

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA NAZIONALE
DEI LINCEI

ANNO CCCXXI
1924

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXXIII.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1924

Fisiologia. — *La variazione della radiosensibilità degli elementi cellulari negli organismi pecilotermi* ⁽¹⁾. Nota del dott. CESARE ARTOM, presentata dal Socio B. GRASSI ⁽²⁾.

Le mie ricerche sull'azione dei raggi Röntgen sulla spermatogenesi dimorfa di *Paludina vivipara*, sono in complesso in accordo coll'ipotesi cromatinica degli Hertwig. Il nucleo dello spermatozooto *oligopirenico* entra rapidamente in tipica picensi proprio nel momento in cui esso deve essere sede di un'attività eccezionale, che, se non lo conduce ad una immediata divisione, lo conduce però a divenire ipertrofico in confronto cogli altri elementi cellulari del testicolo. Nelle fasi di maturazione degli elementi *eupirenici*, assai meno sensibili all'azione dei raggi, le metafasi risultano maggiormente colpite dai raggi: ed è la sostanza cromatica, anzi singoli cromosomi a preferenza di altri, quelli che appaiono fortemente lesi. Solo alla fine della spermatogenesi *eupirenica*, anche l'apparato condriosomico appare visibilmente leso ⁽³⁾.

Ma ciò che di più caratteristico risulta dalle mie osservazioni, si è che gli spermatozooti *oligopirenici* non sono egualmente radiosensibili durante le varie stagioni dell'anno. Anche mettendosi artificialmente nelle identiche condizioni di temperatura, irradiando il testicolo sempre colla stessa dose di raggi, non si osservano durante l'inverno quelle tipiche esplosioni di picensi nucleari, che si osservano invece assai numerose nella stagione estiva.

Devono cioè esistere in un organismo *pecilotermo*, come la *Paludina*, diversità di condizioni nell'intima composizione cellulare, a seconda delle stagioni; queste condizioni intimamente subordinate a determinati stadi evolutivi in rapporto colle stagioni, non possono essere deviate colla semplice variazione artificiale della temperatura.

La temperatura se non è condizione *sufficiente* per determinare la tipica esplosione di picensi nucleari negli spermatozooti *oligopirenici*, è però condizione assolutamente *necessaria*.

Risulta infatti dalle mie esperienze che, se nella stagione estiva vengono artificialmente abbassate le condizioni di temperatura, la radiosensibi-

⁽¹⁾ Lavoro eseguito nell'Istituto di zoologia, anatomia e fisiologia comparata della R. Università di Siena.

⁽²⁾ Presentata nella seduta del 30 maggio 1924.

⁽³⁾ C. Artom, *L'azione dei raggi Röntgen sulla spermatogenesi dimorfa di Paludina vivipara*, in: *Ricerche di morfologia*, vol. III, fasc. II, 1923.

lità degli elementi oligopirenici diminuisce gradatamente, tanto che (mantenendo sempre eguale la dose di raggi erogata), mentre a 22° C. gli elementi oligopirenici entrano assai numerosi e assai rapidamente in picnosi, il numero delle picnosi che si osservano, diminuisce rapidamente coll'abbassamento della temperatura; sino a che, al disotto di 10-12° C., sempre coll' identica dose di raggi, gli stessi spermatozoi possono considerarsi quasi refrattari all'azione dei raggi.

In definitiva, e credo di potere estendere le mie conclusioni a tutti gli organismi *pecilotermi*, in cui cioè la temperatura può notevolmente abbassarsi ed elevarsi, senza che la compagine cellulare ne risenta alcun danno, vi deve essere una relazione sicura e assai facile da mettere in evidenza tra temperatura e radiosensibilità, probabilmente una di quelle relazioni assai simile a quella che si riscontra tra temperatura e velocità di molte reazioni fisiologiche.

Già da tempo è noto che queste relazioni tra temperatura e radiosensibilità esistono anche per cellule di organismi *omeotermi*. Per esempio sarcomi di topo *in vitro* (Rhodenburg e Prime), trattati alla temperatura di 42° C. con una certa dose di raggi Röntgen, nel 10 % dei casi non presentano potere di attecchimento. Gli stessi sarcomi irradiati sempre colla stessa dose di raggi a 43° C. non attecchiscono nella percentuale del 76 %. Viceversa nei controlli eseguiti su materiale non irradiato, la percentuale di attecchimento non varia affatto col solo variare della temperatura. Segno evidente questo che l'aumento di un sol grado di temperatura, combinato con l'azione dei raggi, deve avere prodotto effetti letali su un numero assai notevole di cellule, tanto da riscontrarsi la percentuale di attecchimento enormemente diminuita⁽¹⁾.

Risultati però così decisivi e così facili da mettere in evidenza come quelli da me ottenuti in *Paludina*, in cui, come del resto in tutti gli organismi *pecilotermi*, è possibile far variare la temperatura entro limiti considerevolmente ampi, non mi risulta che sino ad oggi fossero stati messi in evidenza.

Solo recentemente ho avuto la soddisfazione di vedere in complesso confermati i miei risultati.

Il Packard ha sottoposto infusori (*Parameci*) alle radiazioni di radio a diverse temperature, ed ha riscontrato che la dose letale per tali infusori è ridotta a metà per ogni aumento di temperatura di 8 gradi centigradi. Il Packard è riuscito a costruire una curva da cui si rivela che la dose letale per gli infusori ad una temperatura di 37° è quella data da un'irradiazione della durata di un'ora; mentre (sempre nelle stesse condizioni di esperimento) a 30° è già necessaria un'irradiazione della durata di due ore, a 22° un'irra-

⁽¹⁾ Ch. Packard, *The Susceptibility of Cells to Radium Radiations*, in: *Biological Bulletin*, vol. XLVI, n. 4, 1924.

diazione della durata di circa cinque ore, a 14° un'irradiazione della durata di circa dieci ore.

Il Packard usufruisce nei suoi esperimenti oltre che dei raggi gamma, anche dei raggi beta corpuscolari, ch'egli può eliminare, con un filtro di piombo di 2 mm. Egli sostiene anzitutto, sulla scorta di esperienze di Hober sulla permeabilità delle membrane delle cellule vegetali, che anche nei *Parameci* la membrana è maggiormente permeabile alle colorazioni vitali alle elevate temperature che non alle basse. In secondo luogo egli, sulla base di esperimenti suoi, dimostra che la radiosensibilità degli infusori è in diretta correlazione con la temperatura e cioè con il grado di permeabilità alle colorazioni vitali. In terzo luogo egli conchiude che le radiazioni di radio hanno per effetto di aumentare la permeabilità della membrana cellulare. Di guisa che se la permeabilità della membrana cellulare è già elevata in causa di alte temperature, o per altre condizioni, la cellula raggiunge sotto l'azione dei raggi assai rapidamente quel certo punto critico per cui entra rapidamente in citolisi (*Cytolysis occurs when the permeability of the cell has been raised above a definite limit*).

Se viceversa, per le condizioni basse di temperatura o per altre condizioni, la membrana cellulare risulta essere assai poco permeabile, quel certo punto critico viene raggiunto solo dopo un'azione molto prolungata delle radiazioni.

Nell'evoluzione della cellula, il breve periodo della metafasi sarebbe poi assai più sensibile all'azione dei raggi, perchè tale fase è caratterizzata da un aumento della permeabilità della membrana (Lyon).

Io non so quanto le osservazioni di Packard sui gradi diversi di permeabilità della membrana cellulare, dedotte dal diverso potere di assorbimento delle cosiddette colorazioni vitali (rosso-neutro) possano accordarsi colle vedute moderne, che cioè i cosiddetti coloranti vitali penetrano nella cellula, quando essa non è più viva in tutte le sue parti.

Inoltre ancora non è il caso di discutere qui, se le condizioni di esperimento sui *Parameci* realizzate dal Packard, possano ritenersi perfettamente equivalenti a quelle realizzate da me sulla *Paludina*.

Ciò che a me preme far qui risaltare, si è la concordanza nel risultato globale tra gli esperimenti del Packard e quelli miei.

Così che risulta pienamente confermato quanto avevo già affermato in una mia Nota del 1922⁽¹⁾, che cioè negli organismi *pecilotermi* la radiosensibilità degli elementi cellulari è considerevolmente variabile in funzione colla temperatura e che perciò tali organismi costituiscono un materiale eccellente per controllare in modo esatto quale relazione veramente intercede tra temperatura e radiosensibilità cellulare.

(1) C. Artom, *Ricerche sulla variazione della radiosensibilità degli spermatozoi oligopirenici in Paludina vivipara*. Rendiconti R. Accademia Lincei, vol. XXXI, 1° sem., fasc. 12°, giugno 1922.