

---

ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI  
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI  
**RENDICONTI**

---

LUCIA CERESA CASTELLANI

**Osservazioni sull'ultrastruttura delle cellule eritroidi  
nell'embrione di pollo**

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,  
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 59 (1975), n.1-2, p.  
164-172.*

Accademia Nazionale dei Lincei

<[http://www.bdim.eu/item?id=RLINA\\_1975\\_8\\_59\\_1-2\\_164\\_0](http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1975_8_59_1-2_164_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/>

**Zoologia.** — *Osservazioni sull'ultrastruttura delle cellule eritroidi nell'embrione di pollo.* Nota (\*) di LUCIA CERESA CASTELLANI, presentata dal Socio S. RANZI.

SUMMARY. — The formation and development of the chick embryo red blood cells have been examined. A morphological comparison has been made between the primitive red cell series and the definitive series with the electron microscope.

Volume of the cells, nuclear structure, number and behaviour of ribosomes allow a differentiation between the two series, while marginal bands of microtubules are similar in the two generations of red blood cells.

Particularly emphasized is the appearance of ferritin in erythroblast and erythrocyte cytoplasm; the ferritin aggregates occur both in first and in second red cell series, but they are much more frequent in the primitive ones.

L'eritropoiesi embrionale del pollo è stata studiata da numerosi Autori sia per quanto riguarda la morfologia delle cellule sanguigne (Dawson, 1936; Cattaneo, 1963; Edmonds, 1966), sia per quanto riguarda l'inizio della sintesi emoglobinica nei globuli rossi in maturazione (Wilt, 1962; D'Amelio, 1966; Godet, 1967; Weintraub *e coll.*, 1971; Kabat, 1968).

Sono state descritte due serie di cellule rosse negli embrioni di uccello (Romanoff, 1960): una serie primitiva e una serie definitiva. Al secondo giorno d'incubazione inizia la differenziazione delle cellule eritroidi della prima serie; le cellule rosse della seconda serie cominciano a differenziarsi tra il quarto e il settimo giorno; esse presentano differenze notevoli da quelle della prima serie, sia morfologiche, sia per i differenti tipi di emoglobina in esse differenziati (Baglioni, 1966; Ingram, 1972).

Mentre i proeritroblasti della prima generazione hanno origine negli isolotti sanguigni del sacco del tuorlo, gli elementi della seconda generazione originano anche in altri focolai eritropoietici. Nella prima metà del periodo d'incubazione del pollo, il sacco del tuorlo rappresenta il principale organo emopoietico, con prevalenza dell'eritropoiesi sulla leucopoiesi; e anche quando altri organi esplicano funzione emopoietica, l'attività del sacco del tuorlo prosegue fino alla schiusa, anche se notevolmente diminuita. Tuttavia, fino dai primi giorni d'incubazione inizia l'emopoiesi intraembrionale, localizzata in un primo tempo in corrispondenza dei grossi vasi (Romanoff, 1960). In seguito l'attività eritropoietica è esplicata transitoriamente dal fegato e dalla milza; il fegato ha negli uccelli, contrariamente a quanto accade nei mammiferi, scarsa importanza nella produzione dei globuli rossi. Nella milza si osserva produzione di eritroblasti dal decimo al quindicesimo giorno di incubazione. Inizia poi, circa al decimo giorno d'incubazione, l'attività emopoietica del midollo osseo, che prosegue per tutta la vita dell'animale.

(\*) Pervenuta all'Accademia il 14 luglio 1975.

In precedenti lavori (Ceresa Castellani e Leone, 1966; 1969) sono stati descritti gli eventi di maturazione delle cellule rosse della serie eritrocitaria primitiva; in questa ricerca vengono presi in esame e comparati gli aspetti ultrastrutturali delle cellule rosse delle due serie nel corso della loro maturazione. Sono anche considerati alcuni aspetti particolari di tali cellule, come la presenza di microtubuli e di ferritina.

Sono stati esaminati embrioni di pollo (*Gallus gallus*) a partire dallo stadio di un somite fino a 14 giorni d'incubazione. Sono stati fissati i dischi embrionali «in toto» fino a 3 giorni d'incubazione; degli embrioni in stadio più avanzato sono stati prelevati parti di sacco del tuorlo (fino a 10 giorni) e la milza dal decimo al quattordicesimo giorno d'incubazione, e fissati in piccoli pezzi. È stata eseguita una prefissazione in glutaraldeide (Sabatini *e coll.*, 1963) al 3% in tampone fosfati 0,1 M a pH 7,4 per la durata di 2 ore, seguita dalla fissazione in acido osmico all'1%, tamponato a pH 7,4 (Millonig, 1962) per la durata di un'ora.

L'inclusione è stata fatta in una miscela di Epon 812 e Araldite e le sezioni sono state eseguite con l'ultramicrotomo LKB Ultratome, colorate con acetato di uranile e con citrato di piombo (Reynolds, 1963) e sono state osservate al microscopio elettronico Hitachi HS-8.

Sono state studiate le cellule della serie rossa primitiva e le cellule della seconda serie negli stadi di proeritroblasto, eritroblasto basofilo, eritroblasto policromatofilo, eritrocita: le cellule delle due serie hanno molti aspetti in comune, ma anche differenze, sia di forma e dimensione, sia di struttura. Le differenze sono particolarmente evidenti allo stadio di eritrocita, ma fin dall'inizio della maturazione i differenti caratteri delle cellule appartenenti alle due serie possono essere messi in evidenza.

Il *proeritroblasto* della serie primitiva (Tav. I, fig. 1) ha il nucleo molto grande, di forma generalmente rotondeggiante, con un voluminoso nucleolo; ad eccezione di una fascia ispessita all'interno della membrana nucleare, la cromatina appare omogeneamente diffusa e non si addensa a formare zolle. Nel citoplasma il reticolo endoplasmatico ruvido è scarso, mentre i ribosomi liberi sono molto numerosi, in parte isolati, in parte raggruppati a formare polisomi. Il complesso di Golgi non è abbondante; i mitocondri sono piuttosto piccoli e disposti in maniera uniforme. Nell'involucro perinucleare sono visibili numerosi pori che lasciano supporre un attivo scambio tra nucleo e citoplasma.

Nel *proeritroblasto* della seconda serie il nucleo, di forma di solito rotondeggiante, possiede un grosso nucleolo, simile a quello riscontrato nel proeritroblasto della serie primitiva; ma in questo caso la cromatina, oltre alla fascia ispessita al di sotto della membrana nucleare, presenta già numerose piccole zone di addensamento. Nel citoplasma i ribosomi, anche qui molto numerosi, sono in parte aggregati in polisomi; i mitocondri (Tav. III, fig. 10) sono più grandi e più numerosi di quelli presenti nel proeritroblasto della prima serie; sono visibili tratti di reticolo endoplasmatico ruvido e un cospicuo complesso di Golgi.

Nell'*eritroblasto basofilo* della prima serie (Tav. I, fig. 2) il nucleo ha forma rotonda o ovale, il nucleolo appare frammentato e il suo volume è notevolmente minore rispetto a quello del nucleolo osservato nei proeritroblasti. La cromatina appare ancora diffusa e di aspetto omogeneo. Nel citoplasma il complesso di Golgi non è quasi mai visibile; il reticolo ruvido è scarsissimo;

i mitocondri sono disposti ai poli della cellula. Il 90 % dei ribosomi sono raggruppati a formare polisomi, tetrameri o pentameri, con netta prevalenza di questi ultimi. Già a questo stadio molto precoce di maturazione sono talvolta visibili nel citoplasma piccoli ammassi di ferritina, solo occasionalmente circondati da membrana: più spesso ne sono privi. La ferritina sarà presente anche negli stadi successivi (Tav. II, fig. 5).

L'*eritroblasto basofilo* della seconda serie (Tav. IV, fig. 11) ha un contorno più irregolare della cellula corrispondente della serie primitiva; nel nucleo gli addensamenti di cromatina in zolle si fanno più evidenti e il nucleolo è quasi scomparso. Nel citoplasma, anche in questo caso, si raggiunge a questo stadio di maturazione la percentuale maggiore di ribosomi raggruppati in polisomi; tuttavia tale percentuale è leggermente inferiore a quella riscontrata nell'*eritroblasto basofilo* della prima serie. Infatti a un'analisi quantitativa della distribuzione dei ribosomi, sia come polisomi, sia come ribosomi singoli, in eritroblasti basofili delle due serie, risulta che in un'area standard di  $1 \mu^2$  (analizzata su microfotografie) si trova circa il 20 % di ribosomi isolati nella seconda serie e solo il 10 % nella prima serie. Il reticolo ruvido appare più abbondante di quello presente nell'*eritroblasto basofilo* della serie primitiva; i mitocondri sono, come nello stadio precedente, numerosi e piuttosto grandi. Spesso, in prossimità del nucleo, è visibile il complesso di Golgi (fig. 14). La presenza di ferritina non è stata rilevata; ma bisogna notare, a questo proposito, che nella seconda serie la ferritina è molto più scarsa; essa appare raramente e sempre in ammassi molto piccoli; il suo mancato reperimento a questo stadio di maturazione potrebbe quindi dipendere dalla sua scarsità e non dalla sua assenza.

L'*Eritroblasto policromatofilo* della prima serie (Tav. I, fig. 3, 4): nel nucleo la cromatina appare addensata e il nucleolo è quasi scomparso; nel citoplasma i ribosomi diminuiscono di numero, ma non diminuisce il loro stato di aggregazione in polisomi. Alla periferia della cellula sono spesso visibili molti microtubuli (Tav. II, fig. 6) che, in sezione trasversale, appaiono circolari e più o meno dello stesso calibro.

Nell'*eritroblasto policromatofilo* della seconda serie l'addensamento della cromatina è aumentato. Nel citoplasma i mitocondri sono ancora abbastanza numerosi, mentre il numero dei ribosomi appare diminuito. Piccoli ammassi di ferritina sono stati visti nel citoplasma di queste cellule (Tav. IV, fig. 12). Sono anche presenti i microtubuli che, in sezione longitudinale, appaiono disposti parallelamente tra di loro (Tav. IV, fig. 13).

L'*eritroblasto acidofilo* della serie primitiva ha una forma affusolata, simile a quella che sarà la forma definitiva dell'eritrocita. Nel nucleo la cromatina si presenta addensata in zolle; nel citoplasma si trovano solo tracce di reticolo ruvido e i mitocondri, raggruppati ai due poli della cellula, presentano spesso segni di degenerazione. Anche a questo stadio di maturazione sono visibili i microtubuli, soprattutto ai poli cellulari.

Anche nella seconda serie l'*eritrocita acidofila* (Tav. V, fig. 15) subisce gli stessi eventi maturativi, sia per quanto riguarda la forma, sia per quanto

riguarda l'addensamento della cromatina, che in questo caso è naturalmente più accentuato, sia per la presenza dei microtubuli.

Le differenze strutturali tra le cellule rosse delle due serie embrionali sono particolarmente evidenti allo stadio di *eritrocita*. Il globulo rosso (Tav. II, fig. 7), maturo della serie primitiva ha una forma affusolata, nucleo ovale con cromatina addensata in zolle (Tav. II, fig. 8); le aree in cui la cromatina appare dispersa sono tuttavia ancora cospicue. Nel citoplasma, la cui matrice appare molto opaca agli elettroni, il reticolo endoplasmatico sembra essere del tutto assente, e gli scarsi mitocondri sono in fase degenerativa; alla periferia della cellula sono ancora visibili i microtubuli. Anche a questo stadio di maturazione è presente la ferritina, che si trova prevalentemente sotto forma siderosomica; i siderosomi negli eritrociti sono generalmente ovali o tondeggianti e in qualche caso appaiono delimitati da una membrana; si osservano tuttavia più spesso siderosomi privi di membrana limitante, in cui le molecole di ferritina presentano una disposizione paracristallina (Tav. II, fig. 7 inserto)

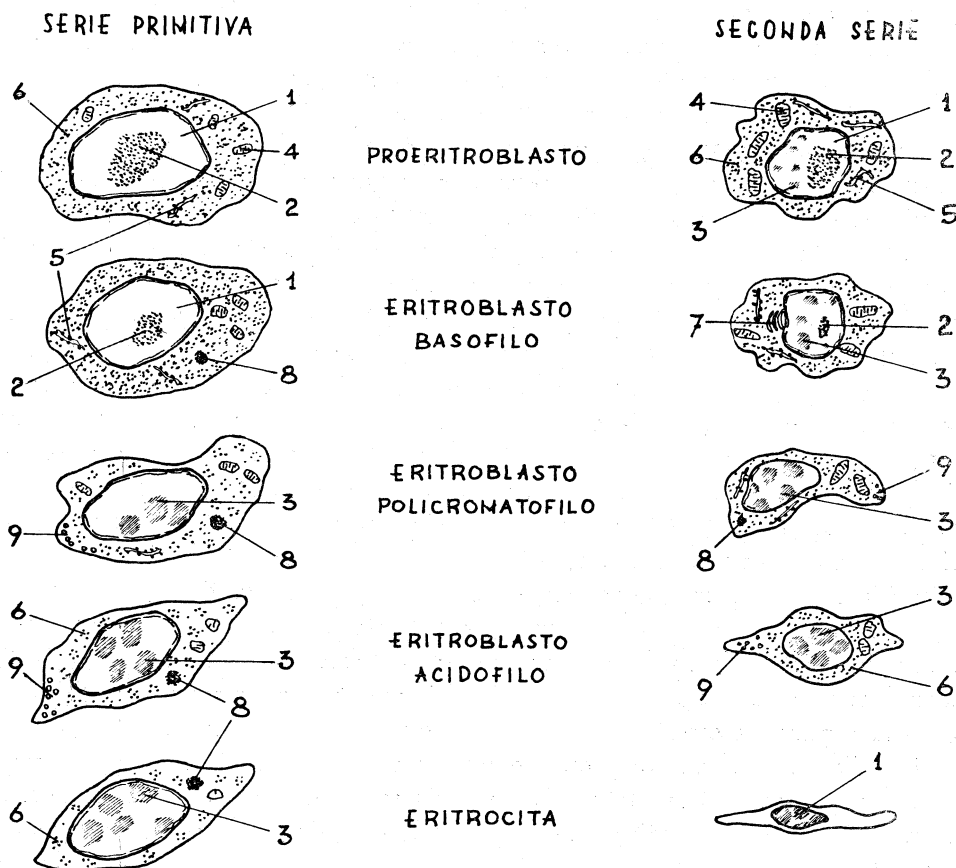


Fig. 1. - Differenti aspetti delle cellule rosse delle due serie embrionali nel pollo durante la loro maturazione: 1) nucleo; 2) nucleolo; 3) zolle di cromatina; 4) mitocondri; 5) reticolo endoplasmatico ruvido; 6) ribosomi; 7) complesso di Golgi; 8) ferritina; 9) microtubuli.

Ma il carattere più interessante che differenzia gli eritrociti della prima serie da quelli della seconda è la presenza, nei primi, di ribosomi (Tav. III, fig. 7); questi, infatti, benché in diminuzione, sono ancora abbastanza numerosi e, soprattutto, sono ancora raggruppati in polisomi; ciò denota la persistenza della sintesi emoglobinica negli eritrociti maturi della serie primitiva.

Gli *eritrociti* della seconda serie (Tav. V, figg. 15; 16) hanno una forma nettamente più affusolata e dimensioni notevolmente inferiori (Ceresa Castellani e Leone, 1969); il rapporto nucleo-plasmatico è diminuito e la cromatina è quasi totalmente addensata; sono tuttavia sempre visibili delle zone intercromatiniche. I microtubuli sono ancora presenti e si possono talvolta vedere tagliati trasversalmente agli apici della cellula. La ferritina, che appare occasionalmente negli stadi precedenti, non è mai stata vista negli eritrociti maturi. I ribosomi sono quasi del tutto scomparsi e il citoplasma appare privo di organuli e uniformemente opaco agli elettroni.

Nel corso di questa ricerca è stato studiato, a livello ultrastrutturale, il differenziamento delle cellule rosse delle due serie embrionali del pollo, evidenziando le trasformazioni che avvengono durante la maturazione. Le differenze rilevabili al microscopio elettronico tra i globuli rossi delle due serie riguardano sia il nucleo sia il citoplasma (fig. 1). Nel nucleo la cromatina appare diffusa e con aspetto omogeneo negli eritroblasti della prima generazione e si addensa in zolle solo verso la fine del processo di maturazione; negli elementi della seconda serie, invece, essa appare addensata fin dai primi stadi di maturazione.

Nel citoplasma il reticolo endoplasmatico ruvido appare più abbondante negli elementi della seconda serie; anche i mitocondri sono in questa serie più grandi e numerosi. I ribosomi invece sono più numerosi nelle cellule della serie primitiva e anche la percentuale di aggregazione in polisomi è maggiore nelle cellule della prima serie; negli eritroblasti basofili, dove è più intensa la sintesi di emoglobina, la percentuale di ribosomi raggruppati in polisomi raggiunge il massimo: si ha un valore del 90 % di polisomi rispetto al totale dei ribosomi presenti negli elementi della prima serie dell'80 % negli elementi della seconda serie. Questo risultato è in accordo con i dati della indagine biochimica, che mette in evidenza una più veloce sintesi di emoglobina negli eritroblasti della prima generazione (Fraser, 1966; Campbell *e coll.*, 1971).

Nell'eritrocita maturo della serie primitiva si ha una caduta del numero totale di ribosomi; tuttavia essi sono ancora abbastanza abbondanti e, soprattutto, sono ancora raggruppati in polisomi; questo fatto dimostra che l'emoglobina continua a essere sintetizzata, anche se in quantità ridotta, nel globulo rosso della serie primitiva; questa cellula è simile pertanto a un eritrocita non ancora completamente maturo della seconda serie. Al contrario, nell'eritrocita maturo della seconda serie i ribosomi sono molto scarsi, e comunque isolati, o assenti.

Per quanto riguarda la presenza di microtubuli alla periferia dei globuli rossi, tali strutture sono state messe in evidenza negli elementi di ambedue le serie eritrocitarie, già a partire dallo stadio di eritroblasto policromatofilo.

Secondo gli studi più recenti, la funzione dei microtubuli nei globuli rossi sarebbe legata al cambiamento di forma durante la maturazione (Maser e Philpott, 1964; Tilney, 1971; Barrett e Dawson, 1973), mentre, secondo Barret e Dawson (1973), essi non avrebbero influenza nel mantenimento della forma elissoidale dell'eritrocita maturo.

È stato anche preso in esame il problema della comparsa di ferritina nei globuli rossi; la sua presenza è stata interpretata in maniera differente dai vari Autori: Bessis *e coll.* (1957, 1962), Sorenson (1961), Grasso *e coll.* (1962) ammettono un passaggio diretto della ferritina dalle cellule reticolari, in cui vengono distrutti i vecchi eritrociti, agli eritroblasti, seguendo un meccanismo detto di rofeocitosi. Secondo questi Autori il passaggio del ferro sotto forma ferritinica dalle cellule reticolari agli eritroblasti rappresenterebbe il processo preponderante nel ciclo del ferro. I dati biochimici e le ricerche con isotopi radioattivi sembrano invece escludere che tale meccanismo abbia un'importanza considerevole, e prospettano un ciclo più complesso; il ferro passerebbe dalle cellule reticolari, in cui vengono demoliti i vecchi eritrociti, al plasma e da questo agli eritroblasti legato alla transferrina (Katz e Jandl, 1964). Inoltre gli eritroblasti, in presenza di ferro, sono in grado di sintetizzare non soltanto l'emoglobina, ma anche la ferritina (Matioli e Eylar, 1964; Gabudza e Silver, 1974). Il ruolo della ferritina all'interno degli eritroblasti potrebbe essere di regolatore della sintesi emoglobinica; secondo le osservazioni di Brown (1958), infatti, la sintesi di emoglobina sarebbe impedita da un eccesso di ferro sotto forma ferrosa. La presenza di ferritina a uno stadio estremamente precoce della eritropoiesi primitiva, in assenza di vecchi eritrociti da demolire, come è dimostrato dai risultati della presente ricerca, rende probabile l'ipotesi che essa sia il risultato di una sintesi intracellulare. È interessante notare che tale sintesi è notevolmente più abbondante negli elementi della serie primitiva. Nella seconda serie infatti la ferritina è molto scarsa; questo dovrebbe significare che la quantità di ferro disponibile durante la maturazione dei globuli rossi è in eccesso durante i primi giorni dello sviluppo, e deve quindi essere immagazzinato all'interno della molecola ferritinica, per essere poi liberato gradualmente durante la maturazione dell'eritroblasto stesso. Nel proseguimento dello sviluppo embrionale la quantità di ferro disponibile sarebbe minore, e tale elemento verrebbe quindi utilizzato quasi totalmente nella sintesi emoglobinica.

#### LAVORI CITATI

- BAGLIONI C. (1966) - *Ontogenesis of erythrocytes and hemoglobin formation*, « J. of Cell Physiol. », 67 suppl., 169.
- BARRETT L. A. e DAWSON R. B. (1974) - *Avian erythrocyte development: microtubules and the formation of the disk shape*, « Developmental Biol. », 36, 72.
- BESSIS M. e BRETON-GORIUS (1957) - *Étude au microscope électronique des granulations ferrugineuses des érythrocytes normaux et pathologiques*, « Rev. Hémat. », 12, 43.
- BESSIS M. e BRETON-GORIUS (1962) - *Iron metabolism in the bone marrow as seen by electron microscopy: a critical review*, « Blood », 19, 635.

- BROWN E. G. (1958) - *Evidence for the involvement of ferrous iron, in the biosynthesis of amino-laeuvulic acid by chicken erythrocyte preparations*, « Nature », 182, 313.
- CAMPBELL G. M., WEINTRAUB H., MAYALL B. H. e HOLTZER H. (1971) - *Primitive erythropoiesis in early chick embryogenesis*, « J. Cell Biol. », 50, 669.
- CATTANEO L. (1963) - *Sul mesoderma dell'area opaca del blastoderma di pollo e sulle prime sue differenziazioni*, « Arch. It. Anat. Embriol. », 68, 99.
- CERESA CASTELLANI L. e LEONE V. G. (1966) - *Osservazioni preliminari al microscopio elettronico sugli elementi dell'eritropoiesi primitiva dell'embrione di pollo*, « Accad. Lincei, Rend. Sc. fis. mat. nat. », 41, 386.
- CERESA CASTELLANI L. e LEONE V. G. (1969) - *The primitive erythropoietic series in the chick embryo, studied with the electron microscope*, « Anat. Rec. », 165, 453.
- D'AMELIO V. (1966) - *The globins of adult and embryonic chick haemoglobin*, « Bioch. and Bioph. Acta », 127, 59.
- DAWSON A. B. (1936) - *Some observations on the primitive and definitive erythrocytes of the developing chick*, « Z. Zellforsch. Mikro. Anat. », 24, 256.
- EDMONDS R. H. (1966) - *Electron microscopy of erythropoiesis in the avian yolk sac*, « Anat. Rec. », 154, 785.
- FRASER R. C. (1966) - *The rate of hemoglobin chain formation in developing chick embryos*, « Exp. Cell Research », 44, 195.
- GABUDZA T. G. e SILVER R. K. (1974) - *Hemoglobin and Ferritin synthesis in erythroid cells in prolonged marrow cell cultures*, « J. Cell Physiol. », 74, 273.
- GODET J. (1967) - *L'évolution des hémoglobines au cours du développement du Poulet. Les hémoglobines de l'embryon*, « C. R. Acad. Sc. Paris. », 265, 1401.
- GRASSO J. A., SWIFT H. e ACKERMAN C. A. (1962) - *Observations on the development of erythrocytes in mammalian fetal liver*, « J. Cell Biol. », 14, 235.
- INGRAM V. M. (1972) - *Embryonic red blood cell formation*, « Nature », 235, 338.
- KABAT D. (1968) - *Organization of hemoglobin synthesis in chicken erythrocytes*, « J. Biol. Chem. », 243, 2597.
- KATZ J. H. e JANDL J. H. (1964) - *The role of transferrin in the transport of iron into the developing red cell*, Ciba Foundation Symp. on Iron Metabolism, Springer, Berlin, 103.
- MASER M. D. e PHILPOTT C. W. (1964) - *Marginal bands in nucleated erythrocytes*, « Anat. Rec. », 150, 365.
- MATIOLI G. T. e EYLAR E. H. (1964) - *The biosynthesis of apoferritin by reticulocytes*, « Proc. N.A.S. », 52, 508.
- MILLONIG G. (1962) - *Further observations on a phosphate buffer for osmium solutions in fixation*, « Electron microscopy, Proc. 5° Intern. Congress for Electron Micr. », Philadelphia, Academic Press, New York, 2 P8 (1962).
- REYNOLDS E. S. (1963) - *The use of lead citrate at high pH as an electron opaque stain in electron microscopy*, « J. Cell Biol. », 17, 208.
- ROMANOFF A. L. (1960) - *The Avian Embryo*, The MacMillan Company éd., New York.
- SABATINI D. D., BENSCH K. e BARNETT R. J. (1963) - *Cytochemistry and electron microscopy. The preservation of cellular ultrastructure and enzymatic activity by aldehyde fixation*, « J. Cell Biol. », 17, 19.
- SORENSEN G. D. (1960) - *An electron microscopic study of hematopoiesis in the yolk sac*, « Laborat. Invest. », 10, 178.
- TILNEY L. G. (1971) - *Origin and continuity of microtubules*, in « Origin and continuity of cell organelles. Results and problems in cell differentiation » (J. Reinert and H. Ursprung, eds.), Vol. 2. Springer-Verlag, Berlin and New York.
- WEINTRAUB H., CAMPBELL G. M. e HOLTZER H. (1971) - *Primitive erythropoiesis in early chick embryogenesis. I) Cell cycle kinetics and the control of cell division*, « J. Cell Biol. », 50, 652.
- WILT F. H. (1965) - *Erythropoiesis in the chick embryo: the role of endoderm*, « Science », 147, 1588.

## SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE I-V

## TAVOLA I

- Fig. 1. - Proeritroblasto della serie primitiva nel sacco del tuorlo di un embrione allo stadio di 3 somiti. Le cellule conservano ancora stretti rapporti tra di loro. Il nucleo è molto grande, con un voluminoso nucleolo (*nl*); nel citoplasma si notano numerosi ribosomi e piccoli mitocondri (*mi*).  $\times 8.500$ .
- Fig. 2. - Eritroblasto basofilo della prima serie; i ribosomi sono prevalentemente aggregati in polisomi ( $\nearrow$ ); i mitocondri sono raggruppati ai poli della cellula; *mi* = mitocondrio; *fe* = ferritina.  $\times 9.700$ .
- Fig. 3. - Eritroblasto policromatofilo della serie primitiva; nel nucleo la cromatina appare addensata; sono visibili numerosi pori ( $\nearrow$ ) nell'involucro perinucleare. *mi* = mitocondrio.  $\times 12.000$ .
- Fig. 4. - Embrione allo stadio di 8 somiti. A destra in basso della fotografia è visibile un ciglio (*ci*) nel citoplasma di un eritroblasto. *ce* = centriolo; *Go* = Golgi.  $\times 14.000$ .

## TAVOLA II

- Fig. 5. - Particolare di un eritroblasto policromatofilo della serie primitiva; è visibile un ammasso di molecole di ferritina (*fe*) privo di membrana limitante.  $\times 70.000$ .
- Fig. 6. - Eritroblasto policromatofilo della prima serie: alla periferia della cellula sono visibili i microtubuli, in sezione trasversale. *mt* = microtubuli.  $\times 58.000$ .
- Fig. 7. - Eritrocita maturo della serie primitiva. Nel citoplasma i ribosomi sono ancora abbastanza numerosi e prevalentemente raggruppati in polisomi ( $\nearrow$ ). *fe* = ferritina.  $\times 36.000$ .  
Inserto; dettaglio del citoplasma di un eritrocita della prima serie: siderosoma, privo di membrana limitante, in cui le molecole di ferritina presentano una disposizione paracristallina.  $\times 80.000$ .
- Fig. 8. - Eritrociti maturi della serie primitiva (5° giorno d'incubazione): forma affusolata, nucleo ovale con cromatina parzialmente addensata. *mi* = mitocondri.  $\times 7.5000$ .

## TAVOLA III

- Fig. 9. - Isototto sanguigno del sacco del tuorlo a 9 giorni d'incubazione; si vedono eritroblasti nelle diverse fasi di maturazione; *ect* = ectoderma; *end* = endoderma.  $\times 2.750$ .
- Fig. 10. - Proeritroblasto (*per*) e eritroblasto policromatofilo (*erp*) della seconda serie (sacco del tuorlo a 9 giorni d'incubazione); nel nucleo del proeritroblasto è visibile il nucleo (*nl*) e la cromatina è addensata in piccole zolle. Nel nucleo dell'eritroblasto policromatofilo gli addensamenti della cromatina sono molto più cospicui. *mi* = mitocondrio.  $\times 15.000$ .

## TAVOLA IV

- Fig. 11. - Eritroblasto basofilo della seconda serie (milza prelevata a 13 gg. d'incubazione); la cellula ha un contorno irregolare; i ribosomi sono per la maggior parte raggruppati in polisomi.  $\times 20.000$ .
- Fig. 12. - Particolare di un eritroblasto policromatofilo della seconda serie (milza prelevata a 14 sgg. d'incubazione) è visibile un piccolo ammasso di ferritina (*fe*).  $\times 47.000$ .
- Fig. 13. - Zona periferica di un eritroblasto policromatofilo della seconda serie; i microtubuli formano una banda di elementi paralleli. *mt* = microtubuli.  $\times 63.000$ .

## TAVOLA V

- Fig. 14. - Eritroblasto basofilo della seconda serie (sacco del tuorlo a 7 gg. d'incubazione); nel nucleo la cromatina (*cr*) è addensata in zolle; nel citoplasma sono visibili, in prossimità del nucleo, il complesso di Golgi (*Go*) e un centriolo (*ce*). *mi* = mitocondrio.  $\times 18.000$ .
- Fig. 15. - Eritroblasto acidofilo (*ac*) e globulo rosso maturo della seconda serie (milza prelevata a 13 gg. d'incubazione).  $\times 9.300$ .
- Fig. 16. - Milza di un embrione al 13° giorno d'incubazione. È visibile un piccolo vaso con un eritrocita; a destra in alto della fotografia si vede un piccolo linfocita; alla sinistra del vaso sono visibili due granulociti. *li* = linfocita; *gr* = granulocita.  $\times 9.900$ .

