

## LORICIFERA

M. ANTONIO TODARO

Dip. di Biologia Animale, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Via Campi, 213/d - 41100 Modena, Italia.  
antonio.todaro@unimore.it

I Loriciferi (dal latino *lorica*, corsetto e *fera*, portare) sono organismi esclusivi dell'ambiente marino ed in virtù delle loro piccole dimensioni e dello stile di vita vengono considerati dagli studiosi del benthos come rappresentanti della meiofauna permanente.

Ricostruzioni filogenetiche attuali li vedono tra gli Ecdysozoa, associati con i Chinorinchi ed i Priapulidi nel clade degli Scalidofora (Halanych, 2004). Nei Loriciferi i sessi sono separati, con maschi e femmine accomunati dalla taglia ma leggermente dimorfici per quanto concerne la forma degli scalidi, appendici molto specializzate localizzate all'estremità anteriore (Kristensen, 1991a). Benché molte specie siano gonocoriche con inseminazione interna, almeno in due casi è stata documentata la riproduzione per partenogenesi (Kristensen, 1991b; Gad, 2005a). La prole viene prodotta mediante uova deposte singolarmente e lo stadio adulto è raggiunto con la muta attraverso una serie di 4-5 peculiari stadi larvali, noti come larva di Higgins (Kristensen, 1991a; Kristensen *et al.*, 2007; Heiner e Neuhaus, 2007). Recentemente sono stati descritti cicli biologici molto complessi includenti fenomeni di neotenia e pedogenesi (Kristensen, 2002; Kristensen e Brooke, 2002; Gad, 2004a, 2005b; Heiner, 2005).

Il phylum venne istituito nella prima metà degli anni '80 del secolo scorso per dare collocazione sistematica a *Nanalaricus mysticus*, un microscopico animale rinvenuto in sabbia conchifera (sabbia a *Dentalium*) raccolta a 25 m di profondità al largo di Roscoff, in Francia, le cui peculiari caratteristiche morfologiche apparivano intermedie tra quelle dei Chinorinchi e quelle degli stadi larvali dei Priapulidi (Kristensen, 1983). Il primo rinvenimento documentato di Loriciferi è antecedente, risalendo al 1974, quando un singolo animale di questo phylum fu rinvenuto in un campione di sabbia silicea raccolto a 400 metri di profondità al largo delle coste della Carolina del Nord, USA (cf. Higgins e Kristensen, 1986). L'esemplare, un maschio, fu comunque riconosciuto come un loricifero solo all'epoca dell'istituzione del phylum, più tardi esso venne descritto e nominato *Pliciloricus enigmaticus* (Higgins e Kristensen, 1986). In questa stessa occasione, gli autori descrissero altre sette specie di Loriciferi interstiziali, tutte provenienti da sabbie silicee medio-grossolane raccolte lungo la costa atlantica degli USA. Per le profonde differenze morfologiche tra questi esemplari e *Nanalaricus mysticus*, le specie americane vennero affiliate alla nuova famiglia Pliciloricidae (Higgins e Kristensen, 1986).

A tutt'oggi sono state descritte 24 specie di Loriciferi, appartenenti a sette generi e due fami-

The Loricifera (from Latin, *lorica*, corselet, girdle and Greek, *phoros*, bearing, carrying) constitute a phylum of exclusively marine microscopic organisms. These animals, by virtue of their small size and way of life, are considered by benthic ecologists as part of the permanent marine meiofauna.

Current phylogenetic inferences depict the Loricifera within the Ecdysozoa, allied with the Kinorhyncha and Priapulida in the Scalidofora clade (Halanych, 2004). Loricifera have separate sexes, with male and female sharing body size but slightly dimorphic with regard to the shape of the scalids: specialized, elongate structures born on the anterior end, the introvert (Kristensen, 1991a). Although many species are gonochoristic with assumed internal fertilization, parthenogenesis is known to occur in at least two instances (Kristensen, 1991b; Gad, 2005a). In Nanalaricidae, offspring hatch from eggs laid singly; development is indirect and adulthood is reached by moulting through several juvenile stages, including 2-4 instars of the peculiar Higgins larva and a post-larva (Kristensen, 1991a; Kristensen *et al.*, 2007; Heiner and Neuhaus, 2007). In Pliciloricidae, very complex biological life cycles including neoteny and poedogenesis phenomena have been reported (Kristensen, 2002; Kristensen and Brooke, 2002; Gad, 2004a, 2005b; Heiner, 2005).

The phylum Loricifera was established in 1983 to allocate *Nanalaricus mysticus*, a microscopic animal found in shelly sand (*Dentalium* sand) collected at 25 m water depth off Roscoff, France, with morphological characteristics resembling a cross between a kinorhynch and the larval stage of a priapulid (Kristensen, 1983), yet distinct from both. However, the first documented finding of these micrometazoans dates back to 1974 when a single animal of this phylum was recovered in a sample of medium siliceous sand collected at 400 m water depth off the North Carolina coast, USA (cf. Higgins and Kristensen, 1986). The specimen was first identified as being a loriciferan in 1983 at the time of the description of Loricifera. Later its affiliation was related to the newly described taxon *Pliciloricus enigmaticus* (see Higgins and Kristensen, 1986). At the time the authors described seven new species of interstitial Loricifera, all found in medium-coarse siliceous sand collected along the Atlantic coast of the USA. To emphasize the deep morphological differences between the latter species and *Nanalaricus mysticus*, the American taxa were systematized in a newly erected family, the Pliciloricidae (Higgins and Kristensen, 1986).

Twenty-four species of loriciferans have been

glie affiliate all'unico ordine Nanaloricida. Tuttavia, esemplari appartenenti ad almeno altre 80 specie, incluso rappresentanti di un nuovo ordine, sono state segnalate da tutte le parti del mondo, a testimonianza della distribuzione cosmopolita del phylum (Kristensen e Meier, 1986; Kristensen e Shirayama, 1988; Kristensen e Gad, 2004; Gad, 2004b; Heiner, 2004, 2005; Heiner e Kristensen, 2005; Heiner e Neuhaus, 2007; Kristensen *et al.*, 2007). Benché la quasi totalità delle specie descritte provenga da ambienti sabbiosi, la maggioranza dei rinvenimenti di specie non ancora descritte riguarda sedimenti con caratteristiche granulometriche molto più fini tra cui anche i fondali argillosi tipici della zona adale (Hubbard, 1988; Kristensen e Shirayama, 1988; Gad, 2004b; R.M. Kristensen, comunicazione personale).

Ed è proprio in sedimenti pelitici di questo tipo che sono state rinvenute le prime quattro specie di Loriciferi segnalate per il Mediterraneo, in Corsica (vedi Soetaert *et al.*, 1984; Balduzzi *et al.*, 1995). Recentemente, esemplari di una di queste sono stati riconosciuti come appartenenti a *Rogiloricus caudatus* (Kristensen, 2003). Occorre tuttavia sottolineare che l'unica specie italiana di loricifero formalmente descritta, *Nanaloricus khaitatis*, è stata rinvenuta nel 1997 nella sabbia organogena delle secche della Meloria (Todaro e Kristensen, 1998).

Numerosi esemplari di Loriciferi sono stati rinvenuti di recente, in campioni di sedimenti prelevati nel bacino ipersalino ed anossico dell'Atalante, nel Mar Ionio (Donovaro *et al.*, 2004); ad una prima analisi essi apparirebbero a diverse specie e generi, alcuni dei quali nuovi per la scienza (I. Heiner e R. M. Kristensen, comunicazione personale).

Di seguito viene fornita la lista dei taxa rinvenuti nei mari italiani e della Corsica; in questa occasione si è ritenuto opportuno non dare seguito alle segnalazioni, in Corsica, di esemplari di incerta collocazione sistematica (faglia indeterminata, genere indeterminato, cf. Balduzzi *et al.*, 1995).

described so far; they belong to seven genera and two families of the single order Nanaloricida. However, about 80 additional new species, including some belonging to a new order, have been recorded in the different oceans of the world, testifying to the cosmopolitan distribution of the phylum (Kristensen and Meier, 1986; Kristensen and Shirayama, 1988; Kristensen and Gad, 2004; Gad, 2004b; Heiner, 2004, 2005; Heiner and Kristensen, 2005; Heiner and Neuhaus, 2007; Kristensen *et al.*, 2007). Although many of the described species inhabit sandy sediments, most records pertain to finer sediments, including the muddy one typical of the hadal depth (Hubbard, 1988; Kristensen and Shirayama, 1988; Gad, 2004b; R.M. Kristensen, unpublished).

Indeed, it is in silt-clay bottoms that the first four species of loriciferans from the Mediterranean were found (Corsica, see Soetaert *et al.*, 1984; Balduzzi *et al.*, 1995). Recently, specimens of one of these species have been recognized as belonging to *Rogiloricus caudatus* (see Kristensen, 2003). However, it should be emphasized that the only formally described species from Italian waters is *Nanaloricus khaitatus*, found in 1997 in the organogenic sand of the Meloria shoals (Todaro and Kristensen, 1998).

More recently, numerous loriciferans have been found in sediment samples from the anoxic, hyperhaline Atalante basin of the Ionian Sea (Danovaro *et al.*, 2004); based on a preliminary analysis they appear to belong to several species and genera, some of which are possibly new to science (I. Heiner and R.M. Kristensen, personal communication).

The list below includes taxa from Italian and Corsican waters; for the sake of clarity records pertaining to specimens of uncertain systematization (e.g., family unknown, genus unknown, cf. Balduzzi *et al.*, 1995) have been excluded from the list.

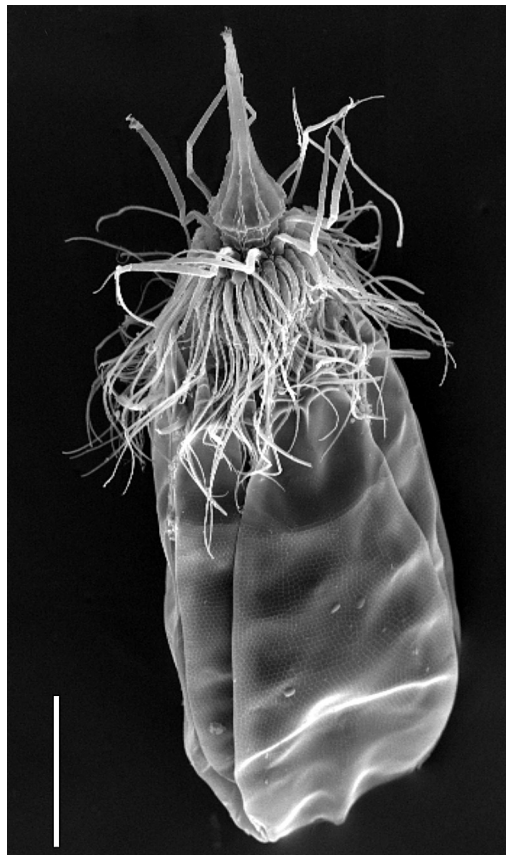
This work has been made possible also thanks to a grant from MIUR-Progetto PRIN 2004, "Contributo della meiofauna alla biodiversità marina italiana", M.A. Todaro Co-PI.

La preparazione della presente check-list è stata possibile anche grazie al contributo finanziario del MIUR, Progetto PRIN 2004 "Contributo della meiofauna alla biodiversità marina italiana", M.A. Todaro Co-PI.

## Bibliografia/References

- BALDUZZI A., GRIMALDI-DE ZIO S., FREDJ G., KRISTENSEN R.M., SAYYAF DEZFULI B., ZULLINI A., 1995. Nematomorpha, Acanthocephala, Kinorhyncha, Loricifera, Priapulida, Kamptozoa (= Entoprocta). In: Minelli A., Ruffo S., La Posta S. (eds), *Checklist delle specie della fauna italiana*. 12. Calderini, Bologna: 1-10.
- DANOVARO R., BIANCHELLI S., GAMBI C., 2004. Biodiversity in a deep-hyper-saline anoxic basin (Atalante, Eastern Mediterranean Sea). Atti 12<sup>th</sup> International Meiofauna Conference. Ravenna, 11-16 July.
- GAD G., 2004a. The Loricifera fauna of the plateau of the Great Meteor Seamount. *Arch. Fish. Mar. Res.*, 51: 9-29.
- GAD G., 2004b. A new genus of Nanaloricidae (Loricifera) from deep-sea sediments of volcanic origin in the Kilinailau Trench north of Papua New Guinea. *Helgoland Mar. Res.*, 58: 40-53.
- GAD G., 2005a. A parthenogenetic, simplified adult in the life cycle of *Pliciloricus pedicularis* sp. n. (Loricifera) from the deep sea of the Angola Basin (Atlantic). *Org. Diver. Evol.*, 5 (Suppl. 1): 77-103.
- GAD G., 2005b. Giant Higgins-larvae with paedogenetic reproduction from the deep sea of the Angola Basin - evidence for a new life cycle and for abyssal gigantism in Loricifera? *Org. Diver. Evol.*, 5 (Suppl. 1): 59-75.
- HALANYCH K.M., 2004. The new view of animal phylogeny. *Ann. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 35: 229-256.

- HEINER I., 2004. *Armorloricus kristenseni* (Nanaloricidae, Loricifera), a new species from the Faroe Bank (North Atlantic). *Helgoland Mar. Res.*, 58: 192-205.
- HEINER I., 2005. The loriciferan fauna of the Faroe Bank, North Atlantic with emphasis on the different types of life cycles. 2004. Master thesis, Zoological Museum, University of Copenhagen: 1-110.
- HEINER I. & KRISTENSEN R.M., 2005. Two new species of the genus *Pliciloricus* (Loricifera, Pliciloricidae) from the Faroe Bank, North Atlantic. *Zool. Anz.*, 243: 121-138.
- HEINER I. & NEUHAUS B., 2007. Loricifera from the deep sea at the Galapagos Spreading Center, with a description of *Spi-noloricus turbatio* gen. et sp nov (Nanaloricidae). *Helgoland Marine Research*, 61: 167-182.
- HIGGINS R.P. & KRISTENSEN R.M., 1986. New loricifera from Southeastern United States Coastal Waters. *Smithsonian Contrib. Zool.*, 438: 1-70.
- HUBBARD G.F., 1988. Loricifera, a recently described phylum, occurring in the Northern Gulf of Mexico. *Northeast Gulf Sci.*, 10: 49-50.
- KRISTENSEN R.M., 1983. Loricifera, a new phylum with Aschelminthes characters from the meiobenthos. *Sonderdruck Z. F. Zool. Syst. Evol.*, 3: 163-180
- KRISTENSEN R.M., 1991a. Loricifera. In: Harrison F.W., Ruppert E.E. (eds), *Microscopic anatomy of Invertebrates. Vol. 4, Aschelminthes*, Wiley-Liss, New York: 351-375.
- KRISTENSEN R.M., 1991b. Loricifera - A general biological and phylogenetic overview. *Verh. Dtsch. Zool. Ges.*, 84: 231-246.
- KRISTENSEN R.M., 2002. An introduction to Loricifera, Cycliophora, and Micrognathozoa. *Integr. Comp. Biol.*, 42: 641-651.
- KRISTENSEN R.M., 2003. Loricifera. In: Hofrichter R. (ed), *Das Mittelmeer: Fauna, Flora, Ökologie*. Spektrum Akademischer Verlag, heidelberg: 642-645.
- KRISTENSEN R.M. & BROOKE S., 2002. Phylum Loricifera. In: Young C.M., Sewall M.A. e Rice M.E. (eds) *Atlas of marine invertebrate larvae*, Chapter 8. Academic Press, London: 179-187.
- KRISTENSEN R.M. & GAD G., 2004. *Armorloricus*, a new genus of Loricifera (Nanaloricidae) from Trezen ar Skoden (Roscoff, France). *Cah. Biol. Mar.*, 45: 121-156.
- KRISTENSEN R.M. & SHIRAYAMA Y., 1988. *Pliciloricus hadalis* (Pliciloricidae), a new loriciferan species collected from the Izu-Ogasawara Trench, Western Pacific. *Zool. Sci.*, 5: 873-879.
- KRISTENSEN R.M. & MEIER T., 1986. Oppdagelsen av en ny dyrerekke-korsettdyrene. *Fauna* (Oslo), 39: 47-52.
- KRISTENSEN R.M., HEINER T., HIGGINS R.P., 2007. Morphology and life cycle of a new loriciferan from the Atlantic coast of Florida with an emended diagnosis and life cycle of Nanaloricidae (Loricifera). *Invert. Biol.*, 126: 120-137.
- SOETAERT K., HEIP C., VINCX M., 1984. Meiofauna of a deep-sea transect of Corsica. *Ann. Soc. Roy. Zool. Belg.*, 114: 323-324.
- TODARO M.A. & KRISTENSEN R.M., 1998. A new species and first report of the genus *Nanaloricus* (Loricifera, Nanaloricida, Nanaloricidae) from the Mediterranean Sea. *Ital. J. Zool.*, 65: 219-226.



*Nanaloricus khaitatus*, adulto (M.A. Todaro)  
Scala 40  $\mu$ m

*Nanaloricus khaitatus*, adult (M.A. Todaro)  
Scale 40  $\mu$ m

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	CAR	SIN	NOTE
<b>Ordine Nanaloricida</b>														
<b>Famiglia Nanaloricidae</b>														
<i>Nanaloricus</i>	4700	Kristensen, 1983												
<i>Nanaloricus khaitatus</i>	4701	Todaro & Kristensen, 1998	x									E		A1
<b>Famiglia Pliciloricidae</b>														
<i>Pliciloricus</i>	4702	Higgins & Kristensen, 1986												
<i>Pliciloricus</i> sp. A	4703			x										
<i>Pliciloricus</i> sp. B	4704			x										
<i>Rugiloricus</i>	4705	Higgins & Kristensen, 1986												
<i>Rugiloricus cauliculus</i>	4706	Higgins & Kristensen, 1986		x									a1	A2
<i>Rugiloricus</i> sp.	4707							x						A3

### Sinonimi

a1: corrisponde a *Rugiloricus* sp. riportato nella precedente check-list (Balduzzi *et al.*, 1995)

### Synonyms

a1: corresponds to *Rugiloricus* sp. of the previous check-list (Balduzzi *et al.*, 1995)

### Note

- A1: specie segnalata per la prima volta in Italia da Todaro e Kristensen (1998)  
 A2: specie segnalata per la prima volta in Italia da Kristensen (2003)  
 A3: larva di Higgins rinvenuta da S. de Zio e collaboratori (Università di Bari) ed identificata da R.M. Kristensen, Università di Copenhagen (Kristensen, 2003 e comunicazione personale)

### Remarks

- A1: species recorded for the first time in Italian waters by Todaro and Kristensen (1998)  
 A2: species recorded for the first time in Italian waters by Kristensen (2003)  
 A3: Higgins larva found by S. de Zio and co-workers (University of Bari) and identified by R.M. Kristensen, University of Copenhagen (Kristensen, 2003 and personal communication)



*Nanaloricus khaitatus*, larva di Higgins (M.A. Todaro)  
 Scala 40  $\mu$ m

*Nanaloricus khaitatus*, Higgins larva (M.A. Todaro)  
 Scale 40  $\mu$ m