
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI
RENDICONTI

ANNA STAGNI

**L'origine et la différenciation des cellules germinales
chez les hydres d'eau douce *Chlorohydra viridissima*
et *Hydra attenuata***

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 55 (1973), n.3-4, p.
271-276.*

Accademia Nazionale dei Lincei

<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1973_8_55_3-4_271_0>

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)
SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>

SEZIONE III

(Botanica, zoologia, fisiologia e patologia)

Zoologia. — *L'origine et la différenciation des cellules germinales chez les hydres d'eau douce Chlorohydra viridissima et Hydra attenuata.* Nota (*) di ANNA STAGNI (**), presentata dal Socio P. PASQUINI.

RIASSUNTO. — L'Autrice ha studiato gli aspetti ultrastrutturali della gametogenesi delle due specie di idre *Chlorohydra viridissima* e *Hydra attenuata*, cercando di puntualizzare le prime differenze che caratterizzano l'avvio delle cellule interstiziali (cellule polivalenti, madri dei gameti, oltre che di elementi somatici come ad esempio i nematociti) alla gametogenesi maschile od a quella femminile.

Si osserva che le c. germinali maschili mostrano intensi fenomeni di moltiplicazione iniziale che fanno di essi dei nidi compatti di elementi poligonali che mantengono fra loro dei ponti intercellulari fino alla spermiostogenesi avanzata. Molto precoce è pure la polarizzazione mitocondriale. Lo spermio maturo è privo di acrosoma e possiede 5 o 6 grosse condriofere permanenti derivate dalla fusione dei preesistenti mitocondri (spermio di tipo primitivo).

L'avvio alla ovogenesi è sottolineato dall'accumulo di globuli lipidici e di glicogeno in prossimità del nucleo. Gli ovociti mostrano ponti citoplasmatici non solo determinati dalla comune origine, ma probabilmente anche da fusioni sinciziali. Gli ovociti più vicini alla mesoglea e alla gastrodermide (che è ipertrofica) sono più veloci nell'accrescimento ed inglobano le cellule dei piani soprastanti, le quali permangono poi lungamente visibili nell'ooplasma (pseudocellule). Le pseudocellule sembrano fornire all'ooplasma non soltanto i lipidi ed il glicogeno, ma anche il loro DNA.

La gamétogénèse des hydres d'eau douce se fait avec des gonades extemporanées disposées dans une zone bien définie de la colonne gastrique selon un gradient oral-aboral. Les spermiaires se placent au dessous des tentacules, les tâches ovocytaires sont disposées au dessus de la région blastogénétique. Cette disposition est bien delimitée chez les espèces hermaphrodites, tandis que chez les espèces gonochoriques la zone des gonades peut s'étendre beaucoup.

Les cellules germinales dérivent des cellules interstitielles (c.i.), éléments indifférenciés polyvalents, situés en nids à la base et entre les cellules épithéliomusculaires de l'ectoderme des polypes. Les c.i. peuvent se différencier, selon la plupart des Auteurs, en presque tous les éléments du corps de l'hydre (cellules épithéliales, glandulaires, sensorielles, nerveuses ect. [1, 2, 3], mais la différenciation qu'on peut suivre plus aisément est la formation des nématocytes et des cellules germinales [4, 5, 6, 7, 8, 3, 9, 10].

Le différent rôle potentiel des cellules interstitielles est peut-être en fonction de leur position le long de l'axe oral-aboral et de l'état métabolique

(*) Pervenuta all'Accademia il 15 ottobre 1973.

(**) Cattedra di Biologia Generale presso l'Istituto di Zoologia dell'Università di Bologna, Italia.

du polype. Il y a de plus un gradient quantitative de c.i. de l'hypostome jusqu'au peduncule [11].

Le c.i. indifférenciées de *Chlorohydra viridissima* qu'on peut observer au microscope électronique (M.E.) sont des petits éléments (5-6 μ de diamètre) arrondis ou elliptiques avec peu de cytoplasme assez pyroninophile, noyaux volumineux et gros nucléole. Dans leur cytoplasme il y a beaucoup de ribosomes libres, rares vésicules de reticulum endoplasmique (R.E.). Les mitochondries ont des crêtes serrées. Souvent parmi ces éléments il y a des ponts intercellulaires qui témoignent leur source commune (Pl. I, fig. 1).

Lucchi et moi même [12] nous avons étudié l'ultrastructure de la spermatogenèse chez *Hydra attenuata*. Les spermatogonies sont des cellules assez semblables aux cellules interstitielles indifférenciées. Elles s'en distinguent par la quantité des éléments participants à chaque groupe car les mitoses se déroulent très rapidement (Pl. I, fig. 2). Souvent à cause de leur contiguité elles prennent un aspect polygonale (Pl. I, fig. 3), leur noyau est gros et vésiculeux; dans le cytoplasme rares sont les mitochondries, très abondants les ribosomes libres associés en polysomes. L'appareil de Golgi est d'abord peu développé. Parmi les spermatogonies aussi on peut observer des ponts intercellulaires qui synchronisent la différenciation et le rythme multiplicatif. Les spermatogonies sont situées à la base du spermaire qui a un aspect mamelliforme et leur différenciation se fait en direction proximo distale. Aux niveaux superposés on a donc les différentes étapes de la gamétogenèse mâle.

Les spermatocytes de premier ordre ont 8,6 \times 6,3 μ de diamètre; dans leur noyau on voit les chromosomes homologues associés en complexes synaptonématiques (Pl. I, fig. 4). Les mitochondries de différente taille se situent auprès de la membrane nucléaire, le R.E. est presque toujours manquant; il y a un ou deux appareils de Golgi et de nombreux polysomes. Parfois on voit de rares globules lipidiques.

La première division de maturation s'accomplit très rapidement. Les spermatocytes de second ordre ont des diamètres de 6,3 \times 4,4 μ avec un noyau dont l'espace périnucléaire est tres irregulier (Pl. II, fig. 5). Dans ces éléments l'appareil de Golgi n'est pas encore en pleine activité, même si souvent il y en a deux ou trois complexes.

Les spermatocytes de second ordre donnent par la seconde mitose méiotique les spermatides, dont la cytodifférenciation conduira ensuite aux spermatozoïdes.

Les spermatides très souvent montrent encore les ponts intercellulaires qui les reunissent (Pl. II, fig. 6); ils ont des noyaux d'environ 3 μ de diamètre. La cytodifférenciation est soulignée d'une polarisation des mitochondries que l'on voit groupées à un pôle du noyau (Pl. II, fig. 7). Leur matrice est claire et les crêtes courtes. Il y a de rares vésicules de réticulum endoplasmique, rugueux, tandis que dans l'appareil de Golgi le nombre de saccules s'est accru et l'on y observe des vésicules soit isolées soit incorporées à la paroi des saccules mêmes (Pl. II, fig. 8). La chromatine va se condenser; la condensation débute soit dans la zone apicale, soit dans quelques zones

basales où les mitochondries se sont accolées à la membrane nucléaire; cette jonction fait pendant à un grossissement de l'enveloppe nucléaire dans les zones de contact. Bientôt la membrane nucléaire s'enfonçe dans ces zones en enclaves qui accueillent les grosses sphères mitochondriales dérivées de la fusion de plusieurs mitochondries. Le centriole proximal se loge parmi les chondriosphères qui sont au nombre de 5 ou 6.

Tandis que la chromatine se condense, des morceaux de cytoplasme sont éliminés. Le processus de disgregation cytoplasmique débute de corps multivésiculaires dont les vésicules intérieures confluent en prenant l'aspect de lysosomes. On ne voit pas la formation d'un acrosome.

Le spermatozoïde mûr, très mobile, a sa tête d'environ $2,8 \mu$ de longueur, aplatie à l'apex; l'appareil mitochondriale formé de 5-6 chondriosphères et une longue queue (5-6 fois plus longue que la tête). Il s'agit d'un spermatozoïde de type primitif ([13, 14]; Pl. III, fig. 9).

Le début de l'ovogenèse est lui aussi marqué d'une intense activité mitotique des c.i. situées au dessus de la zone blastogénétique. La plupart des observations sur l'ovogenèse des hydres sont très anciennes [15, 16, 17, 18, 19, 20, 21]. Plus récemment des observations ont été conduites par Brien [22, 23, 24] et Tokin [25] au microscope photonique, par Lucchi et moi même au M.E. [4, 5].

Le c.i. destinées à l'ovogenèse, en se multipliant sans cesse, se disposent en assises colonnaires entre les cellules épithéliales étirées. Plusieurs nids de c.i. fournissent une seule ébauche ovogénétique. Au dessous de l'ébauche l'endoderme aussi subit une transformation avec une forte hypertrophie de ses éléments.

Ce fait est très frappant chez *Chlorohydra viridissima* où les chlorelles symbiontes des cellules gastrodermiques deviennent très nombreuses. Bientôt les c.i. les plus près de la mésogée vont accumuler dans leur cytoplasme des granules osmiophiles paranucléaires (vacuole paranucléaire). De plus, dans la même zone, le cytoplasme va ensuite se bourrer de glycogène. La différenciation se fait selon un gradient basal-distal et du centre vers la périphérie.

Les ovogonies placées près de la mésogée deviennent plus rapidement des ovocytes primaires (Pl. III, fig. 10). Leur cytoplasme s'accroît, le R.E. granulaire se présente souvent en forme de larges vésicules. Nombreuses sont les mitochondries arrondies. Le Golgi s'accroît, le nucléole est très gros. Ces ovocytes montrent des ponts intercellulaires (Pl. III, fig. 11) non seulement parmi les éléments du même nid, mais aussi parmi les ovocytes de nids différents qui se trouvent au même niveau (par exemple parmi ceux qui sont près de la mésogée). Il faut penser qu'il doit y avoir des fusions syncytiales secondaires. A travers ces ponts, dont les parois sont épaissies, passent des microtubules et souvent aux environs l'on observe les centrioles et les appareils de Golgi. Au fur et à mesure que le cytoplasme s'accroît il devient « spongieux » (Pl. III, fig. 11); c'est à dire qu'il se vacuolise beaucoup. Chez *Chlorohydra* il se bourre aussi des chlorelles qui colonisent l'ooplasme au moyen

de brides cytoplasmiques des cellules endodermiques qui traversent la mésoglyée. Les ovocytes des assises supérieures viennent absorbées massivement par le syncytium basale qui prend l'aspect d'un énorme corps amœboïde. Les cellules englobées subsistent un certain temps avant de perdre leur individualité. Ces cellules ont été nommées « pseudocells » (Pl. III, fig. 12).

A la fin de ce processus ces éléments chargés de globules lipidiques et de glycogène avec leur noyau en picnose se déchirent et versent leur contenu dans l'ooplasme. Des expériences d'autoradiographie [26] ont montré que non seulement les lipides et le glycogène, mais peut-être aussi l'ADN de ces éléments vont enrichir l'ooplasme. Peu avant l'éclosion l'oeuf est encore recouvert de cellules épithéliales très fortement étirées et amincies. À ce moment la méiose s'accomplit avec l'émission des deux globules polaires. Ensuite le revêtement épithéliale se déchire et l'oeuf émerge, tandis que les bords épithéliaux viennent se ramasser à la base en formant un cratère dans lequel l'oeuf reste plongé.

On peut donc résumer que assez hâtivement les c.i. assument leur destinée en se différenciant soit en nématocytes, soit en spermatogonies, soit en ovogonies. Il est aisé de vérifier les différences initiales parmi ces éléments. Les c.i. qui vont se différencier en nématocytes s'enrichissent bientôt de saccules de R.E., tandis que l'appareil de Golgi devient très actif en élaborant l'ébauche de la cyste; les c.i. qui vont se différencier en spermatogonies se multiplient très activement, tandis que leurs mitochondries tendent à se rapprocher de la membrane nucléaire; les c.i. qui vont se différencier en ovogonies accumulent bientôt, auprès du noyau, des globules lipidiques et du glycogène.

On a déjà vu que la disposition des c.i. le long de l'axe apico-basal joue un rôle très important pour leur différenciation; mais la cause qui déclenche cette différenciation reste toujours inconnue, même si quelques suggestions ont été faites [27]. Mes Collaborateurs et moi nous avons commencé des expériences qui se proposent de répondre à cette question.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] P. BRIEN et M. RENIERS-DECOEN, *La signification des cellules interstitielles des Hydres d'eau douce et le problème de la réserve embryonnaire*, « Bull. Biol. Fr. et Belg. », 89, 258-325 (1955).
- [2] L. DAVIS, A. BURNETT, J. HAYNES et V. R. MUMAW, *A histological and ultrastructural study of redifferentiation of digestive and gland cells in Hydra viridis*, « Devl. Biol. », 14, 307-329 (1966).
- [3] L. DAVIS, *Ultrastructural evidence for division of cnidoblasts in Hydra*, « Exptl Cell Res. », 52, 602-607 (1968).
- [4] P. BRIEN, *Biologie de la reproduction animale*, « Masson et C.ie », Paris (1966).
- [5] A. STAGNI et M.L. LUCCHI, *Alcune osservazioni sulla struttura submicroscopica di polipi di Chlorohydra viridissima all'inizio dei processi ovogenetici*, « Rend. Ist. Scient. Univ. Camerino », 5, 135-140 (1964).
- [6] A. STAGNI et M. L. LUCCHI, *Ulteriori osservazioni al microscopio elettronico sulla ovogenesi di Chlorohydra viridissima*, « Rend. Ist. Scient. Univ. Camerino », 5, 290-297 (1964).

- [7] A. BURNETT, L. DAVIS et F. RUFFING, *A histological and ultrastructural study of germinal differentiation of interstitial cells arising from gland cells in Hydra viridis*, « J. Morph. », 120, 1-8 (1966).
- [8] A. BURNETT, *Biology of Hydra*, « Acad. Press. Inc », N. Y. and London (1973).
- [9] L. DAVIS, *Cell division during dedifferentiation and redifferentiation in the regenerating isolated gastrodermis of Hydra*, « Exptl Cell Res. », 60, 127-132 (1970).
- [10] L. DAVIS, *Further observations on dividing and non-dividing cnidoblasts in the regenerating isolated gastrodermis of Hydra*, « Z. Zellforsch. mikroskop. Anat. », 105, 526-537 (1970).
- [11] P. TARDENT, *Über Anordnungen und Eigenschaften der interstitiellen Zellen bei Hydra und Tubularia*, « Rev. suisse de Zool. », 59, 247-253 (1952).
- [12] A. STAGNI et M. L. LUCCHI, *Ultrastructural observations on the spermatogenesis in Hydra attenuata*, « Accad. Naz. Lincei », Quaderno n. 137, 357-361, Proc. I Intern. Symposium Comparative spermatology, Siena 1-5 July (1969).
- [13] G. RETZIUS, « Biol. Untersuchungen », 14 (1909).
- [14] J. ANDRÉ, *Contribution à la connaissance du chondriome*, « J. Ultrastr. Res. », Suppl. 3 (1962).
- [15] N. KLEINENBERG, *Eine anatomisch-entwicklungschichtliche Untersuchung*, Leipzig 1872.
- [16] A. BRAUER, *Über die Entwicklung von Hydra*, « Z. wiss. Zool. », 52, 169-216 (1891).
- [17] A. GOETTE, *Vergleichende Entwicklungsgeschichte der Geschlechtsindividuen der Hydropolyphen*, « Z. wiss. Zool. », 87, 1-335 (1907).
- [18] R. WAGER, *The oögenesis and early development of Hydra*, « Biol. Bull. », 18, 1-38 (1909).
- [19] E. R. DOWNING, *Ovogenesis of Hydra*, « Zool. Jahrb. Abt. Anat. », 28, 295-324 (1909).
- [20] G. W. TANNREÜTHER, *The development of Hydra*, « Biol. Bull. », 14, 261-274 (1908).
- [21] C. H. MCCONNELL, *The growth of the nucleus in the developing egg of Chlorohydra viridissima*, « Biol. Bull. », 64, 103-113 (1933).
- [22] P. BRIEN et M. RENIERS-DECOEN, *La croissance, la blastogenèse et l'ovogenèse chez Hydra fusca*, « Bull. Biol. Fr. et Belg. », 83, 293-396 (1949).
- [23] P. BRIEN et M. RENIERS-DECOEN, *Étude d'Hydra viridis (Linnaeus) (La blastogenèse, la spermatogenèse et l'ovogenèse)*, « Ann. Soc. roy. Zool. Belgique », 81, 33-110 (1950).
- [24] P. BRIEN, *Étude d'Hydra pirardi (nov. spec.). Origine et répartition des nématocytes. Gamétogenèse. Involution postgamétique. Evolution réversible des cellules interstitielles*, « Bull. Biol. Fr. et Belg. », 95, 301-363 (1961).
- [25] I. B. TOKIN, *Some complicated problems in oogenesis of Hydra oligactis*, « C. R. Acad. Sci. Moscou », 102, 197-200 (1955).
- [26] A. STAGNI et F. SABELLI-SCANABISSI, *Alcune osservazioni autoradiografiche sull'ovogenesi delle idre d'acqua dolce*, « Rend. Atti Accad. Sci. Ist. Bologna », ser. XII, 10, 192-196 (1973).
- [27] A. L. BURNETT, *A model of growth and cell differentiation in Hydra*, « Amer. Nat. », 100, 165-189 (1966).

EXPLICATION DES PLANCHES I-III

PLANCHE I

- Fig. 1. - Cellule interstitielle indifférenciée. ($\times 10.000$).
- Fig. 2. - Division mitotique de spermatogonies. ($\times 6.000$).
- Fig. 3. - Ilôt de spermatogonies. ($\times 7.000$).
- Fig. 4. - Spermatocyte de premier ordre. On voit un complexe synaptonématique (flèche). ($\times 14.000$).

PLANCHE II

- Fig. 5. - Spermatocyte de second ordre. *G*: appareil de Golgi. ($\times 22.000$).
Fig. 6. - Deux spermatides avec un pont intercellulaire. ($\times 20.000$).
Fig. 7. - Spermatide avec polarisation des mitochondries. ($\times 20.000$).
Fig. 8. - Spermatide agée. La chromatine va se condenser. *G*: appareil de Golgi. En dessous, deux chondriosphère. ($\times 26.000$).

PLANCHE III

- Fig. 9. - Spermatozoïde mûr. ($\times 35.000$).
Fig. 10. - Ovocytes avec accumulation de lipides et de glycogène près du noyau. ($\times 6.000$).
Fig. 11. - Un ovocyte avec cytoplasme « spongieux ». *p*: pont intercellulaire. ($\times 6.000$).
Fig. 12. - Zone de l'ooplasme avec beaucoup de « pseudocells » (*ps*) englobées. ($\times 2.000$).





