
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI
RENDICONTI

ANNA STAGNI, ENRICO VANNINI

**Neurosecrezione, «informazione di posizione» e
gradiente morfogenetico in idre e planarie. I. Dati
sperimentali**

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 62 (1977), n.6, p. 839–846.*
Accademia Nazionale dei Lincei

<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1977_8_62_6_839_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. — *Neurosecrezione, «informazione di posizione» e gradiente morfogenetico in idre e planarie. I. Dati sperimentali* ^(*). Nota di ANNA STAGNI e ENRICO VANNINI, presentata ^(**) dal Corrisp. E. VANNINI.

SUMMARY. — Evidences have been collected, expecially with the help of experimental studies on sex differentiation, of the very important role of the nervous system and neurosecretion in inducing and maintaining the axial polarity of fresh-water hydras and planarians. A gradient diffusion of some low-molecular-weight polypeptide substances, elaborated as neurosecretory granules in nerve cells, seems to be the main cause of the positional information and morphogenesis along the body axis of these animals.

Un «gradiente morfogenetico», responsabile del manifestarsi di una «polarità assiale» ⁽¹⁾, consiste in una graduale variazione delle potenzialità di sviluppo e differenziamento lungo gli assi principali del corpo, in qualsiasi tipo di simmetria degli esseri viventi. Child ⁽²⁾ per primo propose di interpretarlo come «gradiente metabolico»: ma oggi sappiamo che il più elevato metabolismo delle regioni da lui definite «dominanti» è piuttosto una conseguenza che la causa dell'instaurarsi del gradiente ⁽³⁾. In seguito, dopo la formulazione della dottrina degli organizzatori di sviluppo risalente a Spemann ⁽⁴⁾ il concetto di gradiente morfogenetico è stato ripetutamente elaborato sulla base dei concetti di «induzione»: così la Scuola di Wolff ⁽⁵⁾ ha interpretato

(*) Lavoro eseguito nell'Istituto di Zoologia e presso la cattedra di Biologia generale della Facoltà di Scienze dell'Università di Bologna, usufruendo di contributi del C.N.R. Dedichiamo la presente Nota al prof. Silvio Ranzi nell'occasione del Suo 75° compleanno, come attestato di profonda stima per l'alta opera da Lui svolta per il progresso della Zoologia.

(**) Nella seduta del 23 giugno 1977.

(1) O. K. WILBY e G. WEBSTER, *Experimental studies on axial polarity in hydra*, «J. Embryol. Exp. Morph.», 24, 395-613 (1970).

G. WEBSTER, *Morphogenesis and pattern formation in Hydroids*, «Biol. Rev.», 46, 1-46 (1971).

(2) C. M. CHILD, *Studies on the dynamics of morphogenesis and inheritance in experimental reproduction. II. Physiological dominance of anterior over posterior regions in the regulation of Planaria dorotocephala*, «J. exper. Zool.», 11, 187-220 (1911).

C. M. CHILD e L. H. HYMAN, *The axial gradients in Hydrozoa. I. Hydra*, «Biol. Bull.», 36, 183-223 (1919).

C. M. CHILD, *Patterns and problems of development*, University of Chicago Press, Chicago (1941).

(3) F. CRICK, *Diffusion in embryogenesis*, «Nature (London)», 225, 420-422 (1970).

(4) H. SPEMANN, *Embryonic development and induction*, Yale University Press, New Haven (1938).

(5) E. WOLFF e T. LENDER, *Les néoblastes et les phénomènes d'induction et d'inhibition dans la régénération des planaires*, «Année Biol.», 1, 499-529 (1962).

E. WOLFF, T. LENDER e C. ZILLER-SENGEL, *Le rôle de facteurs auto-inhibiteurs dans la régénération des planaires. (Une interprétation nouvelle de la théorie des gradients physiologiques de Child)*, «Rev. Suisse Zool.», 71, 75-98 (1964).

la morfogenesi a gradiente delle planarie (Turbellari, Tricladi) come la conseguenza di una « cascata » o « catena » di induzioni procedente dalla regione cefalica verso quelle via via più caudali. In modo analogo nelle idre d'acqua dolce (Celenterati, Idrozoi) la morfogenesi a gradiente lungo l'asse polare oro-aborale si considera regolata da una catena di induzioni che ha il proprio punto di partenza nell'ipostoma del polipo, fra la bocca e la corona dei tentacoli ⁽⁶⁾. Ultimamente, in chiave deliberatamente polemica contro un presunto abuso dei concetti di induzione, il gradiente morfogenetico è stato riproposto come espressione di specifiche risposte ad una « informazione di posizione » ⁽⁷⁾. Il Wolpert ⁽⁸⁾, che è il principale teorico di questa concezione, ha in gran parte basato le proprie argomentazioni sullo studio dei fenomeni rigenerativi nelle idre d'acqua dolce; altri ricercatori ⁽⁹⁾ hanno recentemente dimostrato l'applicabilità dei medesimi concetti allo studio delle cause della polarità del differenziamento, sia citomorfologico che biochimico, nel Micetozoo *Dictyostelium discoideum*.

La maniera più semplice di applicare i concetti del Wolpert al differenziamento cellulare dei bassi Metazoi, consiste nel prospettare che una regione del corpo (apicale nelle idre, cefalica nelle planarie) risulti privilegiata come « centro promozionale della morfogenesi », in quanto da essa si diffondono sostanze che si distribuiscono a gradiente lungo l'asse principale del corpo; le singole cellule vengono informate della propria posizione in base alla diversa concentrazione di dette sostanze ai vari livelli del corpo dell'animale, ed « interpretano » il « segnale di posizione » così ricevuto differenziandosi in varia maniera, attivando cioè gruppi diversi del complesso di geni che costituisce il loro patrimonio ereditario. Con le nostre ricerche sulla rigenerazione nelle idre d'acqua dolce e nelle planarie, abbiamo tentato di contribuire a risolvere il problema della possibile natura e delle vie di diffusione delle sostanze, che abbiamo postulato come « informatrici » della posizione ed « evocatrici » del differenziamento cellulare.

Come *test* dei fenomeni di differenziamento abbiamo scelto il « differenziamento sessuale », che è indubbiamente un fenomeno biologico fra i più ancestrali. Come cellule capaci di risposte differenziali all'informazione di posizione abbiamo dunque potuto adoperare le « cellule germinali », la cui risposta alternativa è definibile in termini molto netti ed inequivocabili; o differenziamento verso la gametogenesi maschile, oppure verso quella femminile. Notoriamente, tanto le idre d'acqua dolce quanto le planarie sono animali dotati di elevatissimi poteri rigenerativi e capaci, anche in condizioni normali, di alternare periodi di riproduzione agama (per gemmazione nelle idre, per scissione nelle planarie) a periodi di riproduzione

(6) A. STAGNI, *Alcuni dati sui poteri induttivi nell'adulto e nella gemma di Hydra vulgaris attenuata*, « Ann. Univ. Ferrara, Sez. XIII, Anat. Fisiol. Comp. », 1, 85-98 (1961).

(7) L. WOLPERT, *Positional information and spatial pattern of cellular differentiation*, « J. theor. Biol. », 25, 1-47 (1969).

B. C. GOODWING e M. H. COHEN, *A phase-shift model for the spatial and temporal organization of developing systems*, « J. theor. Biol. », 25, 49-107 (1969).

(8) L. WOLPERT, *Positional information and pattern formation*, « Curr. Top. Devel. Biol. », 6, 183-224 (1971).

(9) P. FARNSWORTH, *Morphogenesis in the cellular slime mold Dictyostelium discoideum: the formation and regulation of aggregate tips and the specification of developmental axes*. « J. Embryol. exp. Morph. », 29, 253-266 (1973).

C. L. RUTHERFORD, *Cell specific events occurring during development*, « J. Embryol. exp. Morph. », 35, 335-343 (1976).

sessuale. Soltanto durante questi ultimi periodi vi si differenzia un apparato genitale, soggetto quindi a scomparire e più tardi eventualmente a riformarsi. Mentre nelle planarie tale apparato genitale è costantemente ermafrodita, nelle varie specie o sottospecie di idre può essere, invece, o ermafrodita, oppure a sessi separati; ma, in tutte le condizioni di ermafroditismo, ovari e testicoli sono sempre collocati a livelli diversi dell'asse principale del corpo. In particolare, nelle idre i testicoli sono collocati anteriormente agli ovari, e nelle planarie si verifica l'opposto: si usa dire pertanto che esiste un gradiente di sessualità, inverso nei due casi ⁽¹⁰⁾. Ciò significa che le cellule germinali, inizialmente tutte identiche fra loro anche da un punto di vista genetico nelle forme ermafrodite, sono soggette a differenziarsi verso la gametogenesi maschile, oppure verso quella femminile, a seconda del livello occupato lungo l'asse di polarità dell'animale.

L'insieme dei fatti ora descritti ha reso possibile l'impostazione e l'esecuzione dei nostri esperimenti. Conviene aggiungere, per una loro migliore comprensione, che nei bassi Metazoi da noi studiati le cellule germinali non costituiscono un ceppo cellulare precocemente segregato da quello delle cellule somatiche, come avviene in molti altri Metazoi, ma conservano per tutta la vita la possibilità di derivare da cellule a carattere embrionale (le «cellule interstiziali» nelle idre, i «neoblasti» nelle planarie) pluripotenti e capaci cioè di generare anche i diversi tipi di cellule somatiche, a seconda delle «induzioni morfogenetiche» od «informazioni di posizione» cui sono sottoposte ⁽¹¹⁾. Le «cellule interstiziali» nelle idre ed i «neoblasti» nelle planarie partecipano dunque sia ai processi di maturazione sessuale, dando origine ai gameti, sia a quelli di riproduzione agama per gemmazione o per scissione, o a quelli di rigenerazione dopo lesioni accidentali o dopo interventi sperimentali, permettendo la neoformazione dei diversi apparati organici.

Allo stato attuale delle nostre conoscenze – recentemente da noi riassunte in occasione di un Simposio ⁽¹²⁾ – risulta ampiamente dimostrato che sia nelle idre d'acqua dolce, sia nelle planarie esiste una particolare abbondanza di cellule neurosecretrici esattamente in quelle sedi del corpo, che funzionano da «centro induttore» secondo la teoria degli organizzatori di sviluppo o da «diffusore di segnali» secondo la teoria dell'informazione di posizione, e che dunque determinano la differenziazione polarizzata a gradiente di tutti gli apparati, compreso quello genitale. È questa una caratteristica in comune, nelle idre per la rete nervosa dell'ipostoma, e nelle planarie per il «cervello» (o meglio «gangli cerebrali» ad organizzazione neuropilare) contenuto nella regione cefalica e per il tratto anteriore dei cordoni nervosi ventrali posteriori emergenti dal cervello. Moltissimi dati, sia di osservazione che sperimentali, concordano nel farci ritenere che sia proprio il neurosecreto, rilevabile in microscopia elettronica sotto forma di «granuli neurosecretori elementari»,

(10) E. VANNINI, *Sul concetto di «gradiente di sessualità» in alcuni animali ermafroditi*, «Monit. Zool. Ital.», 70-71, 543-566 (1963).

E. VANNINI, *Regeneration and sex gradient in some hermaphrodite animals*, in: V. KIORTSIS e H. A. L. TRAMBUSCH edit., «Regeneration in animals and related problems», 160-176, North-Holland Publ. Co., Amsterdam (1965).

(11) E. WOLFF edit., *L'origine de la lignée germinale chez les Vertébrés et chez quelques groupes d'invertébrés*. Hermann, Paris (1964).

(12) E. VANNINI, M. SARÀ, A. STAGNI, V. GREMIGNI e M. GRASSO, *Some aspects of sex differentiation in pluricellular animals at a lower order of organization: Porifera, fresh-water hydras and planarians*, «Boll. Zool.», 41, 289-393 (1974).

la sostanza che si diffonde a gradiente lungo l'asse principale del corpo provocando la « cascata di induzioni » o la « informazione di posizione » di cui prima si è parlato.

L'ipostoma delle idre, oltre a determinare tutte le altre caratteristiche di polarità del polipo, induce anche il gradiente di sessualità. Questa affermazione trova un valido sostegno nelle osservazioni di microscopia elettronica eseguite dalla Stagni ⁽¹³⁾ ai vari livelli dell'asse oro-aborale di esemplari agamici o di esemplari sessuati, con particolare attenzione al differenziamento delle cellule germinali maschili e femminili a partire dalle cellule interstiziali già prima ricordate, ed appare dimostrata da esperimenti di innesto che la stessa Stagni ⁽¹⁴⁾ ha effettuato su esemplari sessualmente maturi della specie ermafrodita *Chlorohydra viridissima*. Uno fra gli esperimenti più dimostrativi è il seguente (fig. 1): una idra verde ermafrodita viene sezionata, mediante due tagli trasversali, in tre pezzi, che corrispondono alla testa con ipostoma e corona di tentacoli, al tratto sessuato con testicoli in alto ed ovari più in basso, e al peduncolo di adesione al substrato; il tratto sessuato viene quindi reinnestato sul peduncolo, dopo averlo ruotato di 180 gradi sì da portare gli ovari in alto e i testicoli in basso; sopra il tratto ruotato viene quindi innestata, non la testa originaria, ma una testa più giovane, prelevata da una gemma di un altro esemplare in fase agamica. La testa giovane, una volta attecchita, reimpone al polipo la polarità morfogenetica alterata: le gonadi dapprima scompaiono, ma quando tornano a formarsi si differenziano secondo il normale gradiente di sessualità, come testicoli più in alto, come ovari più in basso. Evidentemente le cellule germinali hanno risposto alla nuova informazione di posizione e di sviluppo, fornita ad esse dall'ipostoma della testa giovane innestata.

Nelle idre d'acqua dolce diversi Autori ⁽¹⁵⁾ sono riusciti ad isolare ed a purificare il neurosecreto diffuso a gradiente lungo l'asse oro-aborale, identificandolo con un oligopeptide a basso peso molecolare, attivo nell'accelerare i processi rigenerativi cefalici e la gemmazione, e nel provocare la comparsa di regioni cefaliche soprannumerarie in frammenti di polipo isolati. Ciò convalida, in maniera che ci sembra ormai definitiva, l'ipotesi che il neurosecreto

(13) A. STAGNI, *L'origine et la différenciation des cellules germinales chez les hydres d'eau douce Chlorohydra viridissima et Hydra attenuata*, « R. C. Accad. Naz. Lincei », 55, 271-276 (1973).

(14) A. STAGNI, *Azione di trapianti sul gradiente di sessualità in Chlorohydra viridissima*, « Rend. Ist. Sc. Univ. Camerino », 2, 251-274 (1961).

(15) G. E. LESH e A. L. BURNETT, *An analysis of the chemical control of the polarized form in Hydra*, « J. exper. Zool. », 163, 55-78 (1966).

T. L. LENTZ, *Hydra: induction of supernumerary heads by isolated neurosecretory granules*, « Science », 150, 633-635 (1965).

H. C. SCHALLER, *Isolation and characterization of a low-molecular weight substance activating head and bud formation in Hydra*, « J. Embryol. exp. Morph. », 29, 27-38 (1973).

H. C. SCHALLER e A. GIERER, *Distribution of the head-activating substance in Hydra and its localization in membraneous particles in nerve cells*, « J. Embryol. exp. Morph. », 29, 39-52 (1973).

sia il fattore principale dell'organizzazione polarizzata a gradiente delle idre d'acqua dolce.

Successive ricerche della Schaller⁽¹⁶⁾ precisano che il suddetto neuro-secreto, funzionante da « attivatore della formazione della testa » (*head activator*), agisce pure su cellule di idre d'acqua dolce dissociate e lasciate riaggregare, e che nei polipi rigeneranti la testa la sua funzione di « ormone dell'accrescimento » si esprime sotto forma di un incremento dell'indice mitotico per tutte le cellule, comprese quelle « interstiziali »; queste ultime vengono

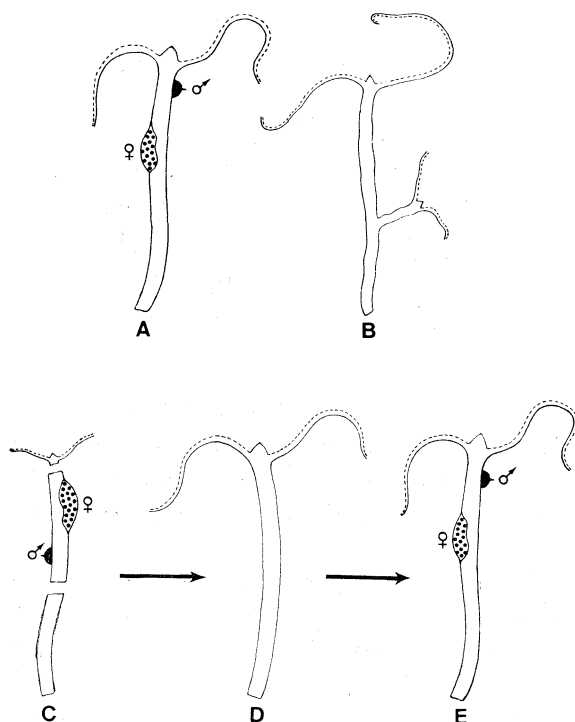


Fig. 1. - *A*: esemplare ermafrodita sessualmente maturo di *Chlorohydra viridissima*; in alto un testicolo, in nero; più in basso un abbozzo di ovario, in punteggiato. *B*: esemplare della medesima specie, sessualmente immaturo e provvisto di una gemma prossima al distacco. *C*: il tratto provvisto di gonadi dell'esemplare *A* è stato isolato e reinnestato sopra il peduncolo dello stesso polipo, dopo averlo ruotato di 180° si da invertire la polarità di disposizione delle gonadi dei due sessi; sopra al tratto ruotato è stata innestata la giovane testa della gemma dell'esemplare *B*. *D* ed *E*: la nuova testa, attecchita nell'innesto, ha imposto una nuova « informazione di posizione », dapprima (in *D*) facendo regredire le gonadi e quindi (in *E*) permettendone la ricomparsa secondo un « gradiente di sessualità » ripristinato come nell'esemplare normale *A*.

⁽¹⁶⁾ H. C. SCHALLER, *Head activator controls head formation in reaggregated cells of Hydra*, «Cell Diff.», 4, 265-272 (1975).

H. C. SCHALLER, *Action of the head activator as a growth hormone in Hydra*, «Cell. Diff.», 5, 1-12 (1976).

H. C. SCHALLER, *Action of the head activator on the determination of interstitial cells in Hydra* «Cell Diff.», 5, 13-20 (1976).

H. C. SCHALLER, *Head regeneration in Hydra is initiated by the release of head activator and inhibitor*, «Wilhelm Roux's Arch.», 180, 287-295 (1976).

da esso « determinate » a trasformarsi in cellule nervose della regione ipostomale. Durante la prima ora dopo il taglio, nei monconi rigeneranti la liberazione del neurosecreto attivatore è però preceduta dalla liberazione, nell'acqua dell'ambiente, di una sostanza inibitrice, che invece provoca un temporaneo abbassamento dell'indice mitotico nelle cellule dell'idra; sembra che siano necessarie ambedue le sostanze, attivatrice e inibitrice, perché abbia inizio la rigenerazione della testa, il cui ipostoma come già si è detto funge da centro organizzatore apicale della polarità dell'animale.

Come il centro organizzatore apicale delle idre d'acqua dolce, anche quello cefalico delle planarie induce, assieme alla generale polarità di tutti gli apparati, anche il gradiente di sviluppo dell'apparato genitale ermafrodita. Lo ha dimostrato il Grasso ⁽¹⁷⁾ mediante operazioni di ablazione e rigenerazione di territori. Uno fra gli esperimenti più dimostrativi è il seguente (fig. 2): in *Dugesia lugubris* - che come tutte le altre planarie è provvista di due ovari collocati in sede retrocerebrale, adiacenti al tratto iniziale dei cordoni nervosi ventrali posteriori, e di numerosi testicoli posti in sedi più caudali - si possono ottenere esemplari bicefali mediante un taglio a forma di T eseguito dietro al livello degli ovari. In questi esemplari bicefali, per ciascuna delle due teste si differenziano due ovari e molti nuovi testicoli nelle sedi abituali, a causa dell'induzione esercitata da ciascuno dei due nuovi cervelli e dal tratto anteriore delle due nuove paia di cordoni nervosi ventrali posteriori che da questi emergono. L'ablazione di una sola delle due teste, mediante un taglio eseguito dietro al livello degli ovari, determina la scomparsa solamente dei testicoli più vicini alla ferita. Ma l'ablazione di entrambe le teste, con completa asportazione di ambedue i territori « induttori » (o « informatori di posizione »), determina la scomparsa di tutto l'apparato genitale nel moncone posteriore bi-decapitato. Questi e altri dati del Grasso sono stati confermati dal giapponese Teshirogi ⁽¹⁸⁾, che ha eseguito esperimenti di ablazione e di trapianto anche più complicati.

Grasso ⁽¹⁹⁾, mediante impregnazione argentea, colorazioni istologiche e osservazioni di microscopia elettronica, ha dimostrato che nelle planarie esi-

(17) M. GRASSO, *L'organizzazione dell'apparato genitale ermafrodita in esemplari rigenerati e in esemplari bicefali di Dugesia lugubris*, « R. C. Accad. Naz. Lincei », 35, 101-104 (1963).

(18) W. TESHIROGI, *Transplantation experiments of two short pieces of a freshwater planarian, Bdellocephala brunnea*, « Jap. J. Zool. », 14, 21-48 (1963).

W. TESHIROGI e H. FUJIWARA, *Some experiments on regression and differentiation of genital organs in a freshwater planarian, Bdellocephala brunnea*, « Sc. Rep. Hiroaki Univ. », 17, 38-49 (1970).

(19) M. GRASSO, *Rapporti tra sistema nervoso periferico e gonadi nell'apparato genitale ermafrodita di Dugesia lugubris*, « Monit. Zool. Ital. », 73, 172-181 (1965).

M. GRASSO, *Rapporti fra sistema nervoso, gonadi e neurosecrezione in Polycelis nigra*, « Riv. Biol. » 19, 157-172 (1966).

M. GRASSO e A. QUAGLIA, *Studies on neurosecretion in planarians. I. Neurosecretory fibres near the testes of Dugesia lugubris. II. Observations on the ovaries of Dugesia lugubris. III. Neurosecretory fibres near the testes and ovaries of Polycelis nigra*, « J. Submicr. Cytol. », 2, 119-125, 127-132 (1970), 3, 171-180 (1971).

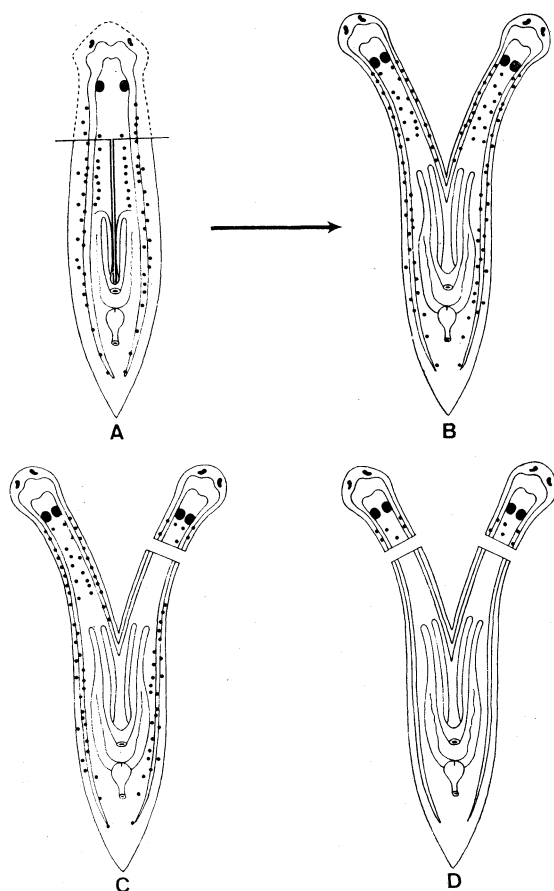


Fig. 2. - *A*: esemplare sessualmente maturo di *Dugesia lugubris*, con il segno di un taglio a forma di T che ne asporta la regione cefalica e ne incide il tronco lungo una linea mediana sino al faringe; sono indicati gli occhi, in sede anteriore, e dietro a questi il sistema nervoso con i gangli cerebrali e i due cordoni nervosi ventrali posteriori che ne emergono, i due ovai (grossi punti neri) addossati medialmente al tratto iniziale dei cordoni nervosi, i numerosi testicoli (punti neri più piccoli) che seguono il decorso dei cordoni nervosi, il faringe entro la sua tasca, e (più caudalmente) l'apparato copulatore con il poro genitale. *B*: esemplare bicefalo, derivato dal taglio a T eseguito in *A*: ciascuna delle due teste ha rigenerato gli occhi, il cervello, i due cordoni nervosi ventrali posteriori, i due ovai e numerosi testicoli. *C*: l'amputazione di una delle due teste dietro al livello degli ovai provoca la sola scomparsa dei testicoli più vicini alla ferita. *D*: l'amputazione di ambedue le teste dietro al livello degli ovai provoca la scomparsa di tutti i testicoli nel moncone posteriore.

stono processi di neurosecrezione non soltanto nel cervello e nei cordoni nervosi principali che da questo emergono, ma anche nei neuroni di alcuni plessi nervosi che sono collocati sia attorno agli ovai che attorno ai testicoli. Pure queste osservazioni sono state confermate dal già citato Teshirogi ⁽²⁰⁾.

(20) W. TESHIROGI, H. KASAHARA, H. KUSHIMA, M. OHMORI, S. KAWASE e H. FUJIWARA, *The relation of the nervous system with regeneration in the freshwater planarian, Bdello-*

Nelle osservazioni con il microscopio elettronico il neurosecreto si presenta sotto forma di «granuli neurosecretori elementari» simili a quelli del sistema nervoso delle idre (Tav. I, foto 1 e 2). È ammissibile che - in modo analogo a quanto avviene nelle idre d'acqua dolce - nelle planarie il neurosecreto del cervello e dei cordoni nervosi ventrali posteriori sia responsabile dei fenomeni di morfogenesi a gradiente. Quello dei plessi perigonadici, assente durante le fasi di agamia delle planarie o nelle planarie di ceppi che si riproducono esclusivamente per scissione, appare inoltre dotato della particolare proprietà di stimolare, nelle sedi gonadiche, la maturazione dei gameti. Grasso e Benazzi ⁽²¹⁾ sono infatti riusciti a provocare l'arresto dei processi di scissione e lo sviluppo dell'apparato genitale ermafrodita in ceppi agami di planarie, mediante una prolungata somministrazione alimentare di un omogenato ottenuto sminuzzando il corpo di planarie di ceppo sessuato sessualmente maturo. Grasso ed altri ⁽²²⁾ hanno quindi sottoposto a centrifugazione frazionata il suddetto omogenato, constatando che si dimostrano dotate di capacità sessualizzante soltanto quelle frazioni dell'omogenato che, osservate con il microscopio elettronico, risultano provviste di «neurosecretosomi», cioè di frammenti di terminazioni nervose libere infarciti di granuli neurosecretori elementari. Finora il contenuto di tali granuli neurosecretori non è stato isolato e purificato, come invece è stato fatto per le idre d'acqua dolce; ma l'aspetto e le dimensioni dei granuli, simili a quelli dei granuli neurosecretori delle idre, fanno pensare che si tratti anche in questo caso di un oligopeptide.

Il complesso di questi reperti induce dunque ad identificare le sostanze responsabili della polarità assiale e della morfogenesi a gradiente con neurosecreti di natura oligopeptidica, che si diffondono lungo il sistema nervoso a rete delle idre e lungo quello cordonale delle planarie. Nella seconda parte della presente Nota questo fenomeno verrà più ampiamente discusso e commentato.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA I

Foto 1. - Cellula neurosecretrice di *Hydra attenuata*. c: apparato cigliare; le frecce indicano alcuni dei granuli neurosecretori elementari. Ingr. 27.00 ×.

Foto 2. - Cellula neurosecretrice del plesso nervoso adiacente all'ovario in *Dugesia lugubris*. G: Golgi; le frecce indicano alcuni dei granuli neurosecretori elementari (dal materiale del prof. A. Quaglia). Ingr. 45.000 ×.

cephala brunnea. III. *Neurosecretion in the entire worm and regenerating pieces*, «Scientific papers published on the occasion of the retirement of Professor Hisao Sugino», Series Turbellarians, 21-34, Osaka, Japan (1971).

(21) M. GRASSO e M. BENAZZI, *Genetic and physiologic control of fissioning and sexuality in planarians*, «J. Embryol. exp. Morph.», 30, 317-328 (1973).

M. BENAZZI e M. GRASSO, *Comparative research on the sexualization of fissiparous planarians treated with substances contained in sexual planarians*, «Monit. Zool. Ital.», 11, 9-19 (1977).

(22) M. GRASSO, L. MONTANARO e A. QUAGLIA, *Studies on the role of neurosecretion in the induction of sexuality in a planarian agamic strain*, «J. Ultrastr. Res.», 52, 404-408 (1975).

