

Plerocercosi da *Triaenophorus crassus* (Cestoda, Pseudophyllidea) in Italia

Plerocercosis by Triaenophorus crassus (Cestoda, Pseudophyllidea) in Italy

**Andrea Gustinelli^{1*}, Hannes Gründ², Andreas Pircher³,
Ernst Stifter³, Maria Letizia Fioravanti¹**

¹Dipartimento di Sanità Pubblica Veterinaria e Patologia Animale, Università di Bologna; ²Ufficio Caccia e Pesca, Provincia autonoma di Bolzano; ³ASL Merano (BZ), Servizi Veterinari; ⁴Servizio Veterinario Provinciale, Provincia autonoma di Bolzano

RIASSUNTO – Le plerocercosi sono parassitosi ittiche sostenute da stadi larvali di cestodi Pseudophyllidea che possono avere importanti implicazioni sia in Sanità Pubblica, come nel caso di *Diphyllbothrium latum*, sia sullo stato sanitario e sul valore commerciale dell'ospite pesce, come nel caso dei cestodi Triaenophoridae. A partire dalla tarda primavera 2005 si sono osservate infestazioni massive da stadi larvali di cestodi pseudofillidei in coregoni (*Coregonus* spp.) pescati in un lago della provincia di Bolzano. Gli esami parassitologici hanno permesso di rilevare nel muscolo di 55 (87,3%) su 63 coregoni esaminati la presenza di formazioni cistiche allungate (1-3 cm) contenenti larve plerocercoidi di cestodi lunghe fino a 19,5 cm. Tutti i parassiti rinvenuti sono stati identificati come *Triaenophorus crassus*, specie di cestode Triaenophoridae, che non risultava ancora descritta in Italia e che riconosce come ospite definitivo il luccio (*Esox lucius*) e come primi e secondi ospiti intermedi rispettivamente crostacei copepodi e pesci dulciacquicoli. Indagini parassitologiche condotte su crostacei copepodi, luccio ed altre specie ittiche (*Scardinius erythrophthalmus*, *Salmo trutta fario* e *Cottus gobio*) hanno permesso di individuare la presenza di adulti di *T. crassus* nell'intestino dei lucci e di larve plerocercoidi nelle trote fario, oltre che nei coregoni. Dall'analisi dei ripopolamenti effettuati in passato nel lago si ritiene che la presenza di *T. crassus* sia da ricondurre all'introduzione di partite di lucci parassitati provenienti dalla Germania.

SUMMARY – Plerocercoses are fish parasitic infections caused by larval stages of pseudophyllidean cestodes. These parasitoses could have serious implications in public health (i.e. *Diphyllbothrium latum*) or fish health and marketability of products (i.e. Triaenophoridae cestodes). Since spring 2005, heavy infections by larval stages of cestodes in whitefish (*Coregonus* spp.) have been registered in a lake of Bolzano province. Parasitological examinations allowed to detect in the muscle of 55 (87.3%) out of 63 whitefish, the presence of elongated parasitic cysts (1-3 cm) containing larval plerocercoids of cestodes long up to 19.5 cm. All the parasites were identified as *Triaenophorus crassus*, species of triaenophorid cestodes not yet described in Italy and showing a complex life cycle involving pike (*Esox lucius*) as definitive host, and copepods and several freshwater fish species as first and second intermediate hosts, respectively. A parasitological survey of copepods, pikes and other fish species (*Scardinius erythrophthalmus*, *Salmo trutta fario* and *Cottus gobio*) showed the presence of adults of *T. crassus* in the gut of pikes while plerocercoids in brown trout besides whitefish were found. Analysis of the restocking activities carried out in the past in the lake permitted to correlate the presence of *T. crassus* to the introduction of batches of parasitized pikes from Germany.

Key-words: Plerocercosis, *Triaenophorus crassus*, Pseudophyllidea, *Coregonus* spp., *Esox lucius*, Lake, Italy.

* Corresponding Author: c/o Dipartimento Sanità Pubblica Veterinaria e Patologia Animale, Università degli Studi di Bologna, via Tolara di Sopra 50, 40064 Ozzano Emilia (BO); Tel.: 051-2097044; Fax: 051-2097039; E-mail: fish@vet.unibo.it

INTRODUZIONE

Le infestazioni ittiche da stadi larvali di cestodi Pseudophyllidea, note anche con il termine generico di plerocercosi, sono sostenute da un ampio numero di specie parassitarie le cui azioni patologiche possono acquisire notevole importanza quando sconfinano nel campo della Sanità Pubblica e delle zoonosi di origine ittica, come nella plerocercosi da *Diphyllobothrium latum* oppure quando comportano problemi sanitari e di commercializzazione di specie ittiche di elevato pregio, come nel caso delle plerocercosi da cestodi del genere *Triaenophorus*, famiglia Triaenophoridae.

Le due specie maggiormente rappresentative di questo genere riconoscono entrambe come ospite definitivo il luccio (*Esox lucius*) e come primo ospite intermedio numerose specie di crostacei copepodi (appartenenti soprattutto al genere *Cyclops*), mentre differiscono per il diverso tropismo delle larve plerocercoidi, che si localizzano a livello muscolare nel caso di *T. crassus* e viscerale per quanto concerne *T. nodulosus*, riconoscendo inoltre specie ittiche diverse quali secondi ospiti intermedi maggiormente idonei: coregoni (*Coregonus* spp.) per *T. crassus* (Fig.1) e pesce persico (*Perca fluviatilis*) per *T. nodulosus* (Miller, 1952; Kuperman, 1973).

Sebbene quest'ultima specie appaia dotata di maggiore patogenicità (Kuperman, 1973), *T. crassus* riveste una maggiore importanza dal punto di vista commerciale dato che l'eviscerazione non è in grado di eliminarne la presenza dal prodotto ittico. Di queste due specie, che in base alla più recente revisione tassonomica risulterebbero le uniche valide del genere *Triaenophorus* (Kuchta *et al.*, in press) assieme alla specie nordamericana *T. stizostedionis*, solo *T. nodulosus* risultava descritta in Italia da diversi decenni (Aisa, 1970; Scholz *et al.*, 1992).

Il controllo delle parassitosi sostenute da questi cestodi presenta delle notevoli difficoltà operative per la complessità del ciclo biologico del parassita, strettamente legato all'ambiente dulciacquicolo lacustre, che richiederebbe interventi volti ad eliminare almeno un anello della catena biologica con notevoli costi e, soprattutto, con azioni invasive e ad elevato impatto ambientale.

Ha quindi destato particolare preoccupazione il rilevamento, a partire dalla tarda primavera del 2005, di massive infestazioni muscolari da larve plerocercoidi di *Triaenophorus crassus* nella popolazione di coregoni (*Coregonus* spp.) presente in un lago della provincia di Bolzano. Sono state intraprese indagini epidemiologiche volte a definire la diffusione del parassita nell'ambiente lacustre in studio e a chiarire quali fossero stati i fattori responsabili della sua introduzione e successiva colonizzazione.

MATERIALI E METODI

Campionamento di specie ittiche

A seguito della segnalazione di gravi infestazioni parassitarie rilevate dai pescatori nella popolazione di coregoni presenti in un lago della Provincia di Bolzano, si sono intraprese indagini parassitologiche volte a definire l'eziologia della parassitosi e la sua diffusione in diverse specie ittiche del lago. Dalla primavera 2005 all'estate 2006 sono stati esaminati 63 coregoni (*Coregonus* spp.), 4 trote fario (*Salmo trutta fario*), 3 lucci (*Esox lucius*), 2 scazzoni (*Cottus gobio*) e 1 scardola (*Scardinius erythrophthalmus*).

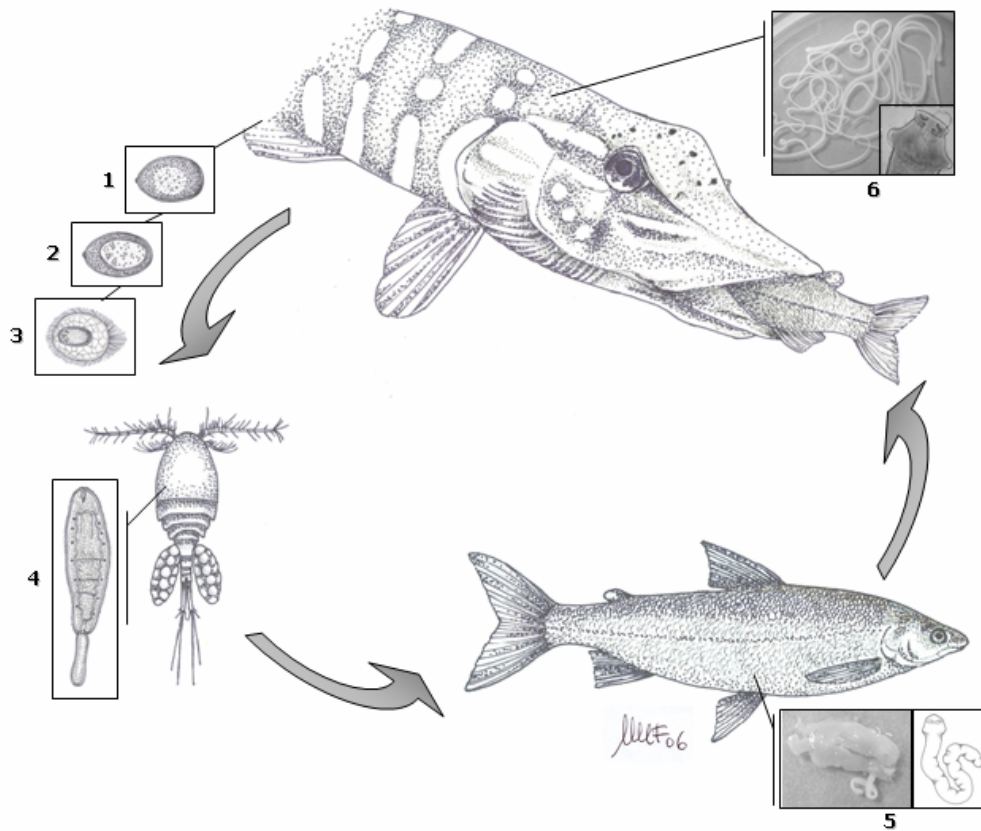


Figura 1 - Ciclo biologico di *Triaenophorus crassus*: 1) - oltre 1 milione di uova non embrionate vengono rilasciate in acqua in seguito al distacco dello strobilo di cestodi maturi dall'intestino del luccio nel periodo di frega; 2) - le uova embrionano in acqua, sviluppando al loro interno un coracidio; 3) - il coracidio fuoriesce dall'opercolo dell'uovo; 4) - una volta che il coracidio viene ingerito da un crostaceo copepode, primo ospite intermedio, l'oncosfera penetra la parete intestinale e raggiunge l'emocele del crostaceo dove sviluppa in larva procercoide; 5) - quando il crostaceo copepode contenente larve procercoidi infettanti viene ingerito da un secondo ospite intermedio idoneo, rappresentato più frequentemente da pesci del genere *Coregonus*, le larve penetrano la parete intestinale e migrano nel tessuto muscolare dove divengono larve plerocercoidi infettanti; 6) - quando il luccio, ospite definitivo del parassita, ingerisce un pesce infestato da larve plerocercoidi, si avrà lo sviluppo del cestode adulto nel tratto prossimale dell'intestino.

*Figure 1 - Life cycle of Triaenophorus crassus: 1) - over 1 million of unembryonated eggs are released when the strobila of a mature cestode leaves the intestine of pike during the spawning season; 2) - the eggs embryonate in water and a coracidium develops inside; 3) - coracidium emerges from the egg operculum; 4) - when coracidium is predated by a copepod, first intermediate host, oncosphere penetrates the gut and migrates to the hemocele where it will develop in procercoide larva; 5) - when a copepod containing infective procercoide larvae is eaten by the second intermediate host, usually a fish owing to *Coregonus* genus, procercoide larvae migrate from the intestine to the muscle, where they will become infective plerocercoid larvae; 6) - when a pike, definitive host of the parasite, predated a fish infected by plerocercoids, the adult cestodes will develop in the proximal tract of the intestine.*

I pesci venivano misurati, pesati, quindi sottoposti ad esame necroscopico e parassitologico completo. I coregoni venivano inoltre suddivisi in base al peso in 3 classi: < di 100 g., compresi tra 100 e 300 g., > di 300 g. Per la ricerca dei parassiti a livello muscolare si procedeva operando l'asportazione della cute, quindi l'ablazione di porzioni muscolari di circa 3 mm con tagli paralleli alla superficie cutanea; i filetti così ottenuti venivano quindi osservati sia ad occhio nudo sia con spertatura mediante un transilluminatore orizzontale.

Per ogni soggetto le cisti parassitarie reperite erano contate, anche in rapporto alla posizione nel muscolo laterale (dorsale o ventrale), procedendo poi al calcolo dei valori di intensità ed abbondanza secondo Bush *et al.* (1997). I parassiti venivano isolati, excistati in soluzione salina, puliti e fissati in alcool etilico 70°.

Alcuni esemplari venivano chiarificati in lattofenolo di Amman per meglio rilevare le caratteristiche morfometriche dello scolice utili all'identificazione (Kuperman, 1973; Bray *et al.*, 1994), quali in particolare conformazione e misure degli uncini.

Campionamento di crostacei copepodi

Nello stesso periodo sono stati effettuati 3 campionamenti di invertebrati planctonici volti a raccogliere crostacei copepodi da sottoporre ad esame parassitologico. A tale scopo si è provveduto ad utilizzare un retino da zooplancton (500 µm) in diversi siti del lago sia in superficie che in prossimità del fondo.

Una volta in laboratorio i campioni venivano posti in acquari da 5 litri ossigenati mediante pietre porose, quindi si procedeva ad isolare i crostacei copepodi e a sottoporli ad esame parassitologico per la ricerca di stadi larvali di cestodi (larve procercoidi) mediante osservazione microscopica a piccolo ingrandimento previa chiarificazione in glicerina.

Sono stati esaminati complessivamente 2800 copepodi.

Prove di infestazione sperimentale di crostacei copepodi

In seguito al reperimento di un parassita adulto vitale nell'intestino di un luccio, si è provveduto a raccogliere una grande quantità di uova trasferendole immediatamente in piastre per colture cellulari a 6 pozzetti (100 uova/pozzetto) contenenti acqua declorinata. Le piastre venivano mantenute a temperature di 18 e 25°C ±1 e venivano sottoposte ad osservazione allo stereomicroscopio ogni 24 ore.

Una volta ottenuta la schiusa dei coracidi, i crostacei copepodi venivano trasferiti dagli acquari di stabulazione alle piastre per colture cellulari in numero di 16/pozzetto dopo aver verificato l'assenza di parassiti visibili allo stereomicroscopio.

I copepodi venivano quindi osservati quotidianamente per rilevare il tasso di mortalità e l'eventuale presenza di parassiti, procedendo a sacrificarne 2/pozzetto ogni 48 ore sottoponendoli ad osservazione microscopica a fresco.

RISULTATI

Dei 63 coregoni esaminati, 55 (87,3%) sono risultati positivi a livello muscolare per la presenza di larve plerocercoidi di cestodi Pseudophyllidea, identificabili come Triaenophoridae grazie alla morfologia dello scolice ed alla presenza dei caratteristici uncini (Bray *et al.*, 1994).

I valori di prevalenza, intensità d'infestazione ed abbondanza sono risultati differenti in base alle diverse classi di taglia, come illustrato nella Tabella 1.

Classe di Taglia		N° soggetti	N° positivi	Prevalenza	Intensità d'infestazione*	Abbondanza
I	<100g	19	16	84,2%	1-35 (7,4)	6,2
II	100-300g	22	21	95,5%	2-24 (7,8)	7,4
III	>300g	22	18	81,8%	1-12 (5,4)	4,4
Totale		63	55	87,3%	1-35 (6,9)	6,0

*Valori min-max (media)

Tabella 1 - Valori di prevalenza, intensità d'infestazione ed abbondanza di larve plerocercoidi di cestodi *Triaenophoridae* in *Coregonus* spp. in relazione alle diverse classi di taglia.
 Table 1 – Values of prevalence, infection intensity and abundance of plerocercoids of triaenophorid cestodes in *Coregonus* spp. in relation to the different classes of size.

L'osservazione delle principali caratteristiche morfometriche dei parassiti chiarificati in lattofenolo, relative soprattutto alle due coppie di uncini, ha permesso di ascrivere il parassita isolato alla specie *Triaenophorus crassus* (Cestoda, Pseudophyllidea).

In Tabella 2 vengono riportate le misure dei 4 parametri utili all'identificazione di *T. crassus* secondo Kuperman (1973) (Fig. 2), effettuate su 60 uncini (uno per parassita) da 30 larve plerocercoidi mature e 30 esemplari adulti e sub-adulti isolati dall'intestino di uno dei lucci esaminati.

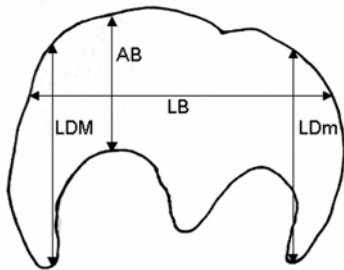


Figura 2 - Parametri utilizzati per la misurazione degli uncini di *Triaenophorus crassus* secondo Kuperman (1973): LB=Larghezza Base; AB=Altezza Base; LDM= Lunghezza Dente Maggiore; LDm= Lunghezza Dente minore.

Figure 2 - *Triaenophorus crassus* hook measurements as suggested by Kuperman (1973): LB=Width of basal plate; AB=height of basal plate; LDM= Length of larger lateral denticle; LDm= Length of smaller lateral denticle.

<i>Triaenophorus crassus</i>	N. uncini	LB*	AB*	LDM*	LDm*
Larve plerocercoidi	30	250-303 (278,0±18,355)	120-167 (143,0±8,447)	174-258 (224,4±16,439)	142-193 (168,5±15,355)
Sub-adulti e adulti	30	260-327 (290,2±14,824)	130-168 (146,8±12,349)	205-275 (232,5±24,937)	145-202 (174,2±14,202)
Totale	60	250-327 (284,1±17,642)	120-168 (144,9±10,658)	174-275 (228,5±21,338)	142-202 (171,4±14,949)

*Min-max (media ±Deviazione Standard)

Tabella 2 - Misure degli uncini di *Triaenophorus crassus* (µm).
 Table 2 - *Triaenophorus crassus* hook measurements (µm).

L'esame parassitologico delle altre specie ittiche in esame ha permesso di rilevare la presenza di larve plerocercoidi di *T. crassus* in 2 (50%) trote fario (intensità d'infestazione: 1) e di sub-adulti ed adulti del parassita nell'intestino dei 3 soggetti di luccio esaminati (intensità d'infestazione media 61,3; range: 5-173). I soggetti di scardola e scazzone esaminati sono invece risultati negativi.

Tutti i crostacei copepodi sottoposti ad esame parassitologico sono risultati negativi alla ricerca di larve procercoidi di *T. crassus*. In 6 soggetti si è rilevata la presenza di stadi procercoidi di cestodi dell'ordine Proteocephalidea.

Le osservazioni effettuate in laboratorio sulle prime fasi di sviluppo di *T. crassus* hanno permesso di rilevare come la presenza all'interno dell'uovo di un embrione mobile dotato di tre paia di uncini (Fig. 3G) fosse evidenziabile dopo 3 giorni a 24°C e, solo qualche ora dopo, a 18°C. La schiusa dell'uovo, con fuoriuscita del coracidio (Fig. 3H) dotato di movimenti oscillatori e rotatori dapprima rapidi, poi progressivamente rallentati, si è osservata a partire dal 5° giorno ad entrambe le temperature. Il coracidio presentava all'interno una larva esacanta circondata da uno spesso rivestimento di cellette di natura glicogenica, come già descritto da Kuperman (1973).

La percentuale di schiusa delle uova è risultata superiore al 95% al 6° giorno a 18°C, mentre a 24°C si è riscontrata una mortalità quasi totale dei coracidi nelle ore successive alla schiusa.

Le osservazioni condotte sui crostacei copepodi immessi al 6° giorno nei pozzetti mantenuti a 18°C e contenenti i coracidi, hanno permesso di rilevare l'ingestione di tutti i coracidi presenti da parte dei copepodi nell'arco di 24 ore. Lo sviluppo della larva procercoide (Fig. 3I) all'interno dei crostacei è stato rilevato a partire dalle 48 ore successive all'ingestione in oltre il 90% dei copepodi. L'intensità di infestazione ha presentato valori variabili tra 1 e 18, con una media di 4 larve procercoidi/copepode.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Sebbene *Triaenophorus crassus* (Cestoda, Pseudophyllidea) risulti presente nei pesci dulciacquicoli europei fin dalla seconda metà dell'Ottocento (Kuperman, 1973), fino ad oggi non esistevano segnalazioni di questa specie sul territorio nazionale. Appaiono quindi di notevole interesse i risultati degli esami parassitologici da noi condotti sui coregoni, che hanno evidenziato una prevalenza della parassitosi molto elevata (87,3%) parimenti a quanto riportato in letteratura (Valtonen *et al.*, 1989; Pulkkinen & Valtonen, 1999) soprattutto in riferimento ad episodi di introduzione del parassita in popolazioni ittiche indenni (Bauer & Solomatova, 1984).

I valori di prevalenza più bassi sono stati osservati nei pesci di taglia maggiore (81,8% vs 84,2% nella classe I e 95,5% nella II), a differenza di quanto riportato da altri autori (Miller, 1945). Tale discrepanza potrebbe essere indice della recente insorgenza dell'infestazione nei coregoni da noi esaminati o derivare dal fatto che i soggetti in studio sono stati suddivisi in base alla taglia e non all'età, come effettuato invece nel passato da altri autori (Pulkkinen & Valtonen, 1999). I valori di intensità d'infestazione e di abbondanza in linea di massima sono abbastanza simili a quelli riportati da altri autori, con la sola differenza che i pesci di taglia maggiore hanno mostrato valori meno elevati (intensità: 5,4; abbondanza: 4,4) rispetto alle altre categorie.

I valori minimi e massimi di intensità d'infestazione (1-35) rientrano comunque perfettamente nei range osservati da Miller (1945) in coregoni presenti nei laghi del Nord America. Anche per quanto riguarda l'abbondanza, il valore da noi rilevato (6) coincide con quello riportato da

Pulkkinen & Valtonen (1999) in coregoni di età inferiore a 7 anni, sebbene nel nostro caso non sia stata definita l'età dei soggetti esaminati. Va comunque puntualizzato che i risultati della nostra indagine rappresentano dati preliminari e quindi non indicativi del reale andamento della parassitosi da *T. crassus*, comportando notevoli difficoltà di interpretazione soprattutto in considerazione del fatto che ogni lago presenta condizioni ecologiche peculiari, con variazioni stagionali diverse e con differenti attitudini trofiche nei coregoni presenti (Miller, 1952).

Riguardo gli effetti patogeni del parassita, nei coregoni parassitati non è stata in genere rilevata alcuna lesione macroscopica e lo stato di nutrizione appariva ben conservato, confermando quanto osservato da Pulkkinen & Valtonen (1999), che nelle loro ricerche non apprezzarono differenze di accrescimento tra pesci parassitati e non parassitati nei primi anni di vita, rilevando un aumento della correlazione solo nei soggetti di età > 6 anni. Tuttavia, una netta evidenza che la parassitosi da *T. crassus*, anche ad alte intensità d'infestazione, possa causare un aumento della mortalità nelle popolazioni selvatiche di coregoni non è stata fino ad oggi rilevata (Pulkkinen & Valtonen, 1999), mentre risultano descritti gravi episodi di mortalità riferibili a *T. crassus* in avannotti di *Oncorhynchus mykiss* e *O. kisutch* allevati in gabbia nel canale d'alimentazione di un bacino idroelettrico nell'alto Volga (Bauer & Solomatova, 1984). Oltre alle conseguenze della localizzazione del parassita a livello muscolare, quali disturbi natatori e maggiore suscettibilità alla predazione, le maggiori problematiche dell'infestazione muscolare da *T. crassus*, derivano senz'altro dal deprezzamento commerciale del prodotto ittico, in quanto le cisti parassitarie sono facilmente evidenziabili ad occhio nudo nel muscolo laterale, precludendone qualsiasi tipo di commercializzazione e/o consumo (Fig. 3D, E e F).

Per quanto concerne le altre specie ittiche esaminate, il ritrovamento di numerosi adulti e sub-adulti di *T. crassus* nell'intestino prossimale dei 3 lucci esaminati ha permesso di ipotizzare che il ciclo biologico del parassita possa essere ormai radicato nell'ambiente lacustre in studio, sebbene siano necessarie ulteriori indagini sui primi ospiti intermedi per confermare tale ipotesi. Inoltre, l'isolamento da una femmina di 85 cm di lunghezza di oltre 170 adulti e sub-adulti di *T. crassus* conferma il ruolo di eliminatore/serbatoio che il luccio svolge ai fini del mantenimento della parassitosi nel lago, anche in considerazione del fatto che un solo adulto di *T. crassus* è in grado di emettere oltre un milione di uova al momento della sua espulsione dall'ospite definitivo (Kuperman, 1973; Shostak, 1986).

Appare inoltre interessante il reperimento di larve plerocercoidi di *T. crassus* in 2 dei 4 soggetti di trota fario esaminati. Sebbene questa specie ittica sia stata già annoverata tra i possibili ospiti intermedi del parassita (Kuperman, 1973), nei nostri ambienti dulciacquicoli essa potrebbe rivestire un ruolo epidemiologico importante in quanto molto diffusa e frequentemente utilizzata nei programmi di ripopolamento delle acque libere. In base alle ricerche condotte nel passato, il coregone rimane comunque il salmonide maggiormente idoneo come secondo ospite intermedio, rappresentando quindi il maggiore amplificatore della parassitosi (Miller, 1952).

Dal punto di vista morfologico, la possibilità di studiare un notevole numero di esemplari di *T. crassus* reperiti in coregoni, trote fario e lucci ha permesso di effettuare una comparazione tra le dimensioni degli uncini nelle diverse fasi di sviluppo (larve plerocercoidi, sub-adulti ed adulti) rilevando come esse non presentino differenze sostanziali tra i diversi stadi (Fig. 3A e B), come peraltro già riportato da Kuperman (1973). Va a tal proposito puntualizzato come, basandosi l'identificazione di specie soprattutto sui caratteri morfometrici degli uncini, si debba condurre la loro osservazione e misurazione avendo cura di orientarli in modo corretto e, per quanto concerne le larve plerocercoidi, utilizzando solo esemplari che abbiano raggiunto lo sviluppo completo (Brinker & Hamers, 2000).

Il mancato reperimento di stadi procercoidi di *T. crassus* nei copepodi raccolti nel lago in studio va ricondotto presumibilmente alla stagionalità della parassitosi in quanto non è stato possibile condurre campionamenti nel periodo primaverile, rimanendo la superficie del lago ghiacciata per diversi mesi. Tale periodo viene indicato come più propizio per rilevare l'infestazione naturale nei copepodi (Miller, 1952; Rosen & Dick, 1983) in quanto è immediatamente successivo alla stagione di frega del luccio, che coincide con l'eliminazione dello strobilo del cestode adulto maturo dall'intestino del luccio, con conseguente liberazione di massive quantità di uova (oltre 1 milione) nell'acqua (Kuperman, 1973; Shostak, 1986).

Le osservazioni effettuate in laboratorio sulle prime fasi di sviluppo di *T. crassus* fino alla colonizzazione del primo ospite intermedio hanno sostanzialmente confermato quanto riportato diffusamente in letteratura, sia nelle modalità che nella tempistica (Kuperman, 1973; Shostak & Dick, 1989). È apparsa particolarmente importante l'influenza della temperatura sulla sopravvivenza dei coracidi dopo la schiusa, estremamente bassa alla temperatura di 25°C e superiore al 95% nelle 24 ore successive alla schiusa a 18°C, confermando il range 16-20°C come ottimale per *T. crassus* (Kuperman, 1973).

Il movimento oscillatorio e rotatorio da noi osservato nei coracidi alla schiusa è sovrapponibile a quello descritto da Pasternak *et al.* (1999), e dovrebbe favorire la predazione da parte dei crostacei copepodi simulando il movimento di organismi ciliati planctonici loro preda abituale.

Il valore medio di intensità di infestazione dei procercoidi di *T. crassus* (4) da noi rilevati nei copepodi infettati sperimentalmente si presenta simile a quello indicato da Kuperman (1973) nelle specie di copepodi risultate maggiormente idonee come ospiti intermedi nel corso di prove sperimentali. Nel nostro caso, trattandosi di prove assolutamente preliminari, non è stata effettuata la determinazione di specie dei copepodi utilizzati.

Poichè questo elemento, unitamente alla temperatura, condiziona fortemente le prime fasi del ciclo biologico del parassita, si sta procedendo ad allevare diverse specie di copepodi in laboratorio per poter effettuare nuove prove sperimentali.

Le osservazioni preliminari da noi condotte indicano comunque l'elevata predisposizione dei copepodi raccolti nel lago in esame ad assumere il parassita e a fungere da primo ospite intermedio.

La presenza, nella maggior parte dei soggetti infettati sperimentalmente, di 3-4 procercoidi/copepode rientra nei valori utili a garantire la sopravvivenza dell'ospite determinandone al contempo una minore motilità e, quindi, una maggiore suscettibilità alla predazione da parte dei pesci, mentre il raro riscontro di un numero elevato di procercoidi (nel nostro caso 18) risulterebbe controproducente nella trasmissione del ciclo determinando una maggiore mortalità dell'ospite ed una incompleta maturazione delle maggior parte delle larve procercoidi (Pasternak *et al.*, 1999).

Quest'ultima situazione è comunque da porre in relazione alle condizioni di infezione sperimentale, in quanto le osservazioni condotte in natura indicherebbero il frequente riscontro di 1 larva procercoide/copepode (Shostak, 1986).

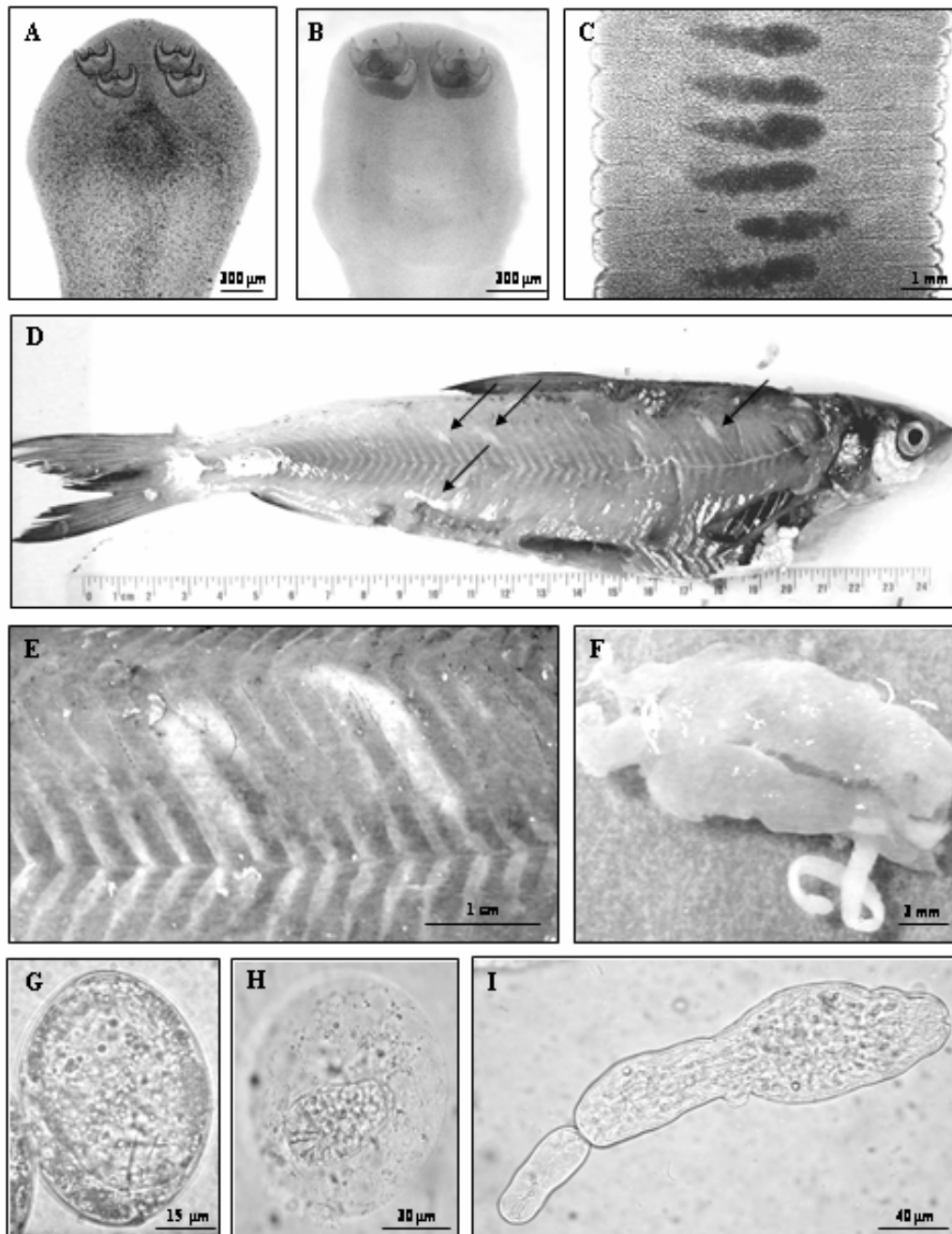


Figura 3 - *Triaenophorus crassus*: (A) scolice di larva plerocercoida; (B) scolice di esemplare adulto; (C) proglottidi mature; (D) esemplare di *Coregonus* sp. infestato da larve plerocercoidi a livello muscolare (freccie); (E) due larve plerocercoidi incistate nel muscolo di un coregone; (F) fuoriuscita di una larva plerocercoida dalla sede di incistamento nel muscolo; (G) uovo embrionato; (H) coracidio; (I) larva procercoide da copepode infestato sperimentalmente.

Figure 3 - *Triaenophorus crassus*: (A) scolex of a plerocercoid larva; (B) scolex of an adult cestode; (C) mature proglottids; (D) a subject of *Coregonus* spp. infected by plerocercoid larvae in the muscle (arrows); (E) plerocercoid larva existing from the muscle; (G) embryonated egg; (H) coracidium; (I) procercoide larva from a sperimentally infected copepod.

Per gli ingenti danni che *T. crassus* è in grado di causare in numerose specie di salmonidi selvatici (Miller, 1952) ed allevati (Bauer & Solomatova, 1984), la sua introduzione in Italia rappresenta una seria minaccia, non solo per le popolazioni ittiche presenti nel lago oggetto dell'indagine, ma anche per quelle di numerosi sistemi lacustri limitrofi e dell'intero territorio nazionale.

L'impatto economico che questa parassitosi potrebbe avere nel settore dell'industria ittica va posto in relazione soprattutto al deprezzamento commerciale dei coregoni parassitati.

Per comprendere la portata del problema basti pensare che alcuni grandi laghi dell'Italia settentrionale fanno dei coregoni un punto di forza dell'economia lacustre locale e che in altri casi questa specie ittica rappresenta una componente rilevante dei ripopolamenti effettuati a scopo di pesca sportiva.

Da diversi decenni il controllo delle infestazioni da *T. crassus* nei coregoni rappresenta una priorità in paesi come Canada e Stati Uniti settentrionali, dove la produzione di *Coregonus artedii* (cisco o tullibee) e *C. lavaretus* e *C. clupeaformis* (whitefish) in bacini naturali riveste notevole importanza commerciale ed ha raggiunto una scala di tipo industriale. Numerose sono state le prove effettuate per tentare di ridurre prevalenza ed intensità d'infestazione del parassita nei coregoni, tutte indirizzate all'interruzione del ciclo biologico di *T. crassus* in una delle fasi di sviluppo. Dopo aver sperimentato l'inefficacia o l'inattuabilità di procedure volte al trattamento di uova e coracidi mediante acidificazione o elettrificazione delle zone di frega del luccio durante il periodo a rischio, o alla riduzione della popolazione di copepodi utilizzando prodotti chimici (Miller, 1952), il maggiore interesse si è orientato verso interventi da condurre sul secondo ospite intermedio e sull'ospite definitivo.

La riduzione della presenza dei coregoni (ed in particolare di *C. artedii*, che negli Stati Uniti settentrionali rappresenta la specie più recettiva a *T. crassus*) attraverso la pesca sportiva non regolamentata si è dimostrata estremamente efficace nella realtà nordamericana (Miller, 1952; Dick *et al.*, 2006), anche se nella realtà da noi presa in considerazione risulta essere di difficile applicazione per il forte interesse rivestito dai coregoni.

Per quanto riguarda i lucci, in alcuni laghi americani si è provato ad eliminarli attraverso la pesca intensiva ed utilizzando il rotenone durante il periodo riproduttivo, quando i pesci si concentrano in zone circoscritte (Miller, 1952; Lawler, 1970); tali interventi hanno però mostrato scarsi risultati a lungo termine soprattutto per gli alti costi correlati all'eliminazione dei lucci (Miller, 1952).

Nel nostro caso, a partire dal 2006 una delibera dell'Ufficio Caccia e Pesca della Provincia autonoma di Bolzano, prendendo in considerazione anche i suggerimenti delle Autorità Sanitarie di competenza territoriale, ha esteso la pesca del luccio anche a taglie normalmente non consentite ed ha vietato la reimmissione dei soggetti pescati e/o degli scarti derivanti dalle operazioni di eviscerazione. Sono state inoltre attuate tutte le precauzioni atte a prevenire lo spostamento di pesci infetti in altre zone, operando un'informazione capillare relativa ai provvedimenti presi nei confronti di tutto il personale operante *in loco*.

Sono state parallelamente intraprese indagini parassitologiche in tutti i laghi limitrofi al fine di accertare la reale diffusione della parassitosi sul territorio e poter adottare opportuni piani di controllo.

Dall'analisi dei ripopolamenti effettuati in passato nel lago si ritiene che la presenza di *T. crassus* sia da ricondurre all'introduzione di partite di lucci parassitati provenienti dalla Germania, come peraltro ipotizzato anche nel caso della recente introduzione di *T. crassus* in alcuni laghi dell'Austria (Konecny, comunicazioni personali).

Il caso presentato può quindi essere emblematico dei problemi che possono derivare dall'applicazione, al materiale ittico da ripopolamento, di controlli sanitari che tengano conto solo delle norme di polizia veterinaria inerenti la semina in acque pubbliche che al momento attuale non contemplano alcun tipo di analisi parassitologica.

Questa prima segnalazione di *T. crassus* in Italia esemplifica pienamente come il ripopolamento possa rappresentare una facile via di introduzione di parassiti alloctoni che, trovando un ambiente idoneo, possono facilmente colonizzarlo dando origine a problematiche sanitarie nelle popolazioni ittiche residenti con forti ripercussioni economiche sull'industria ittica nazionale.

RINGRAZIAMENTI

La ricerca é stata finanziata con fondi RFO (ex-60%) dell'Università di Bologna.

BIBLIOGRAFIA

Aisa E. (1970). Infestioni da *Triaenophorus lucii* Müller (= *T. nodulosus* Pallas) in una popolazione di *Tinca tinca* L. di un lago laminare (Trasimeno). *Atti Soc. It. Scien. Vet.*, 24: 569-572.

Bauer O.N. & Solomatova V.P. (1984). The cestode *Triaenophorus crassus* (Pallas) (Pseudophyllidea: Triaenophoridae) as a pathogen of cage-reared salmonids. *J. Fish Dis.*, 7: 501-504.

Bray R.A., Jones A. & Andersen K.I. (1994). Order Pseudophyllidea Carus, 1863. In: Khalil L.F., Jones A., Bray R.A. (eds) *Keys to Cestodes Parasites of Vertebrates*. CAB International Ed., University Press, Cambridge, UK: 205-247.

Brinker A. & Hamers R. (2000). *Triaenophorus procerus* n. sp.: a new tapeworm species or a misinterpretation of some unusual *Triaenophorus nodulosus* Pallas, 1781 phenotypic characteristics? *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.*, 20: 256-260.

Bush A.O., Lafferty K.D., Lotz J.M. & Shostak A.W. (1997): Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *J. Parasitol.*, 83: 575-583.

Dick T.A., Chambers C. & Isinguzo I. (2006). Cestoidea (Phylum Platyhelminthes). In: Woo P.T.K. (ed) *Fish Diseases and Disorders Vol. 1: Protozoan and Metazoan Infections*. 2nd Edition. CAB International Ed., Wallingford, Oxfordshire, UK: 391-416.

Kuchta R., Vlčková R., Poddubnaya L.G., Gustinelli A., Dzika E. & Scholz T. (2006). Invalidity of four Palaearctic speies of *Triaenophorus* tapeworms (Cestoda: Pseudophyllidea): evidence from morphometric analysis of scolex hooks. *Folia Parasitol.*: in press

Kuperman B.I. (1973). Tapeworms of the genus *Triaenophorus*, parasites of fish. Ed. Amerind Publishing, Co. Pvt. Ltd., New Delhi, 1981: 1-222.

Lawler G.H. (1970). Parasites of coregonid fishes. In: Linsey C.C. and Woods C.S. (eds) *Biology of coregonid fishes*. University of Manitoba Press, Winnipeg, Manitoba: 279-310.

- Miller R. (1945). Studies on cestodes of the genus *Triaenophorus* from fish of Leader Slave Lake, Alberta. IV. The life of *Triaenophorus crassus* Forel in the second intermediate host. *Can. J. Res.*, 23: 105-115.
- Miller R. (1952). A review of the *Triaenophorus* problem in Canadian lakes. *Bull. Fisheries Res. Board Canada*, 95: 1-42.
- Pasternak A.F., Pulkkinen K., Mikheev V.N., Hassu T. & Valtonen E.T. (1999). Factors affecting abundance of *Triaenophorus* infection in *Cyclops strenuus*, and parasite-induced changes in host fitness. *Inter. J. Parasitol.*, 29: 1793-1801.
- Pulkkinen K. & Valtonen E.T. (1999). Accumulation of plerocercoids of *Triaenophorus crassus* in the second intermediate host *Coregonus lavaretus* and their effect on growth of the host. *J. Fish Biol.*, 55: 115-126.
- Rosen R. & Dick T.A. (1983). Development and infectivity of the proceroid of *Triaenophorus crassus* Forel and mortality of the first intermediate host. *Canadian J. Zool.*, 61: 2120-2128.
- Scholz T., Paggi L., Di Cave D. & Orecchia P. (1992). On some cestodes parasitizing freshwater fish in Italy. *Parassitologia*, 34: 167-178.
- Shostak A.W. (1986). Sources of variability in life-history characteristics of the annual phase of *Triaenophorus crassus* (Cestoda: Pseudophyllidea). *Ph.D. Thesis University of Manitoba, October 1986*: pp. 324.
- Shostak A.W. & Dick T.A. (1989). Variability in timing of egg hatch of *Triaenophorus crassus* Forel (Cestoda: Pseudophyllidea) as a mechanism increasing temporal dispersion of coracidia. *Canadian J. Zool.*, 67: 1462-1470.
- Valtonen E.T., Rintamäki P. & Lappalainen M. (1989). *Triaenophorus nodulosus* and *T. crassus* in fish from northern Finland. *Folia Parasitol.*, 36: 351-370.