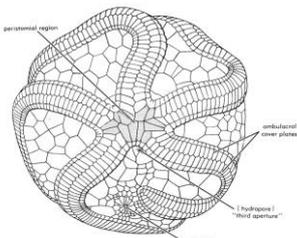
Per quanto riguarda la classificazione esistono **4 sottoclassi** con un discreto numero di ordini:

- **Flexibilia** (Ordoviciano Medio – Permiano) presentano un calice diciclico (con soltanto due file di placche, mancano le infrabasali) cono con placche articolari allentate; braccia uniseriali senza pinnule e ramificazioni; un tegmen flessibile con molte piccole placche ed un peduncolo molto sviluppato circolare privo di cirri e con placche di piccole dimensioni.
- **Camerata** (Ordoviciano Medio – Permiano) Gruppo molto abbondante di crinoidi Paleozoici (circa 210 generi). Possiedono un calice sia monociclico sia diciclico. I Camerata sono caratterizzati dall'aver molte placche formanti il calice, da un tegmen e loboliti dove le grosse placche si dispongono rigidamente, brachiali ed interbrachiali fisse; dalla mancanza d'idroporo (nelle placche orali) e di braccia con pinnule, lunghe e molto ramificate.
- **Inadunata** (Ordoviciano – Triassico) Oltre 200 specie. Sono i crinoidi più primitivi, hanno un calice rigido con brachiali libere e strettamente connesse con le radiali. La bocca è sotto il tegmen, le braccia per lo più uniseriali e rigide possono o no avere pinnule. Generalmente la simmetria pentamera è mascherata dalla presenza delle placche radiali. Calice monociclico o diciclico. Le placche sono fortemente saldate tra loro. Quando si trovano crinoidi interi, sono quasi sempre appartenenti a questa sottoclasse.
- **Articulata** (Triassico – Olocene) Comprende quasi tutti i crinoidi post-paleozoici, tutti quelli attuali.

La maggior parte delle forme è monociclica; presenti anche forme dicicliche con piastre basali ridotte.

L'evoluzione sembra quindi avere portato a forme più complesse inizialmente per poi tornare a forme più semplici con la riduzione di un giro di placche.

- **Echinozoa** (con corpo globoso e si possono muovere) Sono echinodermi dal corpo globoso, cilindrico, discoidale o a campana. Modo di vita libero sul substrato. Sono divisi in tre classi:



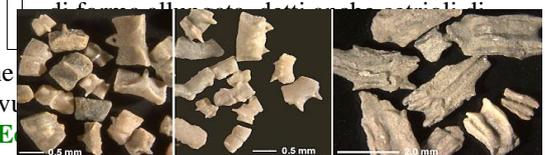
- **Edriastroidea** (Cambriano Inferiore – Carbonifero). Esiste una documentazione piuttosto rara. Sembrano dei cuscinetti coperti di placchette con ambulacri rigidi nella parte superiore e un andamento ricurvo. Bocca in posizione superiore centrale dove terminano gli ambulacri e piramide anale in posizione laterale, coperto di placchette. Viene considerato un probabile antenato dei ricci assieme ad alcuni crinoidi. Il nome significa "cuscinetto a stella" perché molti di essi somigliano a piccoli cuscini con impressa sulla faccia superiore una sorta di stella di mare. Vivevano per la maggior parte fissati al fondo direttamente con la teca o, talvolta, con un brevissimo peduncolo. La teca, flessibile, è composta di numerose placchette disposte in maniera più o meno

regolare e può avere un diametro compreso tra 0.5 e 6 cm; sono molto piccoli. Nella parte superiore della teca si trova la bocca, in posizione centrale, dalla quale si irradiano 5 ambulacri dritti o ricurvi. L'apertura anale è situata su una minuscola piramide nell'area interambulacrale posteriore.

Prediligevano fondali carbonatici di ambiente litorale e specialmente fondali rocciosi calcarei. Vivevano appoggiati al fondale con qualche piccola possibilità di movimento. Vengono ricostruiti con una teca non eccessivamente rigida. Gli Edriastroidea raggiungono la diffusione massima nell'Ordoviciano. Nel complesso non rivestono grande importanza stratigrafica, ma destano interesse dal punto di vista evolutivo, essendo considerati da vari autori come forme di transizione tra i Pelmatozoi e gli Eleuterzoi (tra le forme sessili e le forme mobili). Hanno avuto la massima differenziazione nell'Ordoviciano, arrivano sino al Carbonifero ma non sono mai una componente abbondante o significativa della fauna.

- **Holothuroidea** (Ordoviciano – Attuale). Echinodermi mare.

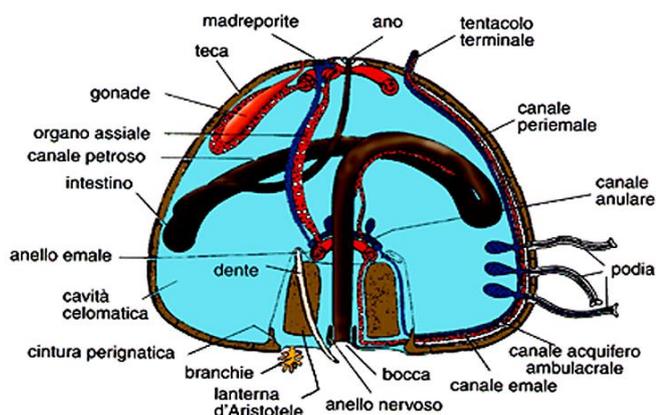
Documentazione fossile scarsissima. Esistono rari casi di fossilizzazione ossicoli isolati dalle dimensioni millimetriche (2-3 mm). Il gruppo ha avuto



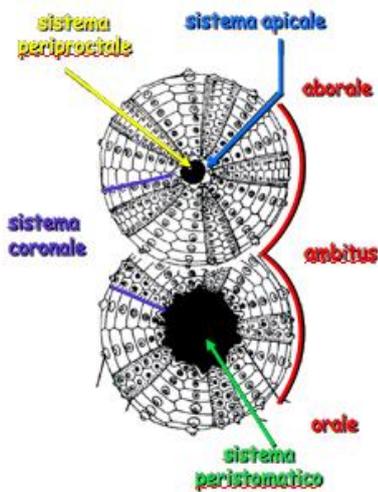
Documentazione fossile abundantissima (in Sardegna soprattutto nel Miocene). Sono i comuni ricci di mare e sono i più numerosi e studiati tra gli Echinodermi e anche dal punto di vista fossile sono i più comuni. La loro forma può essere sferica o sferica appiattita, emisferica o ovale o a forma di piastra. La simmetria è pentaraggiata negli Echinoidei **regolari** e bilaterale in quelli **irregolari**.

Possono vivere liberi sul fondo, sepolti nella sabbia e nei fanghi molli a varia profondità, oppure in nicchie prodotte da loro stessi anche in rocce molto dure. In generale gli Echinidi all'interno sono costituiti da: madreporite nella parte superiore, sistema acquifero (per la locomozione e movimento delle spicole e per

procacciarsi il cibo), anello intorno alla bocca da cui il sistema acquifero con 5 raggi risale con in corrispondenza degli apicoli per muoversi, sistema emale parallelo. La bocca è inferiore, in alcuni casi con una struttura particolare chiamata



lanterna di Aristotele (un sistema molto complesso di oltre 20 placchette), l'ano è in posizione superiore. In quelli di simmetria bilaterale l'ano può migrare lungo il piano di simmetria e si può trovare in posizione laterale o in posizione inferiore; anche la bocca può leggermente ruotare ma rimane sempre al di sotto della madreporite. La teca è tipicamente globulare emisferica, discoidale, sub-ellissoidica, o cordiforme (a cuore); la bocca, collegata con un apparato masticatore, (lanterna di Aristotele) è situata sul lato inferiore. Le placchette prendono il nome di sistemi (giri di placche).



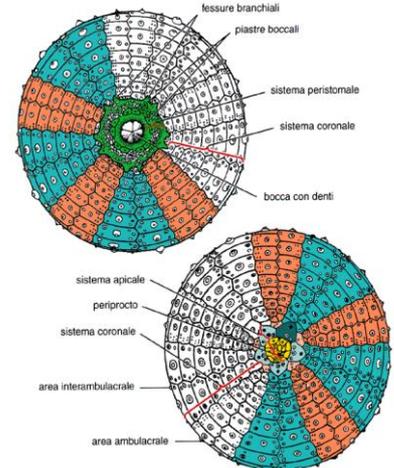
La teca è costituita da due principali sistemi di piastre: **sistema apicale**, il **sistema madreporico** con una placca più grande perforata che è il madreporite e **sistema coronale** (tutte le placche tranne il giro più basso e uno o due giri più alti) e da due sistemi minori: **sistema periproctale** (intorno all'ano), **sistema peristomatico** (intorno alla bocca).

Esternamente le piastre sorreggono spine, radioli, pedicellari e sferidia.

La superficie inferiore è denominata **orale**, quella opposta **aborale**.

La circonferenza massima della teca è detta **ambitus** e può essere alla base o più o meno centrale nei regolari.

Poi sono presenti un'area ambulacrale alternati un'area interambulacrale (in questo esempio abbiamo doppie file, in altri casi è diverso). Il tubo intestinale, dopo aver descritto delle spirali termina nell'ano o



periprocto, che nelle forme primitive si trova al polo opposto alla bocca.



Negli echinoidi REGOLARI il sistema periproctale, che circonda l'ano, è a sua volta circondato dal sistema apicale (piastre genitali e piastre oculari) e viene definito **endociclico**.

Il passaggio a forme IRREGOLARI a simmetria bilaterale avviene con la migrazione graduale del periprocto in direzione posteriore (**esociclico**).

Il **sistema apicale** che circonda il periprocto e può essere composto

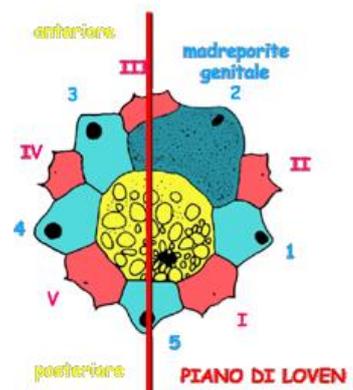
da uno o due giri, nel caso di due giri si avranno:

5 piastre oculari (dette anche radiali o neurali) generalmente più piccole, sono perforate anche interradianali o basali) sono perforate da uno o più pori. La madreporite, solitamente la più grande e perforata da uno o più idropori, viene situata nell'ano, in echinidi irregolari si osserva la regressione di quattro piastre. La madreporite assume una forma sub-pentagonale (sistema apicale monoblocchetto) con 10 zone composte da cinque zone ambulacrali che si dipartono dai radioli che partono dalle piastre genitali ed hanno un andamento radiale. La madreporite ha una diversa e le placche possono differire per numero e dimensioni dalle altre vicine per mezzo di suture. I radioli sono di calcite, perforati e difesi e sui gusci, il punto da cui si diparte il radiolo è evidente soprattutto nelle zone ambulacrali, meno nelle interambulacrali ma



In teca irregolare gli ambulacri non sono aperti (cioè non arrivano da una parte all'altra), possiamo averli più o meno sviluppati ma facilmente arrivano solo ad un certo punto; possono essere depressi, petaloidi chiusi o petaloidi aperti, sino a casi in cui gli ambulacri si sganciano e si spostano tre in una posizione e tre dalla parte opposta. Le morfologie sono varie e rientrano nella classificazione; molto importante per la classificazione è anche la morfologia delle placchettine che si trovano in posizione interambulacrale.

Per orientare gli echinidi regolari si deve riconoscere dove è situata la madreporite e si deve porre in alto a destra). Negli irregolari il piano di simmetria più usato è quello di **LOVEN**. Esso coincide negli echinoidi irregolari con il piano di simmetria bilaterale che passa attraverso la bocca, l'ano ed il sistema apicale allineati lungo l'asse antero-posteriore. Lungo tale asse avviene la migrazione dell'ano. Le piastre del sistema apicale sono numerate in relazione al piano di LOVEN.



In molti echinoidi, soprattutto nei regolari, è presente la Lanterna di Aristotele. Il sistema peristomatico è formato da piastre che circondano la bocca, dalla quale sporgono le punte masticatorie.



L'origine, la forma e la disposizione delle piastre è differente nei diversi gruppi sistematici.

La **Lanterna di Aristotele** (apparato masticatore):

è composta da 10 semipiramidi saldate in corrispondenza degli ambulacri due a due per formare cinque piramidi. Le piramidi sono unite tra loro da fibre muscolari e da piastre calcaree dette rotule, al di sopra delle quali sono situati dei bastoncini sottili (compassi). Le complessive 40 piastre flessibili e snodate tra loro: 5 denti, 10 semipiramidi, 10 epifisi, 5 rotule, 5 compassi doppi, sono unite e azionate da muscoli.

Dal punto di vista della classificazione abbiamo due sottoclassi:

- Sottoclasse *Periscoechnoidea* (Ordoviciano-Olocene) Echinoidi endociclici regolari.
- Sottoclasse *Euechnoidea* (Trias superiore-Olocene) Echinoidi endociclici ed ectociclici, regolari e irregolari.

Entrambi sono noti fossili e presenti anche adesso. Dal punto di vista della storia evolutiva i ricci Paleozoici non sono particolarmente abbondanti.

I primi Echinoidi Regolari apparvero nell'Ordoviciano derivando, forse, dai Cistoidi. Tuttavia, tutte le caratteristiche dei veri Echinoidi furono raggiunte solo nel Carbonifero durante il quale erano presenti grandi Echinoidi Regolari della sottoclasse Periscoechnoidei (detti anche Paleoechinidi).

Solo il genere *Miocidaridaris* sopravvisse alla grande estinzione di fine Permiano.

Nel Triassico Inferiore si originarono le forme dell'ordine Cidaroidi (*Euechnoidea*). Questi ultimi, con una grande radiazione adattativa diedero origine a tutti gli ordini di Echinoidi mesozoici, fossili e viventi, oggi noti. Da questo periodo i Regolari subirono una lenta evoluzione mentre gli Irregolari, comparsi soltanto nel Giurassico Inferiore, effettuarono evoluzioni che portarono notevoli cambiamenti nella struttura esterna dell'animale. Attualmente sono molto più abbondanti gli irregolari rispetto ai regolari.

Nella sottoclasse *Periscoechnoidea* ci sono echinoidi regolari, endociclici, olostomi (bocca in posizione centrale). Attualmente il solo ordine dei Cidaroidi. Le forme fossili, vissute nel Paleozoico, piuttosto grandi, aree ambulacrali di ampiezza varia costituite da colonne di 2-20 coppia di pori; aree interambulacrali da 1 a più colonne di piastre. Il madreporite in dimensioni molto ridotte). Lanterna di Aristotele presente con denti solcati. I Cidaroidi sono echinoidi con forme di vario tipo (regolari e irregolari); corona composta da 5 ambulacri. Piastre unite da suture rigide o congiunte da tegumento flessibile. Sistema madreporico principalmente nel sistema apicale (endociclico), secondariamente nell'interambulacro posteriore. La Lanterna di Aristotele esterna con denti scanalati o solcati oppure assenti; peristoma glifostomo o olostomo.

Nella sottoclasse *Euechnoidea* ci sono ricci caratterizzati da radioli di grandi dimensioni dalle forme diverse, anche

irregolari. Possono avere la riduzione della teca sino ad avere solo un ambulacro, dalla presenza di ugelli.

