



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE

Corso di Laurea
Scienze Biologiche

**Predazione nei reperti fossili Marini: studi, dati,
riconoscimento, fattori ambientali e comportamento**

Predation in the marine fossil record: Studies, data, recognition,
environmental factors, and behavior

Tesi di Laurea di:
di:

Andrea Ginelli

Docente Referente
Chiar.mo Prof.

Anna Sabbatini

Sessione Autunnale

Anno Accademico 2019/2020

PREDAZIONE NEI REPERTI FOSSILI MARINI:

Studi, Dati, Riconoscimento,
Fattori Ambientali e Comportamento

UNIVERSITA' POLITECNICA
DELLE MARCHE

Studente Andrea Ginelli
Prof.ssa Anna Sabbatini



DISVA - DIPARTIMENTO DI SCIENZE
DELLA VITA E DELL'AMBIENTE
TESI - 2020 - TRIENNALE



Introduzione

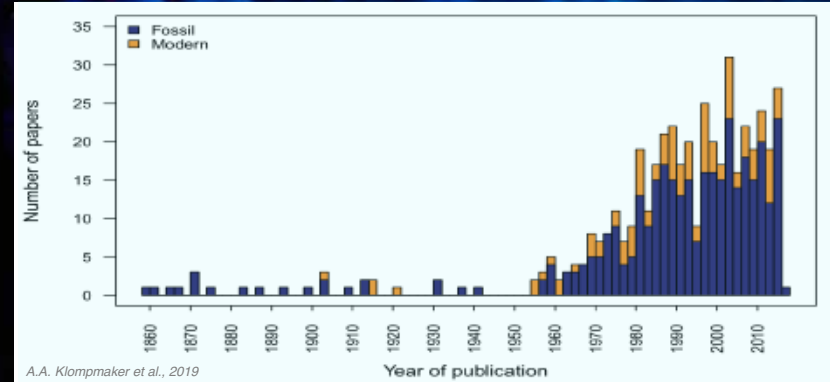


La predazione è considerata, da molti ecologi e paleontologi, come una delle forze più importanti che hanno modellato la storia evolutiva degli ecosistemi marini dal Neoproterozoico in poi.

Dagli anni '60 le pubblicazioni riguardanti la predazione hanno subito un rapido incremento e si sono focalizzate sempre più sull'analisi dei fossili per testare nuove ipotesi ecologiche ed evolutive.

Gli obiettivi di questo articolo sono:

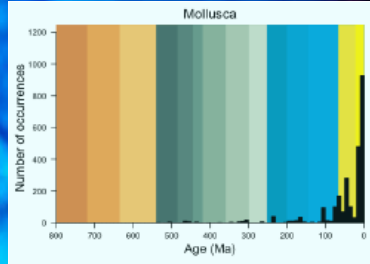
- *rivedere i dati disponibili nella documentazione fossile e gli studi già condotti sulla predazione;*
- *chiarire come riconoscere le prove di un'avvenuta predazione e i fattori potenzialmente ambigui;*
- *valutare l'influenza dei gradienti ambientali sulle interazioni preda-predatore oggi e nel tempo geologico;*
- *interpretare il comportamento dei predatori e delle loro prede negli ecosistemi marini del passato.*



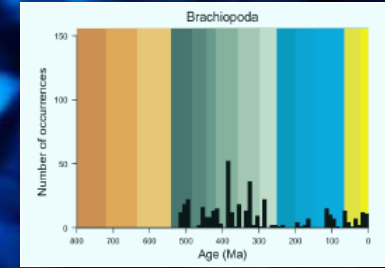
Tipologie di Studi e Dati



Delle principali strategie che i predatori marini usano per catturare le loro prede, lo studio della predazione fossile si concentra sulla rottura pre-ingestiva e sulla perforazione.



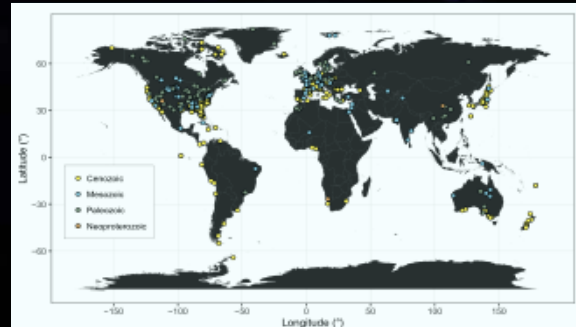
La documentazione fossile accumulata sulla predazione proviene in gran parte dall'Europa, dal Nord America e dal Giappone. Il Tardo Cenozoico (Neogene e Quaternario) contiene fino al 49,0% di tutto il materiale sulla predazione fossile presente all'interno del database.



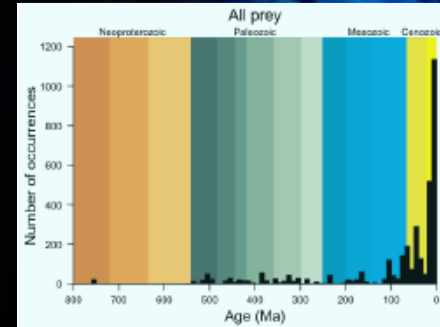
A.A. Klompmaker et al., 2019

A.A. Klompmaker et al., 2019

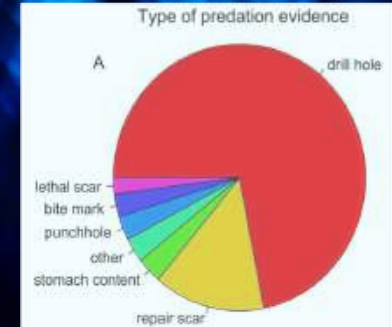
La maggior parte di questi dati appartengono ad ambienti marini poco profondi e consistono principalmente in fori e cicatrici, dei quali i molluschi sono il clade più rappresentativo.



A.A. Klompmaker et al., 2019



A.A. Klompmaker et al., 2019



A.A. Klompmaker et al., 2019

Riconoscimento della Predazione

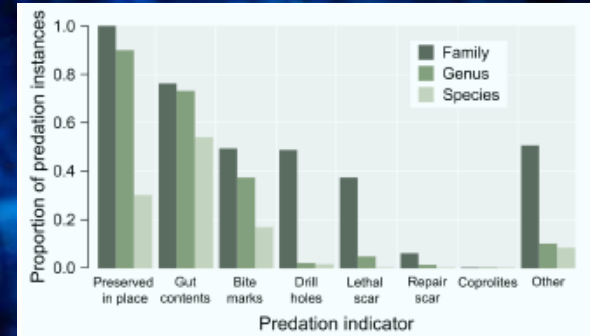


Caratteristiche	Parassiti	Predatori
Fori di perforazione:	<i>Multipli</i>	<i>Singoli</i>
Fori guariti o riparati:	<i>Comuni</i>	<i>Rari</i>
Correlazione tra fori ed anatomia:	<i>Assente</i>	<i>Probabile</i>
Dimensioni dei perforatori:	<i>Piccole</i>	<i>Grandi</i>
Fossilizzazione con la preda:	<i>Comune</i>	<i>Molto Rara</i>

Tracce Biotiche e Abiotiche:

- *Stereotipia comportamentale;*
- *Presenza di cicatrici complementari o dell'attaccamento;*
- *Presenza del creatore della traccia nella stessa unità stratigrafica;*
- *Dimensioni / geometria coerente con l'accesso ai tessuti;*
- *Somiglianza morfologica con tracce fatte da predatori o parassiti esistenti.*

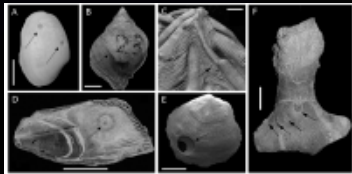
Identificazione del Predatore:



A.A. Klompmaker et al., 2019

Predazione Fallita:

- *Scarsa efficienza del predatore;*
- *Efficacia delle misure di difesa della preda;*
- *Abbandono dell'attacco per interruzioni fisiche o per agenti esterni.*



A.A. Klompmaker et al., 2019

Fattori che Influenzano le Tracce:

- *Un foro può modificare l'idrodinamicità e il trasporto differenziale potrebbe modificare la frequenza di perforazione originale;*
- *Fattori chimici o fisici possono portare a diversi potenziali di conservazione e l'effetto sulla visibilità di una cicatrice di riparazione può influenzare la frequenza di riparazione;*
- *Cicatrici di riparazione potrebbero essere più o meno visibili in relazione all'ornamentazione dei taxa;*
- *Protocolli di campionamento e elaborazione possono influenzare frequenze e percentuali.*

Gradienti e/o Fattori Ambientali



Gran parte degli aspetti dell'ambiente fisico marino varia con la profondità dell'acqua:

- *Energia dell'acqua*
- *Ossigenazione*
- *Produttività primaria*
- *Sostanze nutritive*
- *Temperatura*
- *Metabolismo*
- *Natura del substrato*
- *Salinità*
- *Acidificazione*
- *Visibilità*
- *Probabilità di disturbo*
- *Illuminazione*

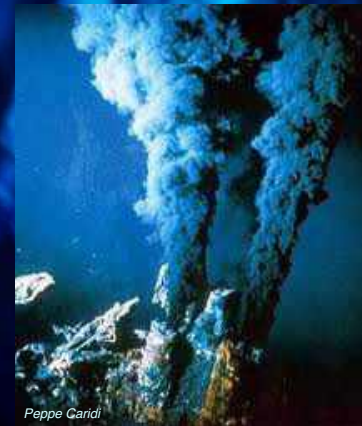


Craig Smith and Mike daGruy

La maggior parte degli studi ha concluso che l'habitat deve essere preso in considerazione nel momento in cui si compara nello spazio e nel tempo, ma i modelli a lungo termine nella predazione devono riconoscere che i substrati stessi si sono evoluti.

Al variare dei gradienti latitudinali, longitudinali e di profondità, diverse combinazioni di prede e predatori entrano in contatto. Questo porta a nuove e diverse distribuzioni, densità, abbondanze di specie e a variazioni nelle composizioni delle varie comunità.

Il mare profondo è stato generalmente considerato come un rifugio dalla predazione sebbene le sorgenti idrotermali di acque profonde, le fughe di idrocarburi e le "Whale Falls" mostrino modelli di predazione differenti. Rappresentano tatuaggi irregolari e transitori, dominati da chemiosintesi.



Peppe Garidi

Comportamento dei Predatori

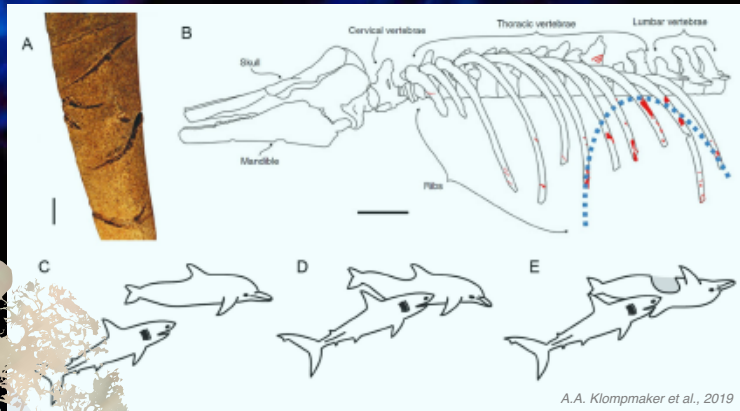


Il comportamento dei predatori varia a seconda di diversi fattori e indubbiamente rilevanti tra i criteri di scelta della preda troviamo: la sazietà e la fame, la disponibilità della preda preferita e la presenza / assenza di vere e proprie prede.

Nella scelta della preda, grandissima importanza hanno anche i rapporti dimensionali tra predatore e preda che, se non adeguati al rapporto costi / benefici, possono portare ad attacchi di gruppo.

Il comportamento predatorio è distinto in tre fasi ed in relazione al comportamento predatorio, l'energia dedicata a ciascuna di queste varia. Distinguiamo la fasi in:

- *Ricerca*
- *Inseguimento*
- *Soggiogamento*



A.A. Klompmaker et al., 2019

Per ovviare alle difficoltà meccaniche, in relazione alla morfologia e alla posizione della preda all'interno della colonna d'acqua / substrato, i predatori hanno affinato le loro capacità predatorie modificando:

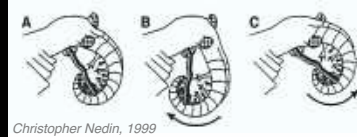
- *La direzionalità degli attacchi;*
- *Il comportamento di gestione dell'attacco.*

A livello fossile è più facile risalire ad un cambio del predatore più che a variazioni del comportamento.

Strategie e Morfologie Difensive



Le strategie difensive dipendono dalle dimensioni e dalle tipologie dei predatori e dalle modalità di predazione da questi utilizzate. variare nel tempo e, non è detto che, dimensioni di rifugio da un certo



suscitare l'interesse di un predatore diverso.

Queste strategie possono una preda che abbia raggiunto tipo di predatore non possa

Morfologie Passive:

- *Adattamenti mimetici*
- *Sviluppo dell'opercolo*
- *Incremento della tossicità*
- *Aumento delle dimensioni*
- *Acquisizione di maggior motilità*
- *Incremento dello spessore dei gusci*
- *Accentuazione della curvatura del guscio*
- *Riduzione delle dimensioni delle aperture*
- *Cementazione (inibisce la manipolazione)*
- *Sviluppo di strutture madreperlacee e del periostraco*
- *Sviluppo di ornamentazioni (spine, costole, contrafforti)*

Distinguiamo

tra



Jorge Esteve et al., 2017

Strategie Attive:

- *"Enrollment"*
- *Automutilazione*
- *Mimetizzarsi con lo sfondo*
- *Assunzione di atteggiamenti aggressivi*
- *Movimenti accentuati una volta catturate*
- *Disturbo mediante inchiostro, sabbia o acqua*
- *Immobilizzazione dei predatori con fili bissali*
- *Nascondersi (in anfratti o a varie profondità nel substrato)*
- *Stretta chiusura del guscio (per evitare perdite di segnali chimici e rotture del margine del guscio o per sopravvivere all'ingestione)*
- *Ferimento degli apparati sensoriali o di alimentazione dei predatori*

A livello della documentazione fossile marina le strategie difensive attive sono difficilmente apprezzabili. Di queste infatti possono essere valutate in dettaglio solo lo scavare o il nascondersi, l'"enrollment" e in alcuni casi le tracce della mobilità.

Le strategie passive di difesa potrebbero in realtà essere servite ad altre funzioni.

Conclusioni



Le interazioni tra le specie sono influenzate da cambiamenti nella morfologia, nella fisiologia e nel comportamento. I fattori ambientali, oltre ad influenzare i processi tafonomici, hanno poi la capacità di influenzare le interazioni preda-predatore attraverso il tempo geologico, alterando le difese delle prede e il successo dei predatori.

Dall'analisi degli innumerevoli studi presi in visione in questa Review è stato infatti documentato:

- *Un incremento proporzionale dei generi mobili di metazoi marini durante tutto il Fanerozoico, dal ~ 20% nel Cambriano al ~ 80% nel tardo Cenozoico;*
- *Un aumento della percentuale dei generi che vivevano infaunalmente dal ~ 5% all'inizio del Cambriano al ~ 20% nel Cenozoico, con un forte aumento a partire dal Mesozoico;*
- *Un legame tra l'aumento dei bivalvi presentanti cementazione, che inibisce la manipolazione, e l'aumento della pressione della predazione nel Mesozoico;*
 - *L'acquisizione da parte dei gasteropodi della capacità di sopravvivere al tratto digestivo dei predatori, evolvendo opercoli o strutture simili in modo del tutto indipendente almeno 13 volte dal primo Ordoviciano in poi;*
 - *Una significativa riduzione nelle perforazioni non riuscite delle conchiglie dopo il Paleogene;*
 - *Una diminuzione nella frequenza delle cicatrici subletali sui trilobiti dopo il Cambriano;*
 - *La tendenza predatoria a variare i siti di attacco alle prede attraverso il tempo.*

Lo sviluppo dei tratti difensivi, in risposta all'aumentata intensità della predazione, rappresenta quindi uno dei cardini nella storia evolutiva degli ecosistemi marini dal Neoproterozoico in poi.

Prospettive future



C. Ifrim et al., 2016

Sebbene gli studi su più fattori di stress restino limitati, si ritiene che gli effetti combinati dell'acidificazione degli oceani e degli altri fattori ambientali abbiano aumentato la complessità degli ecosistemi marini nel corso del tempo geologico.

Ad oggi abbiamo ancora molto da scoprire circa le interazioni preda-predatore, essenziali nelle dinamiche degli ecosistemi, e i fattori che le hanno influenzate nell'arco del tempo:

- *Senza alcun dubbio infatti l'ossigeno libero deve aver giocato un ruolo importante attraverso il tempo geologico, tuttavia nello specifico è attualmente poco studiato;*
- *Degli studi dovrebbero essere condotti per verificare gli effetti degli eventi di acidificazione delle acque su queste interazioni nella documentazione fossile;*
- *Le analisi della selettività delle prede dovrebbero poi tenere conto dei potenziali effetti collaterali della media temporale e di altri fattori tafonomici;*
 - *Nonostante il ricco database fossile di molluschi e i drammatici cambiamenti nella temperatura cenozoica, poco si sa circa sull'effetto giocato dalla temperatura in tempo profondo;*
 - *Le tendenze legate alla temperatura nella predazione potrebbero anche essere state mascherate da altri fattori sovrapponibili alla sua variazione latitudinale o temporale.*



Infine, anche se l'efficacia delle ornamentazioni contro svariati tipi di predazione è stata dimostrata nel tempo profondo, pochi studi hanno verificato se la comparsa di queste sia dovuta ad un adattamento evolutivo in risposta ai predatori o se sia connessa alla plasticità fenotipica o a vantaggi fisico-ecologici.



PREDAZIONE NEI REPERTI FOSSILI MARINI: *Studi, Dati, Riconoscimento,* *Fattori Ambientali e Comportamento*

UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE
DISVA - TESI 2020 - TRIENNALE

Referenze:

- **Adiël A. Klompmaker, Patricia H. Kelley, Devapriya Chattopadhyay, Jeff C. Clements, John Warren Huntley, Michal Kowalewski** (2019). Predation in the marine fossil record: studies, data, recognition, environmental factors, and behaviour. Elsevier B.V.. Earth-Science Reviews 194; p. 472-520; <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.02.020>
- <https://walkingwith.fandom.com/wiki/Anomalocaris>
- <https://www.npr.org/2019/09/13/760664122/what-happens-after-a-whale-dies?t=1601941751398>
- <http://www.meteoweb.eu/2013/11/sole-eolie-lispra-scopre-tanti-camini-idrotermali-al-largo-di-panarea/238015/>
- **Christopher Neid** (1999). *Anomalocaris* predation on nonmineralized and mineralized trilobites. The Geological Society of America. Geology v.27; no. 11; p. 987-990; 4 figures. doi: 10.1130/0091-7613(1999)027<0987:APONAM>2.3.CO;2
- <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/let.12242>
- **Christina Ifrim, Peter Bengtson, Günter Schweigert** (2018). Growth and function of spines in Jurassic and Cretaceous ammonites. Elsevier Ltd.. Cretaceous Research 88; p. 62-78; <https://dx.doi.org/10.1016/j.cretres.2017.05.003>
- <https://paleontologiageral.blogspot.com/2018/09/when-trilobites-ruled-world-image-well.html>
- <https://store.univpm.it>



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE

Riassunto Esteso

La predazione è considerata, da molti ecologi e paleontologi, come una delle forze più importanti che hanno modellato la storia evolutiva degli ecosistemi marini dal Neoproterozoico in poi. Per questa ragione, gli obiettivi di questo documento sono: rivedere i dati disponibili nella documentazione fossile e gli studi già condotti sulla predazione; chiarire come riconoscere le prove di un'avvenuta predazione e i fattori potenzialmente ambigui; valutare l'influenza dei gradienti ambientali sulle interazioni preda-predatore oggi e nel tempo geologico; interpretare il comportamento dei predatori e delle loro prede negli ecosistemi marini del passato. Delle principali strategie che i predatori marini hanno usato per catturare le loro prede, lo studio della predazione fossile si concentra sulla rottura pre-ingestiva e sulla perforazione. La maggior parte dei dati raccolti appartengono ad ambienti marini poco profondi e consistono principalmente in fori e cicatrici, dei quali i molluschi sono il clade più rappresentativo. Riconoscere, a livello fossile marino, le tracce della predazione non è sempre facile e per questo l'identificazione dei predatori si deve spesso fermare alla famiglia o al genere. Con il variare dei gradienti latitudinali, longitudinali e di profondità, diverse combinazioni di prede e predatori entrano in contatto. Sebbene gli studi su più fattori di stress restino limitati, si ritiene che gli effetti combinati dell'acidificazione degli oceani e degli altri fattori ambientali abbiano aumentato la complessità degli ecosistemi marini nel corso del tempo geologico, alterando le difese delle prede e il successo dei predatori. I predatori infatti mantengono alta la biodiversità, tenendo sotto controllo la popolazione delle prede, e favoriscono la spinta evolutiva: i predatori affinano le proprie capacità predatorie spingendo le prede a sviluppare adattamenti antipredatori che a loro volta inducono i predatori ad evolversi di conseguenza.