

M. CURINI GALLETTI (*), P. MARTENS (**), I. PUCCINELLI (***)

MECCANISMI DI EVOLUZIONE DEL CARIOTIPO NEI MONOCELIDIDI (TURBELLARIA PROSERIATA)

Riassunto — Vengono illustrati e discussi i principali meccanismi di evoluzione del cariotipo presenti nella famiglia Monocelididae (Turbellaria: Proseriata). Da un assetto basilico a $n = 3$ — costituito da un grande cromosoma metacentrico, uno medio metacentrico e uno piccolo nettamente eterobrachiale — si sono originati altri assetti tanto a $n = 3$ (tramite traslocazioni, riarrangiamenti coinvolgenti la posizione del centromero e aumento uniforme delle dimensioni assolute del genoma) che a $n > 3$ (derivati dalla fissione di uno o di entrambi i cromosomi metacentrici dell'assetto di base).

Abstract — *Mechanisms of karyotype evolution in the Monocelididae (Turbellaria Proseriata)*. Within the Proseriata (Turbellaria: Seriate), the family Monocelididae displays several interesting patterns of chromosomal evolution. A basic set of $n = 3$ — made up of one large metacentric, one medium-sized metacentric and one small clearly heterobrachial chromosome — has been detected. It is widely distributed in species pertaining to both the subfamilies in which the Monocelididae are subdivided. From this basic set, other complements — either with $n = 3$ or $n > 3$ — would be originated.

Several karyological mechanisms of common occurrence within the family (translocations, small chromosome rearrangements involving the centromere, genome growth) have been detected. As to the chromosome complements with $n > 3$ — occurring within the subfamily Monocelidinae — they can be interpreted as the result of a fission of one or both the metacentric chromosomes of the basic set. Karyometrical data are in good agreement with this suggestion. Centric fusion or polyploidy, well known for fresh-water Triclad, have been never found in the family.

Key words — Proseriata / karyology / chromosome evolution.

(*) Istituto di Biologia Marina, Università di Pisa.

(**) Department SBM, Limburgs Universitair Centrum, Diepenbeek, Belgium.

(***) Istituto di Zoologia e Anatomia Comparata, Università di Pisa.

Una conoscenza approfondita della cariologia dei Turbellari si è raggiunta per i Tricladi di acqua dolce e maricoli e per i Policladi, particolarmente ad opera di Benazzi e della sua scuola (cfr. BENAZZI, 1982; BENAZZI e BENAZZI LENTATI, 1976; GALLENI e PUCCINELLI, 1985 in stampa), mentre scarsi e frammentari sono i dati relativi ad altri gruppi.

In questi ultimi anni è stata da noi intrapresa una indagine cariologica e citotassonomica su varie famiglie del sottordine Proseriata, gruppo finora mai studiato sotto questo profilo e di indubbio interesse per i suoi rapporti filogenetici, recentemente sottolineati, con i Tricladi (cfr. SOPOTT-EHLERS, 1984). In particolare, la famiglia Monocelididae, sulla quale è in corso un'estesa indagine citotassonomica, offre vari e interessanti esempi di evoluzione cromosomica, che vale la pena sottolineare (CURINI-GALLETTI *et al.*, 1984 a, b; CURINI-GALLETTI *et al.*, 1985).

I Monocelididi vengono usualmente ripartiti in due sottofamiglie, Minoninae e Monocelidinae, sulla base della presenza o assenza dello stiletto accessorio (KARLING, 1966, 1978). La famiglia nel complesso è cosmopolita in ambiente mesopsammico con oltre un centinaio di specie note.

Noi abbiamo potuto esaminare una trentina di specie, tutte diploidi, di entrambe le sottofamiglie e ripartite in 13 generi. Lo studio cariologico è stato condotto essenzialmente su mitosi spermatogoniali, per i dettagli tecnici vedi CURINI-GALLETTI *et al.* (1985).

Come primo risultato dell'analisi cariologica dei Monocelididi, si è potuto evidenziare un assetto aploide di base, $n = 3$, costituito da un grande cromosoma metacentrico (crom. 1), un medio metacentrico (crom. 2) e un piccolo nettamente eterobrachiale (crom. 3) (Fig. 1). Tale assetto è stato rinvenuto con caratteristiche pressoché costanti in tutte le specie da noi finora esaminate della sottofamiglia Minoninae e in numerose specie di Monocelidinae, ed è stato da noi assunto come carattere plesiomorfo per l'intera famiglia (CURINI-GALLETTI *et al.*, 1985).

Oltre a questo assetto, sono stati riscontrati altri corredi che si distinguono da quello di base per le seguenti caratteristiche:

1° - uguale numero cromosomico, $n = 3$, ma diversa morfologia dei cromosomi;

2° - diverso numero cromosomico, $n > 3$, con cromosomi in maggioranza o tutti acrocentrici.

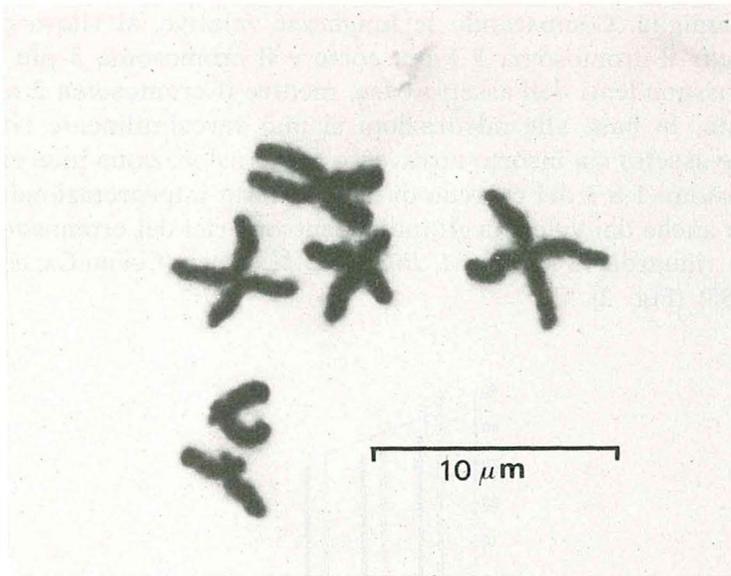


Fig. 1 - Corredo cromosomico di base dei Monocelididi (da una mitosi spermatogonia-
le di *Promonotus schultzei*).

Sovente, in specie congeneri o in gruppi di specie affini, alcune presentano il corredo basico, altre corredo diverso. L'analisi cario-
metrica comparativa si è rivelata in questi casi di grande utilità per
la comprensione della evoluzione cariológica del gruppo e per l'indi-
viduazione dei meccanismi mediante i quali dall'assetto di base si
sono verosimilmente originati gli altri assetti osservati.

Dall'insieme delle indagini finora svolte risulta che i meccani-
smi di evoluzione del cariotipo più frequenti nei Monocelididi
riguardano:

A - modificazioni a carico della morfologia dei cromosomi in specie
a $n = 3$, mediante traslocazioni e riarrangiamenti coinvolgenti la
posizione del centromero, quali le inversioni pericentriche.

Uno degli esempi più significativi di questo tipo di meccanismi
è offerto dal genere *Monocelis* (sottofam. Monocelidinae), di cui ab-
biamo analizzato tre specie, *M. lineata*, *M. fusca* e *M. longistyla*
(CURINI-GALLETTI *et al.*, 1985 e dati impubblicati).

Dal punto di vista dei rapporti di lunghezza dei tre cromosomi
dell'assetto aploide, i cariotipi delle tre specie appaiono molto simili
fra loro ma differiscono rispetto al cariotipo da noi ritenuto basico

della famiglia. Comparando le lunghezze relative, si rileva che in *Monocelis* il cromosoma 1 è più corto e il cromosoma 3 più lungo dei corrispondenti dell'assetto base, mentre il cromosoma 2 appare invariato. In base alle misurazioni si può verosimilmente ritenere che tale assetto sia insorto attraverso una traslocazione interessante i cromosomi 1 e 3 del corredo di base. Questa interpretazione è suffragata anche dai valori degli indici centromerici dei cromosomi per quanto riguarda le specie *M. lineata* e *M. fusca* (CURINI-GALLETTI *et al.*, 1985) (Fig. 2).

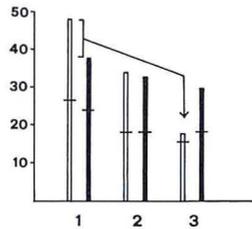


Fig. 2 - Modello di evoluzione dal cariotipo base (bianco) al cariotipo di *Monocelis lineata* (nero), tramite traslocazione 1-3.

In *M. longistyla*, i cui cromosomi presentano indici centromerici dissimili, sembrerebbe sia intervenuto un ulteriore meccanismo di evoluzione cromosomica, che ha interessato la posizione del centromero. Piccoli riarrangiamenti coinvolgenti il centromero sono assai frequenti anche in altri Monocelididi.

B - Aumento uniforme e armonico delle dimensioni assolute del genoma.

Questo particolare fenomeno è stato da noi riscontrato talvolta in specie congeneri, anche con l'assetto cromosomico di base. A quest'ultimo proposito, citiamo l'esempio relativo al genere *Duplominona* (sottofam. Minoninae), due specie del quale, *D. paucispina* e *D. corsicana*, presentano lo stesso cariotipo, che è quello di base, ma differiscono largamente per le dimensioni assolute dei cromosomi (CURINI-GALLETTI *et al.*, 1985) (Tab. 1).

Tale evento è stato riscontrato anche in altri gruppi animali (Mc GREGOR, 1981) e non appare di facile interpretazione; nel nostro caso, si può notare che le due specie di *Duplominona* sono simpatiche nella baia di Calvi (Corsica), e la crescita del genoma potrebbe

TABELLA 1 - Dati cariometrici dell'assetto aploide delle due specie del genere *Duplo-*
minona (da Curini-Galletti, Martens e Puccinelli, 1985).

		Crom. 1	Crom. 2	Crom. 3	Lunghezza asso- luta genoma aploide (μm)
<i>Duplo-</i> <i>minona</i> <i>paucispina</i>	l.r.	44.35 \pm 4.59	34.09 \pm 2.60	21.54 \pm 4.04	
	i.c.	47.19 \pm 0.80	41.31 \pm 3.35	10.78 \pm 7.66	
	l.a. (μm)	3.82 \pm 0.37	2.94 \pm 0.34	1.85 \pm 0.33	8.63 \pm 0.91
<i>Duplo-</i> <i>minona</i> <i>corsicana</i>	l.r.	42.43 \pm 0.66	37.39 \pm 0.83	20.28 \pm 1.42	
	i.c.	45.98 \pm 1.63	46.63 \pm 1.53	8.84 \pm 4.84	
	l.a. (μm)	5.88 \pm 0.91	5.19 \pm 0.72	2.84 \pm 0.53	13.93 \pm 1.95

essere interpretata come un meccanismo tendente a sfasare, col rallentamento del ciclo mitotico, i cicli riproduttivi di specie che occu-
perebbero altrimenti la stessa nicchia ecologica.

C - Aumento del numero cromosomico ($n = 4$, $n = 5$) mediante
fissione dei cromosomi metacentrici dell'assetto di base.

Corredi cromosomici con $n > 3$ sono stati riscontrati in diverse
specie di Monocelididi dei generi *Promonotus*, *Monocelopsis*, *Archil-*
loa, *Archilopsis* e *Boreocelis*. Fra i vari esempi riportiamo per brevit-
tà quello, particolarmente evidente, del genere *Promonotus*, di cui
è in corso l'analisi di tre specie: *P. schultzei* a $n = 3$, con l'assetto
basico della famiglia; *P. ponticus* a $n = 4$, con un solo cromosoma
metacentrico e tre eterobrachiali; *P. marci* a $n = 5$, con cromosomi
tutti eterobrachiali (Fig. 3).

Comparando i dati cariometrici risulta che il corredo a $n =$
4 è insorto per la fissione del cromosoma 1 dell'assetto di base; la
fissione di entrambi i metacentrici avrebbe dato origine al corredo
a $n = 5$.

È da notare inoltre che i piccoli riarrangiamenti cromosomici
della posizione del centromero possono talora accompagnarsi al mec-
canismo di fissione: il genere *Archilopsis* a $n = 5$ presenta specie
con cromosomi tutti acrocentrici e altre con il cromosoma 2 subme-
tacentrico per inversione pericentrica (MARTENS *et al.*, submitted).

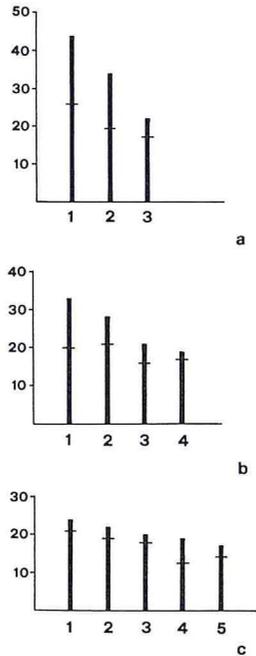


Fig. 3 - Idiogrammi di: a, *Promonotus schultzei*; b, *P. ponticus*; c, *P. marci*.

Concludendo, i Monocelididi si presentano come un gruppo con notevoli capacità di evoluzione cromosomica, che si realizza mediante diversi meccanismi. Di questi, alcuni, come i piccoli riarrangiamenti della posizione del centromero e le traslocazioni, sono frequenti nella speciazione dei Tricladi dulciacquicoli e maricoli e dei Policladi (cfr. BENAZZI, 1982; GALLENi e PUCCINELLI, 1985 in stampa). Evoluzione di tipo poliploide, aneuploidia e fusioni centriche, note nei gruppi sopradetti, non sono state finora riscontrate nei Monocelididi.

Dallo studio cariologico della famiglia emerge anche che i Monocelidini sono di gran lunga il gruppo dotato di maggior plasticità cromosomica, mentre i Minonini appaiono più conservativi. Può apparire significativo pertanto il fatto che, mentre i Minonini sono presenti con un buon numero di specie prevalentemente in ambiente subtidale di mari caldi e temperati caldi, i Monocelidini hanno conquistato gli ambienti mesopsammici di tutto il mondo, con specie prevalenti nella zona di marea, in acque salmastre e addirittura dolci.

BIBLIOGRAFIA

- BENAZZI M. (1982) - Speciation events evidenced in Turbellaria. In: Mechanisms of speciation. Ed. by C. Barigozzi, Alan R. Liss inc., New York, 307-344.
- BENAZZI M., BENAZZI LENTATI G. (1976) - Platyhelminthes. In: Animal cytogenetics. Ed. by B. John, Gebrüder Borntraeger, Berlin-Stuttgart, 182 pp.
- CURINI-GALLETTI M., GALLEN L., MARTENS P., PUCCINELLI I., SCHOCKAERT E. (1984 a) - Karyological observations on Turbellaria Proseriata. *Boll. Zool.*, **51**, 35.
- CURINI-GALLETTI M., GALLEN L., PUCCINELLI I. (1984 b) - Karyological analysis of *Monocelis fusca*, *M. lineata* (Monocelididae) and *Parotoplana macrostyla* (Otoplanidae). *Helgoländer Meeresunters.*, **37**, 171-178.
- CURINI-GALLETTI M., MARTENS P., PUCCINELLI I. (1985) - Karyological observations on Monocelididae (Turbellaria, Proseriata): karyometrical analysis of four species pertaining to the subfamily Minoninae. *Caryologia*, **38**, 67-75.
- GALLEN L., PUCCINELLI I. (1985) - Chromosomic evolution in marine Turbellaria. *Hydrobiologia* (in stampa).
- KARLING T.G. (1966) - Marine Turbellaria from the Pacific coast of North America. IV. Coelogynoporidae and Monocelididae. *Ark. Zool.*, **18**, 493-528.
- KARLING T.G. (1978) - Anatomy and systematics of marine Turbellaria from Bermuda. *Zool. Scr.*, **7**, 225-248.
- MARTENS P.M., CURINI-GALLETTI M., PUCCINELLI I. (submitted) - On the morphology and karyology of the genus *Archilopsis* (Meixner). *Zool. Scripta*.
- Mc GREGOR H.C. (1981) - Big chromosomes and speciation amongst Amphibia. In: Genome evolution. Ed. by G.A. Dover and R.B. Flavell, 325-341, New York, Academic Press.
- SOPOTT-EHLERS B. (1984) - The phylogenetic relationships within the Seriata (Platyhelminthes). In: The origins and relationships of lower Invertebrates. Ed. by S. Conway-Morris and J.D. George (in stampa).

(ms. pres. il 29 maggio 1985; ult. bozze il 30 dicembre 1985)

