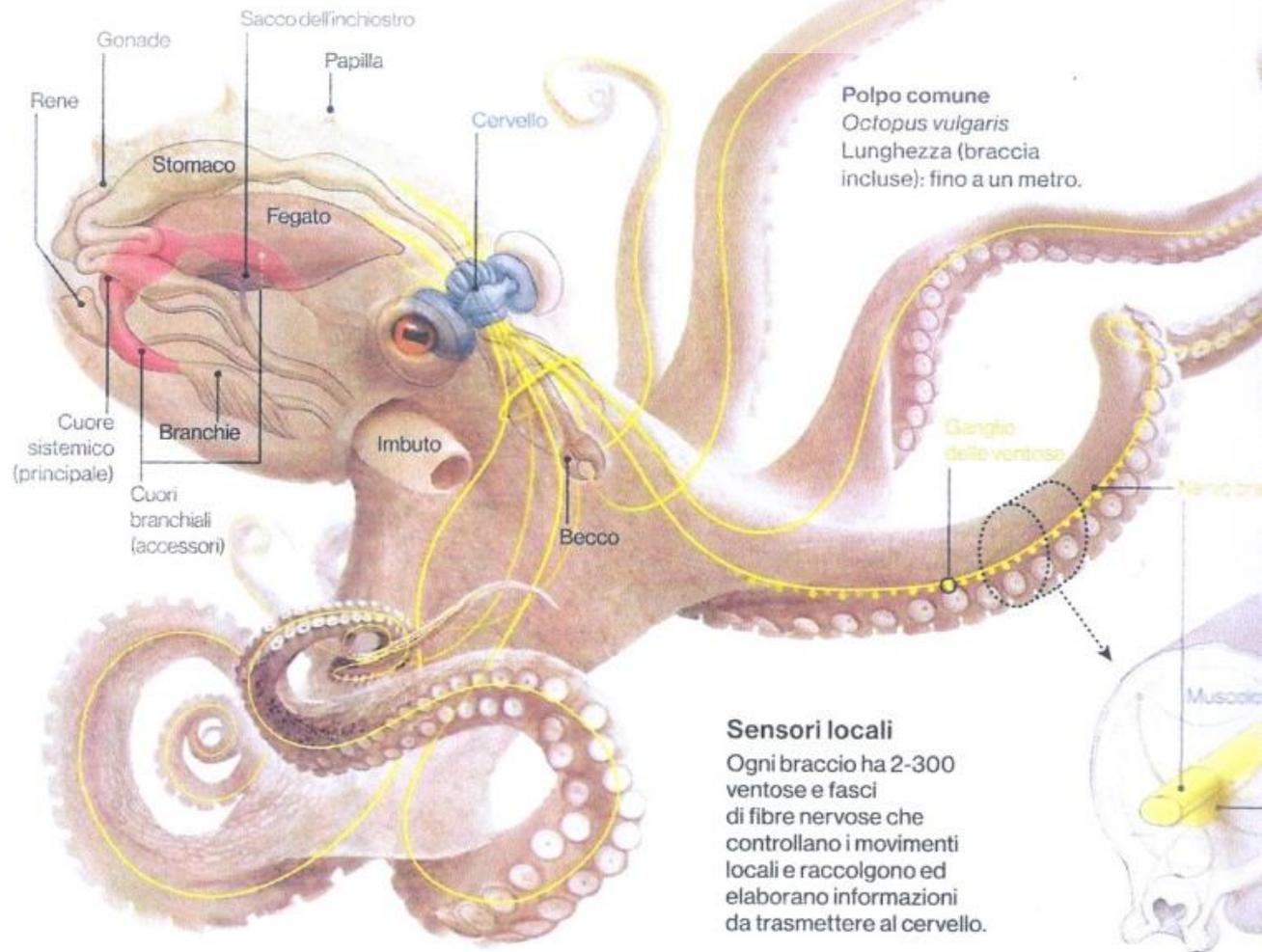
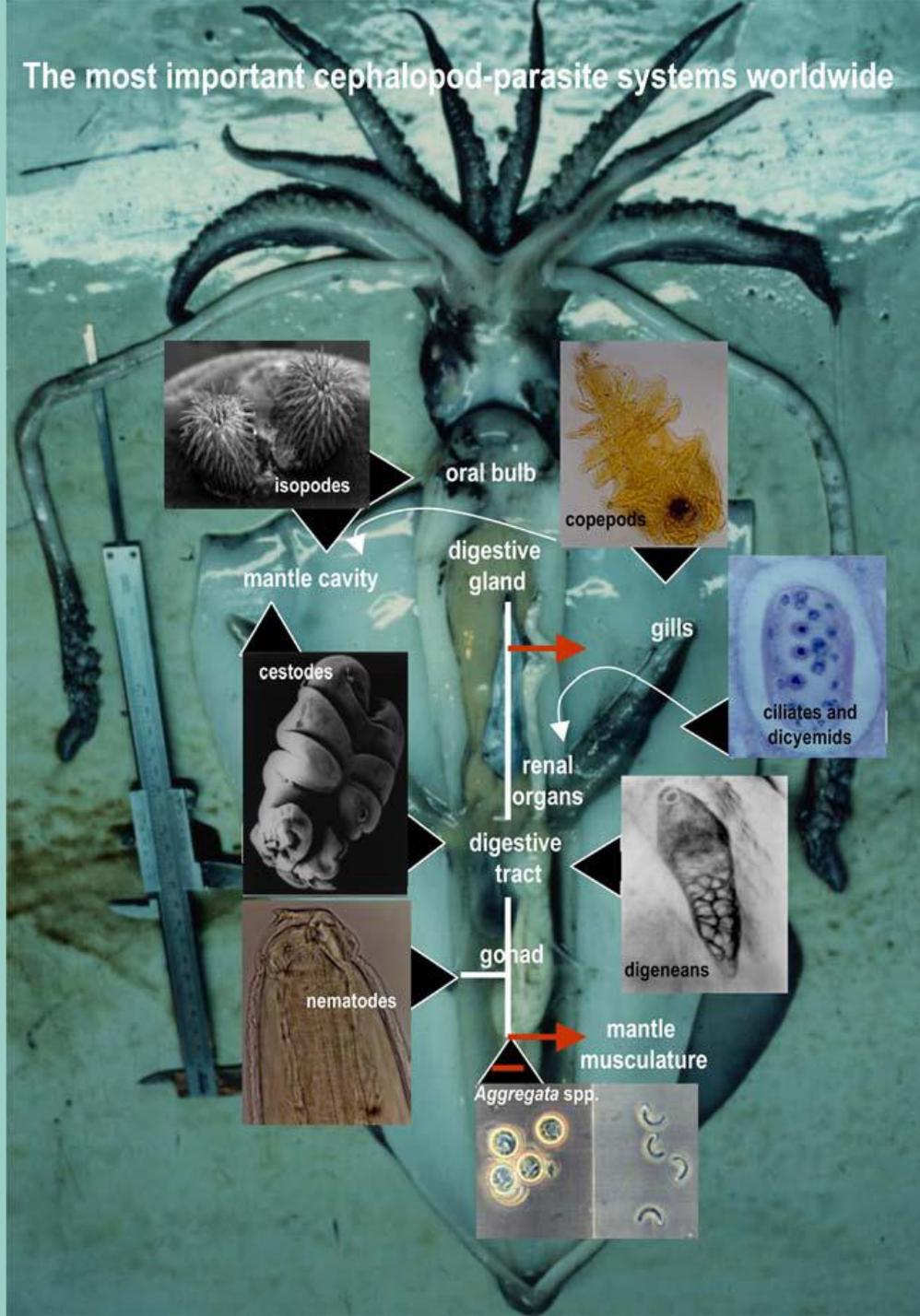


Principali malattie parassitarie dei cefalopodi



The most important cephalopod-parasite systems worldwide



Schema dei parassiti dei cefalopodi selvatici più frequenti e patogeni e loro localizzazione

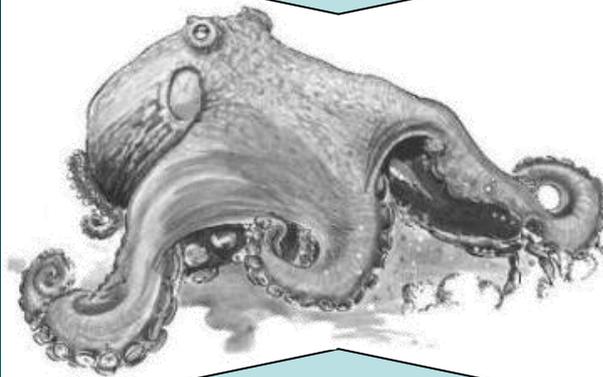
Pascual *et al.* (2007) Rev Fish Biol Fisheries 17:139–144

SCARSE CONOSCENZE – SOPRATTUTTO A LIVELLO EZIOLOGICO -
SULLE PATOLOGIE PIU' IMPORTANTI NEI MOLLUSCHI CEFALOPODI

Camino Gestal · Santiago Pascual ·
Ángel Guerra · Graziano Fiorito ·
Juan M. Vieites *Editors*

Handbook of Pathogens and Diseases in Cephalopods

 Springer Open



AUMENTO DELL'INTERESSE DAL PUNTO DI VISTA ZOOTECNICO E
BIOMEDICO (NUOVE RICERCHE SU FATTORI DI RISCHIO SANITARIO
E ZONOSICO)

Directive 2010/63/EU (European Parliament and Council of the European Union, 2010)

Specie di Cefalopodi oggetto di indagini parassitologiche

Specie commerciali

Oegopsida

Todarodes sagittatus

Todaropsis eblanae

Illex coindetii

Myopsida

Loligo forbesi

Sepiida

Sepia orbignyana

Sepiolida

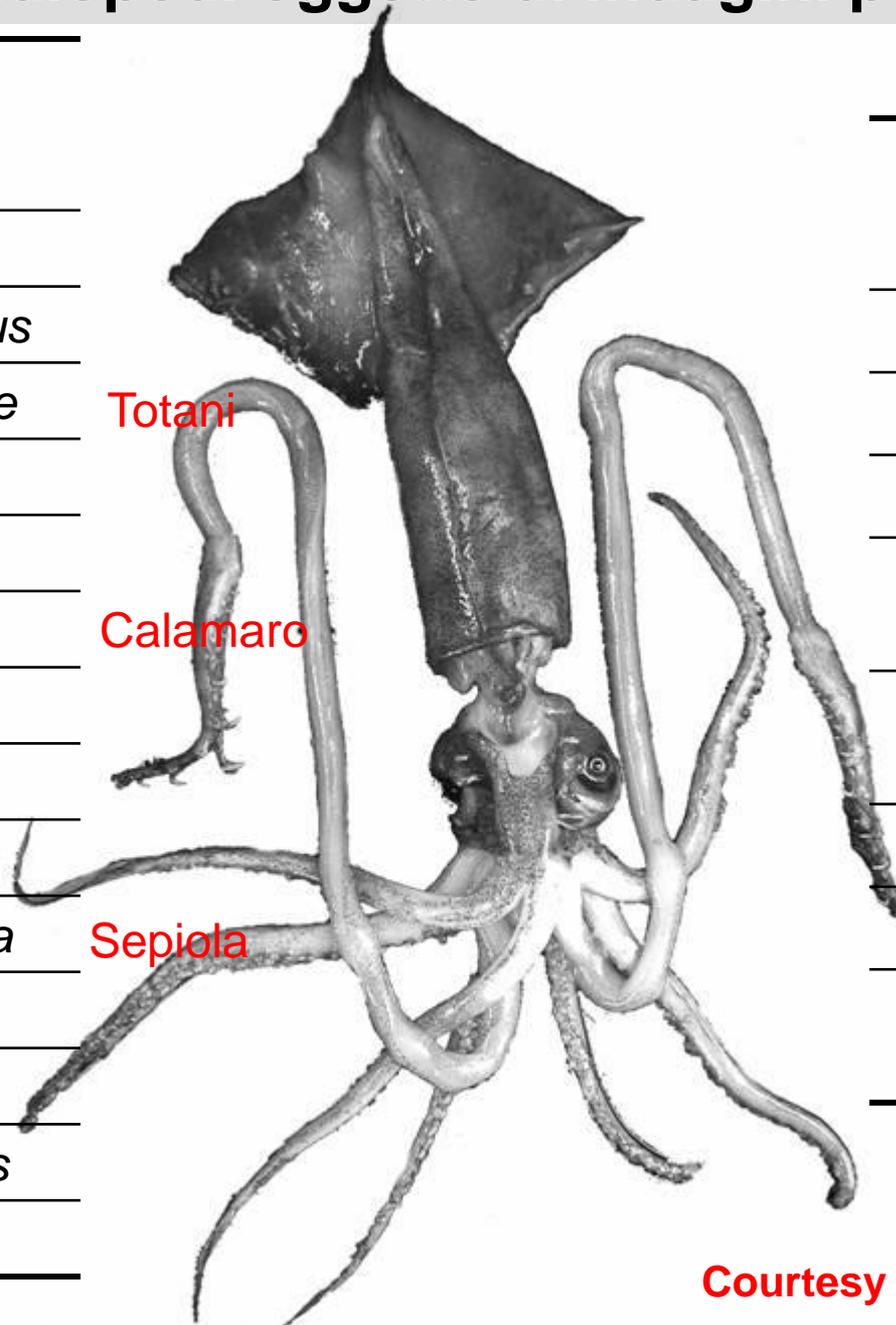
Rossia macrosoma

Octopoda

Octopus vulgaris

Octopus macropus

Eledone cirrhosa



Specie non commerciali

Oegopsida

Histioteuthis reversa

Histioteuthis bonnellii

Ancistroteuthis lichtensteini

Ancistrocheirus lesueurii

Octopoteuthis sicula

Octopoda

Pteroctopus tetracyrrhus

Courtesy by Dr. Jacopo Culurgioni

Parassiti e Cefalopodi

Molti parassiti sfruttano il ruolo chiave dei cefalopodi negli ecosistemi marini, per trasmettersi tra livelli trofici

Parassiti di interesse zoonotico (*Anisakis*) hanno come ospiti intermedi cefalopodi di interesse commerciale

Effetti patogeni di certi parassiti possono essere coinvolti nelle fluttuazioni che si osservano nelle popolazioni di certe specie sfruttate commercialmente (Pascual et al., 2007)

MALATTIE PARASSITARIE

OSPITI PRIMARI/DEFINITIVI DI

- PROTOZOI FLAGELLATI E CILIATI
- PROTOZOI APICOMPLEXA
- MESOZOI DICHEMIDI
- MYXOZOA
- CROSTACEI ISOPODA



TRASMISSIONE DIRETTA

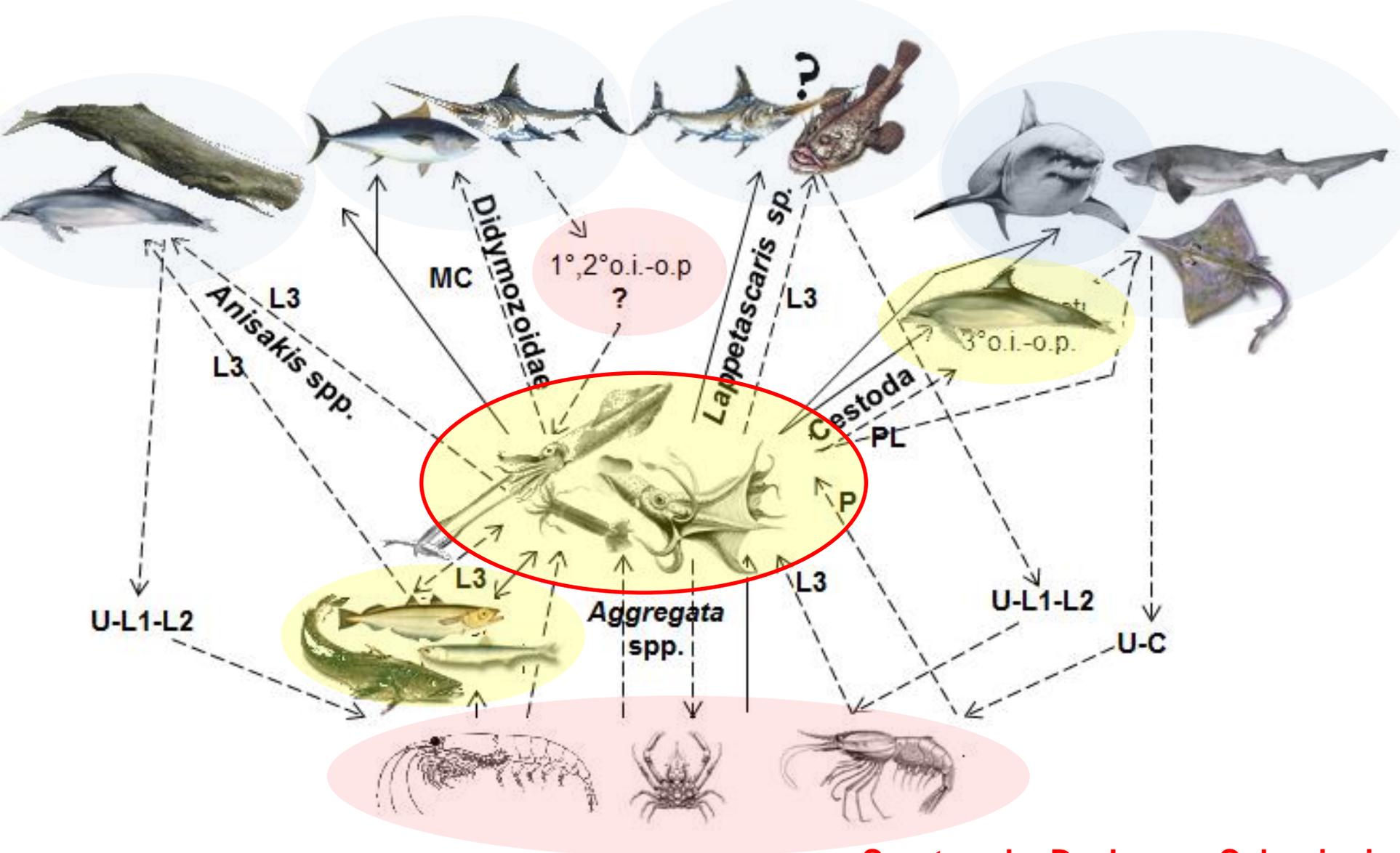
OSPITI INTERMEDI E/O PARATENICI DI

- DIGENEI
- CESTODI
- NEMATODI
- ACANTOCEFALI
- CROSTACEI COPEPODA PENNELLIDAE



TRASMISSIONE INDIRETTA

Modello generale di rete trofica basato sui dati parassitologici riscontrati nei cefalopodi delle acque circostanti la Sardegna



Courtesy by Dr. Jacopo Culurgioni

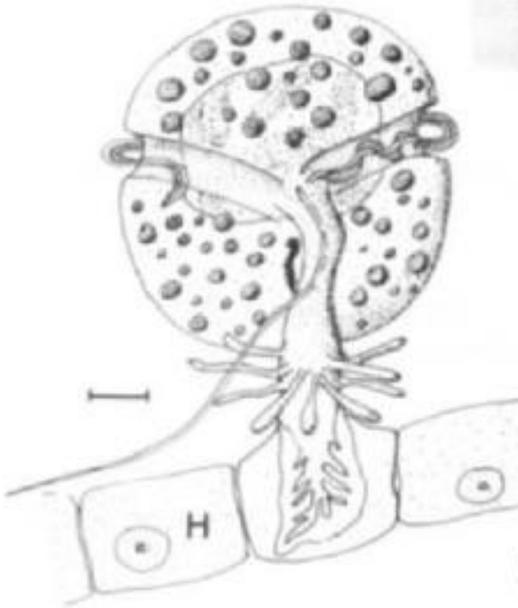
PROTOZOI

Dinoflagellati

- *Protoodinium* sp. isolato dalla cute di *O. dofleini* in USA

Blastodiniales in cui lo stadio parassitario è attaccato e presenta la morfologia tipica dei dinoflagellati con strutture quali *cingulum*, *sulcus* e *flagella* completamente sviluppati

In *O. dofleini* viene riportato da Kinne (1980) come attaccato al tessuto cutaneo con sfaldamento dell'epidermide.



PROTOZOI

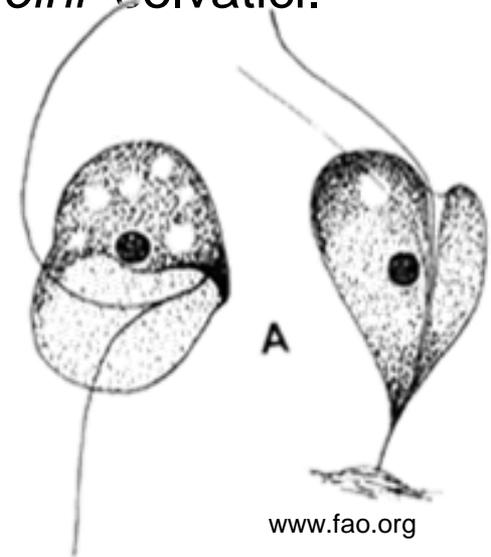
Sarcomastigophora (Flagellati)

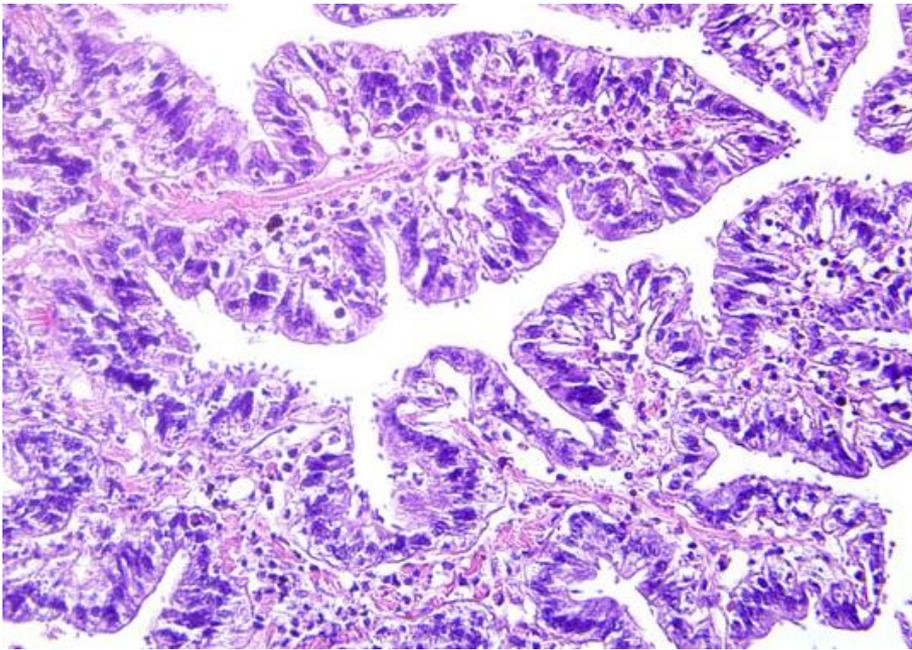
Ichthyobodo-like organism isolato da branchie, cavità del mantello e cute di *O. bimaculoides* allevati in laboratorio e *O. dofleini* selvatici.

Patogenicità simile a quella di *I. necator* dei pesci: i trofozoiti (4-8 μm) piriformi si attaccano alle cellule epiteliali e si alimentano con il loro citoplasma inserendovi il citostoma.

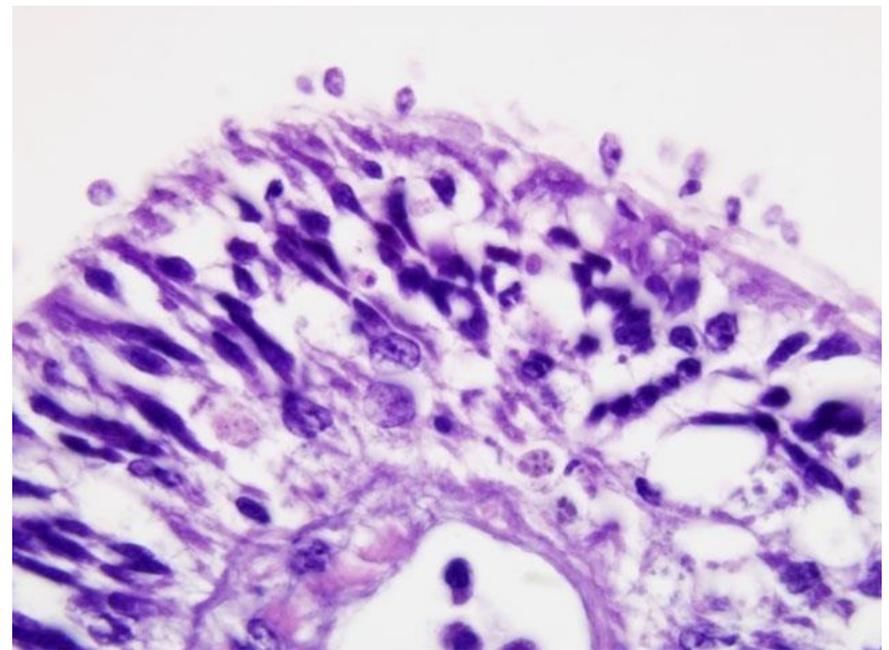
Nel caso di infezioni massive può causare gravi danni, con comparsa di aree necrotiche che appaiono come punti bianchi in cute e branchie. Sulle lesioni possono impiantarsi batteri d'irruzione secondaria.

Gli animali presentano letargia ed emaciazione con esito spesso fatale.





Interstizio branchiale con infiltrazione emocitaria con citoplasma granuloso eosinofilico e nuclei bilobati



Numerosi protozoi piriformi attaccati alla superficie dell'epitelio branchiale di *O. dofleini*

Poiché l'infezione da *Ichthyobodo* è comunemente associata allo stress nei pesci d'acqua dolce, si è ipotizzato che l'immunosoppressione associata alla senescenza può aver reso questi esemplari particolarmente vulnerabili al parassitismo da flagellati *Ichthyobodo*-like

Queste osservazioni dimostrano che *Ichthyobodo* sp. può essere un ectoparassita patogeno significativo dei cefalopodi in cattività.

L'interazione ospite-parassita e l'ultrastruttura parassitaria sono sostanzialmente simili a quelle dei più noti *Ichthyobodo* sp. che colpiscono i teleostei. Filogenesi molecolare ha mostrato che la specie isolata da *O. dofleini* è più strettamente legata ai flagellati di teleostei d'acqua dolce.

PROTOZOI

Ciliophora (Ciliati)

Il genere *Chromidina* comprende ciliati vermiformi a localizzazione renale e digerente.

Le specie più conosciute sono:

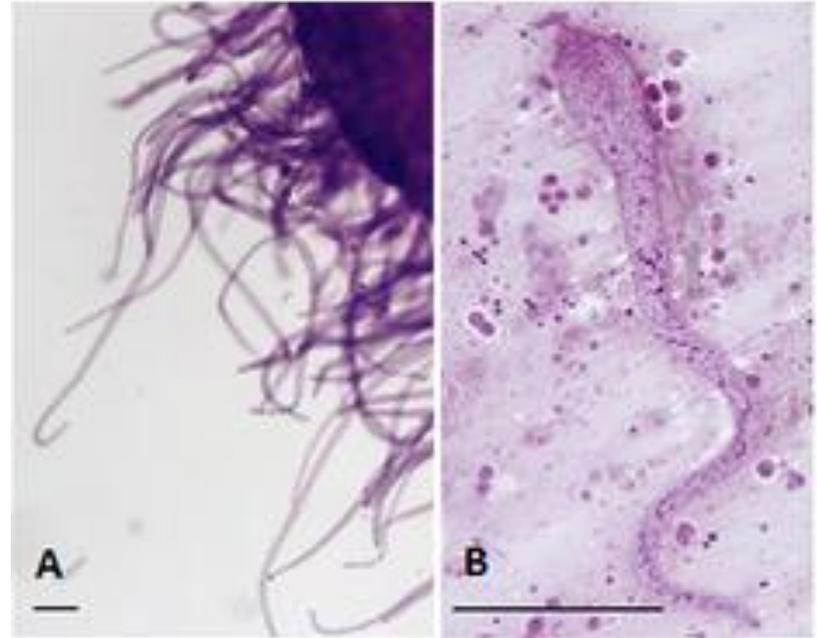
C. coronata in *O. vulgaris*, *S. rondeleti*, *I. coindetti*, ... nel Mediterraneo

C. elegans in *S. elegans*, *T. sagittata*, *O. salutii*, ... nel Mediterraneo

C. cortezi in *Pterygioteuthis giardi* in Messico

Parassiti dei cefalopodi pelagici.

Le specie bentoniche si infettano allo stadio larvale planctonico cibandosi di crostacei infetti, finché non raggiungono la fase planctonica, in cui i parassiti vengono “sostituiti” dai Diciemidi.



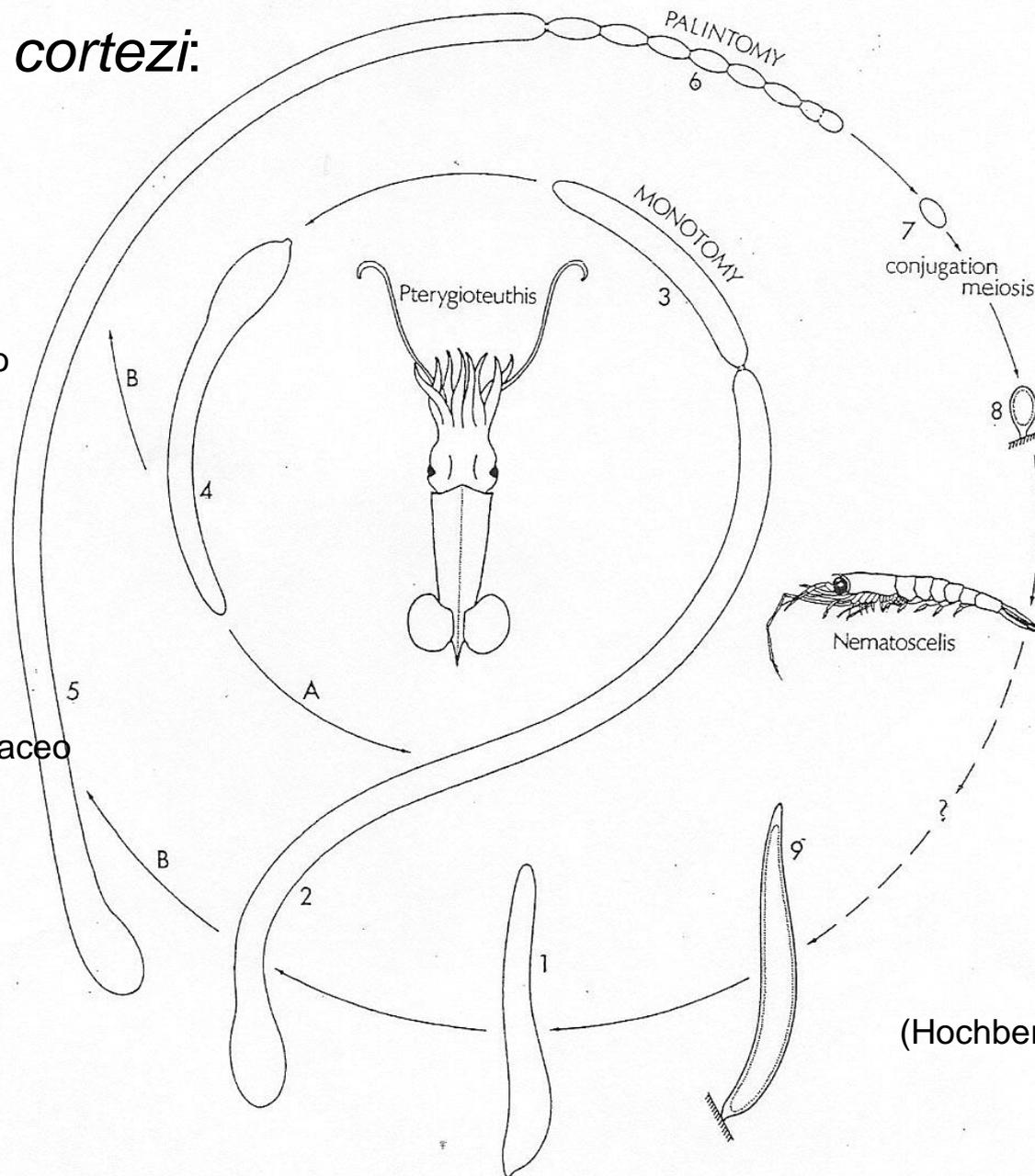
***Chromidina elegans* (Foettinger, 1881) Gonder, 1905**

(A) General view of infected renal sac. Parasites are attached to the renal tissues by their anterior end with their cell body hanging free in the renal coelom. (B) Trophont. (Souidenne et al., 2016)

Ciclo biologico di *C. cortezi*:

1. Pro-trofo-tomonte nel rene di *Pterygioteuthis giardi*
2. Trofo-tomonte 1ario
3. Apotomite per fissione singola o monotomia
4. Apotomite
5. Trofo-tomonte 2ario
6. Tomiti per fissione multipla o palintomia
7. Tomite nel mare
8. Foronte 1ario attaccato al crostaceo
9. Foronte 2ario

- A. Bassa intensità d'infezione
 B. Elevata intensità d'infezione



(Hochberg, 1982)

Ciclo biologico di *Chromidina* spp.

Dixeno polimorfico con due diversi processi di divisione, monotomia e palintomia.

Stadio adulto: trofo-tomonte vermiforme, con lunghezza massima variabile di 400-2000 μm . Sono stadi ciliati su tutta la superficie e privi di citostoma. Alcuni di questi denominati ipertrofanti hanno un processo di crescita accelerato fino a raggiungere i 5.000 μm .

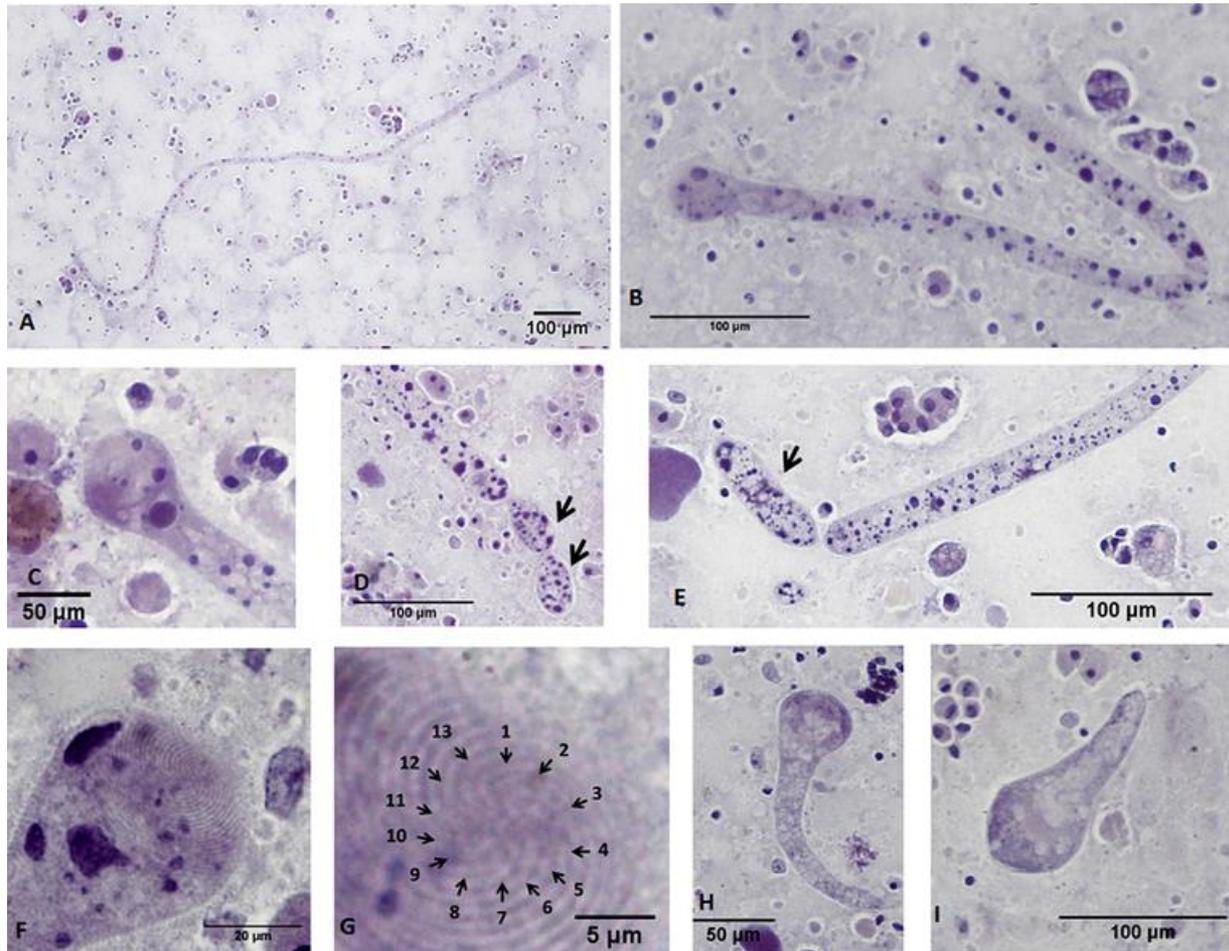
Si attacca con la parte anteriore al tessuto renale dell'ospite e immerge il proprio corpo nei fluidi renali, assorbendo da questi le sostanze nutritive. La divisione per monotomia produce una cellula dalla parte posteriore, detta apotomite, morfologicamente simile e in grado di sviluppare una seconda generazione di trofo-tomonti che si staccano e colonizzano il tessuto renale.

La divisione per palintomia produce piccole "gemme" che formano una tipica catenella di stadi che si differenziano in tomiti.

Il tomite è ciliato e possiede un citostoma, si libera nelle urine del cefalopode e viene eliminato nell'ambiente marino, dove si incista come forante su un ospite idoneo.

In Souidenne et al., 2016.

Un'altra specie, *Chromidina elegans* è stata descritta nel 2016 in Tunisia come parassita nelle appendici renali delle seppie *Loligo vulgaris*.



***Chromidina chattoni* Souidenne, Florent and Grellier, 2016**

(A, B) General views of tropho-tomonts. (C) Bulb-like head of tropho-tomont. (D, E) Palintomy with first generation of protomites (E) and second generation of protomites (D), arrows: protomites. (F) Bulb-like head of tropho-tomont. Note the presence of large and darkly-stained spots of chromatin associated with the head. (G) Ciliature consisting of 13 kineties (zoom of Fig. 2F). (H–I) Small forms of tropho-tomonts. Images were obtained from smears stained with haematoxylin. (A–I) Hapantotype and parahapantotypes.

Altre specie di Ciliophora (ciliati)

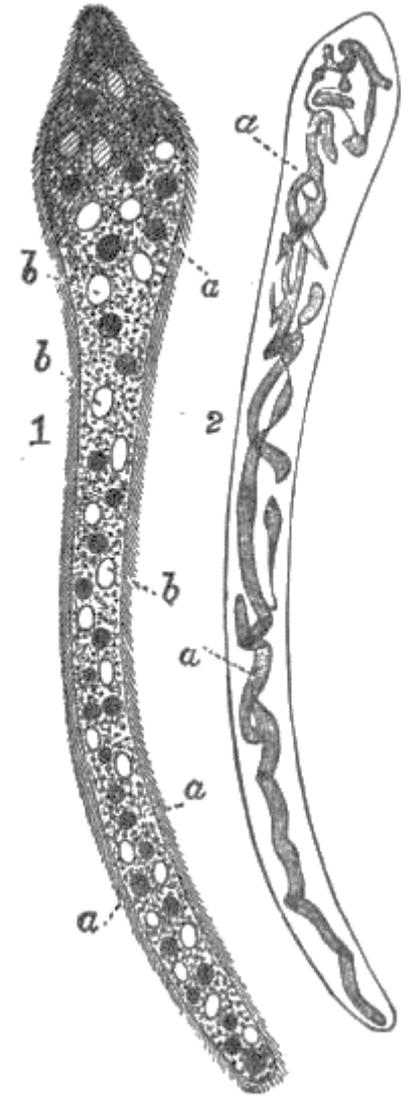
2 specie di Apostomatida nel Mediterraneo

Opalinopsis sepiolae in *S. rondeleti*, *S. officinalis*, *S. elegans*

Opalinopsis octopi in *O. macropus* e *Pteroctopus tetracirrhus*

Cisti parassitarie branchiali causate da protozoi ascrivibili a flagellati o ciliati del genere *Hochbergia*

NESSUN DATO RIGUARDO ALLA PATOGENICITÀ



Opalinopsis sepiolae

PROTOZOI

Apicomplexa (Coccidi)

Il genere *Aggregata* rappresenta uno dei parassiti dei cefalopodi meglio conosciuti e studiati.

Il ciclo biologico è **INDIRETTO** con 2 ospiti coinvolti:

Riproduzione sessuata nel digerente dei cefalopodi

Riproduzione asessuata nel digerente dei crostacei

Parassita cosmopolita diffuso nel Mediterraneo

Elevata specificità d'ospite per i cefalopodi, minore per i crostacei

Prevalenze fino al 100% nel Mediterraneo in *O. vulgaris* e *S. officinalis*

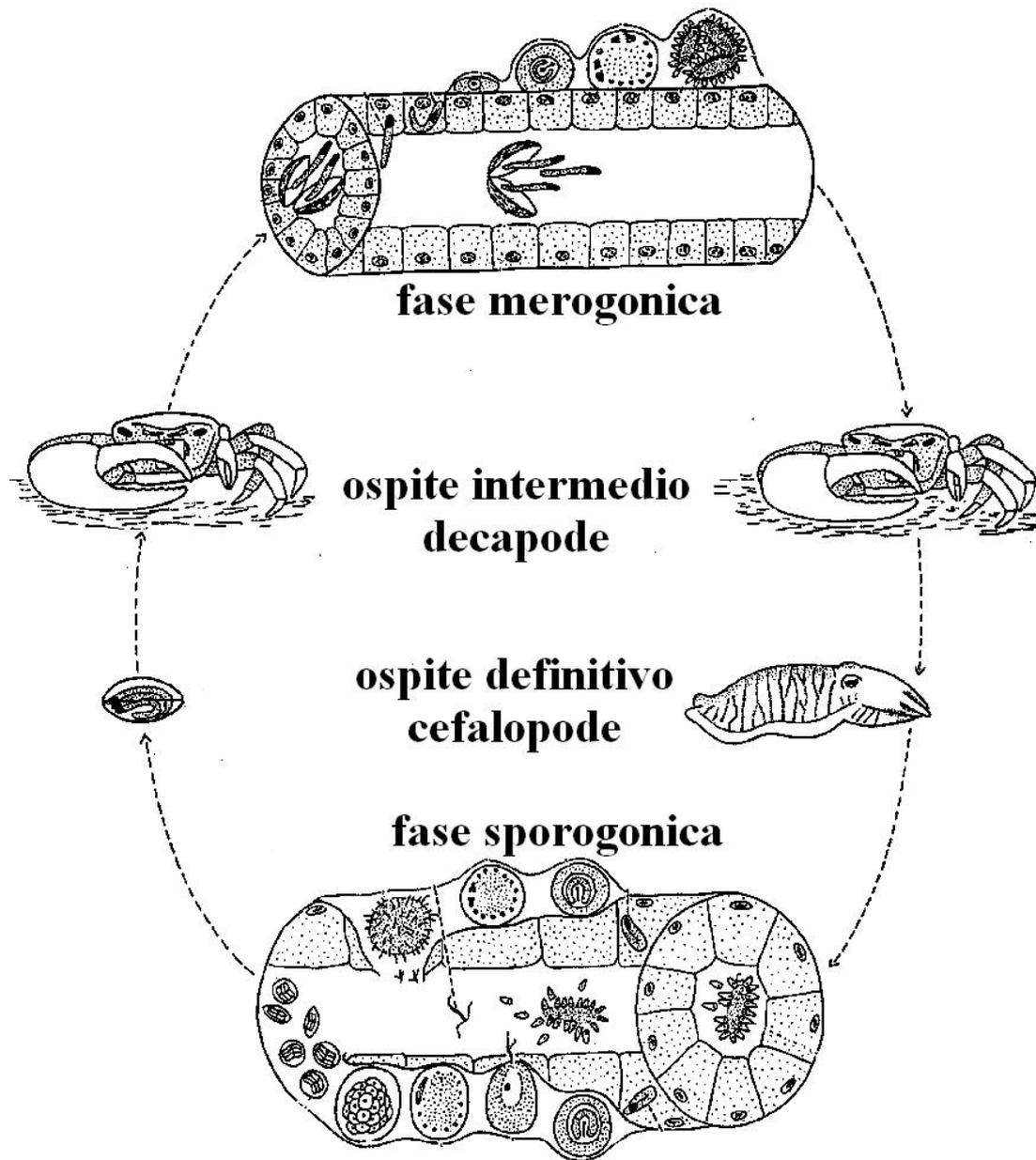
Sono protozoi intracellulari appartenenti al gruppo dei coccidi (Apicomplexa) diffusi in tutto il mondo e in grado di causare gravi malattie a carico dell'apparato intestinale, in particolare a livello del cieco, dove determinano sindromi da malassorbimento sia nei polpi che nelle seppie.

A livello tassonomico sono attualmente ascritte al genere *Aggregata* 10 specie che vengono distinte tradizionalmente in base a forma e dimensioni degli stadi sporogonici e alla specificità d'ospite. Le moderne metodiche molecolari permettono la distinzione di specie morfologicamente difficili da distinguere come *Aggregata octopiana* e *A. eberthi*, quest'ultima considerata uno dei fattori di maggior impatto sanitario sia nelle popolazioni selvatiche che allevate di alcune specie di cefalopodi

La specie *Aggregata octopiana* che colpisce il polpo comune si caratterizza per infestazioni che possono raggiungere valori di prevalenza ed intensità estremamente elevati e che portano a considerare *A. octopiana* come il patogeno di maggiore impatto sulle popolazioni selvatiche ed allevate di *Octopus vulgaris*.

Specie di *Aggregata* attualmente riconosciute come valide

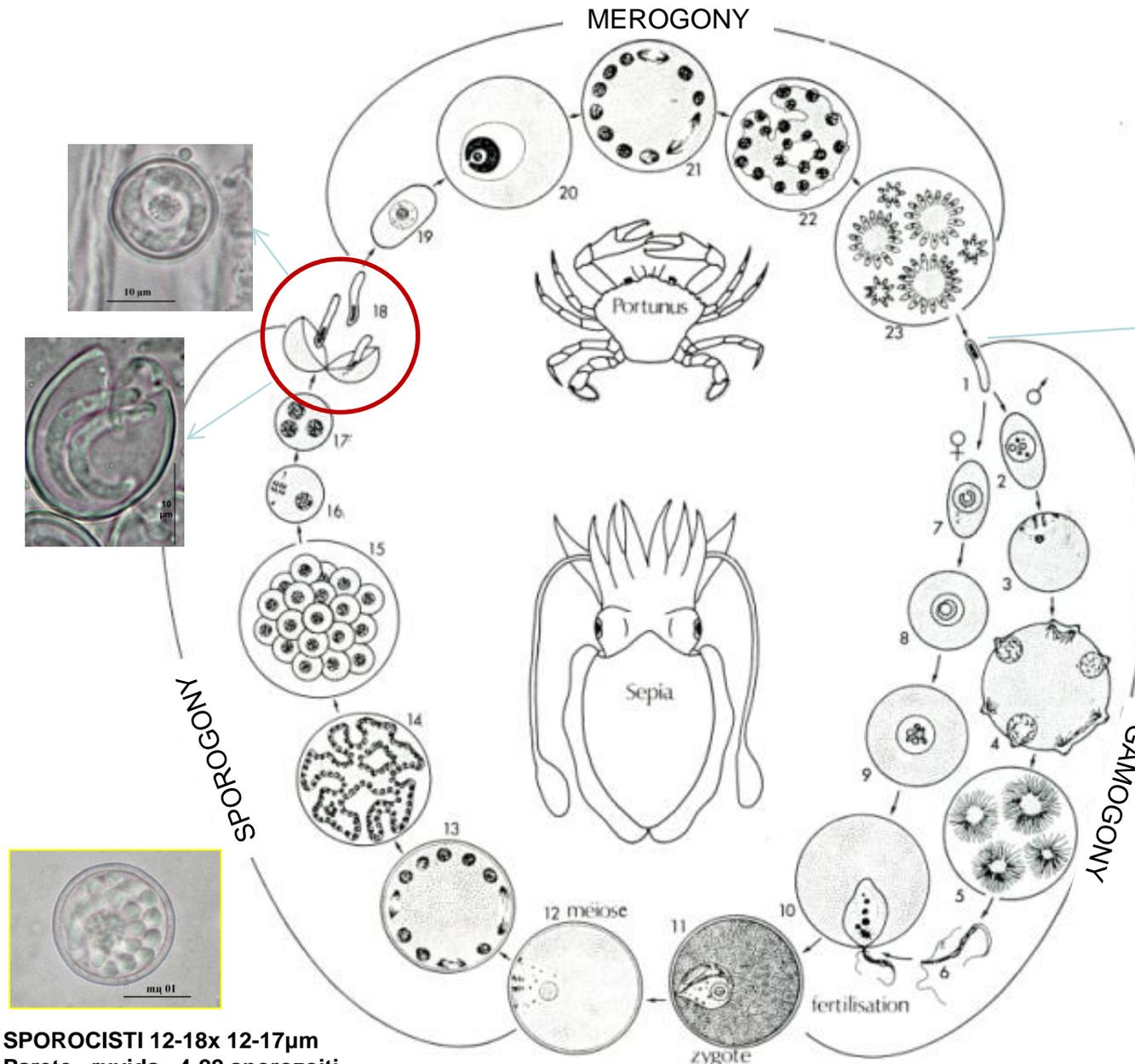
<i>Aggregata</i> sp.	Hosts	Localities	Cyst wall	Sporozoites number	GenBank accession number	References
<i>octopiana</i>	<i>O. vulgaris</i>	Mediterranean	Spiny/smooth	8	LC186909-LC186925	Tedesco et al. (2017)
		NW Atlantic	Spiny	8	KC188342	Gestal et al. (1999); Castellanos-Martínez et al. (2013)
		Adriatic Sea	–	–	DQ096837	Kopečná et al. (2006)
<i>eberthi</i>	<i>S. officinalis</i>	NE Atlantic	Smooth	3	KC188343	Labbé (1895); Castellanos-Martínez et al. (2013)
		Adriatic Sea	Smooth	–	DQ096838	Kopečná et al. (2006)
<i>bathytherma</i>	<i>Vulcanoctopus hydrothermalis</i>	NE Pacific	Smooth	14–17	–	Gestal et al. (2010)
<i>andresi</i>	<i>Martialia hyadesi</i>	SW Atlantic	Smooth	3	–	Gestal et al. (2005)
<i>patagonica</i>	<i>Enteroctopus megalocyatus</i>	SW Atlantic	Smooth	8	–	Sardella et al. (2000)
<i>valdesensis</i>	<i>Octopus tehuelchus</i>	SW Atlantic	–	4–8	–	Sardella et al. (2000)
<i>sagittata</i>	<i>T. sagittatus</i>	NE Atlantic	Smooth	4–8	–	Gestal et al. (2000)
<i>dobelli</i>	<i>Enteroctopus dofleini</i>	NE Pacific	Smooth	9–22	–	Poynton et al. (1992)
<i>millerorum</i>	<i>Octopus bimaculoides</i>	NE Pacific	Smooth	8–10	–	Poynton et al. (1992)
<i>kudoii</i>	<i>Sepia elliptica</i>	NW Indian	Smooth	6–12	–	Narasimhamurti (1979)



Parassita	<i>Aggregata</i> spp.	
	P%	I
<i>Octopus vulgaris</i>	60.7	2-3
<i>Todarodes sagittatus</i>	16.1	2
<i>Histioteuthis reversa</i>	84.0	2
<i>Histioteuthis bonnellii</i>	28.2	2
<i>Ancistroteuthis lichtensteini</i>	25.0	1
<i>Rossia macrosoma</i>	100	1

Culurgioni et al., 2013

Ciclo biologico di *Aggregata eberthi* in *Sepia officinalis* (Hochberg, 1983)

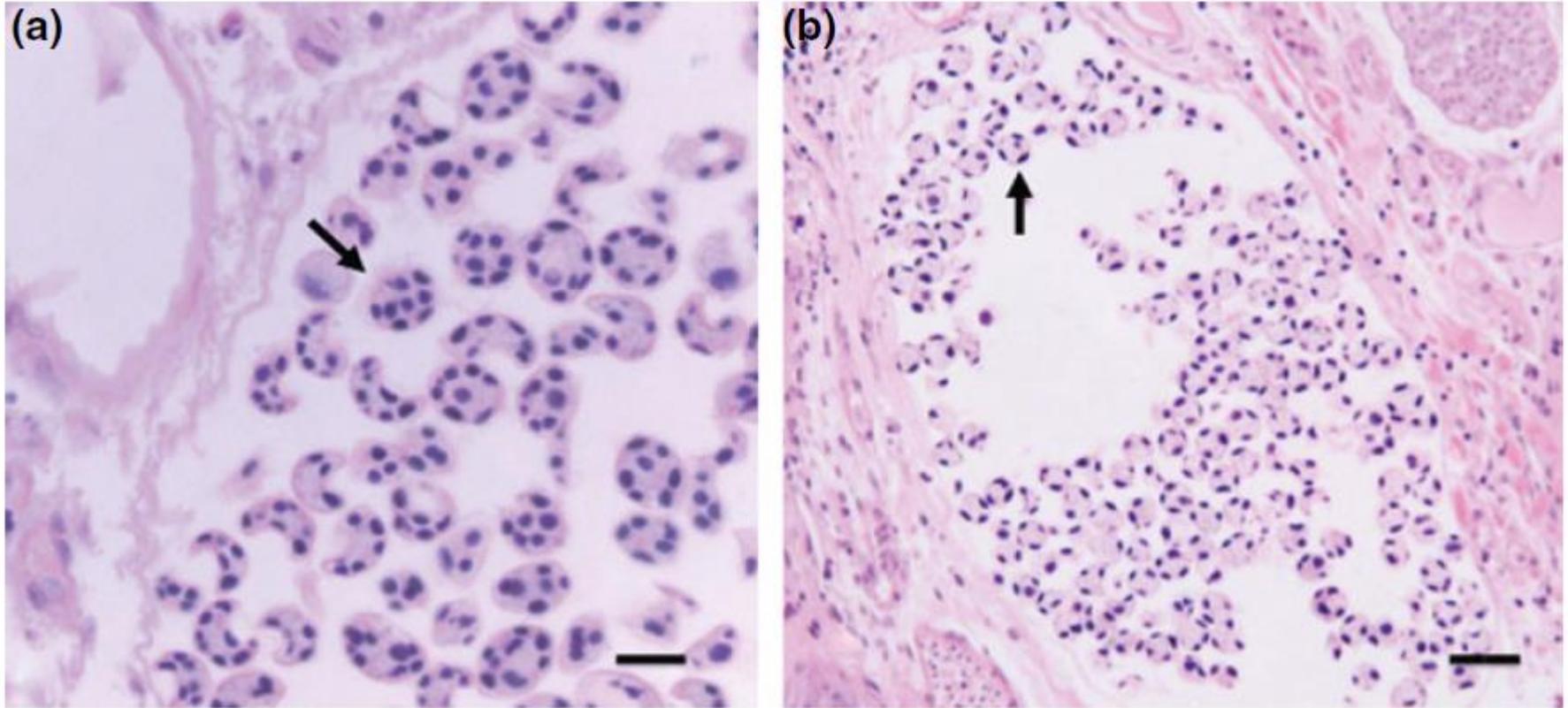


- 1. Merozoite
- 2-5. Microgamonte
- 6. Microgamete
- 7-9. Macrogamonte
- 10. Macrogamete
- 11. Zigote
- 12-14. Sporonte
- 15. Oocisti
- 16-17. Sporocisti
- 18. Sporocisti con 3 sporozoi
- 19-23. Meronte

SPOROCISTI 12-18x 12-17µm
Parete «ruvida» 4-22 sporozoi

Il ciclo biologico di *Aggregata* è eteroxeno (Fig. 5.1), e il cefalopode rappresenta l'ospite definitivo in cui si verificano la riproduzione sessuale (gametogonia) e la formazione di spore (sporogonia), mentre l'ospite intermedio in cui si sviluppano la merogonia e la produzione degli stadi infettanti per il cefalopode è un crostaceo decapode (*Liocarcinus* sp. e *Portunus* sp. per *A. eberthi*).

Identification of *Aggregata* spp. relies on the morphological characterization of sporogonial stages (size, shape, number of sporozoites per sporocyst and ornamentation sporocyst) and parasite–host specificity. To date, the best known species are *A. octopiana*, parasite of *O. vulgaris*, and *A. eberthi*, which infects *S. officinalis*. *A. octopiana* characterizes because of the spiny sporocyst and eight sporozoites inside each. In contrast, smooth sporocysts harboring three sporozoites characterize *A. eberthi*



Comparison of the number (a) (b) of sporozoites per sporocyst.

a Histological section of *O. vulgaris* cecum showing eight sporozoites of *A. octopiana*.

b Histological section of *S. officinalis* cecum showing three sporozoites of *A. eberthi*.

Scale bars a 15 μ m; b 20 μ m



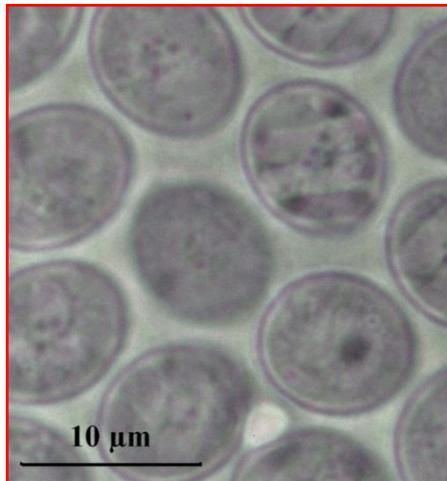
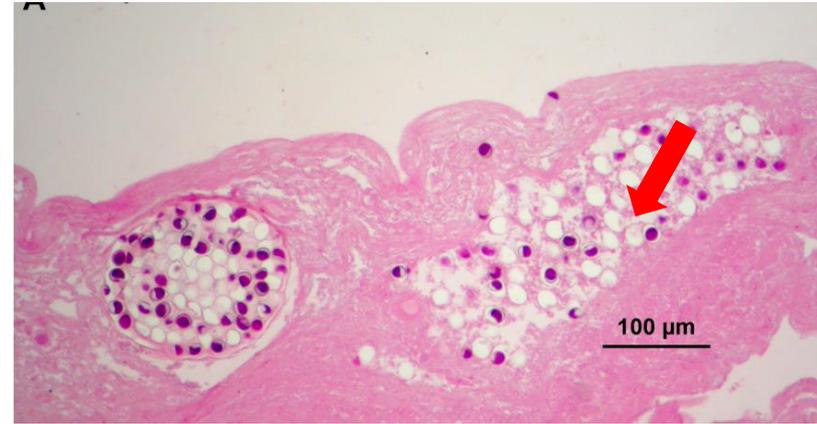
Aggregata octopiana



Aggregata sagittata

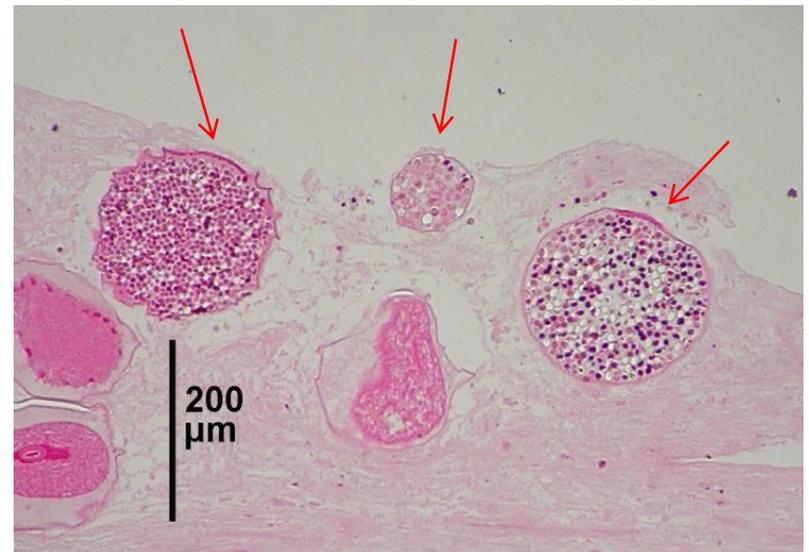
SPOROCISTI

16-17 x 14-16 μ m; parete spessa, superficie liscia, 6-8 sporozoiti



Aggregata sp.

**9-10 x 7-9 μ m
superficie liscia,
parete sottile,
3 sporozoiti**



Adriatic differs morphologically from those in the NE Atlantic, Tyrrhenian, and Ionian seas in the appearance of the cyst wall (smooth in the former, spiny in the latter) and some minor variations in the size of oocysts and sporocysts (Tedesco et al. 2017).

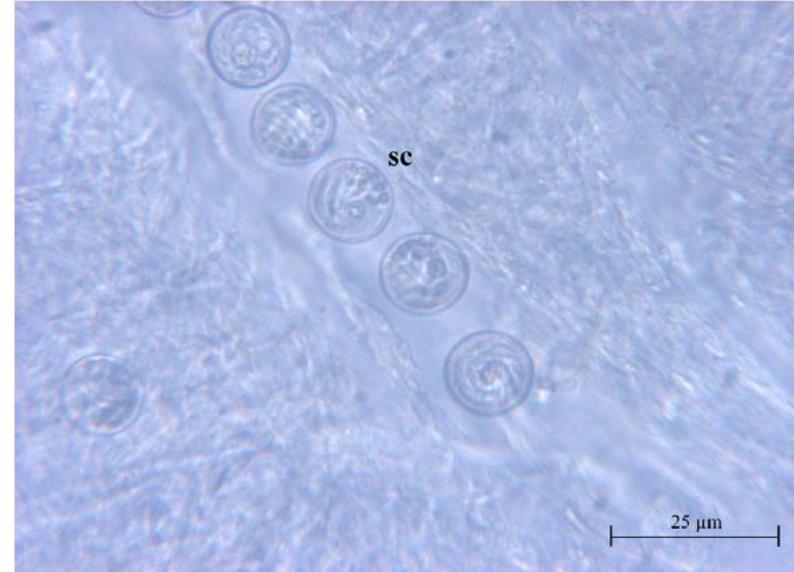
These observations all together evidence the existence of different *Aggregata* species or subspecies complex in octopuses from different seas (Tedesco et al. 2017).

Protist, Vol. 168, 636–648, November 2017
<http://www.elsevier.de/protis>
Published online date 11 September 2017

Protist

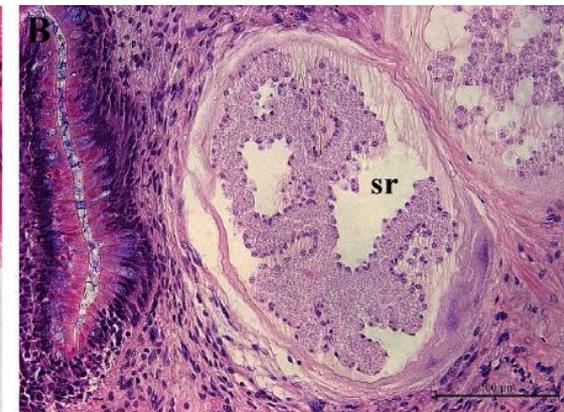
ORIGINAL PAPER

Morphological and Molecular Characterization of *Aggregata* spp. Frenzel 1885 (Apicomplexa: Aggregatidae) in *Octopus vulgaris* Cuvier 1797 (Mollusca: Cephalopoda) from Central Mediterranean



Perla Tedesco^{a,b,1,2}, Camino Gestal^c, Kristina Begić^d, Ivona Mladineo^d, Sheila Castellanos-Martínez^{c,e}, Gaetano Catanese^{f,g}, Antonio Terlizzi^{a,h}, and Graziano Fiorito^a

Histological examination of the digestive tract of *O. vulgaris* allowed the detection of gamogonic and sporogonic stages (Fig. 2A-D) of the parasite in the caecum, intestine, oesophagus, crop and mantle.



mg = macrogamont; sr = sporont

Aggregata infetta le porzioni non cuticularizzate del tratto digestivo di cefalopodi e crostacei.

Nei cefalopodi si localizza nelle cellule epiteliali della mucosa e nel connettivo della sottomucosa intestinale.

I merozoiti migrano attraverso l'epitelio della mucosa e le cellule invase degenerano. Le porzioni necrotiche vengono periodicamente eliminate ma in infezioni massive la mucosa viene completamente invasa dalle cellule parassitarie.

L'azione patogena si esplica attraverso un effetto compressivo e deformante da parte delle lesioni parassitarie che può determinare problemi circolatori e alterazioni della tonaca muscolare intestinale.

In polpi senescenti, l'infezione è predominata da stadi sporogonici (pochi merogonici) che si diffondono ampiamente nel tessuto, mostrando scarsa infiltrazione di emociti o reazioni fibrotiche, segno di sistema immunitario debole (Pascual et al., 2010). Durante gravi episodi epidemici la patologia si estende anche al mantello e ai tessuti connettivi ed epiteliali delle branchie.

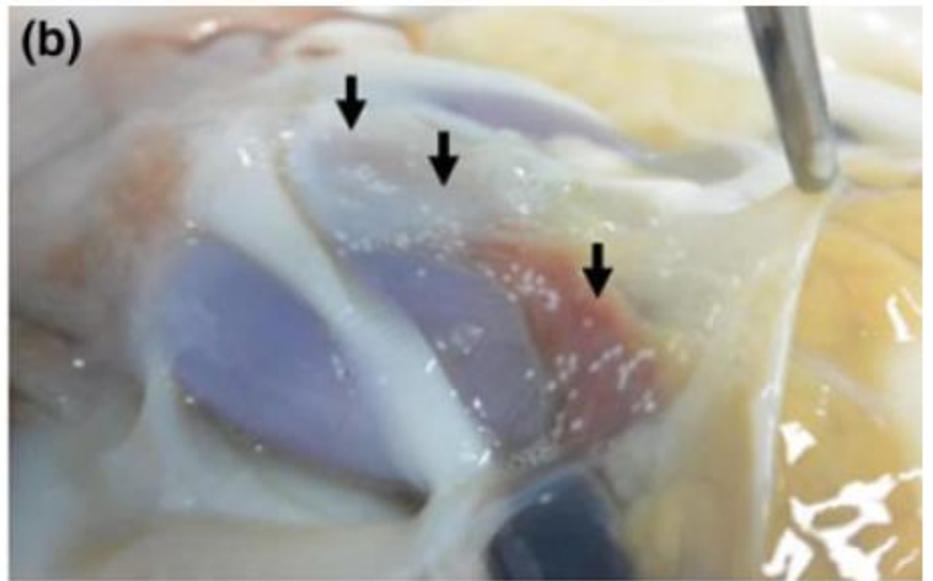
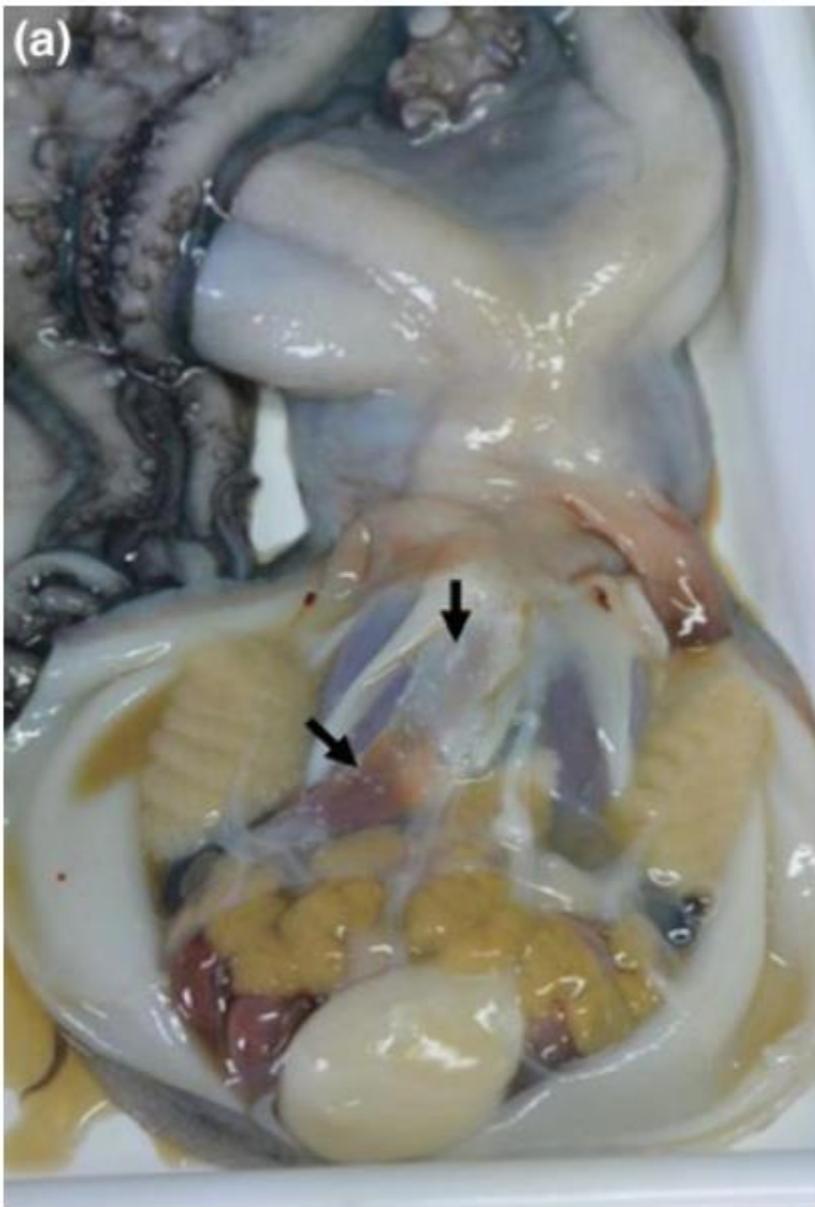


Culurgioni et al., 2013

Presenza di focolai miliari biancastri nei tessuti dell'apparato digerente come esofago, intestino, stomaco e cieco spirale. Questi ultimi due organi sono colpiti in tutti i casi mentre le branchie con prevalenze assai inferiori

Osservazione di siti di infestazione inusuali, come le branchie



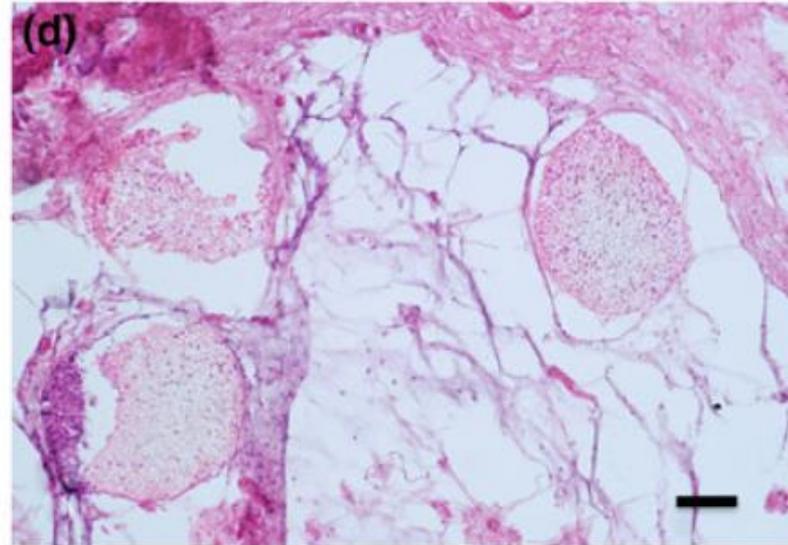
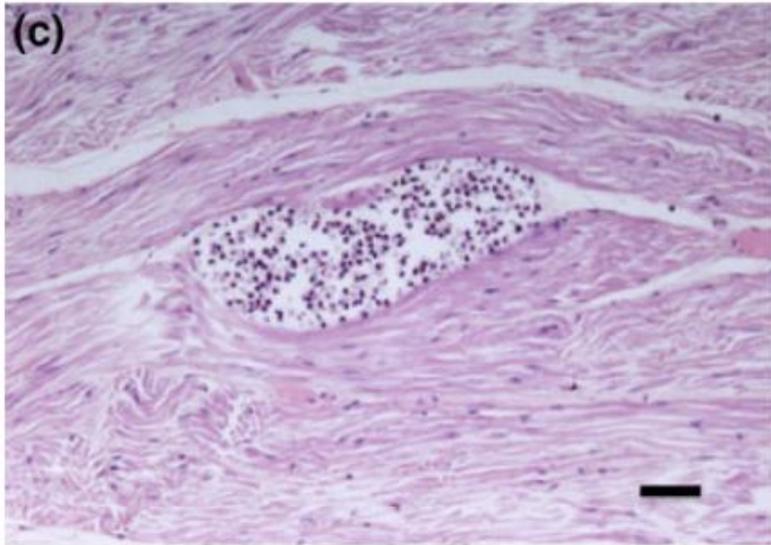


Macroscopical detection of *A. octopiana* in *O. vulgaris*.

a Gross observation of white oocysts (arrows) on the muscle of the siphon and visceral mass.

b Detail of white round and ovoid oocysts observed infecting the visceral mesentery.

c White round oocyst (arrows) observed infecting the serosa on the octopus gut



Extraintestinal infection of *A. octopiana*. a Epidermal lesions on the arms of *O. vulgaris* showing visible infection by protozoan oocysts (arrow). b Detail of epidermal lesion showing numerous white oocysts of coccidia (arrow). c Connective tissue of *O. vulgaris* infected by oocyst. d Connective tissue of the octopus arm destroyed by sporogonial stages of *A. octopiana* and after parasite release. Scale bars c, d 200 μ m

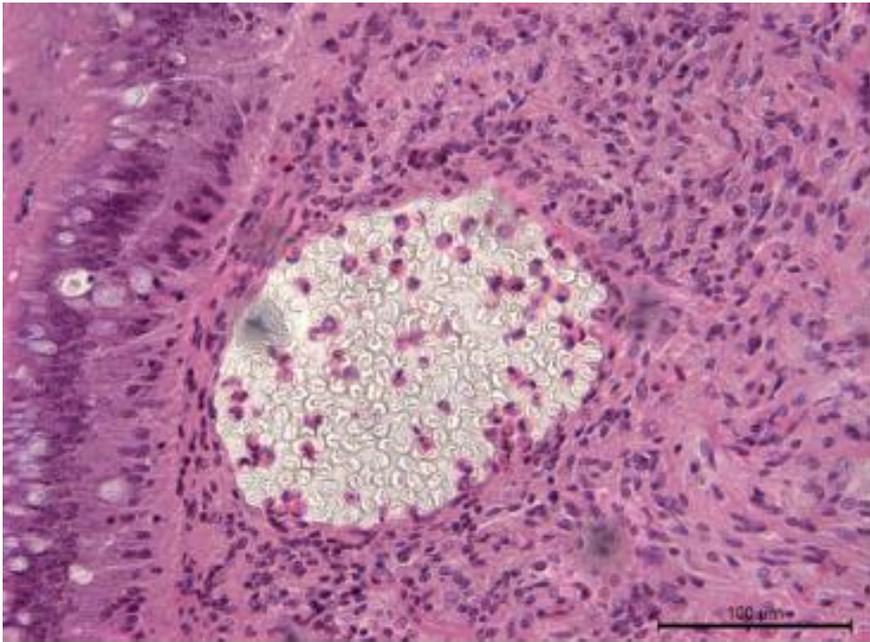
A livello necroscopico le lesioni sono evidenziabili come noduli miliari biancastri diffusi.

Il decorso è raramente fatale ma predispone ad una maggiore suscettibilità ai fattori stressanti e a patologie secondarie.

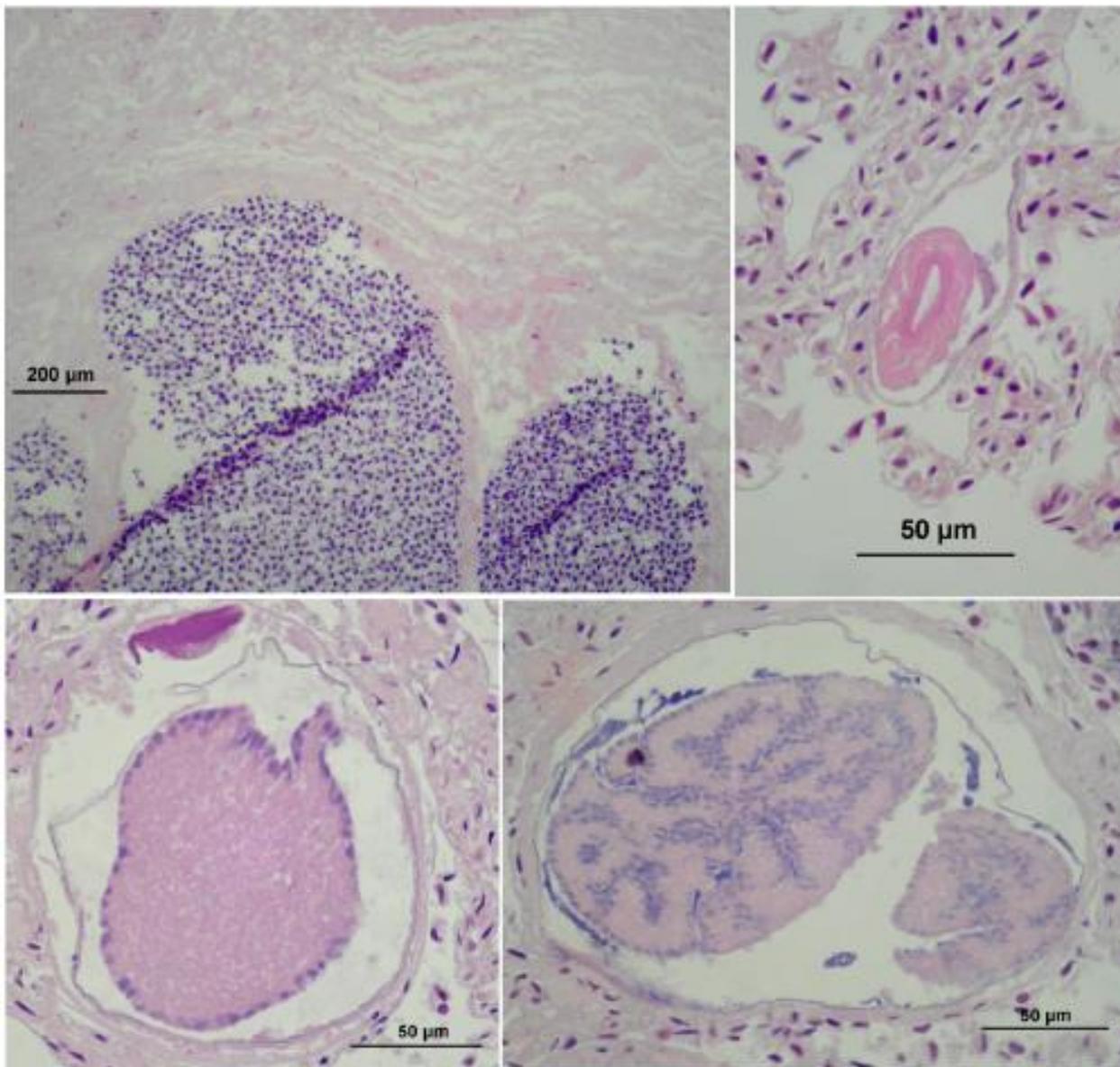
Il tropismo primario per l'intestino da parte di questo parassita porta principalmente ad un progressivo peggioramento degli indici di conversione degli animali colpiti.



***Aggregata* sp. in *Histioteuthis reversa* dalla Sardegna
(immagini gentilmente concesse dalla dr.ssa Vincenza Figus)**



Stadi sporogonici e gametogonici di *Aggregata* sp. in intestino di *O. vulgaris*: oocisti repleta di sporocisti (a sx) e microgamonti (a dx) (Ematossilina-Eosina) (courtesy by Dr.ssa Perla Tedesco, DIMEVET, Università di Bologna).



Aggregata octopiana: sezioni istologiche di tessuti di *O. vulgaris* infetti. **A** – oocisti intorno alle quali si verificano compressione e distrazione della sottomucosa; **B** – macrogamonte; **C** – fase iniziale di partizione di un microgamonte; **D** – sporonte in fase iniziale, visibili i ripiegamenti della membrana, le partizioni citoplasmatiche e i numerosi nuclei dei futuri sporoblasti.

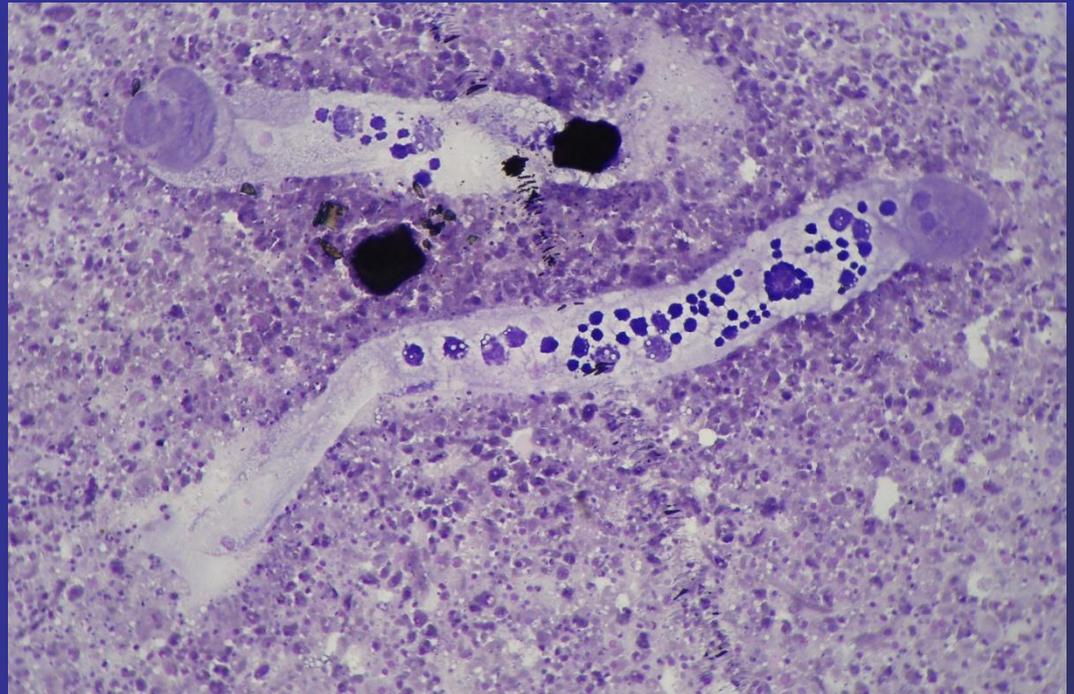
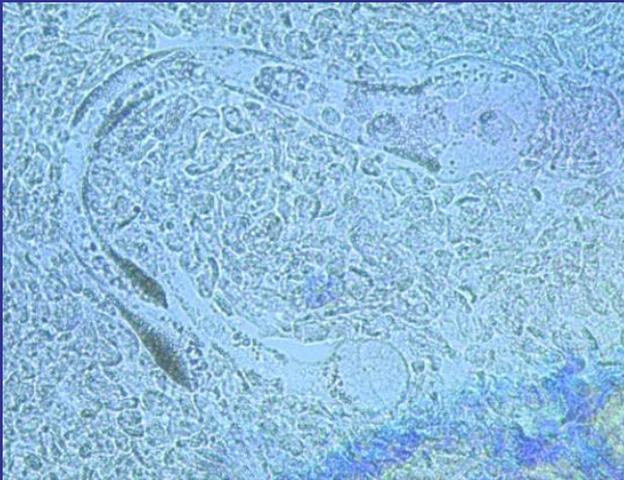
MESOZOI

DICYEMIDAE

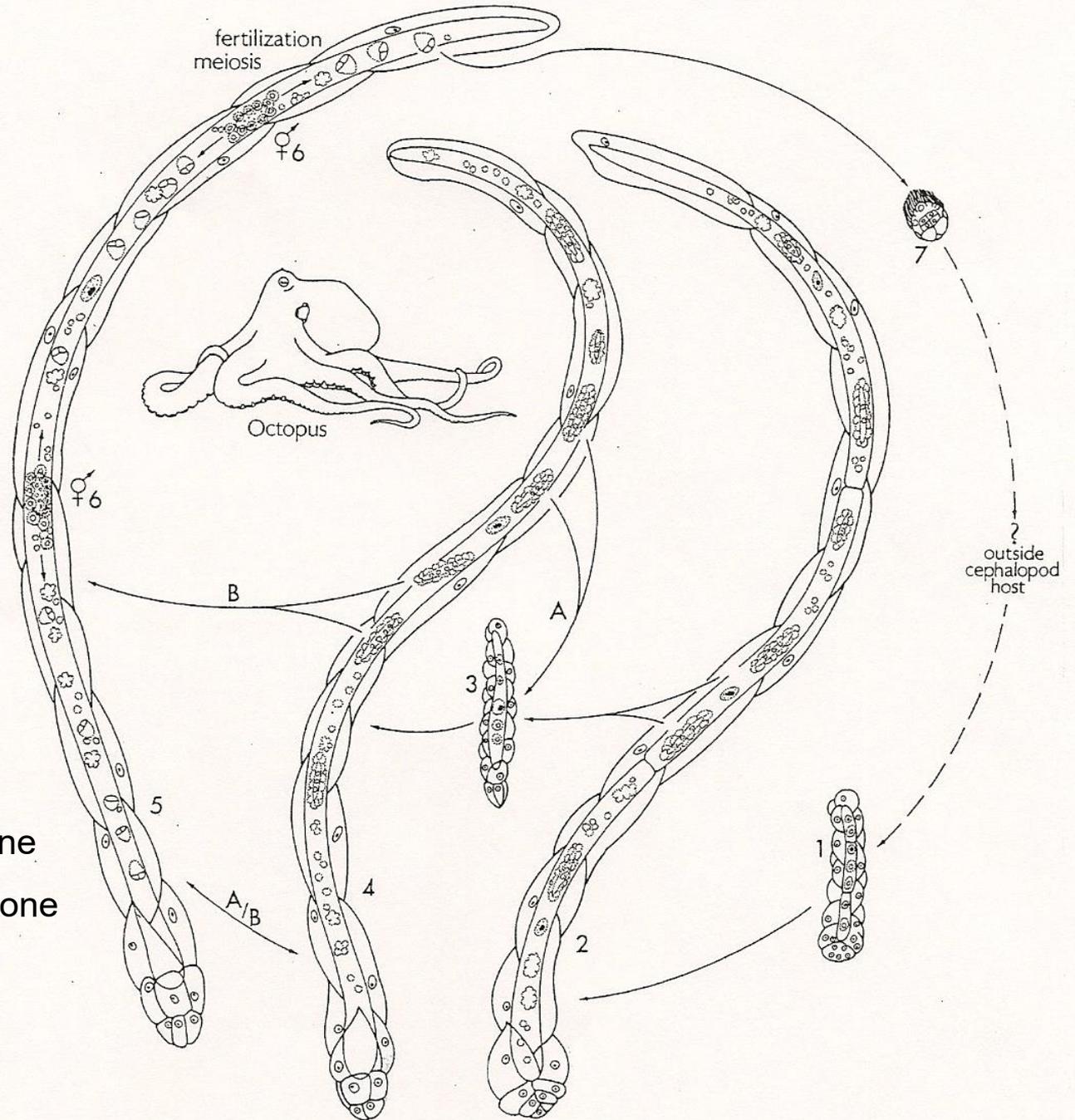
Si localizzano negli organi escretori di cefalopodi bentonici ed epibentonici

Non sembrano arrecare danni all'ospite (endosimbionti)

Ciclo biologico modulato dall'età dei cefalopodi parassitati



Ciclo biologico di Dicyemide (Hochberg, 1982)



1. Stadio nematogeno
2. Nematogeno
3. Embrione vermiforme
4. Nematogeno
5. Rombogeno
6. Infusirogeno
7. Infusoriforme

- A. Bassa intensità d'infezione
B. Elevata Intensità d'infezione

Metazoa and Related Diseases

Santiago Pascual, Elvira Abollo, Ivona Mladineo, and Camino Gestal

Cephalopods and their metazoan parasites have coevolved in wild fisheries for many years. In fact, helminth larvae and parasitic copepods have been recorded in cephalopods worldwide. This is not surprising considering the important role cephalopods play in the transfer of energy and contaminants in marine food webs. Nerito-oceanic ommastrephid squids are by far the most noticeable trophic bridge for helminth parasites in the marine realm, coastal octopus, and cuttlefish serving as primary host for crustaceans. Although it is highly likely that parasitic infections occurred, relatively little is known about the pathogenic potential of metazoan parasites in naturally infected cephalopods.

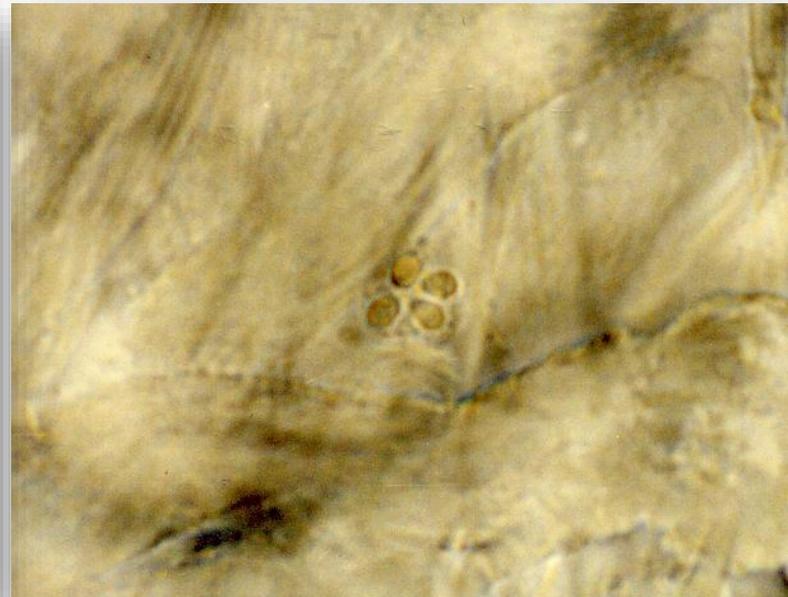
It is stated that heavy parasitic infections may probably cause host morbidity or poor condition but signs of disease are singularly rare with very few specimens exhibiting disease conditions. Unfortunately, neither robust scientific evidence nor available material is available to support this statement.

It is more likely that metazoans may deplete energy stores of infected cephalopods, which are directed toward tissue repair and the host's defense mechanisms.

Parasitic infection may thus be considered an environmental stressor and as such a source of uncertainty in the evaluation of the potential productivity of cephalopod populations.

Myxozoa

Descrizione di un'infezione da *Kudoa* sp. nel polpo gigante del Pacifico, *Paroctopus dofleini* (Yokoyama e Masuda, 2001), in presenza di lesioni mioliquefattive *post-mortem*

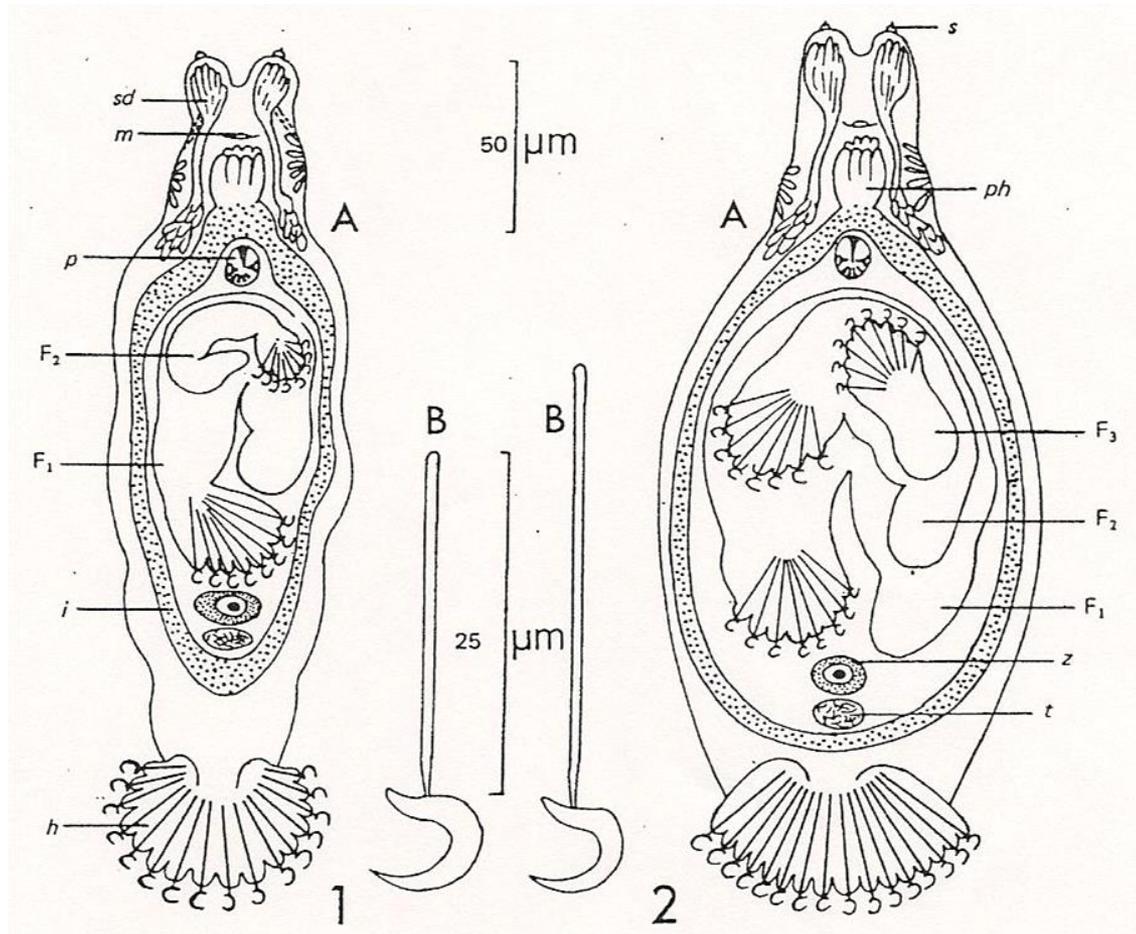


da Yokoyama e Masuda, 2001

MONOGENEI

Presenti nella cavità del mantello, sulle branchie, sui tenatcoli e nei grandi vasi.

GYRODACTYLIDAE = TRASMISSIONE DIRETTA PER CONTATTO



Isancistrum subulatae

Isancistrum loliginis

La presenza di trematodi monogenei appartenenti alle specie *Isancistrum loliginis*, *I. subulatae* e *Polystoma loliginum* è stata segnalata in passato a livello di branchie, mantello e tentacoli di *Loligo* spp. e *Alloteuthis subulata*.

Isancistrum spp. si caratterizza per la mancanza degli hamuli che di solito sono tipicamente presenti nei monogenei Gyrodactylidae.

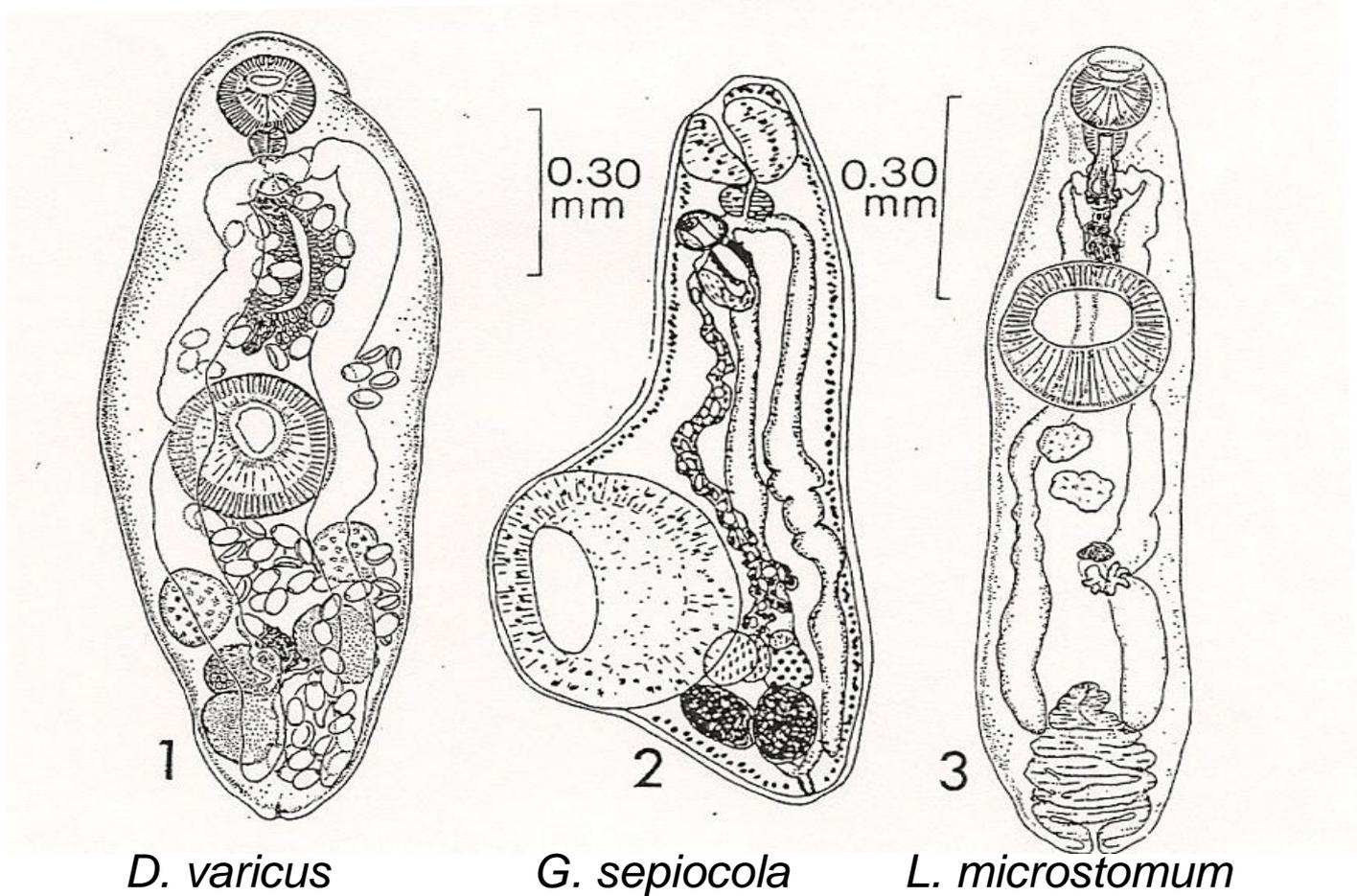
Il passaggio dei parassiti avviene per contatto diretto grazie alla loro viviparità e per questo le condizioni di promiscuità eventualmente mantenute in allevamento o in ambiente controllato possono favorirne la diffusione.

In natura probabilmente il momento strategico per la trasmissione avviene al momento della riproduzione.

I parassiti possono raggiungere elevate intensità di infestazione, anche di migliaia di individui per ospite, con un'azione patogena mai descritta adeguatamente, per quanto sospettata.

DIGENEI

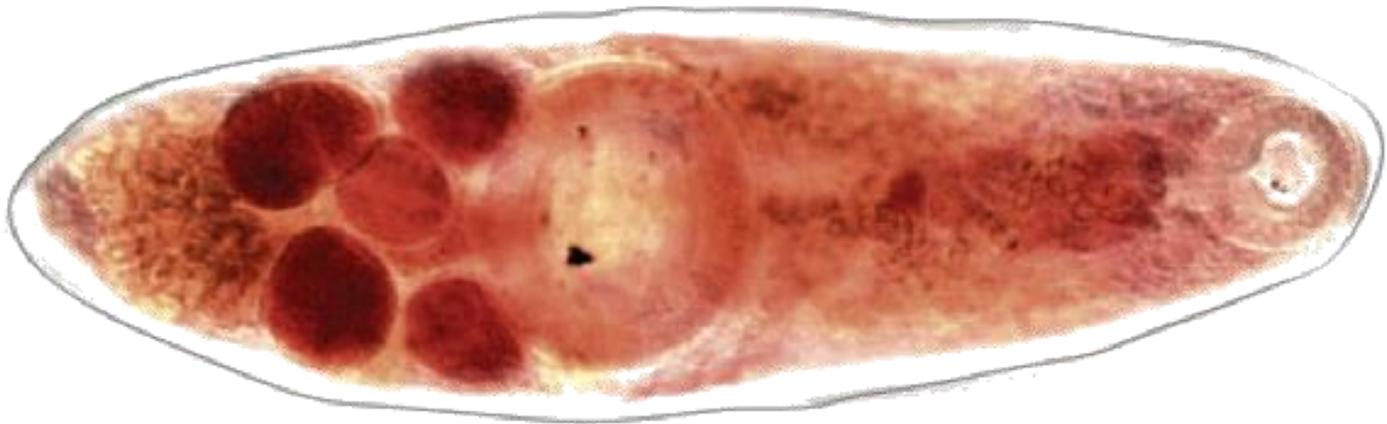
Ciclo biologico complesso in cui i cefalopodi rivestono ruolo di ospite intermedio (exx Didymozoidae), ospite definitivo ed ospite paratenico (exx hemiuridae e accacoelidae)



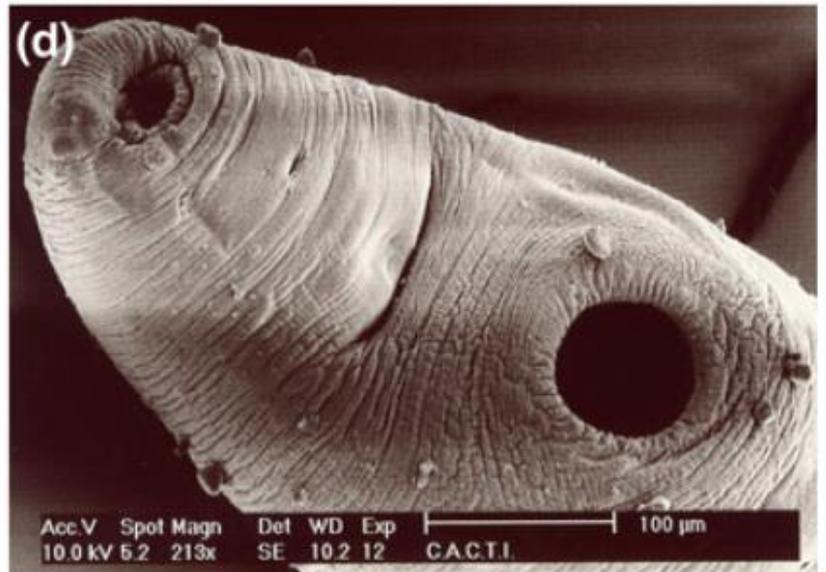
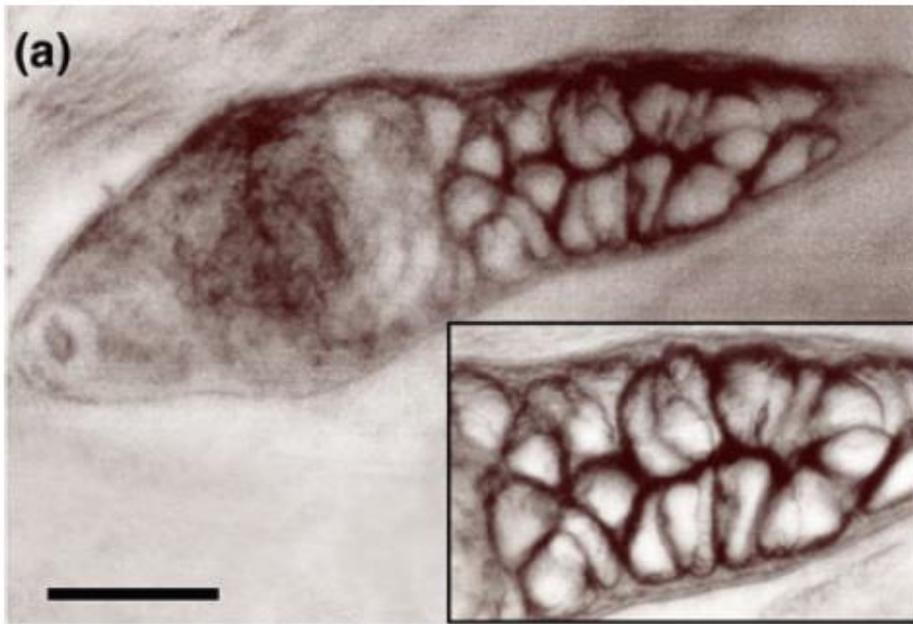
La penetrazione attiva delle cercarie nei cefalopodi è descritta solo per pochi digenei come ad esempio le specie del genere *Stephanochasmus*, altrimenti di solito l'ingresso di questi parassiti nell'ospite avviene per ingestione del primo ospite intermedio e successiva migrazione della cercaria fino all'organo target dove diventa metacercaria.

Le specie *Derogenes varicus* e *Hirudinella ventricosa* sono state individuate allo stadio adulto nell'intestino terminale di una decina di specie di cefalopodi.

Non esistono comunque segnalazioni di patologie correlate ad infestazioni da parte di digenei.



Derogenes varicus



Digenean trematodes from European cephalopods. Whole specimens (ventral view) of didymozoid from from *Illex coindetii* (a), and adult *Lecitochirium* sp. (b, c, c) from *Octopus vulgaris* showing oral and ventral sucker, pharynx, acetabular cleft, and excretory vesicle. View at light microscopy (a, b), and (c, d) scanning electron microscopy (SEM). Scale bars: A: 200 μ m; B: 200 μ m; C: 200 μ m; D 100 μ m

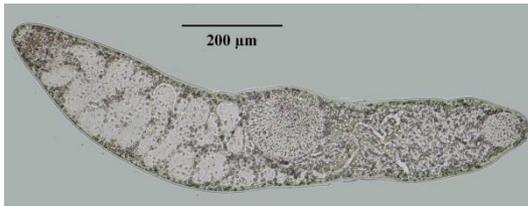
Le informazioni riguardanti le infestazioni da digenei in cefalopodi sono piuttosto scarse in letteratura.

Infestazioni da metacercarie di Didimozoidi, parassiti ritrovabili allo stadio adulto in diverse specie di teleostei, sono descritte a livello del tratto digestivo di seppie (*Dosidicus gigas*) con elevate prevalenze ed intensità negli esemplari di maggiori dimensioni.

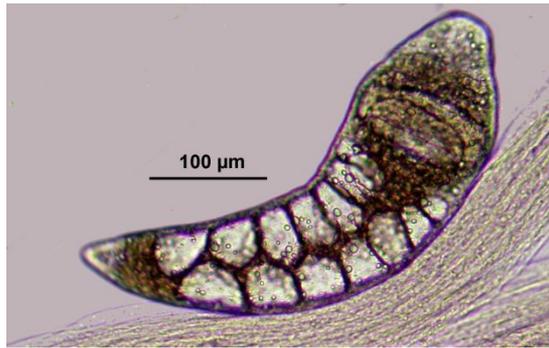
Metacercarie (morfotipi)



Allomonilicaecum

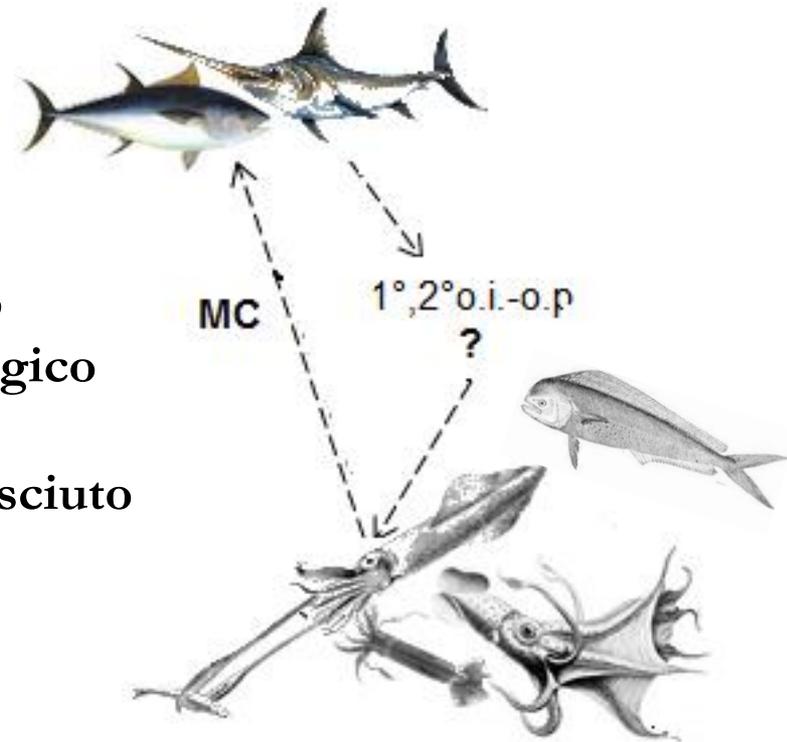


Torticaecum



Neomonilicaecum

Ciclo
biologico
poco
conosciuto



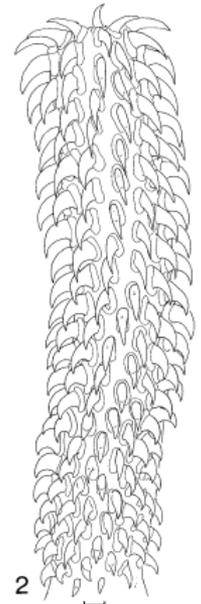
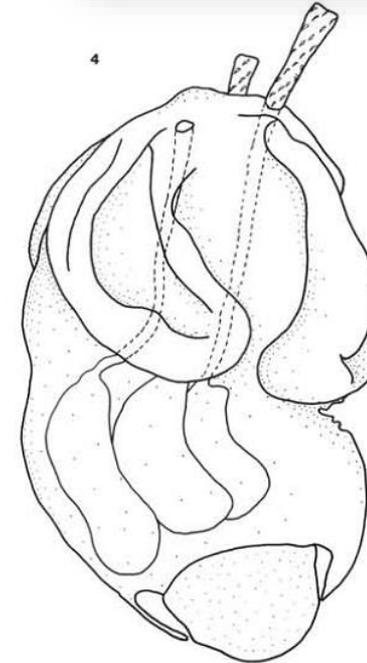
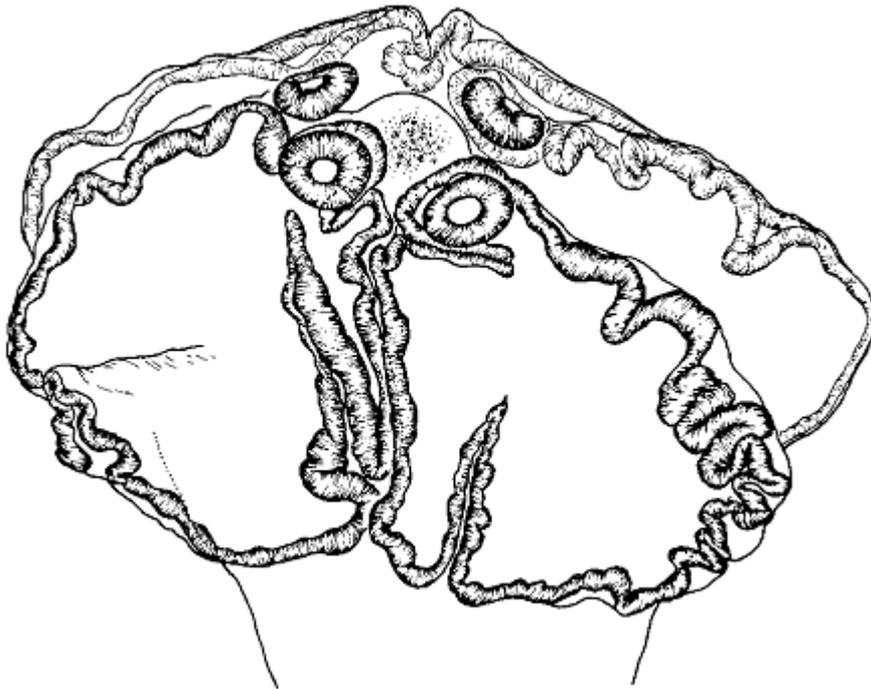
CESTODI

Gli stadi larvali di cestodi sono di frequente riscontro nei cefalopodi:

Genere *Phyllobothrium* (Tetrafillidei)

Genere *Nybelinia* (Trypanorhyncha)

NON SI CONOSCE L'EVENTUALE PATOGENICITA'



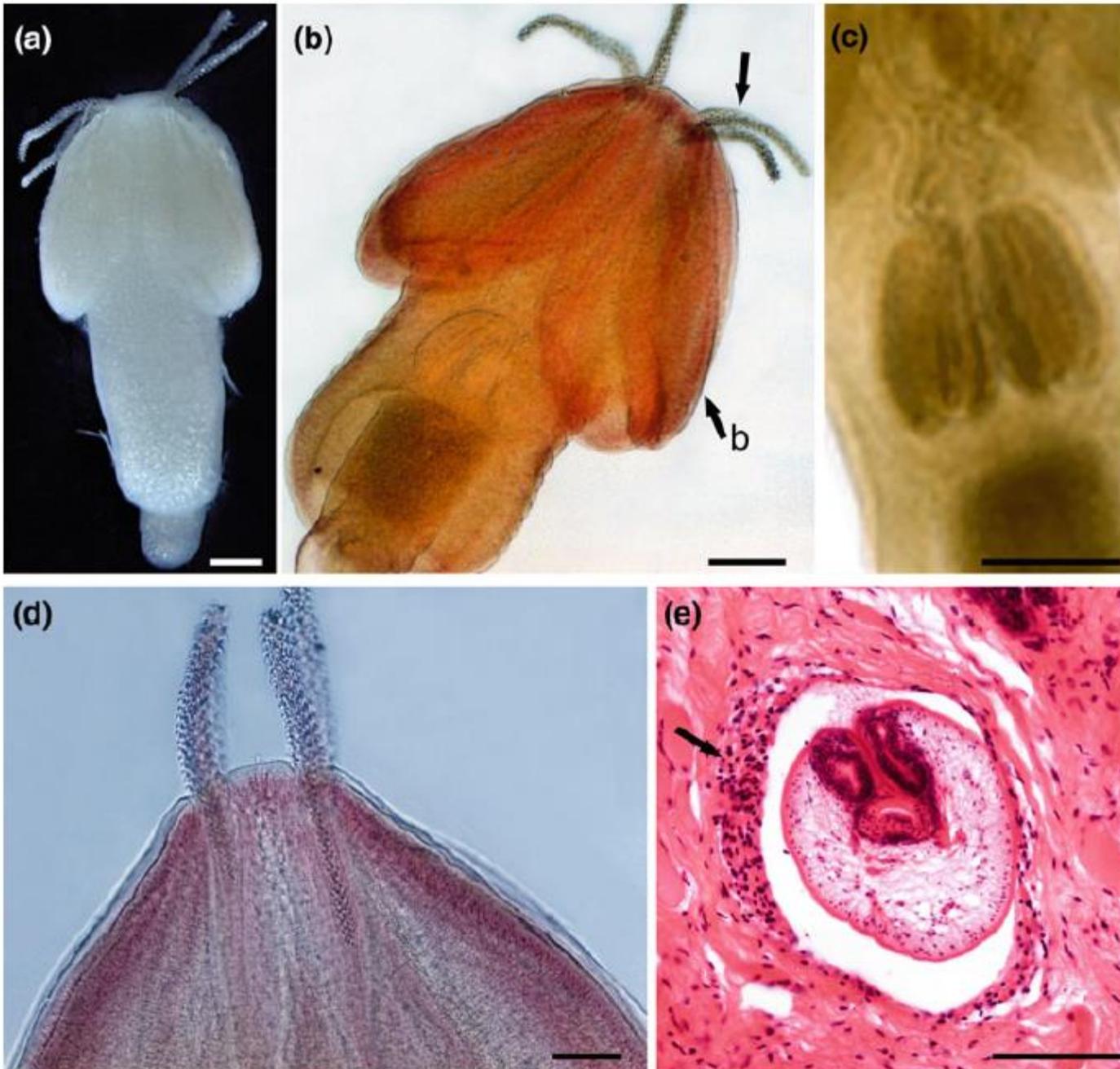
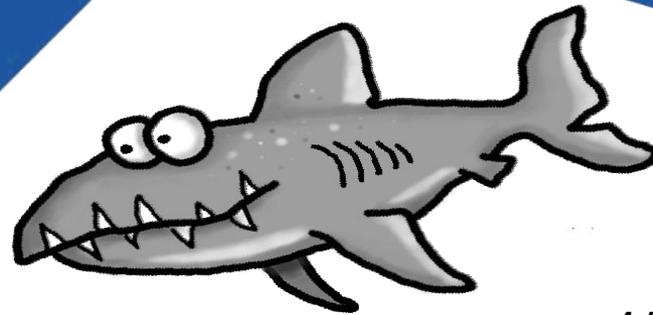
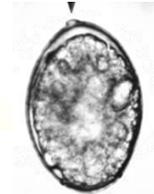
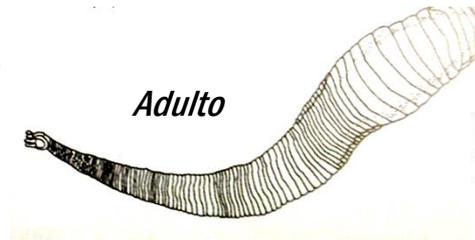


Fig. 12.3 Larval tetrarhynchidean of *Nybelinia lingualis* from a variety of hosts. Stereomicroscopy (a) and light microscopy (b) image of the typical body architecture of tetrarhynchideans, showing four sessile bothridia with four tentacles armed with hooks in spirals. Detail of the hooks observed invaginated into the body (c) or evaginated (d). Histological section showing specific light infiltration of hemocytes surrounding the infected area (e) H&E stain. Scale bars: A: 250 μm ; B: 250 μm ; C: 250 μm ; D: 250 μm ; E: 100 μm

CICLO BIOLOGICO DEI CESTODI TRYPANORHYNCHA



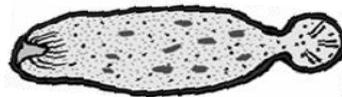
Adulto



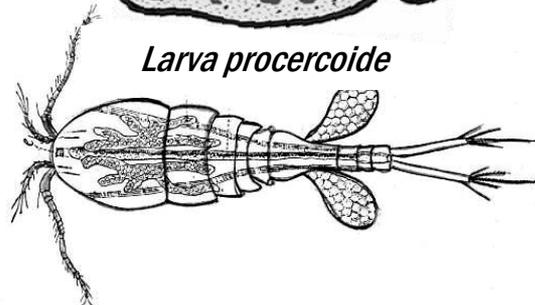
Uovo



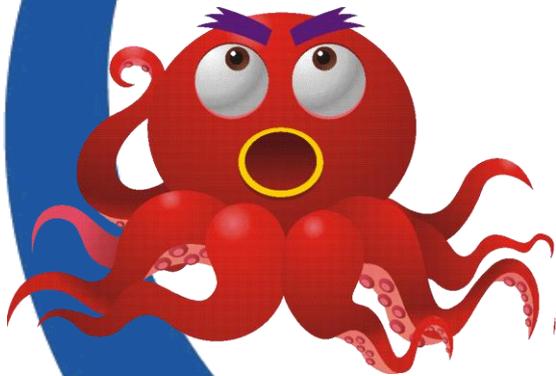
Coracidio

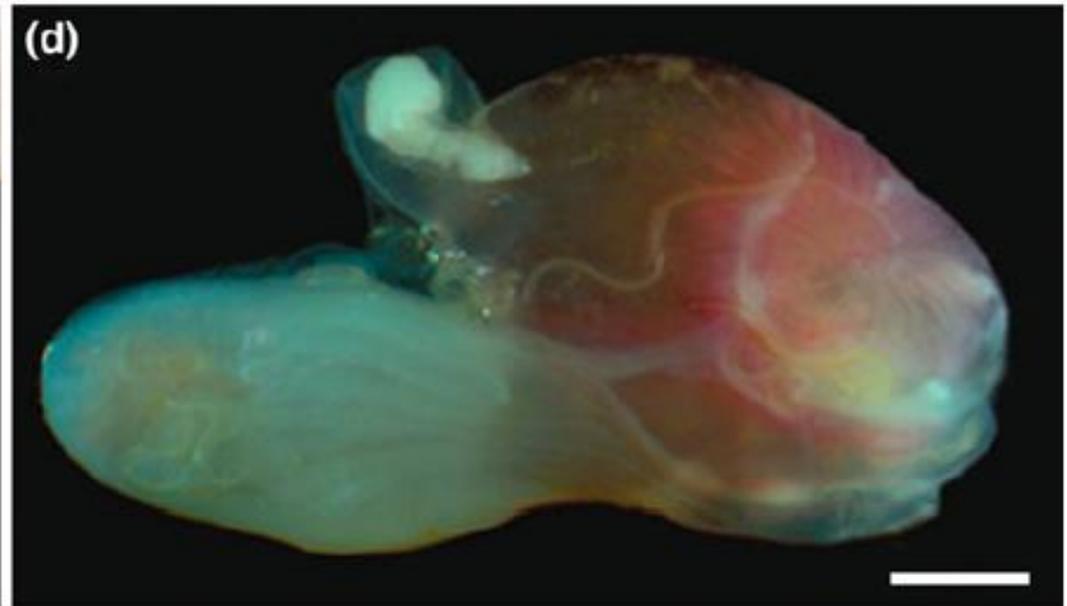
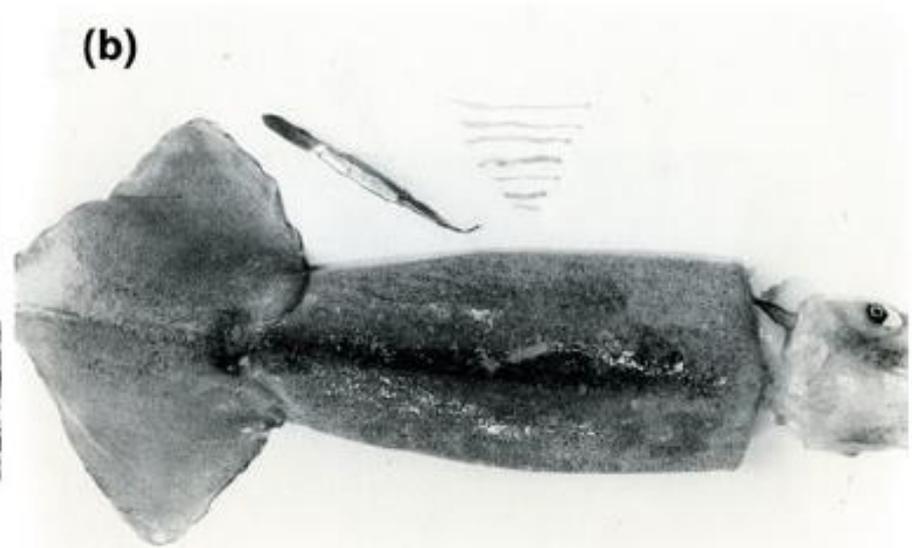
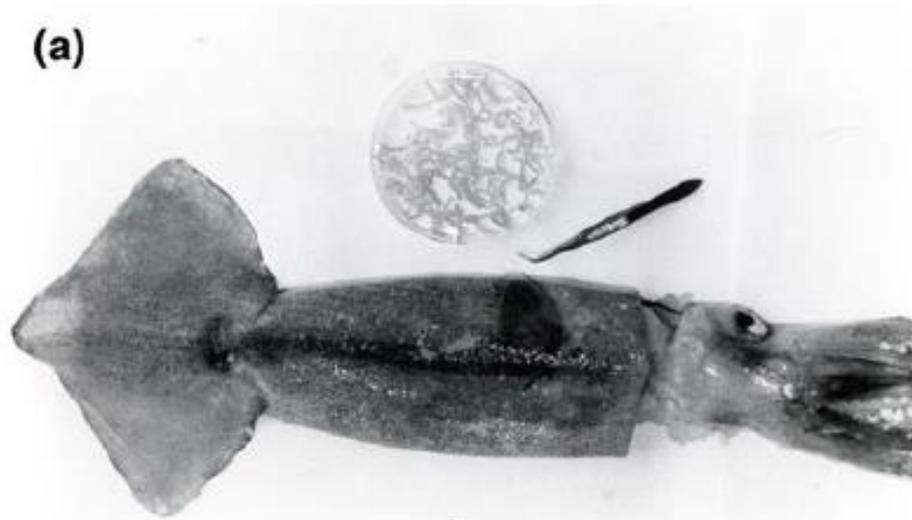


Larva procercoide

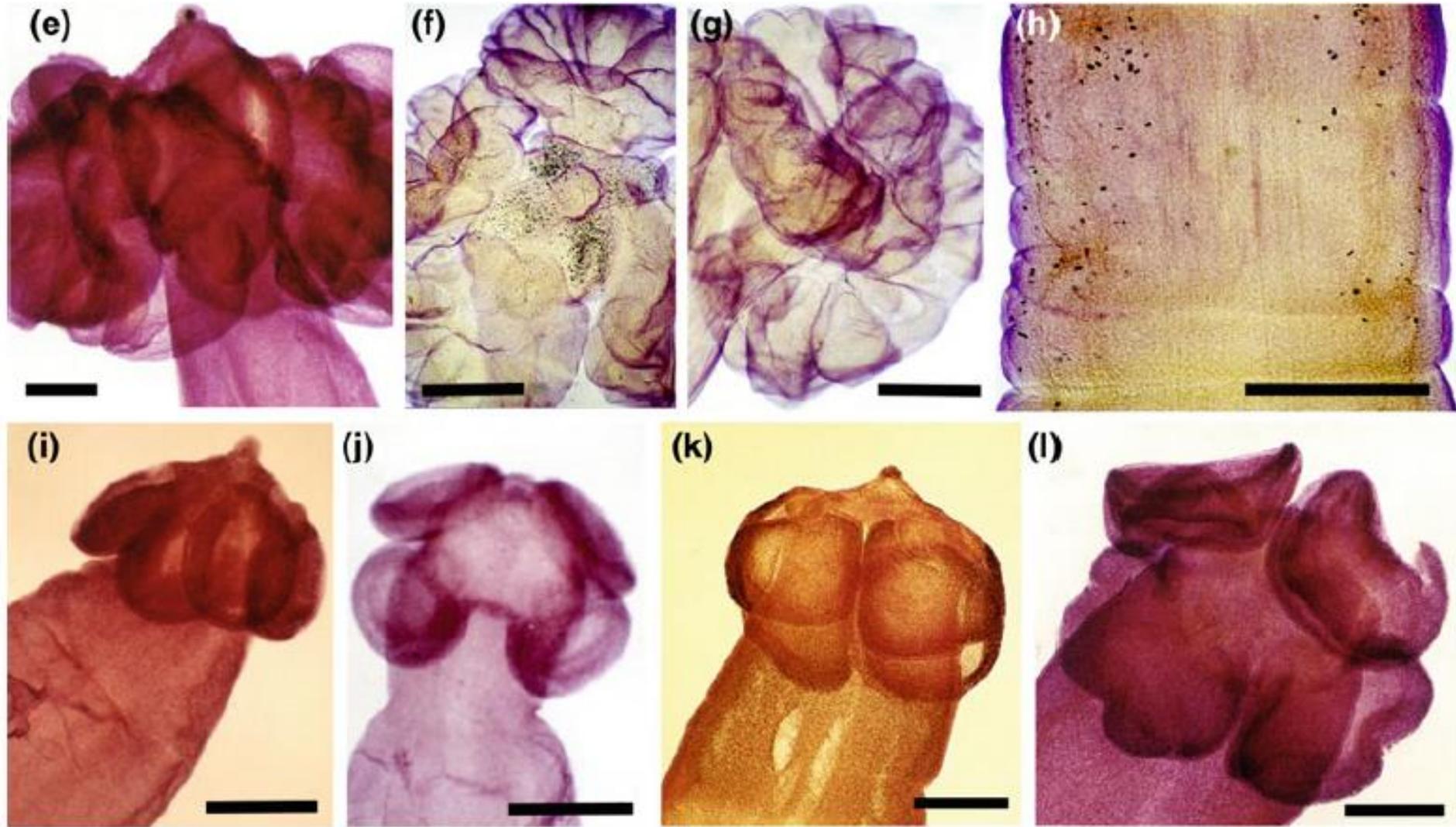


Larva plerocerca





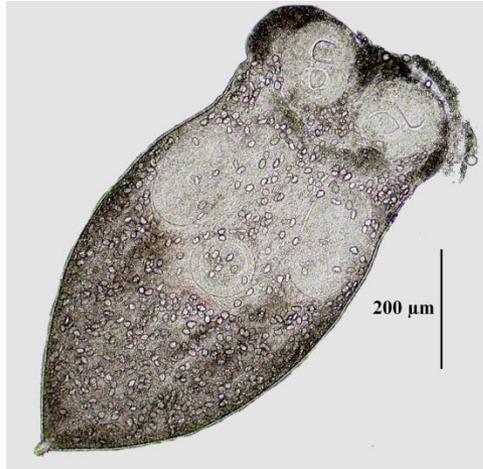
Larval cestodes tetraphyllidean taken from a variety of cephalopod species of Europe. Note the biomass of plerocercoids (a) and the range of sizes and shapes (b) in relation to the squid host. Light microscopy of two typical body architecture of tetraphyllideans (c, d)



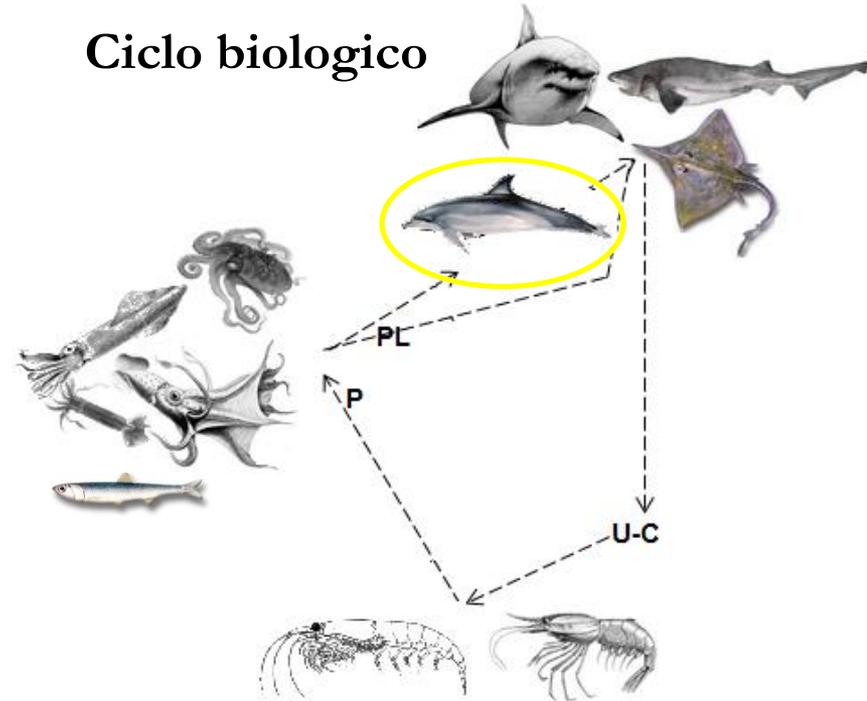
Wavy-edged bothridia (e–g), smooth-oval bothridia (i–k), and scalloped-edged bothridia (l). Tegument (h) and apical and bothridial sucker in apical (m, n) view of scolex.

Larve di platelminti parassiti dei cefalopodi delle acque circostanti la Sardegna: Cestodi

Larve plerocercoidi



Ciclo biologico



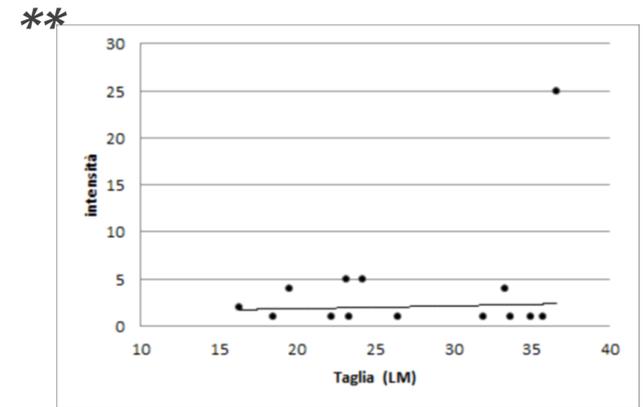
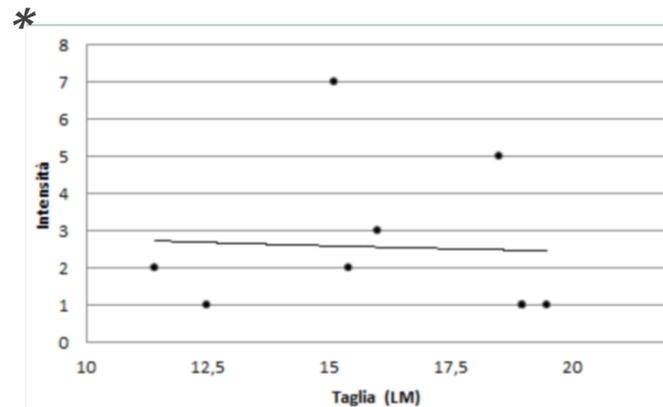
Tetraphyllidea

Scolex pleuronectis

Trypanorhyncha

Nybelinia sp.

Specie ospite	P%
<i>I. coindetii</i> *	23.1%
<i>T. sagittatus</i> **	29.8%
<i>H. bonnellii</i>	3.2%
<i>H. reversa</i>	7.5%
<i>O. vulgaris</i>	4.7%
<i>P. tetracirrhus</i>	100%



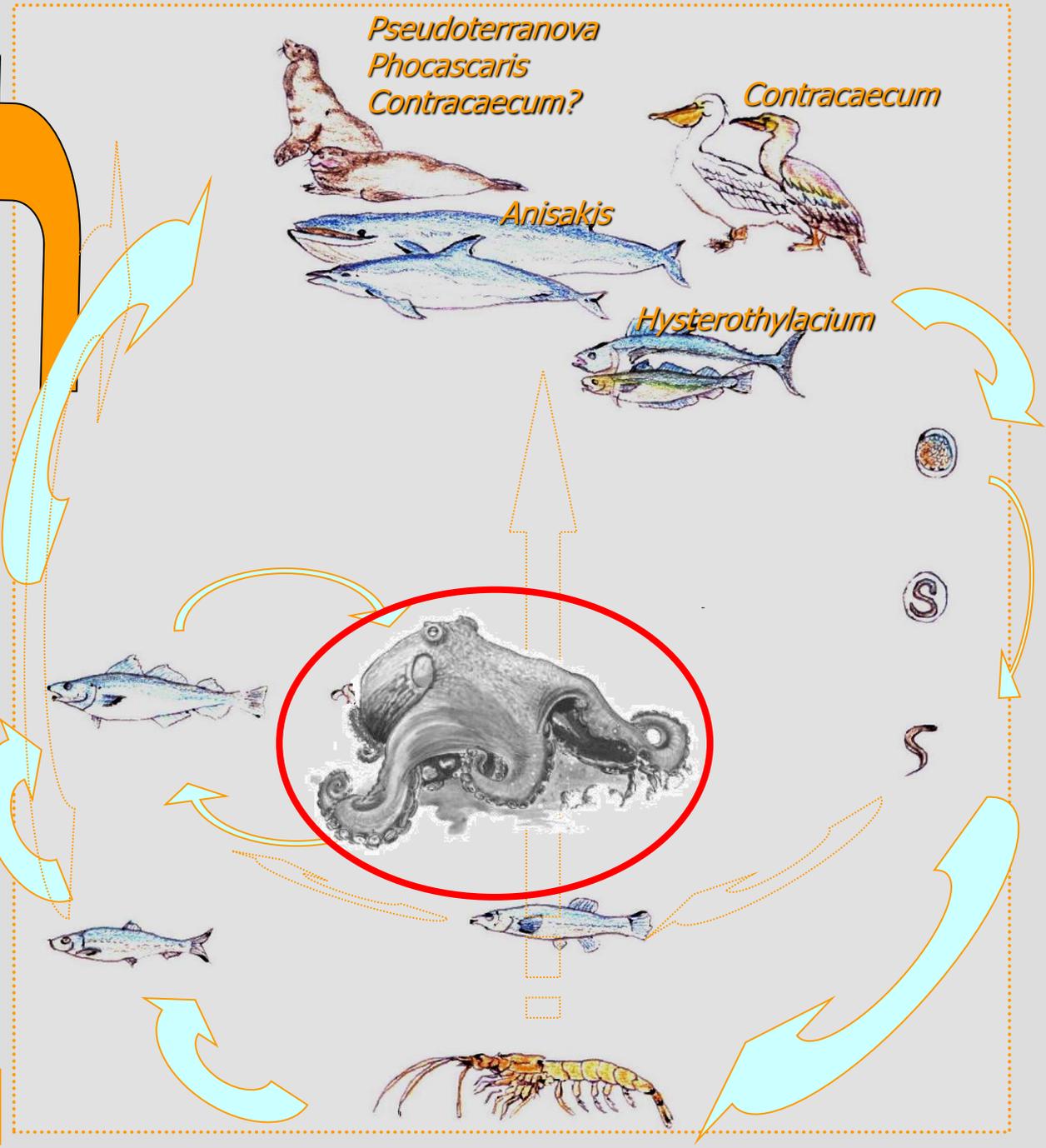
Livelli di intensità costanti nelle classi di taglia

Courtesy by Dr. Jacopo Culurgioni

UOMO

N
E
M
A
T
O
D
I

Anisakis





ELSEVIER

Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Veterinary Parasitology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/vetpar



Short communication

Survey on the presence of *Anisakis* and *Hysterothylacium* larvae in fishes and squids caught in Ligurian Sea



Laura Serracca^{a,*}, Emanuele Cencetti^a, Roberta Battistini^a, Irene Rossini^a,
Marino Prearo^b, Elena Pavoletti^b, Maria Letizia Fioravanti^c, Marzia Righetti^b,
Brizio Di Donfrancesco^b, Carlo Ercolini^a

^a Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta, Sezione La Spezia Laboratorio di Microbiologia Marina, Italy

^b Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta, Laboratorio di Ittiopatologia, Torino, Italy

^c Dipartimento Scienze Mediche Veterinarie, Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Ozzano Emilia (BO), Italy

This study aims to investigate the occurrence of Anisakidae larvae (genera *Anisakis* and *Hysterothylacium*) in fishes and squids used for human nutrition and increase the knowledge of the distribution of Anisakidae larvae in this area of Mediterranean Sea

Table 1

Data on fishes and cephalopods species from northern Ligurian Sea tested for Anisakidae larvae and their level of infection.

Species	N	Mean length (range, cm)	Mean weight (range, g)	No. of specimens infected/tested (%)	Number of collected larvae	Mean intensity of infection (MI) \pm SE ^b
<i>Mullus barbatus</i>	67	11.5–20	22–101	17/67 (25.4)	96	5.64 \pm 0.58
<i>Illex coindetii</i>	60	21–36.5	17–162	1/60 (1.7)	1	1 \pm 0.24
<i>Trachurus trachurus</i>	32	19.3–26	58–220	5/32 (15.6)	43	8.6 \pm 0.71
<i>Pagellus erythrinus</i>	32	14–22	38–125	5/32 (15.6)	5	1 \pm 0.24
<i>Boops boops</i>	18	16.5–23	40–94	6/18 (33.3)	10	1.7 \pm 0.32
<i>Lithognathus mormyrus</i>	11	16.5–25	58–195	1/11 (9.1)	1	1 \pm 0.24
<i>Chelidonichthys obscurus</i>	6	14.8–20	34–73	1/6 (16.7 ^a)	1	1 \pm 0.24
<i>Merluccius merluccius</i>	4	23–26	83–105	0/4	0	0
<i>Serranus scriba</i>	3	15.2–19.2	44–77	3/3 (100 ^a)	16	5.33 \pm 0.56
<i>Diplodus annularis</i>	3	16.5–19	72–123	1/3 (33.3 ^a)	2	2 \pm 0.34
<i>Raja asterias</i>	3	26.5–32	102–200	0/3	0	0
<i>Pagellus acame</i>	3	16–19.5	51–83	0/3	0	0
<i>Conger conger</i>	2	40–44	65–119	1/2 (50 ^a)	1	1 \pm 0.24
<i>Diplodus sargus</i>	2	16.8–18	76–111	0/2	0	0
<i>Scorpaena scrofa</i>	1	12	34	1/1 (100 ^a)	1	1 \pm 0.24
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	1	16	63	1/1 (100 ^a)	1	1 \pm 0.24
<i>Arnoglossus laterna</i>	1	9.5	7	0/1	0	0
<i>Helicolenus dactylopterus</i>	1	18	94	0/1	0	0
<i>Lophius piscatorius</i>	1	22	181	0/1	0	0
<i>Aulopus filamentosus</i>	1	22.5	99	0/1	0	0
<i>Trachinus draco</i>	1	14.5	22	0/1	0	0
<i>Trigla lyra</i>	1	21	76	0/1	0	0
<i>Uranoscopus faber</i>	1	15	60	0/1	0	0
Total	255	–	–	43/255 (16.8%)	178	3.3 \pm 0.44

^a These relative percentage may be affected by the small sample size.^b SE: standard error.

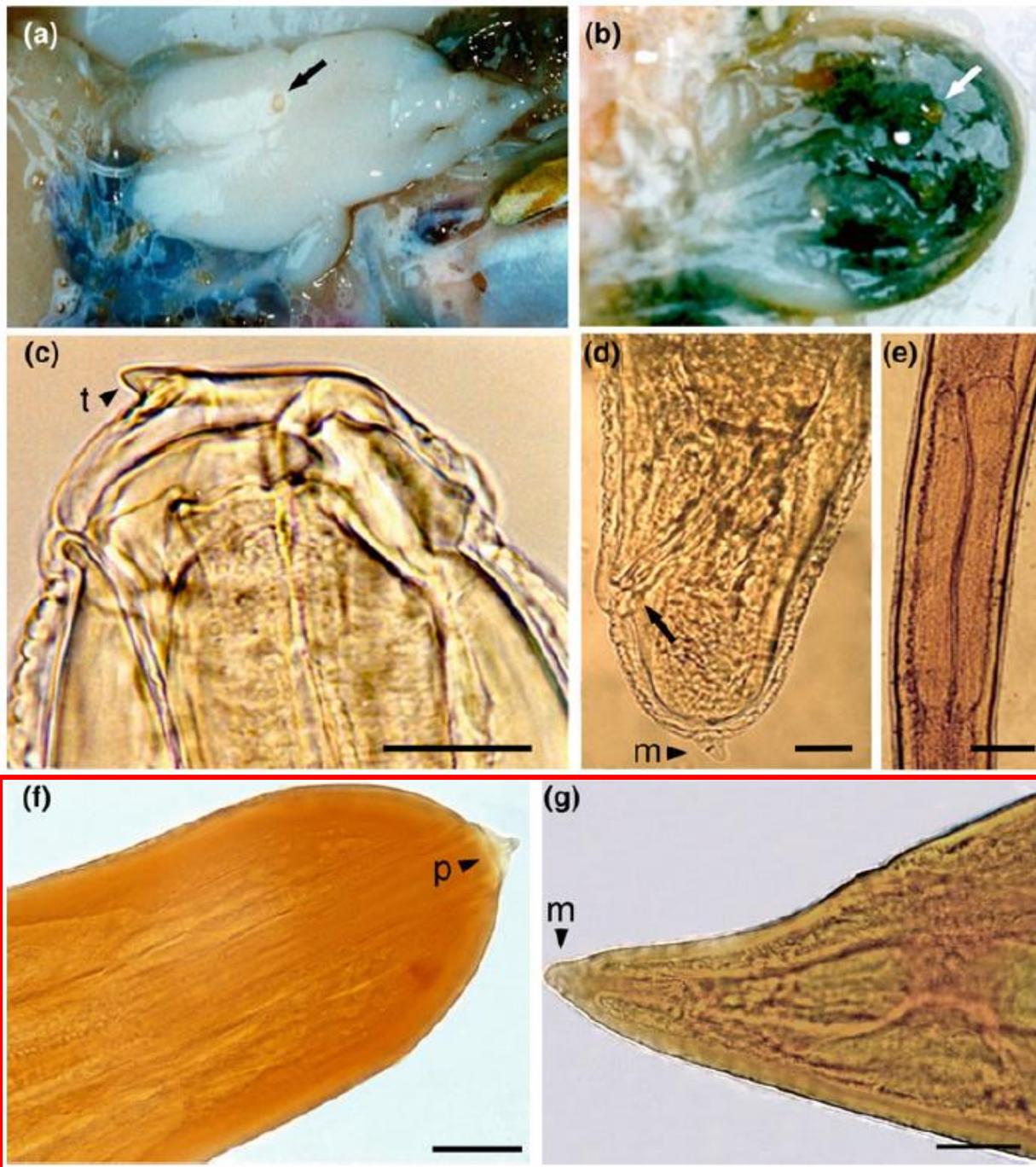
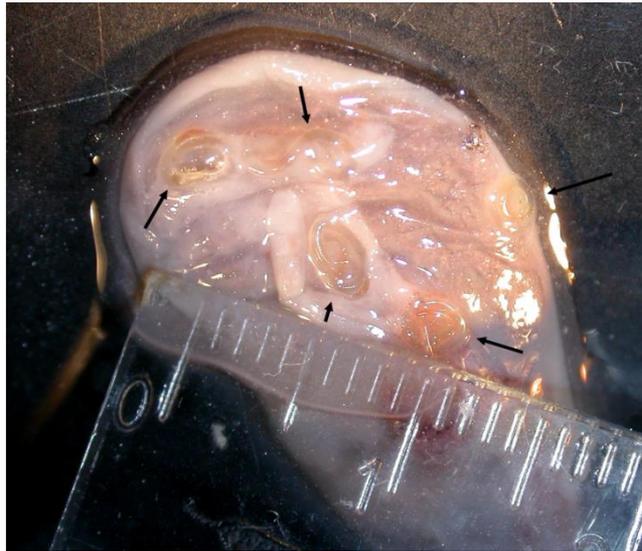
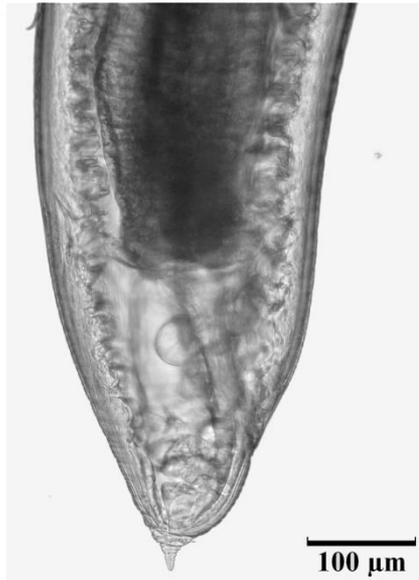


Fig. 12.4 Anisakid nematodes from various cephalopod species in Europe. Third-larval stages are easily recognized macroscopically (a, b) coiled and encysted in different organs (arrows). Light microscopy images of the anterior (c) and posterior (d) extremities with the characteristic ventriculus (e) of *Anisakis simplex* showing some morphological structures (striated cuticle, boring tooth, excretory pore, lips, esophagus, intestine, anal gland, anus, and mucron) in lateral view. *Cystidicola* sp. nematode from *Octopus vulgaris* (f, g). Anterior (f) and posterior (g) extremities showing the characteristic pseudolabia and mucron, respectively. Scale bars: C: 50 μm ; D: 30 μm ; E: 150 μm ; F: 20 μm ; G: 20 μm

Larve di Anisakidae parassiti dei cefalopodi delle acque circostanti la Sardegna: il genere *Anisakis*



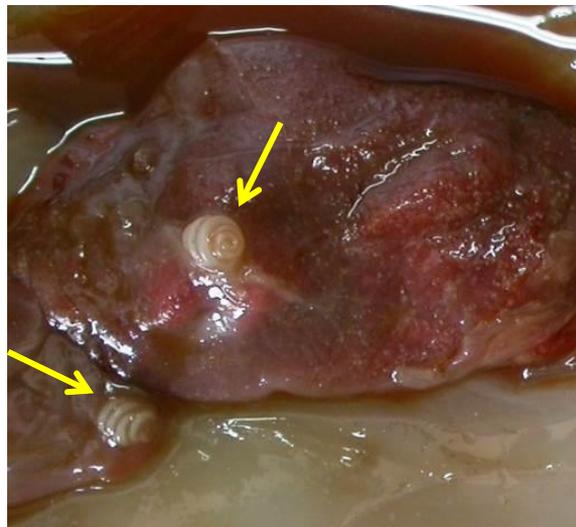
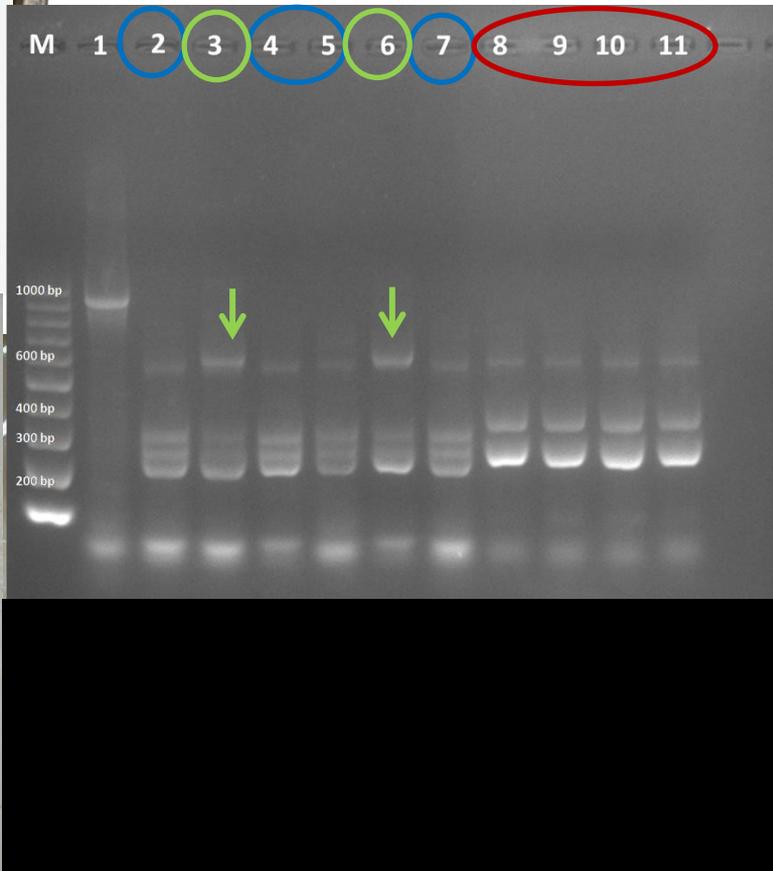
Morfotipo larvale I



A. pegreffii / *A. simplex*

A. pegreffii

A. physeteris



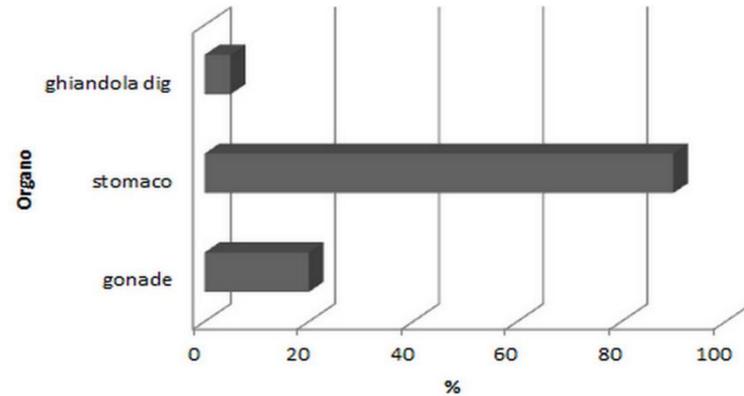
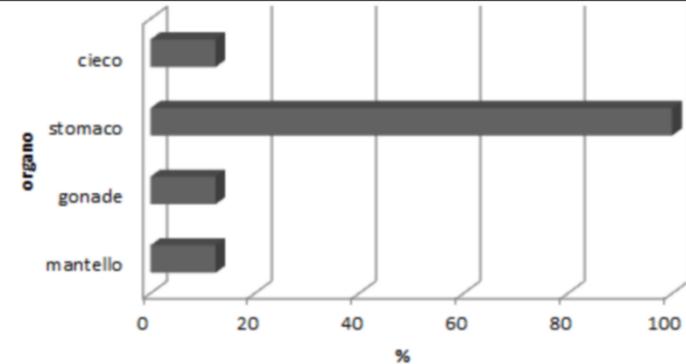
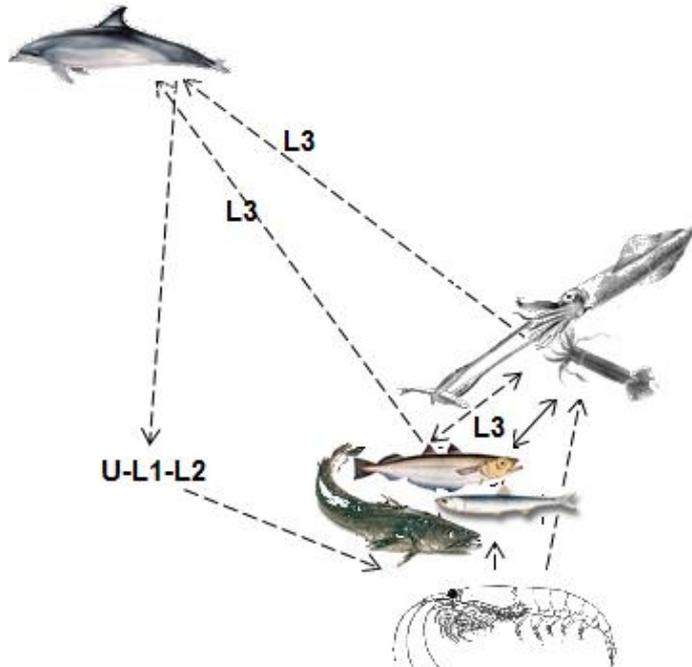
Morfotipo larvale II

Courtesy by Dr. Jacopo Culurgioni

Larve di nematodi parassiti dei cefalopodi delle acque circostanti la Sardegna: il genere *Anisakis*

✓ Epidemiologia

	Specie parassita	<i>A. pegreffii</i>
N	Specie ospite	P%
1	<i>T. sagittatus</i>	17.0%
2	<i>I. coindetii</i>	51.3%
4	<i>H. bonnellii</i>	1.6%
5	<i>H. reversa</i>	7.5%



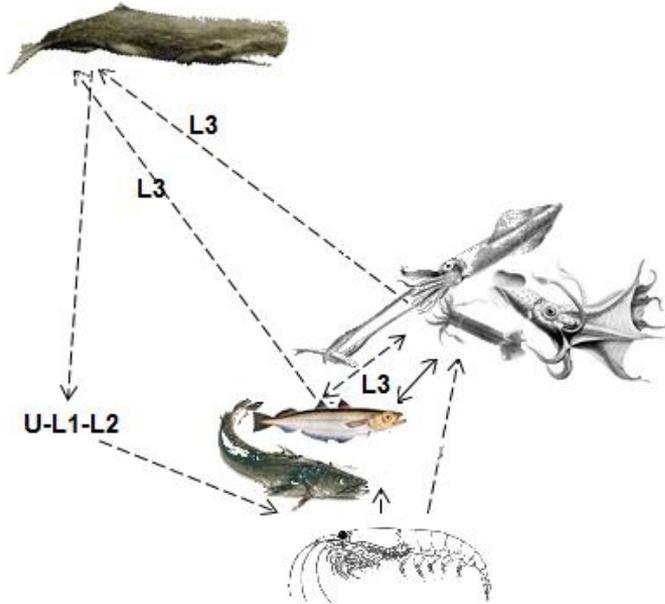
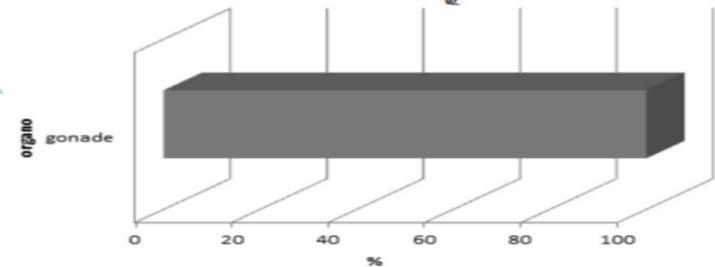
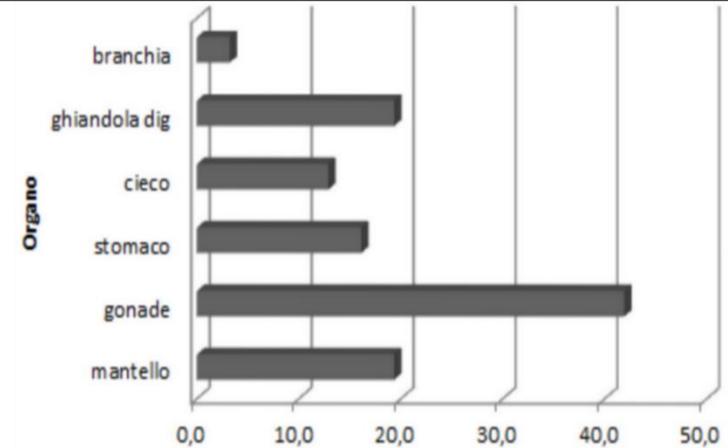
■ Ospite definitivo:
Delfinidae, Ziphididae

■ Larve con potenziale zoonotico

Larve di nematodi parassiti dei cefalopodi delle acque circostanti la Sardegna: il genere *Anisakis*

✓ Epidemiologia

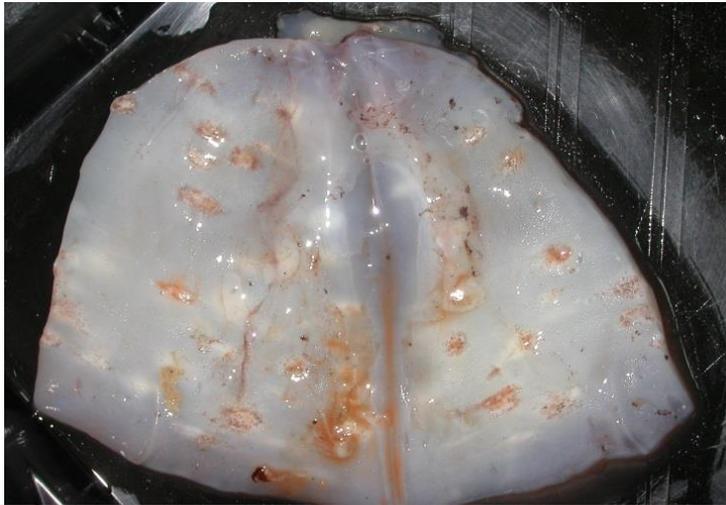
	Specie parassita	<i>A. physeteris</i>
N	Specie ospite	P%
1	<i>T. sagittatus</i>	66.0%
2	<i>I. coindetii</i>	10.3%
3	<i>T. eblanae</i>	42.9%
4	<i>H. bonnellii</i>	12.7%
6	<i>Octopoteuthis</i> sp.	100%



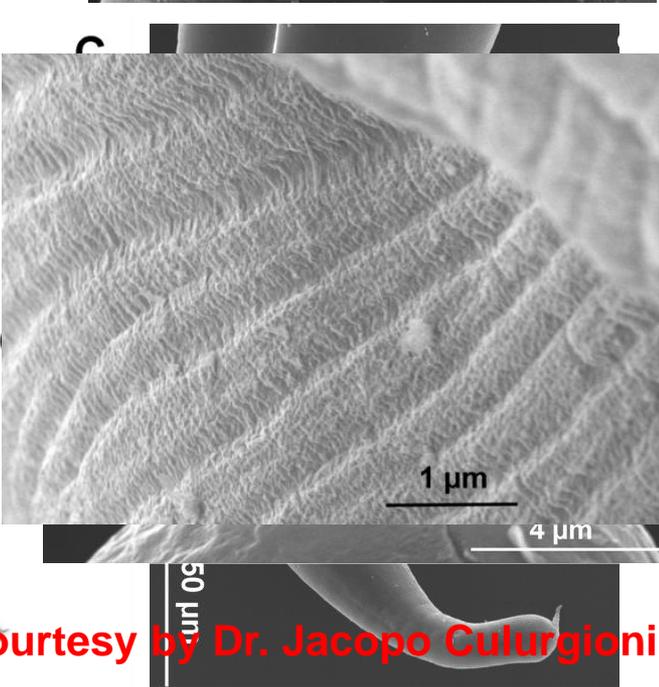
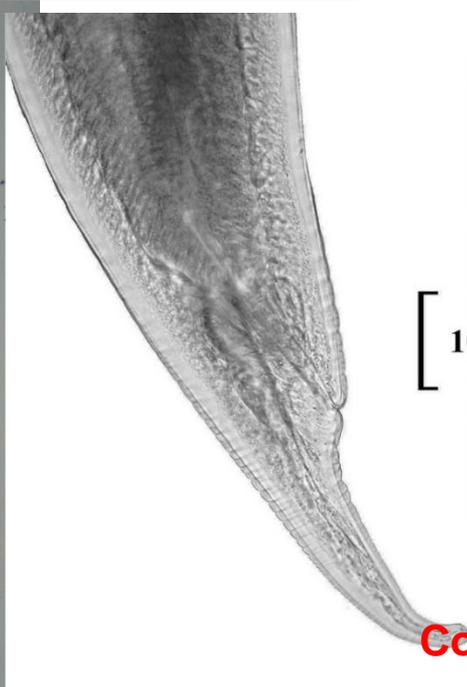
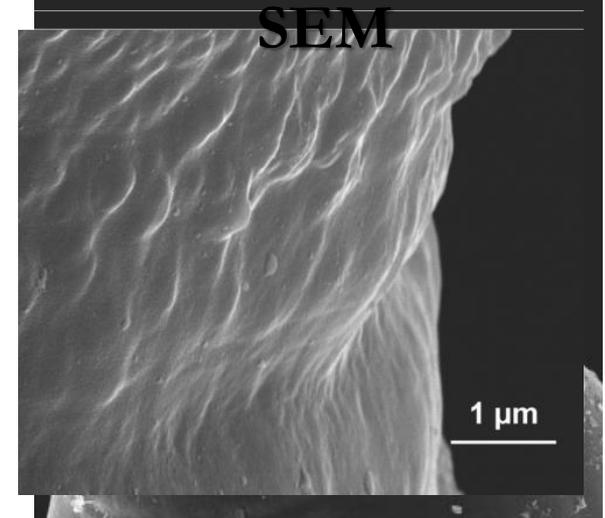
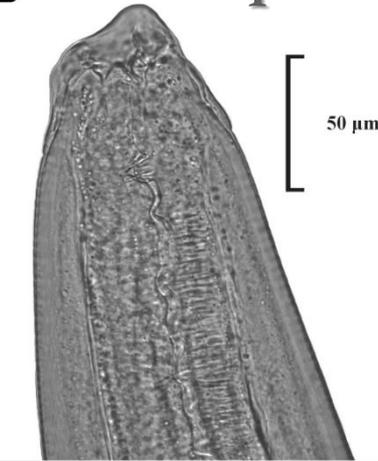
▪ Ospite definitivo:
Physeter macrocephalus

▪ Larve con potenziale zoonotico

Larve di Anisakidae parassiti dei cefalopodi delle acque circostanti la Sardegna: *Lappetascaris* sp. Tipo A



B Microscopia ottica

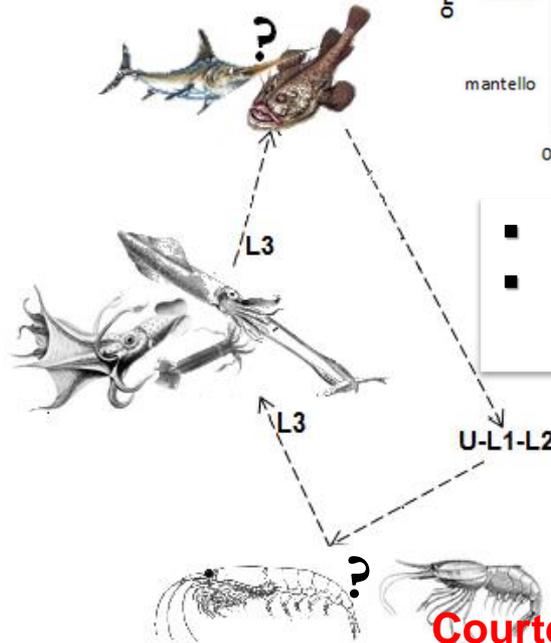
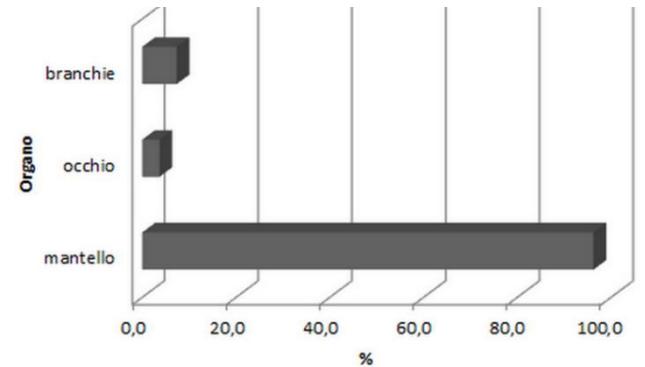
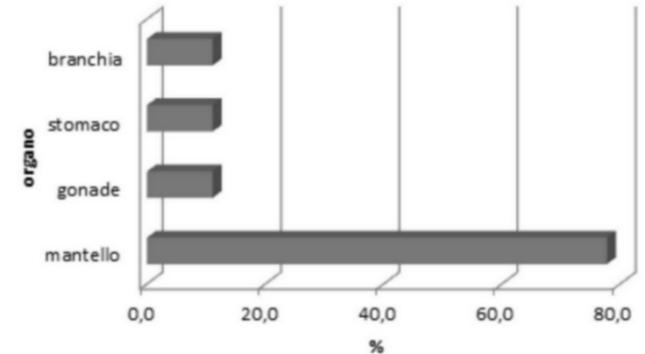
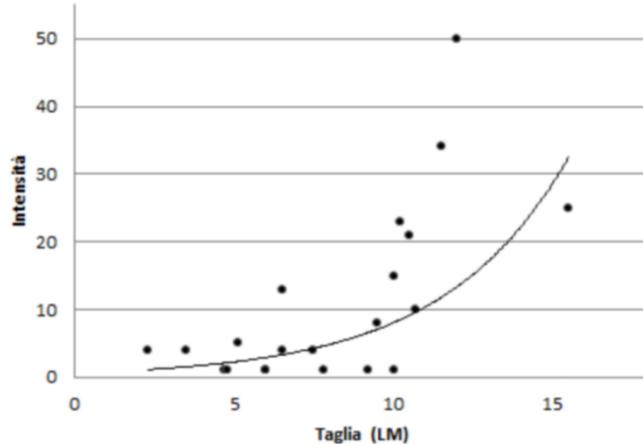


Courtesy by Dr. Jacopo Culurgioni

Larve di Anisakidae parassiti dei cefalopodi delle acque circostanti la Sardegna: *Lappetascaris* sp. Tipo A

✓ Epidemiologia

Specie ospite	P%	I
<i>I. coindetii</i>	51.3%	1-9
<i>T. eblanae</i>	28.6%	1-2
<i>T. sagittatus</i>	19,1%	1-29
<i>H. bonnellii</i>	42.9%	1-28
<i>H. reversa</i>	52.5%	1-50
<i>A. lichtensteini</i>	50%	2-11
<i>A. iesueurii</i>	100%	4

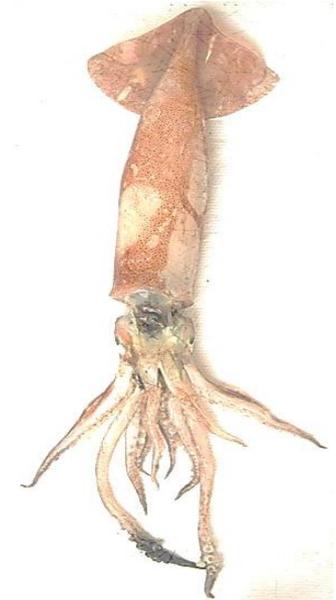


- Ciclo biologico sconosciuto
- Forme adulte mai osservate in Mediterraneo

Parassitofauna di *Todarodes sagittatus* e *Illex coindetii*



Parassita	Specie ospite	
	<i>T. sagittatus</i>	<i>I. coindetii</i>
	P%	P%
<i>Anisakis pegreffii</i>	19.4	41.7
<i>A. physeteris</i>	58.1	8.3
<i>Lappetascaris</i> sp. *	12.9	66.7
<i>Spinitectus</i> sp. *	-	8.3
Didymozoidae metacercariae	3.2	33.3
Tetraphyllidea larvae	35.5	41.7
Trypanorhyncha larvae	6.5	-
<i>Aggregata sagittata</i>	16.1	-



Courtesy by Dr. Jacopo Culurgioni



Lappetascaris sp.



Didymozoidae larvae

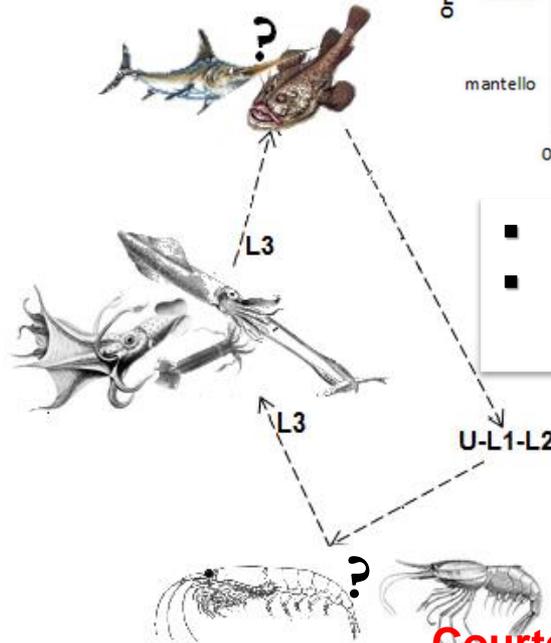
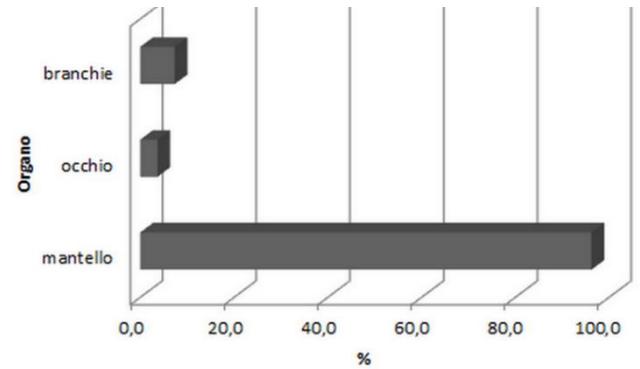
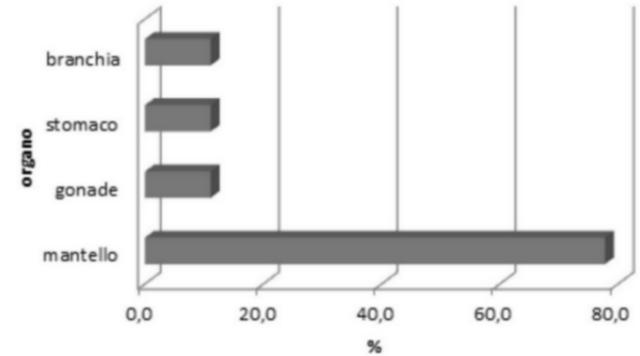
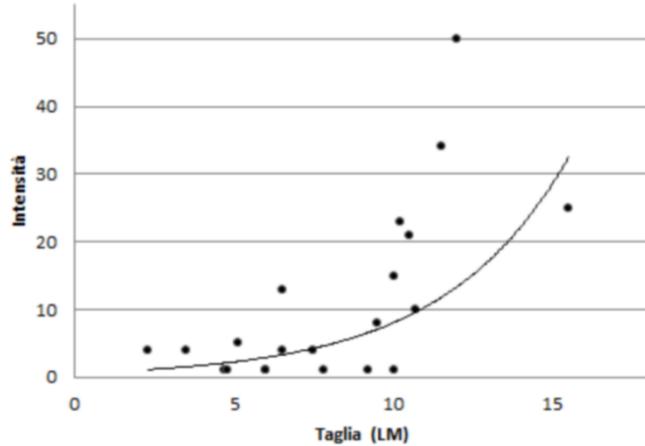


Spinitectus sp.

Larve di Anisakidae parassiti dei cefalopodi delle acque circostanti la Sardegna: *Lappetascaris* sp. Tipo A

✓ Epidemiologia

Specie ospite	P%	I
<i>I. coindetii</i>	51.3%	1-9
<i>T. eblanae</i>	28.6%	1-2
<i>T. sagittatus</i>	19,1%	1-29
<i>H. bonnellii</i>	42.9%	1-28
<i>H. reversa</i>	52.5%	1-50
<i>A. lichtensteini</i>	50%	2-11
<i>A. iesueurii</i>	100%	4



- Ciclo biologico sconosciuto
- Forme adulte mai osservate in Mediterraneo

ACANTOCEFALI

Tre specie di Acantocéfali sono state segnalate nei cefalopodi

Xex *NEORHADINORHYNCHUS ATLANTICUS* a livello gastrico

NON CI SONO DATI SULLA PATOGENICITA'



IRUDINEI

Segnalate tre specie di sanguisughe in *Octopus dofleini*

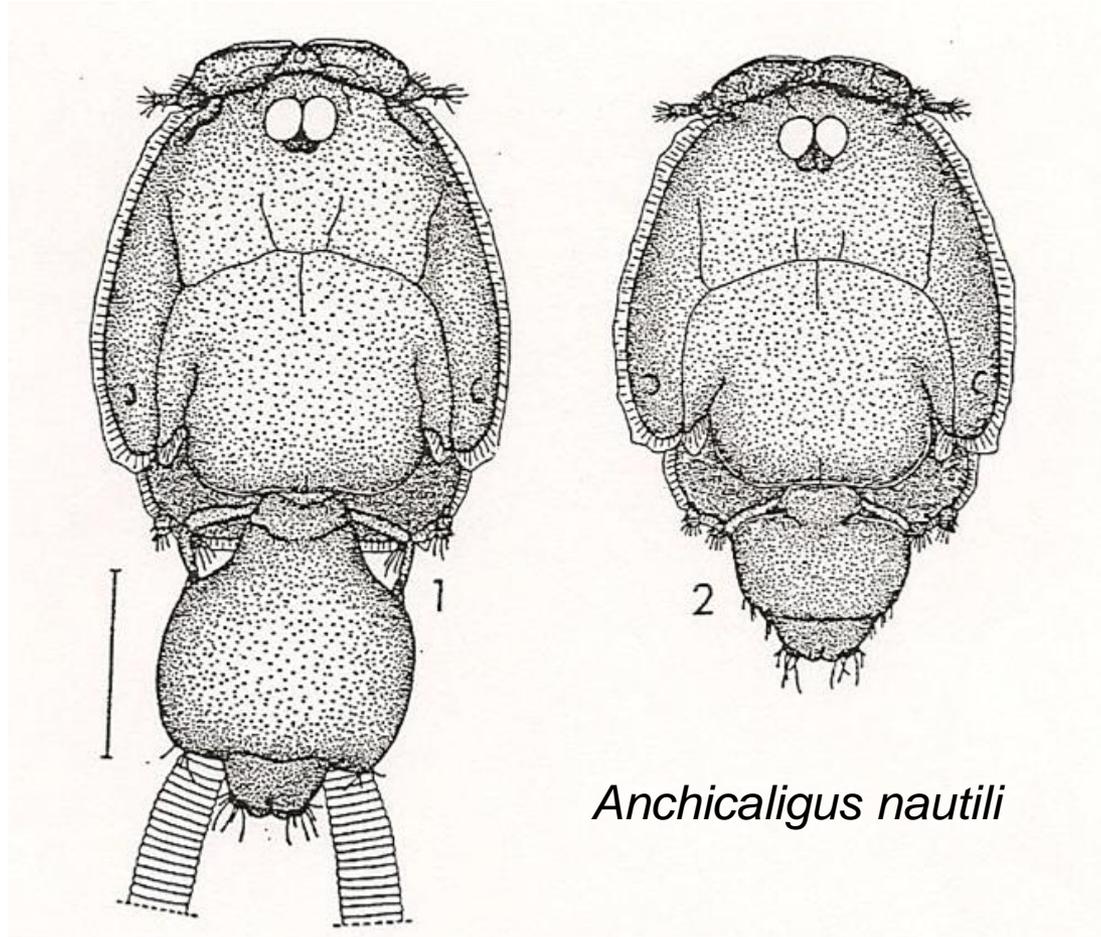
NESSUNA PATOGENICITA' RILEVATA



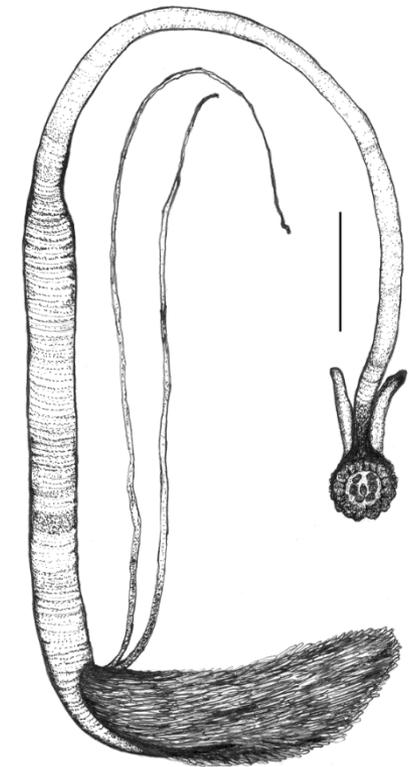
CROSTACEI COPEPODI

Numerose specie descritte (17 di copepodi, 3 di isopodi e 1 di branchiura)

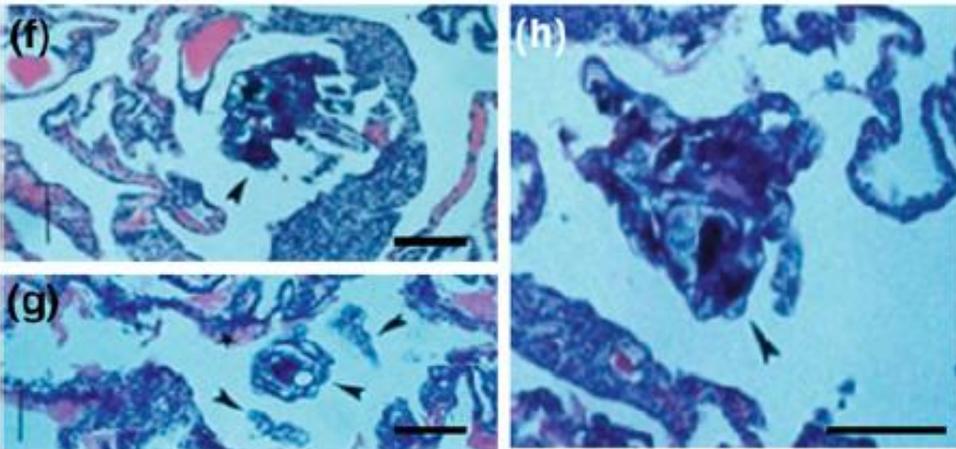
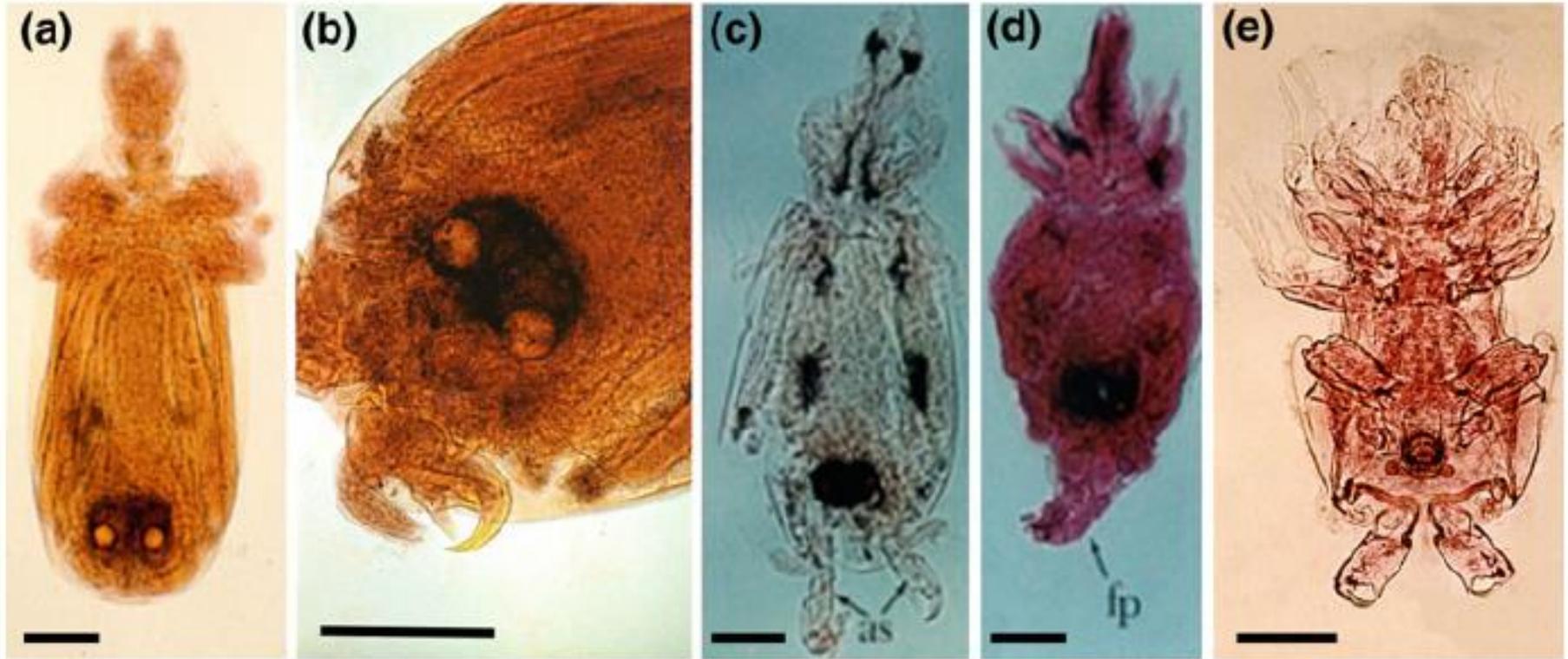
Patogenicità non accertata



Specie appartenenti al genere *Pennella* sono descritte in specie commercialmente importanti come *O. vulgaris*, *S. officinalis*, *I. coindetii* e *Loligo vulgaris* e in alcuni casi imputate di una certa patogenicità in alcune di esse, soprattutto ad elevate intensità d'infestazione dove centinaia di stadi giovanili di questi parassiti erano stati trovati adesi alle branchie. Prevalenze di infestazione variano dall'1,5% al 100% ma solitamente le intensità sono modeste.



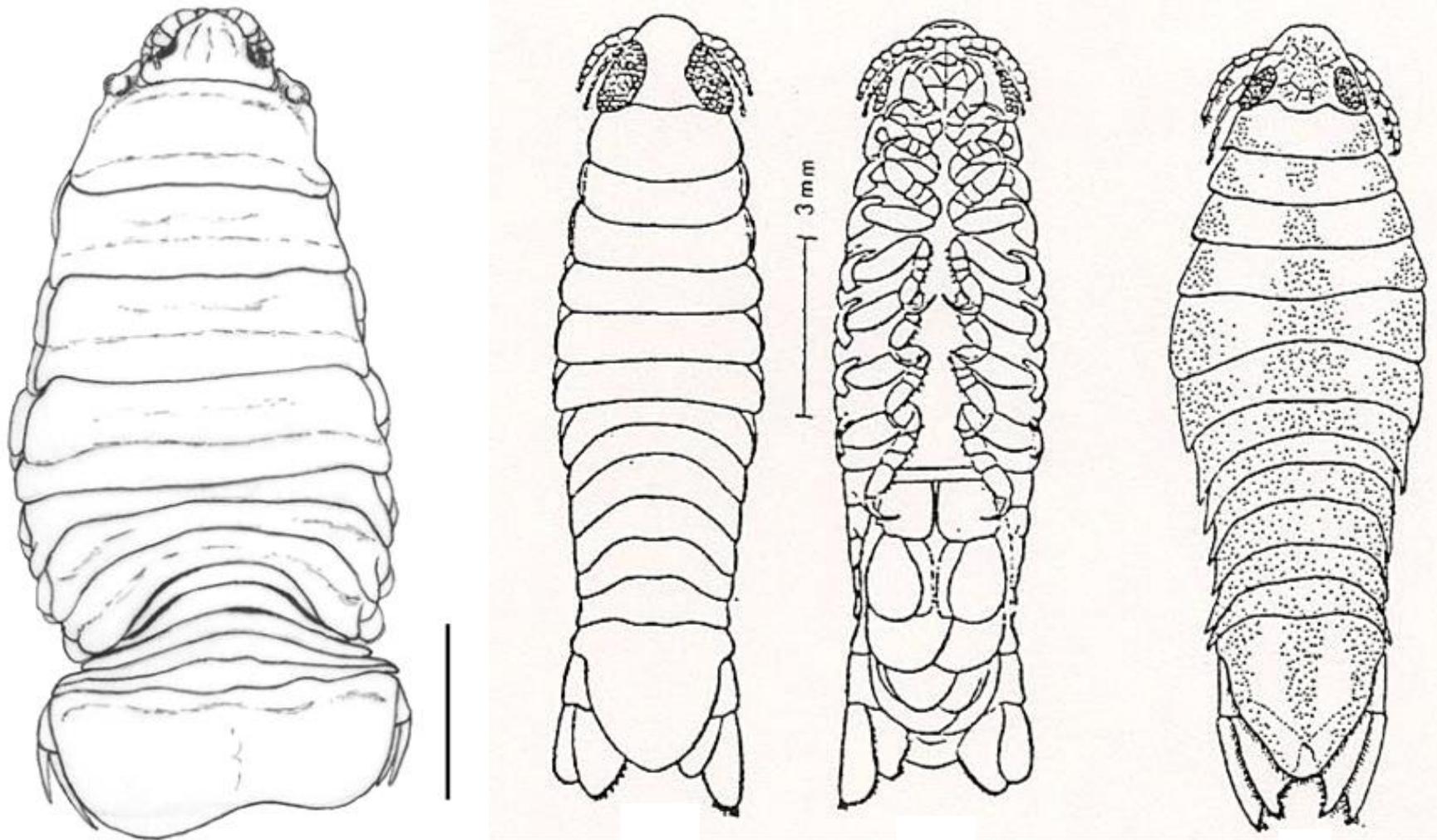
Le specie del genere *Pennella* hanno un ciclo di vita eteroxeno in cui stadi larvali, maschi e femmine premetamorfici si sviluppano sulle branchie di cefalopodi, principalmente seppie e calamari. Dopo l'accoppiamento, le femmine infestanti lasciano i cefalopodi per attaccare i cetacei e i pesci



Various ontogenetic stages of the most prevalent copepod (*Pennella* sp.) from the gills of many cephalopod species of Europe. (a–c) Copepodid with characteristic second antenna (as); (d) chalimus with polar filament (fp); (e) free-living adult male. Histological sections of squid gills showing pennellids (arrows) associated to mechanical displacement of host tissues (f); secretion of mucous (*) (g); mating behavior (arrow) of an adult male and female

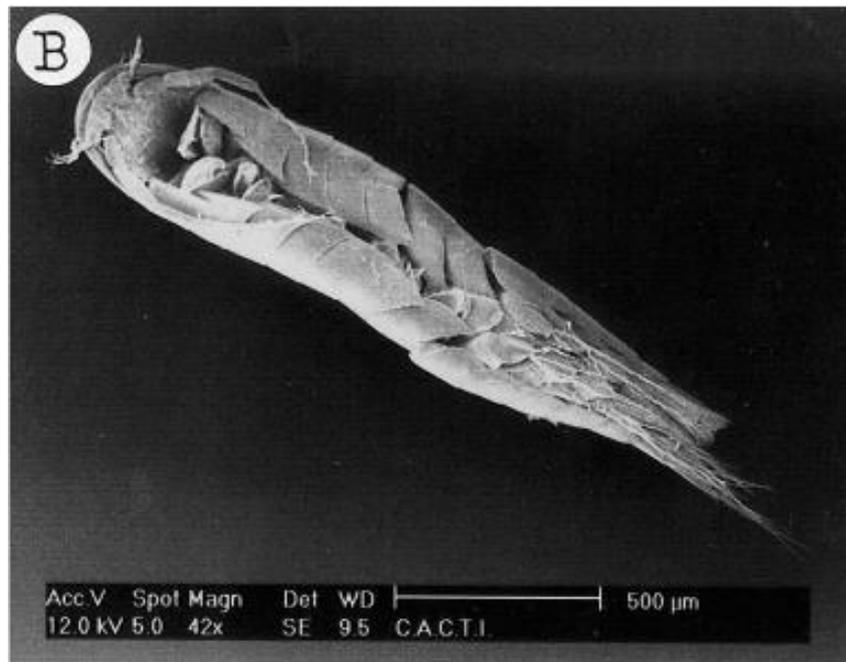
Pascual et al., 2019

CROSTACEI ISOPODI



In letteratura ci sono numerose segnalazioni di crostacei reperiti a livello della cavità del mantello e nelle branchie e talvolta anche sulla superficie esterna di molluschi cefalopodi.

Alcune specie di isopodi sono state inoltre segnalate nel mantello di cefalopodi (*Livoneca sinuata* in *Sepiola ligulata*) ma la loro presenza è stata considerata temporanea o accidentale, ad eccezione del ritrovamento di larve di Crostacei Epicaridea nel tratto iniziale dell'esofago di alcuni esemplari di *Loligo gahi*, in cui i crostacei si presentavano macroscopicamente come piccole macchie opache circondate da una membrana e, pur non ostruendo il lume esofageo, erano in grado di distruggere la muscolatura ed impattare negativamente il transito dell'alimento.



Cryptoniscus larvae. ventral (b) view; cephalon (c) bearing a pair of antennules



However, apart from histopathological evidences the role of metazoans as etiological agents of pathologies in cephalopod species, stocks, or individuals still remains unexplored.

Of particular interest is to estimate the impact of aggregated metazoan infrapopulations on the condition and productivity of cephalopod populations, especially for those species that have fast-growing potential in open-caged systems.

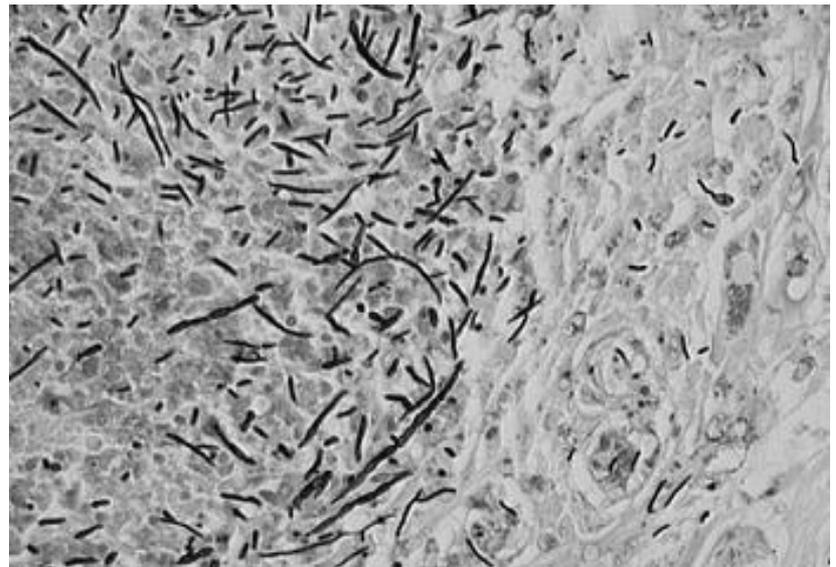
Similarly, considering that multiple infections are common in nature, it would be desirable to analyze the synergistic/antagonistic effect of the different parasitic agents in the well-being of cephalopod populations

MALATTIE AD EZIOLOGIA FUNGINA

Cladosporidiosi (Harms *et al.*, 2006)

Femmina adulta di *Sepia officinalis* stabulata in un acquario che presentava una lesione ulcerativa sul dorso a livello della quale la biopsia rivelava la presenza di ife fungine che all'esame colturale risultavano ascrivibili a *Cladosporium* sp.

Sottoposta ad intervento chirurgico con successo e a trattamento antimicotico il soggetto dopo breve recupero è deceduto, rilevando all'esame autoptico una micosi sistemica



Thraustochytrid/Aplanochytrid Infections in Cephalopods

A fatal, progressive, ulcerative dermal necrosis.

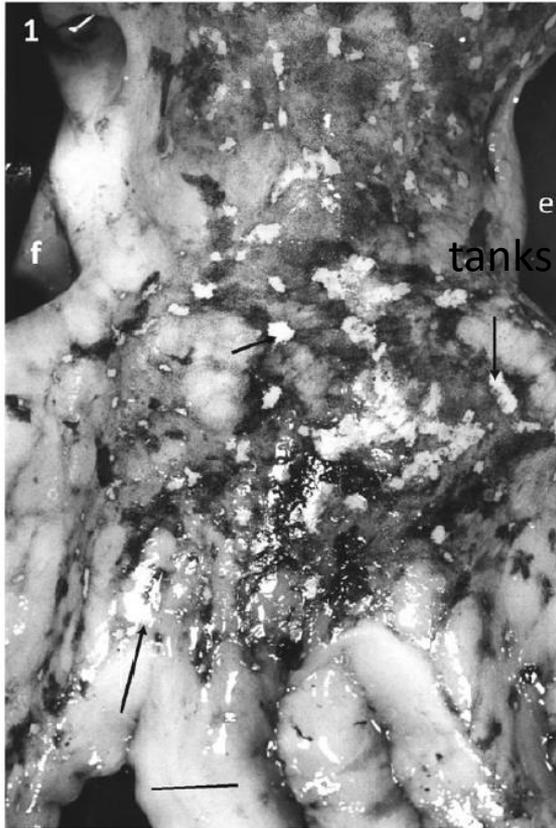


Fig. 6.1 *Eledone cirrhosa* showing symptoms of a rapidly progressing multi-lesion thraustochytrid infection. Arrows indicate lesions; e = eye; f = funnel. Scale bar: 12 mm

Key signs were patches of inactive chromatophores, from which the epidermis was then lost (Fig. 6.1). Affected animals constantly rubbed their skin and shook their arms, as if itching. The lesions deepened, multiplied and spread, either rapidly or more slowly in individuals with fewer lesions, revealing the unpigmented connective tissue and muscle layers below (Fig. 6.2). The cause of the death was not clear but could have been metabolite imbalance.

In the *E. cirrhosa* infection, one infected individual infected an entire aquarium, because of its reliance on brick-lined

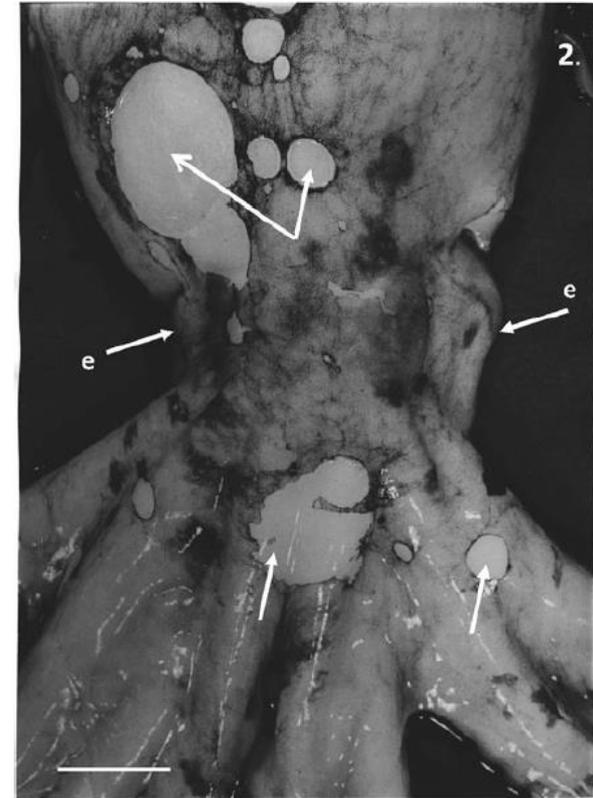


Fig. 6.2 Moribund *Eledone cirrhosa*, showing final stages of slow-progressing Labyrinthulomycete infection with major dermal lesions. Arrows indicate lesions; e = eye; f = funnel. Scale bar: 20 mm

- 
- **Necessità di approfondire l'epidemiologia dei principali patogeni parassitari e fungini dei cefalopodi**
 - **Individuazione dei fattori di rischio predisponenti l'insorgenza delle malattie (patologie condizionate)**
 - **Zoonosi**

