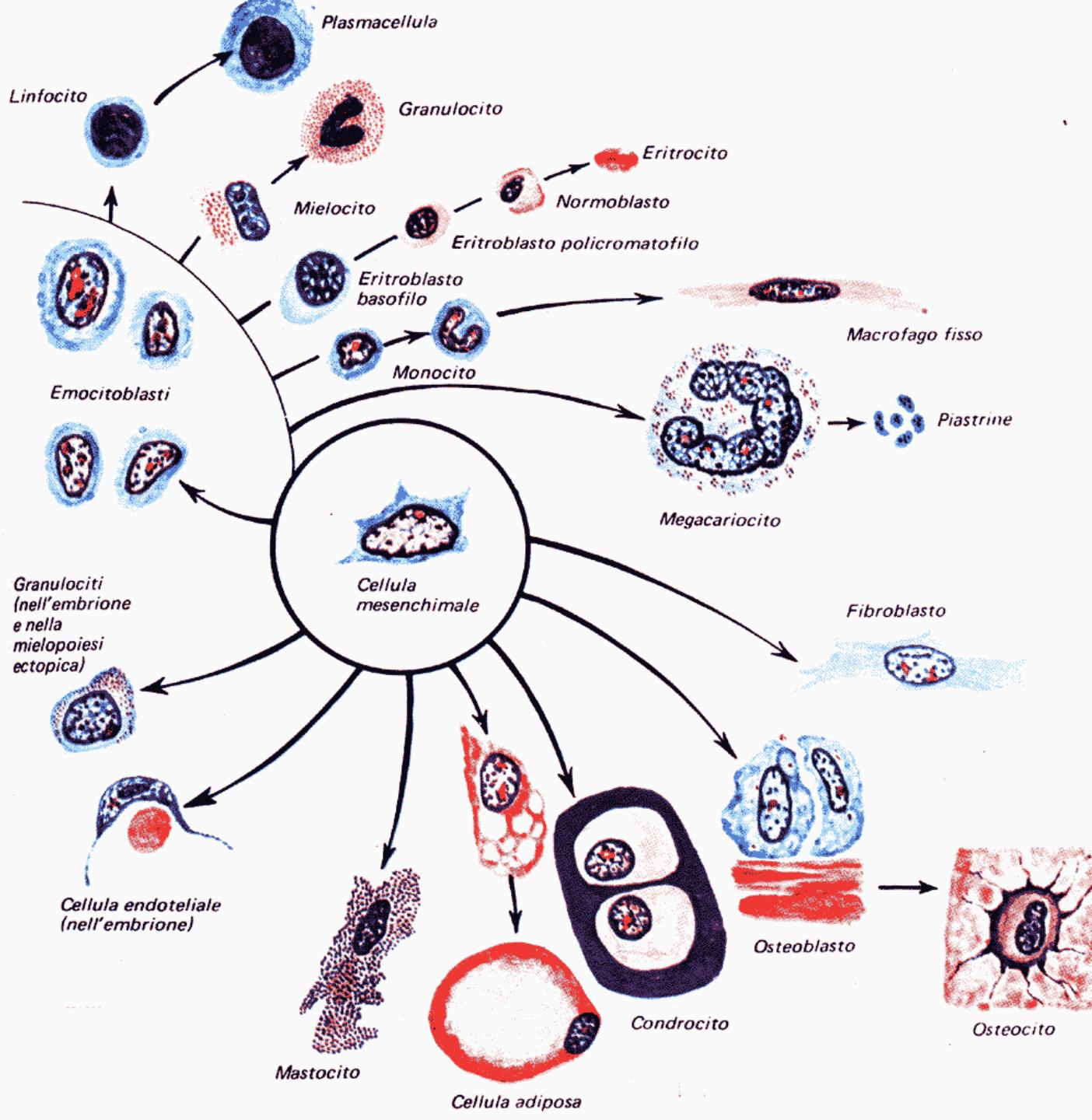


come gli
altri
connettivi in
senso lato...

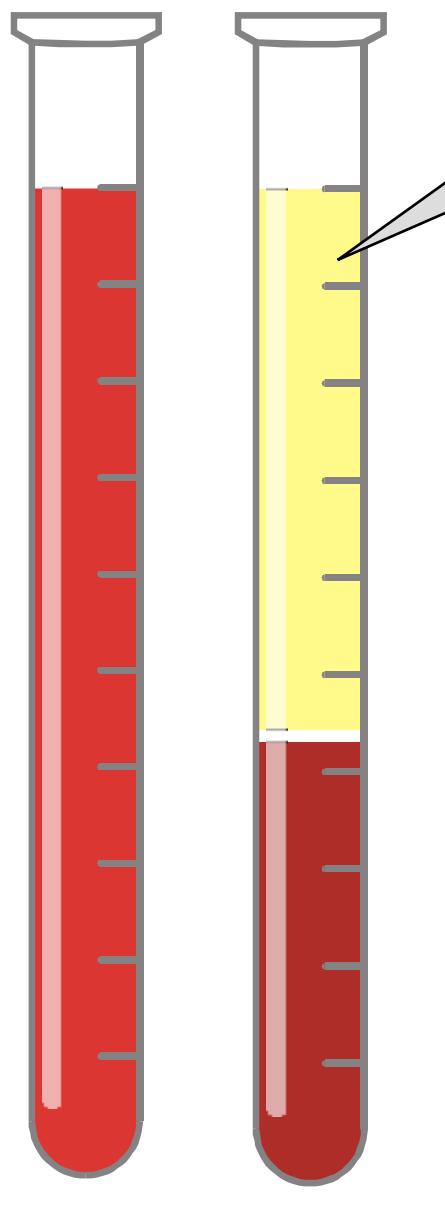
il sangue è
un tessuto
di origine
mesenchi-
male



Funzioni del sangue

- Trasporta gas disciolti
- Distribuisce sostanze nutritive
- Trasporta i prodotti del catabolismo
- Consegna enzimi e ormoni a specifici tessuti-bersaglio
- Regola pH e composizione elettrolitica dei liquidi interstiziali
- Riduce la perdita di liquidi attraverso lesioni di vasi e di altri tessuti
- Difende il corpo dalle tossine e dai patogeni
- Contribuisce a regolare la temperatura corporea

Composizione del sangue



dopo centrifugazione

55%

plasma

~1 %

globuli bianchi
e piastrine o trombociti

45%

globuli rossi o
emazie

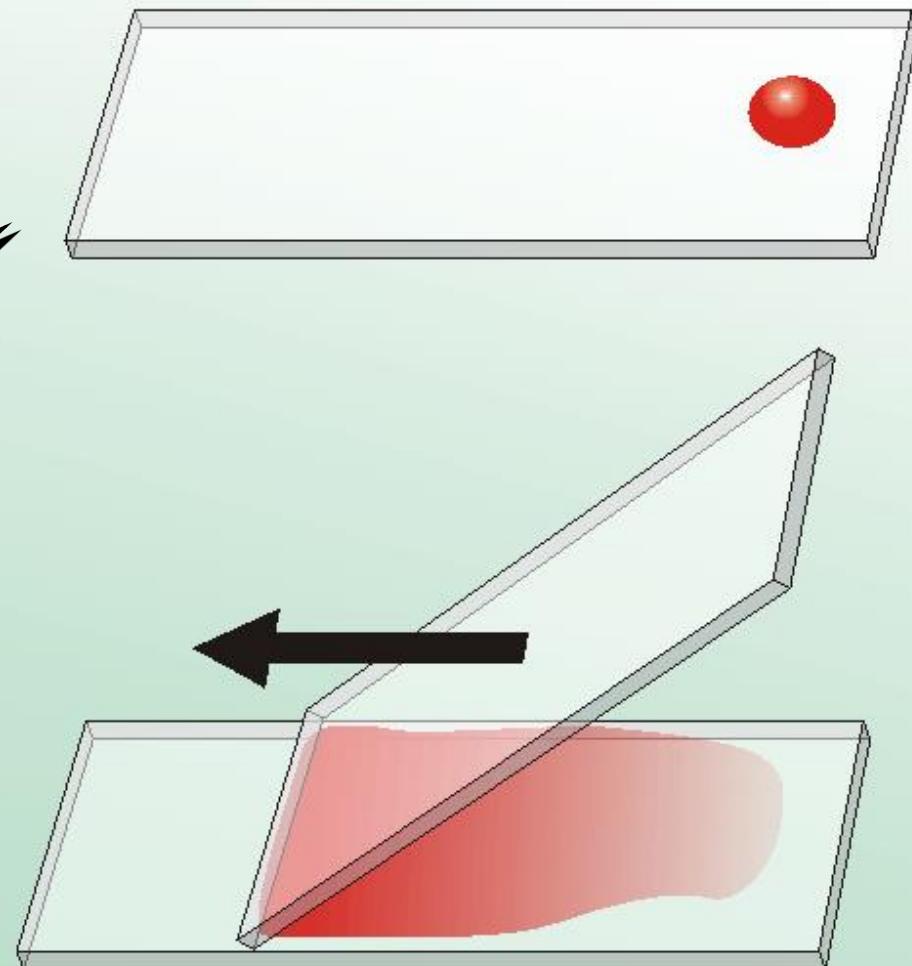
Acqua
Proteine
Lipidi
Glucosio
Aminoacidi
Ioni

Albumine
Globuline
Fibrinogeno

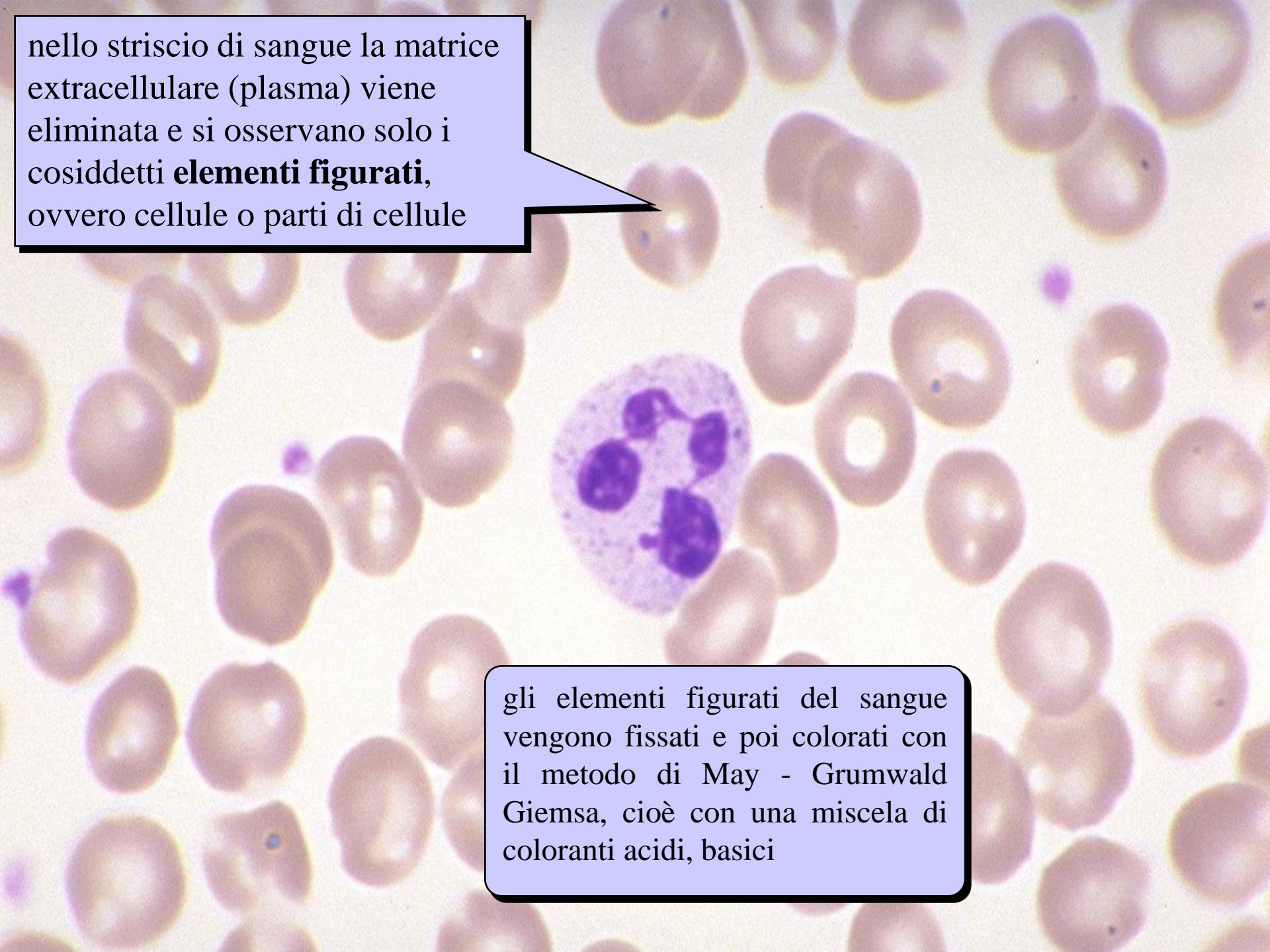
Neutrofili
Linfociti
Monociti
Eosinofili
Basofili

Lo "striscio" di sangue

data la sua natura liquida, lo studio istologico del sangue è diverso da quello degli altri tessuti



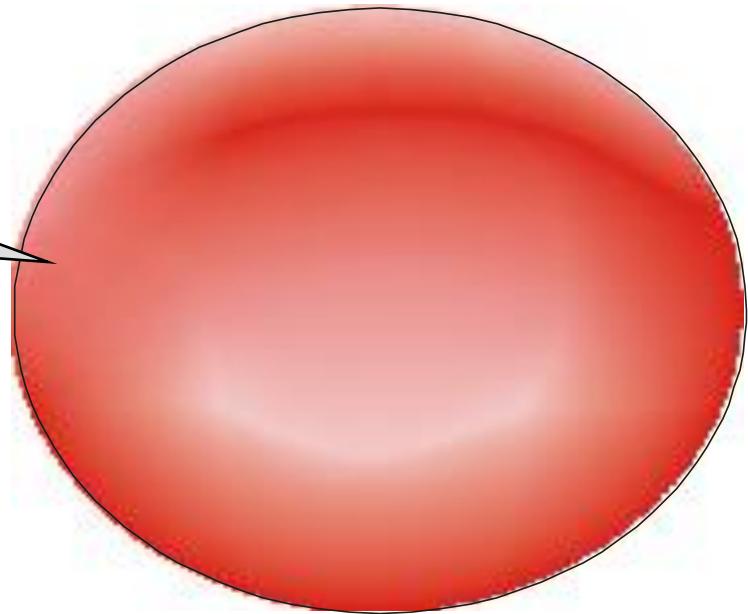
nello striscio di sangue la matrice extracellulare (plasma) viene eliminata e si osservano solo i cosiddetti **elementi figurati**, ovvero cellule o parti di cellule

A light micrograph of a blood smear. The background consists of numerous small, circular red blood cells with a slightly bluish tint. In the center, there is a larger, more complex cell, specifically a neutrophil, which has a multi-lobed nucleus and contains several purple-stained granules.

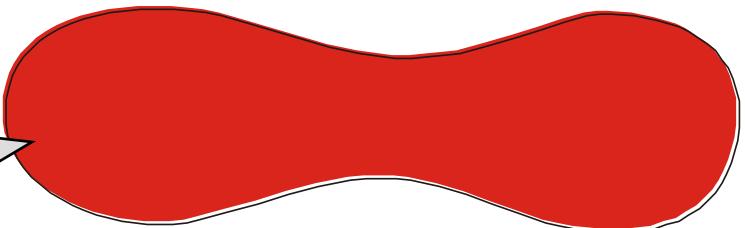
gli elementi figurati del sangue vengono fissati e poi colorati con il metodo di May - Grumwald Giemsa, cioè con una miscela di coloranti acidi, basici

Globulo rosso

8 μm



aspetto morfologico a
“disco biconcavo”

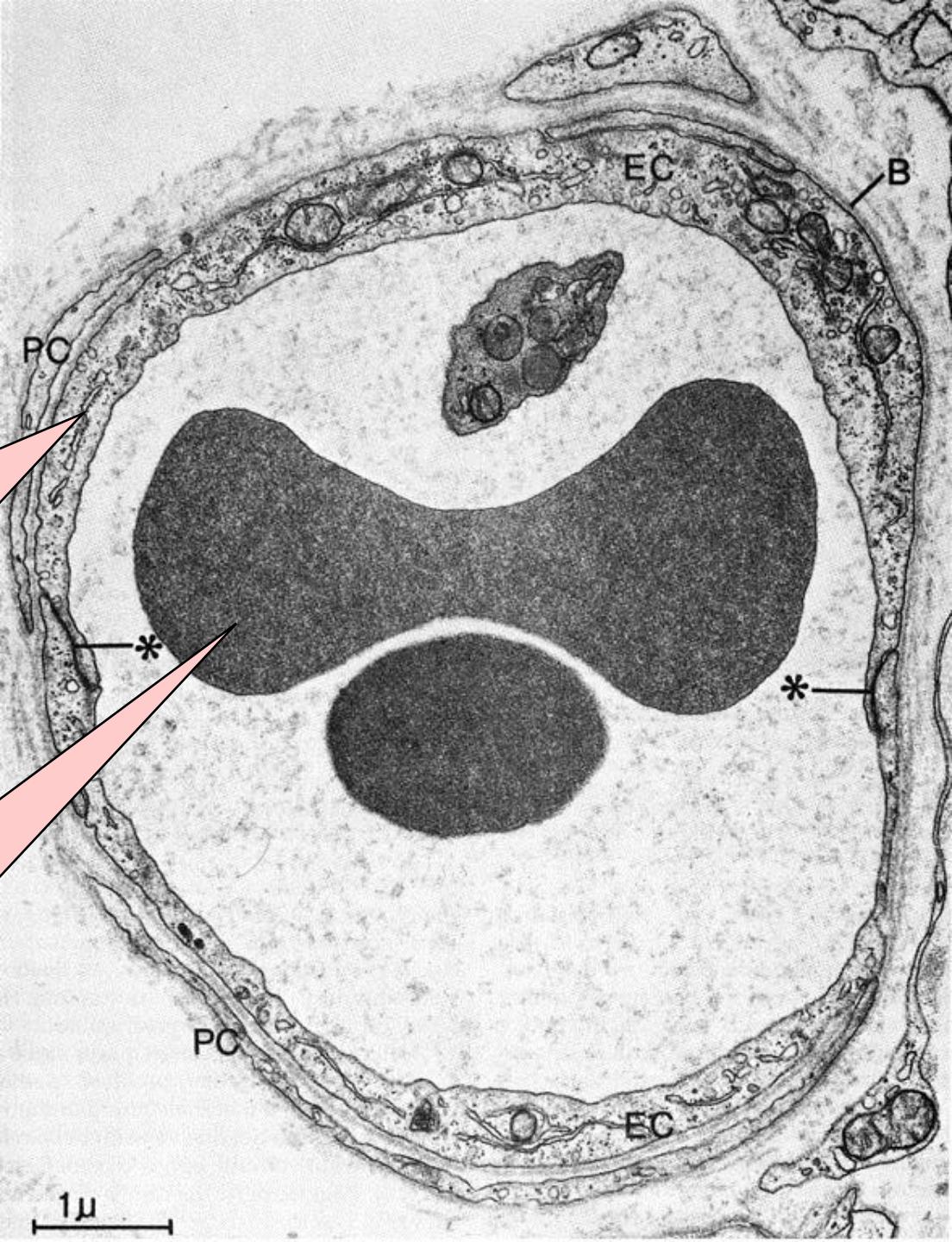


la forma del globulo rosso aumenta
l'efficienza dello scambio di gas
fra citoplasma e plasma ematico

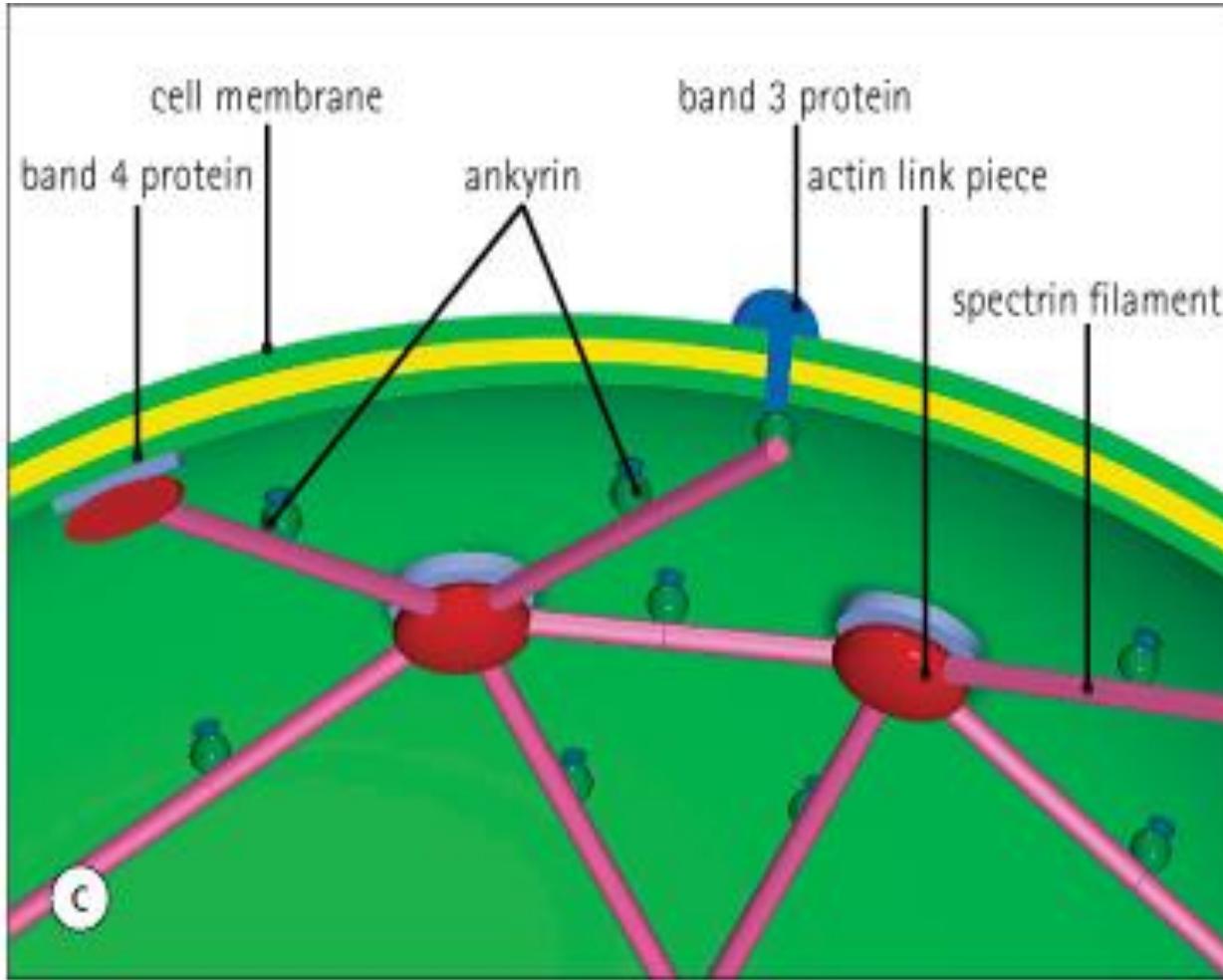
due globuli rossi (e una piastrina) in un vaso capillare

la forma del globulo rosso
favorisce anche il suo
scorrimento nel micro-
circolo periferico...

composizione interna?
è privo di nucleo!
il suo citoplasma è
omogeneo e privo di
organuli!



il citoscheletro del globulo rosso



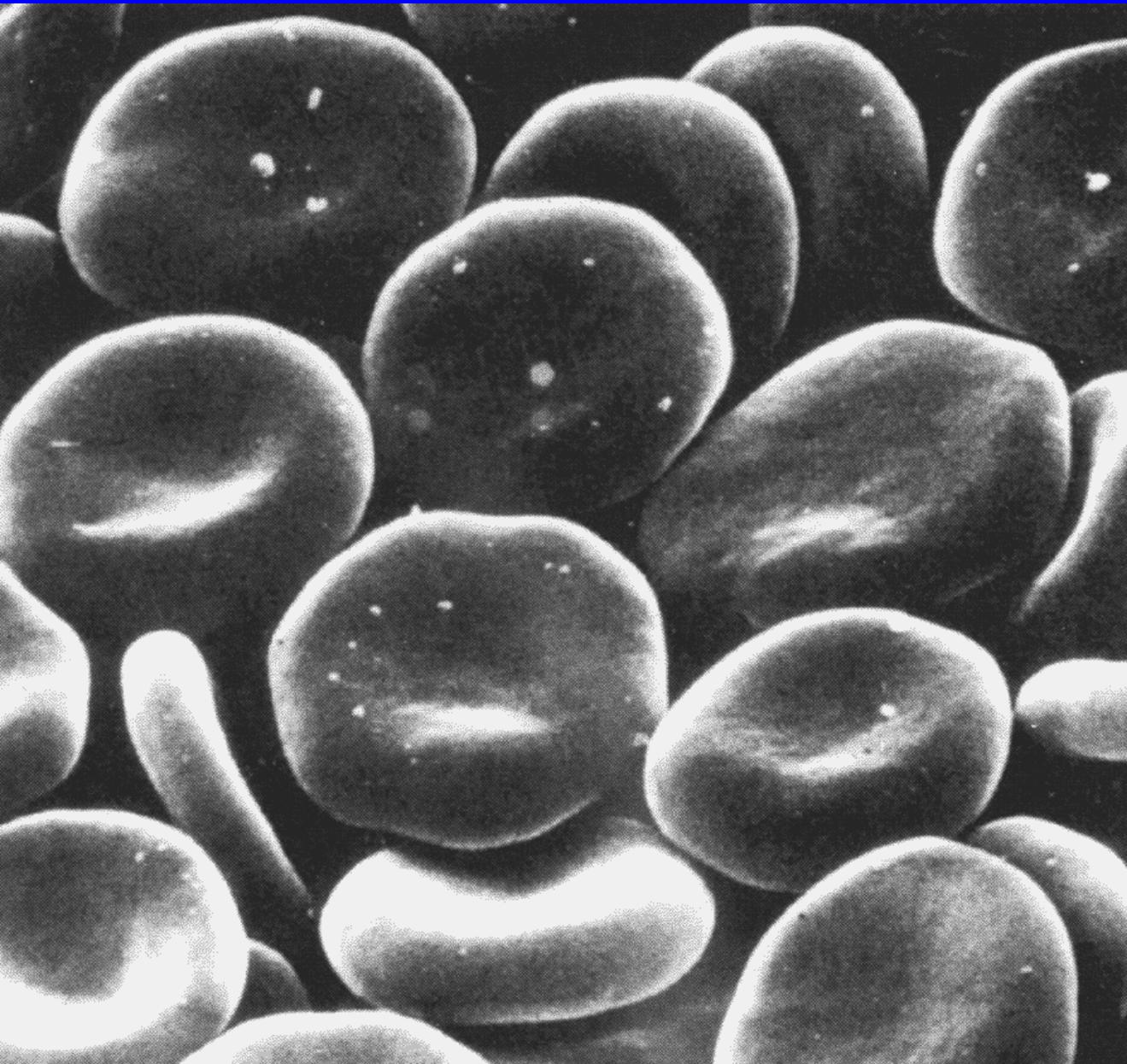
il citoplasma del globulo rosso contiene emoglobina

- In un globulo rosso:
 - 66% acqua
 - 33% proteine, di cui
 - 95% emoglobina
 - 5% altre
- L'emoglobina è responsabile della maggior parte del trasporto di ossigeno e anidride carbonica

i numeri dell'emoglobina

- Circa 280 milioni di molecole di Hb per GR...
- Più di 1 miliardo di molecole di O₂ potenzialmente trasportabili da un singolo globulo rosso

Globuli rossi

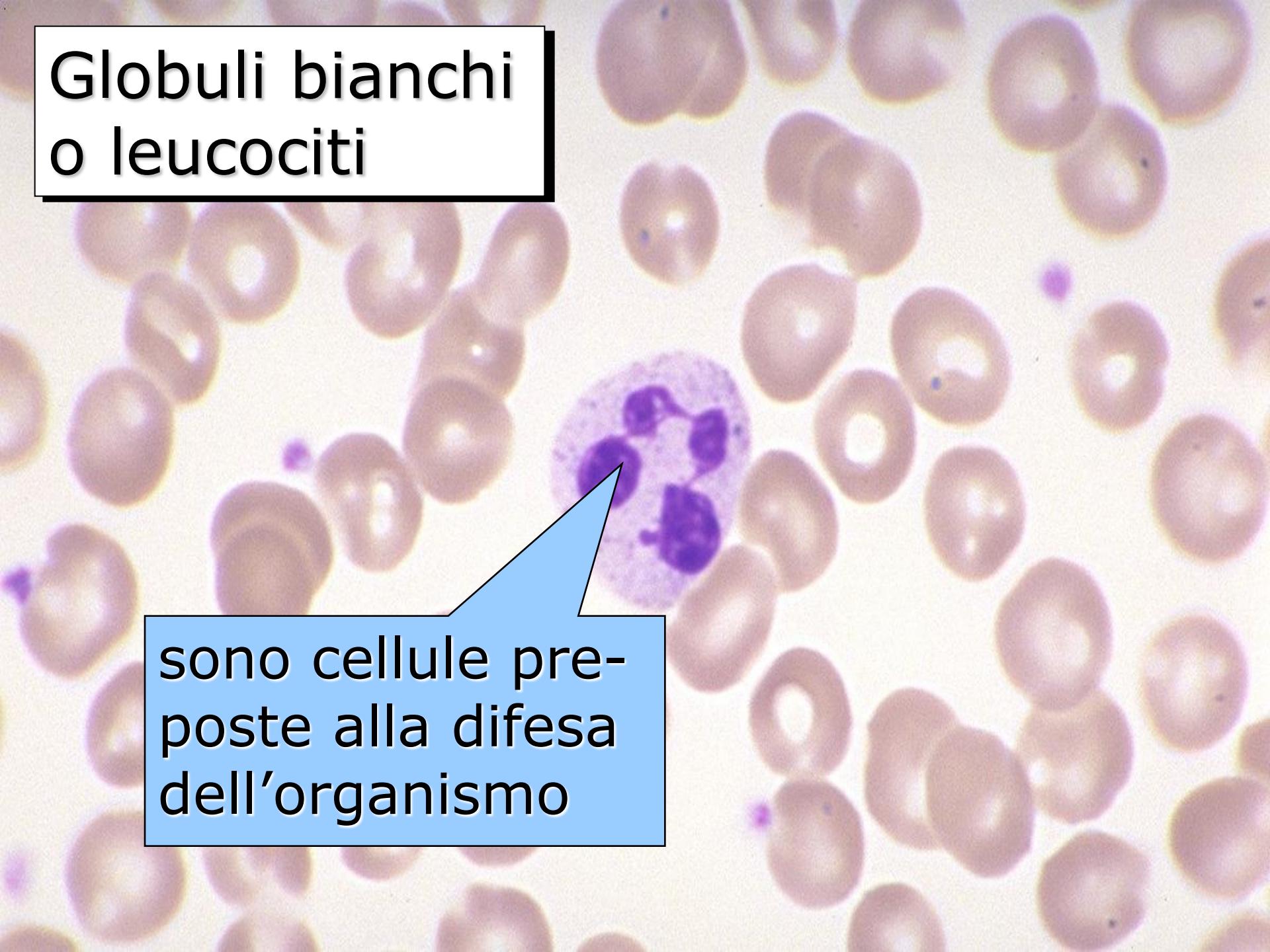


- in condizioni normali: 5.4×10^6 per mm^3 (μL)
- Circa 1000 per ogni globulo bianco
- curiosità: ci sono circa 2.5×10^{13} GR in un adulto

Ricambio dei globuli rossi

- perdita di mitocondri, ribosomi, reticolo endoplasmatico e nucleo durante il differenziamento cellulare
- mancando di dispositivi di sintesi, il GR diventa rapidamente senescente...
- ...e viene distrutto da cellule fagocitarie dopo circa 120 giorni dall'entrata in circolo
 - curiosità: 3×10^6 nuovi GR immessi nel circolo ogni secondo

Globuli bianchi o leucociti

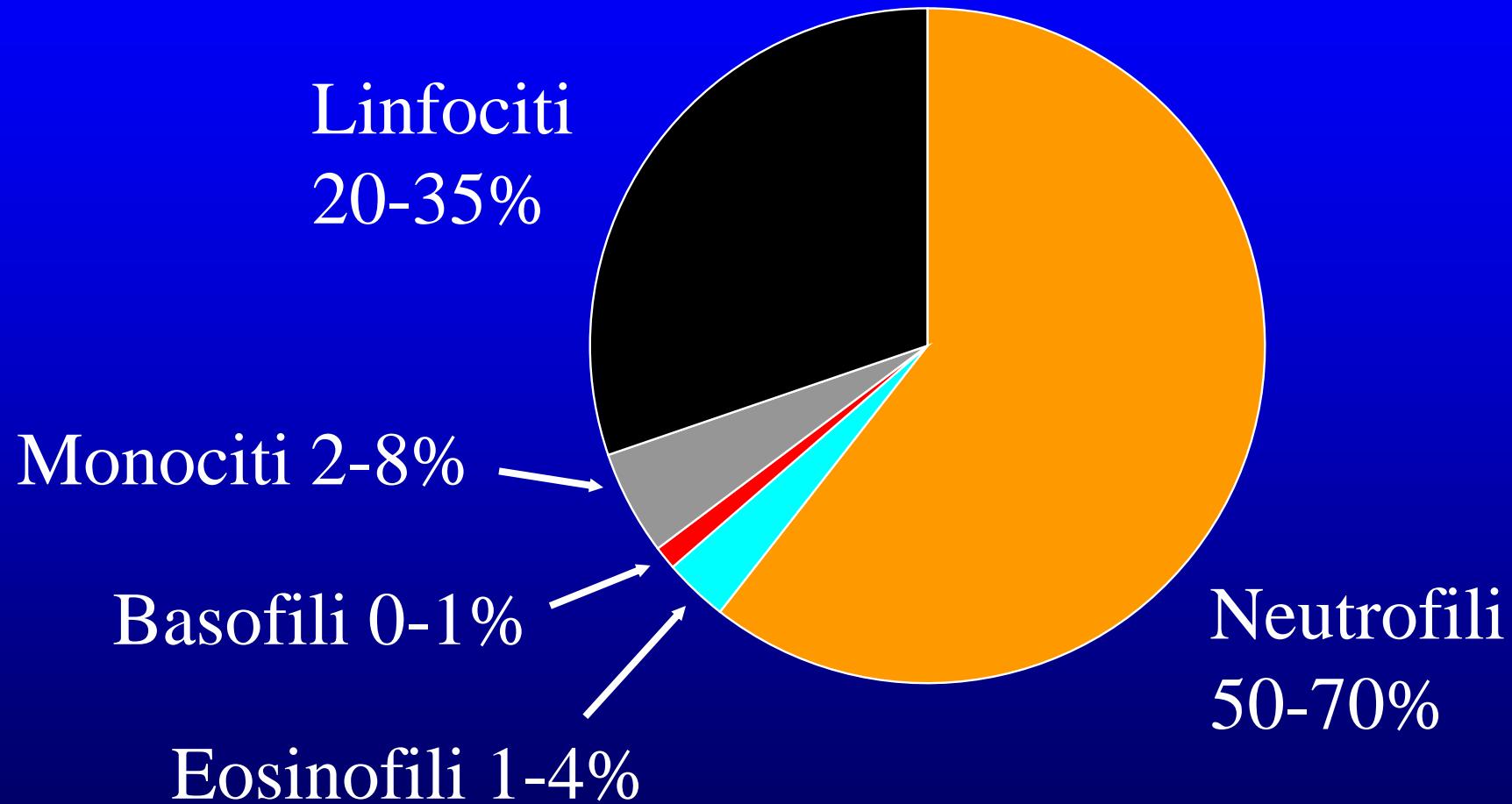


sono cellule pre-
poste alla difesa
dell'organismo

Classificazione dei leucociti

- Granulari (granulociti)
 - Presentano voluminose inclusioni citoplasmatiche
 - Si dividono in:
 - Neutrofili
 - Eosinofili
 - Basofili
- Agranulari (agranulociti)
 - Si distinguono:
 - Monociti
 - Linfociti

Presenza relativa delle diverse classi di globuli bianchi



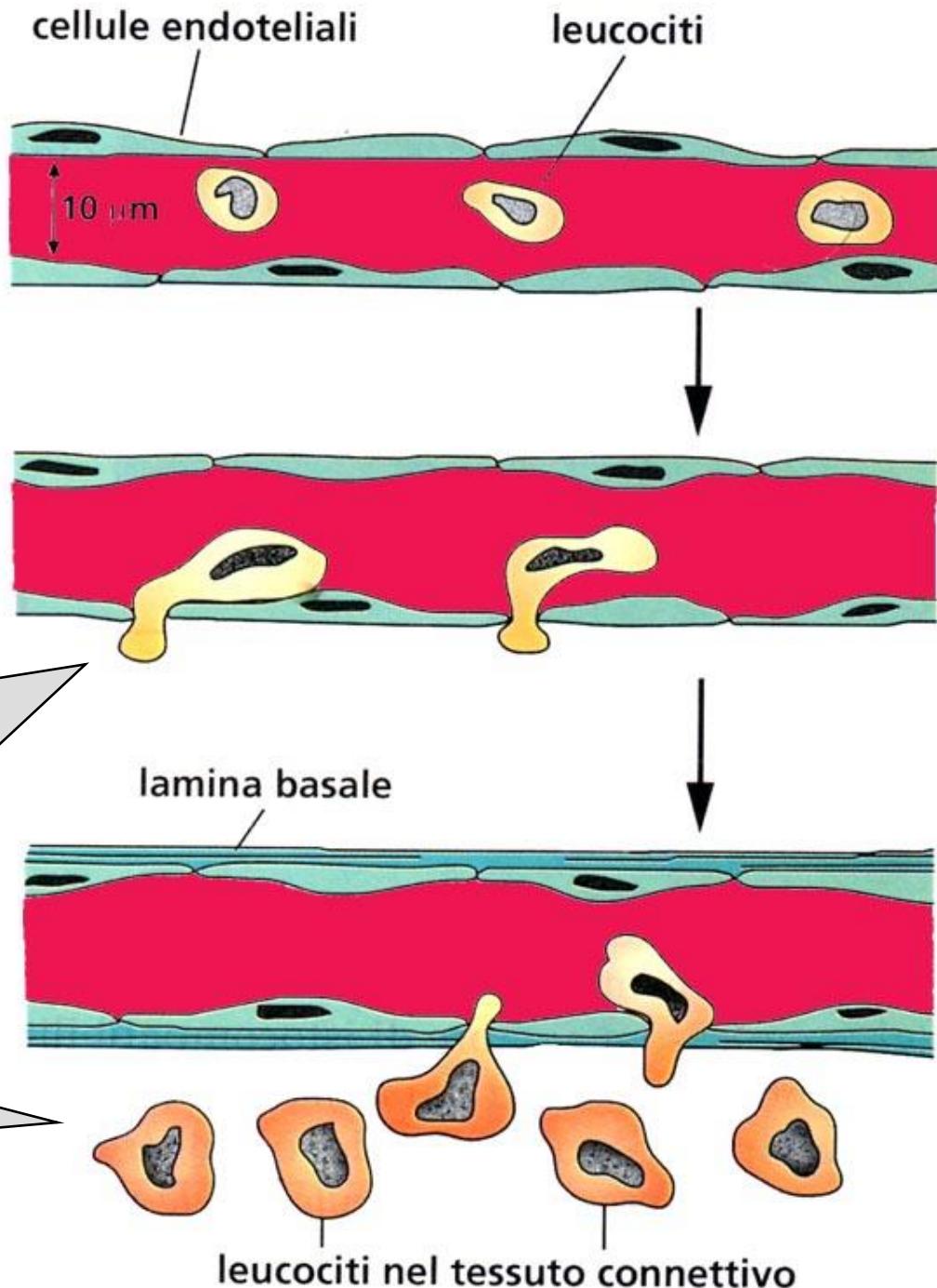
Proprietà generali dei leucociti

- *La maggior parte dei leucociti si trova al di fuori del circolo ematico (principalmente nel connettivo lasso e nel tessuto linfatico)*
- *come e perché i leucociti escono dal circolo?*

chemiotassi, diapedesi e movimento ameboide

in caso di necessità, i globuli bianchi, attratti da specifici stimoli chimici (**chemiotassi**), sono in grado di fuoriuscire dal circolo ematico (**diapedesi**) per migrare nel connettivo

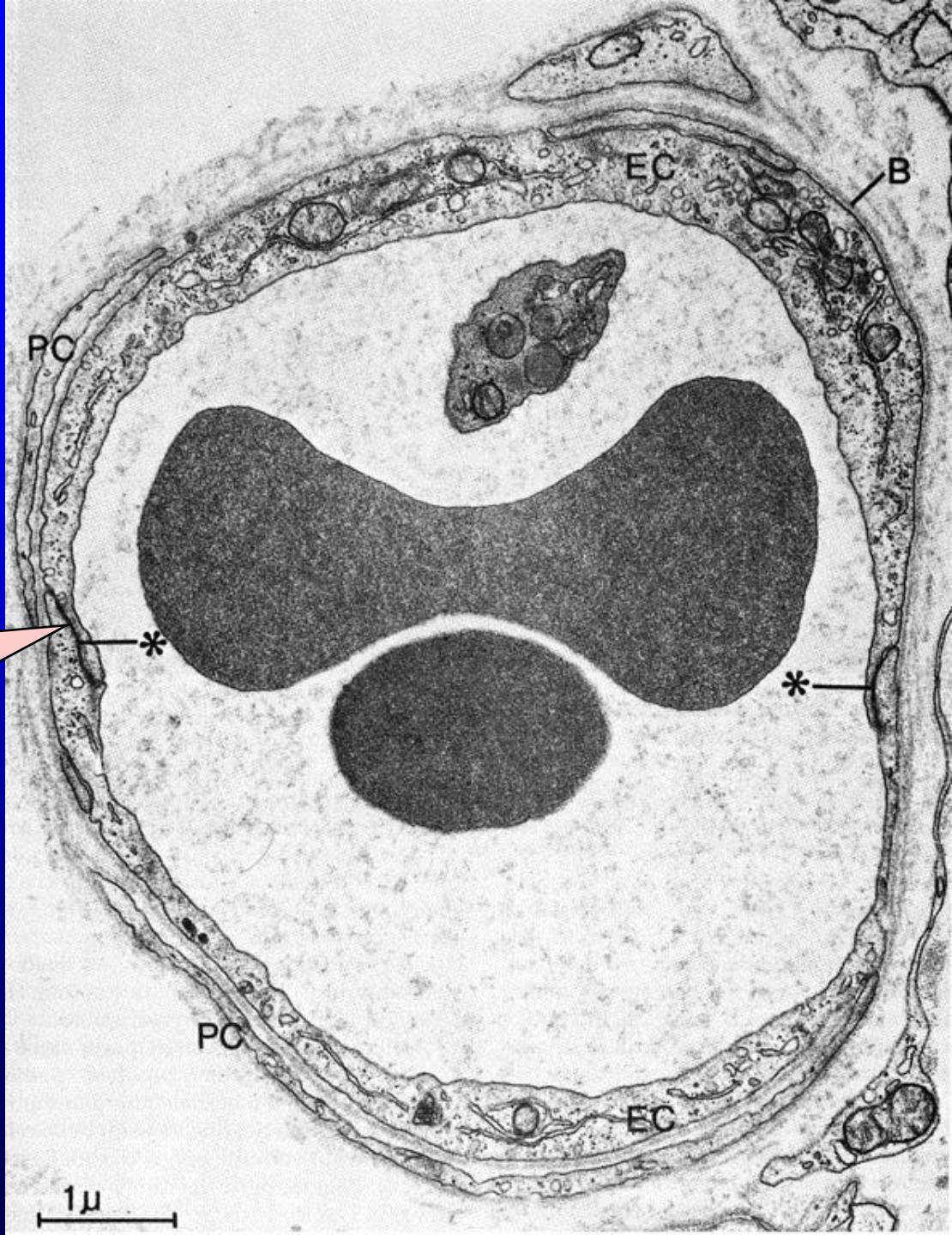
grazie al **movimento ameboide** raggiungono il sito da difendere



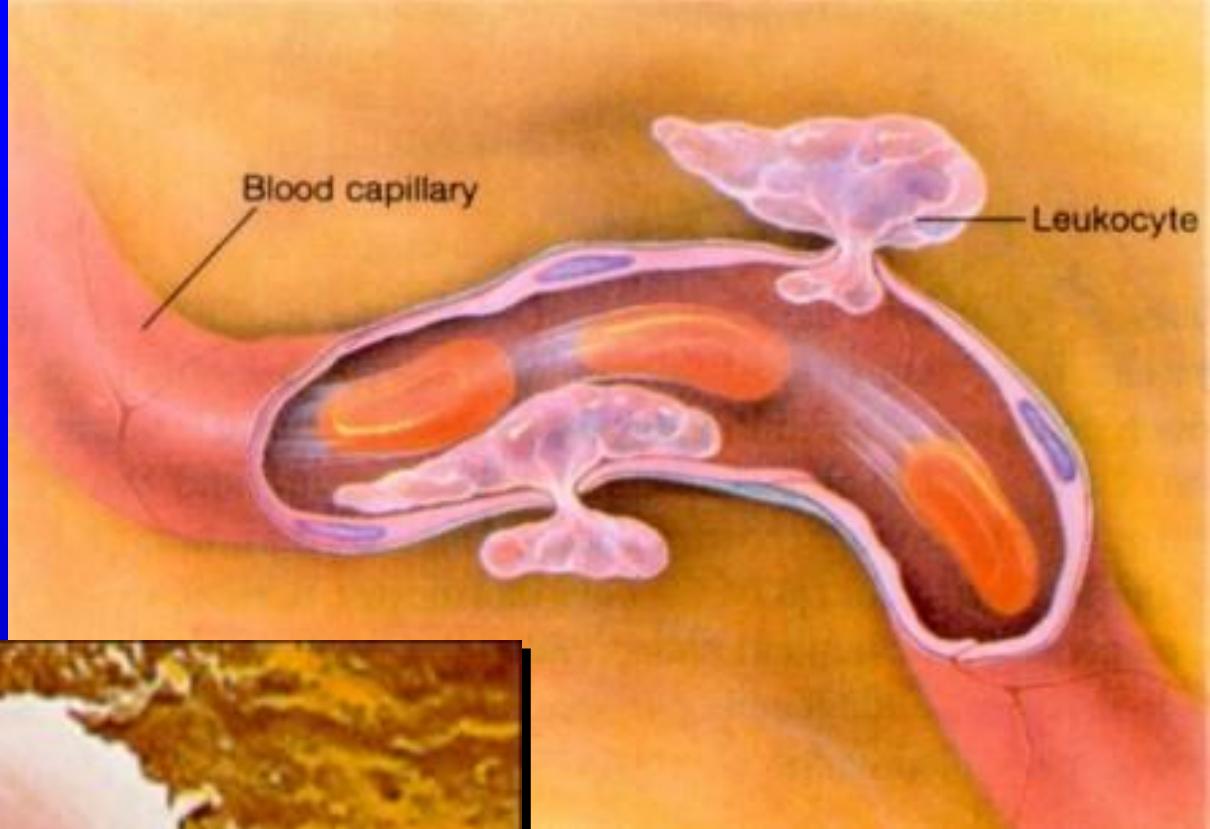
Leucocita che fagogita un batterio

endotelio e diapedesi

durante la diapedesi
viene temporaneamente
meno l'aderenza fra
cellule endoteliali



diapedesi

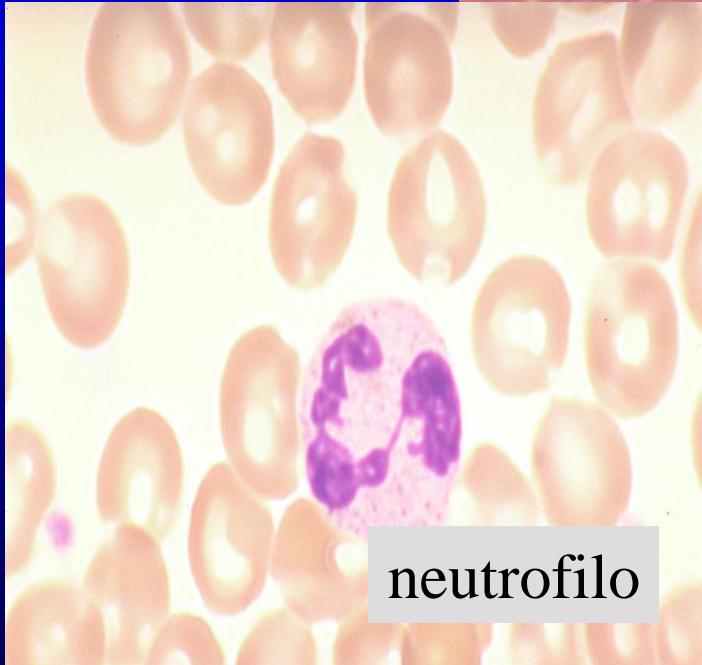


Proprietà generali dei leucociti

- Sono tutti dotati di capacità di *movimento ameboide*
- Attratti da specifici stimoli chimici (*chemiotassi*) si dirigono verso aree di invasione o lesione
- Per mezzo della *diapedesi* escono dal circolo per portarsi nei tessuti periferici

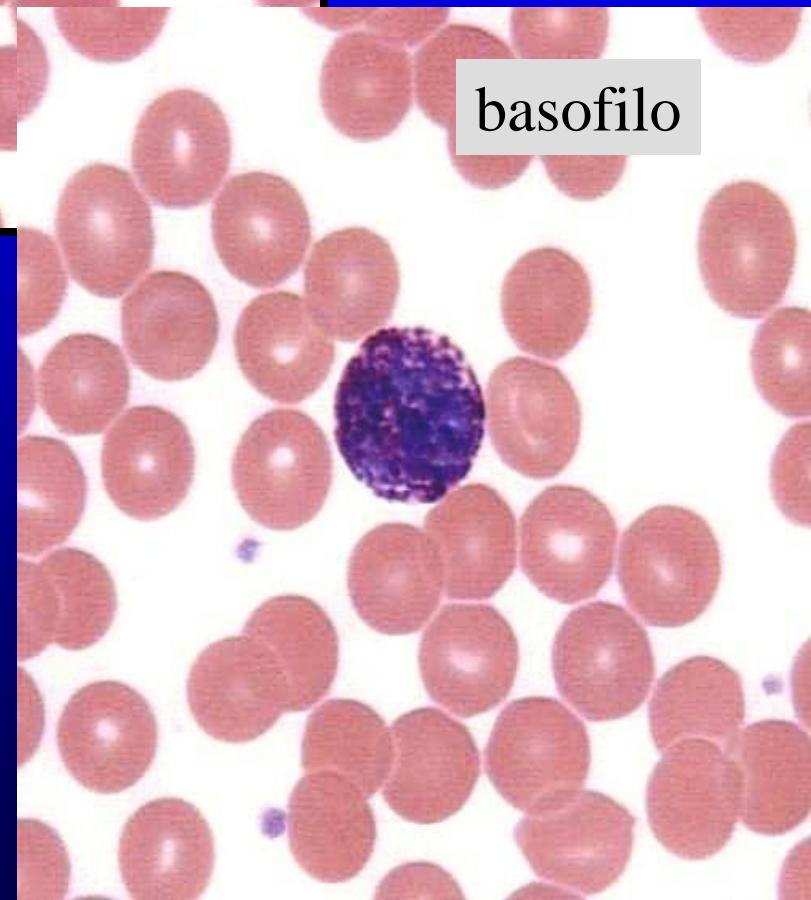
diversi tipi di
granulociti

acidofilo (eosinofilo)

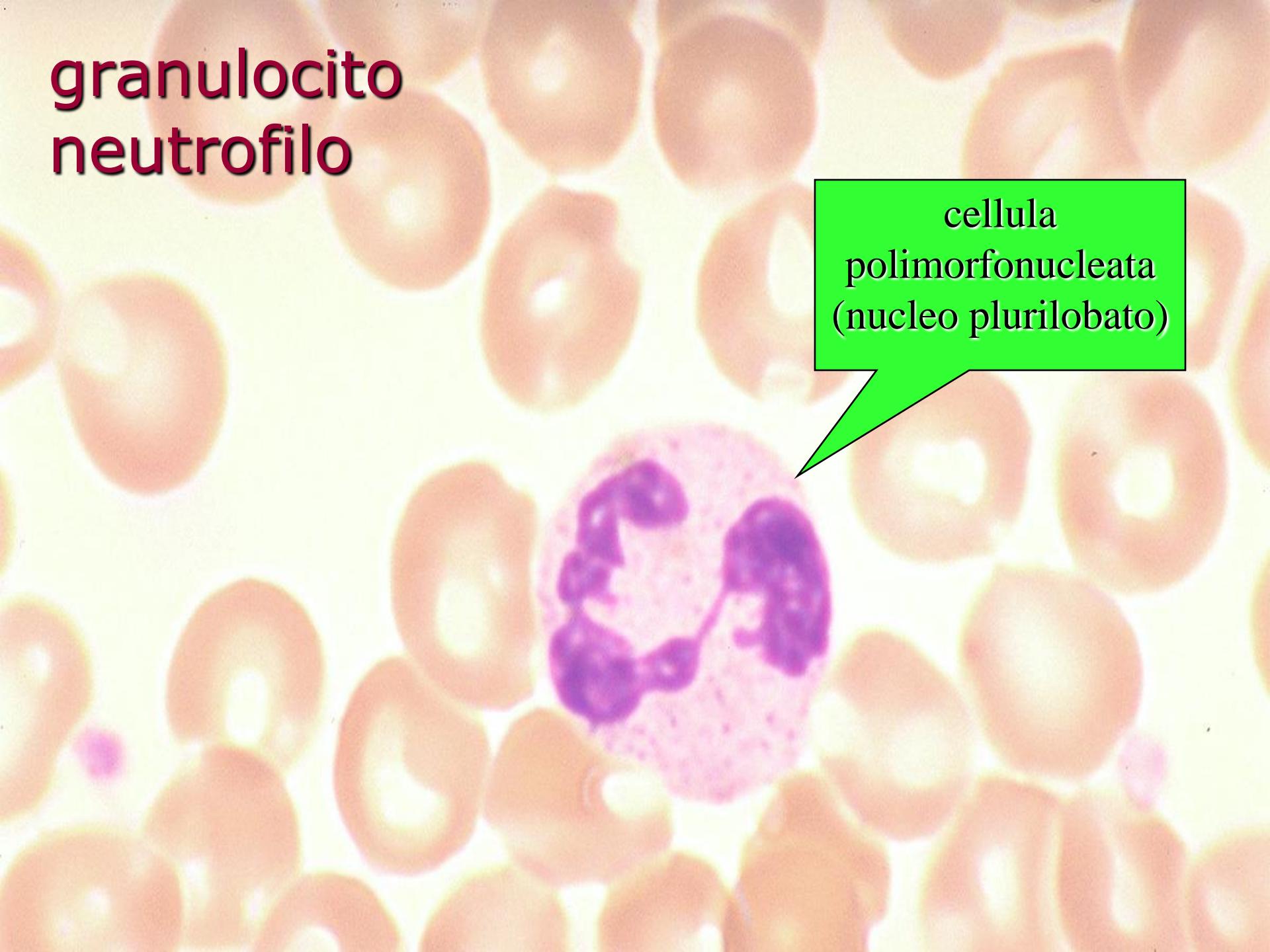


neutrofilo

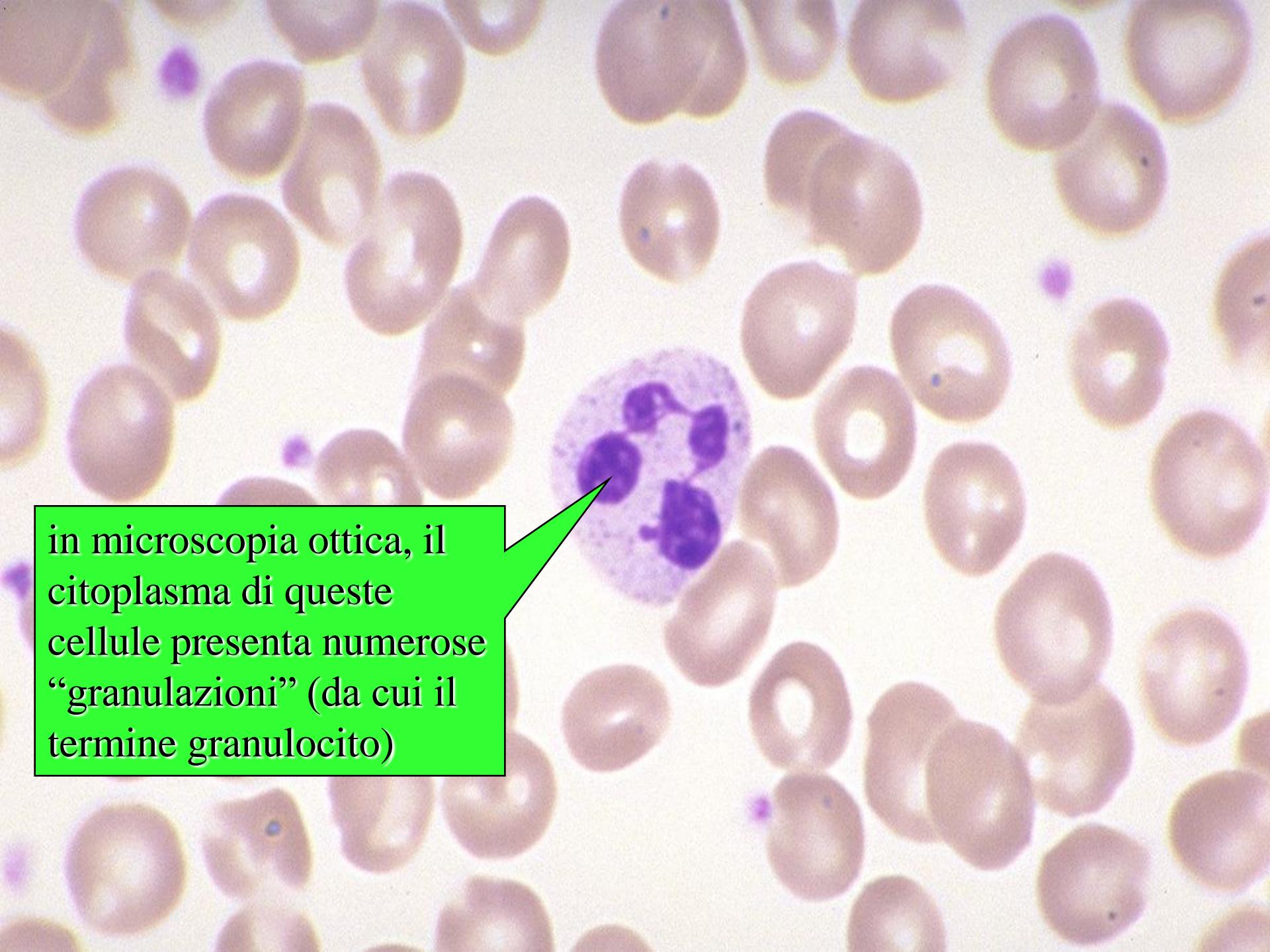
basofilo



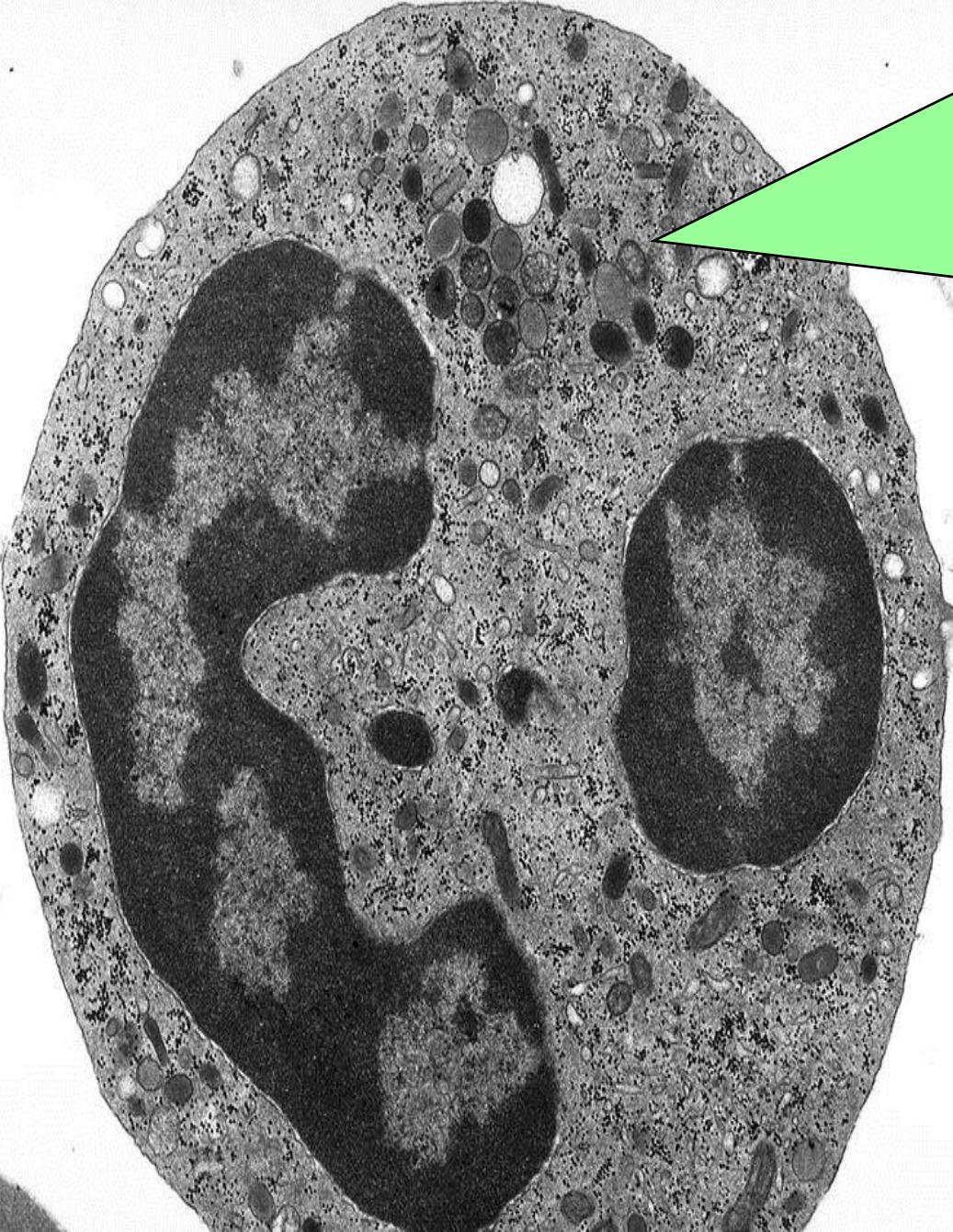
granulocito neutrofilo



cellula
polimorfonucleata
(nucleo plurilobato)

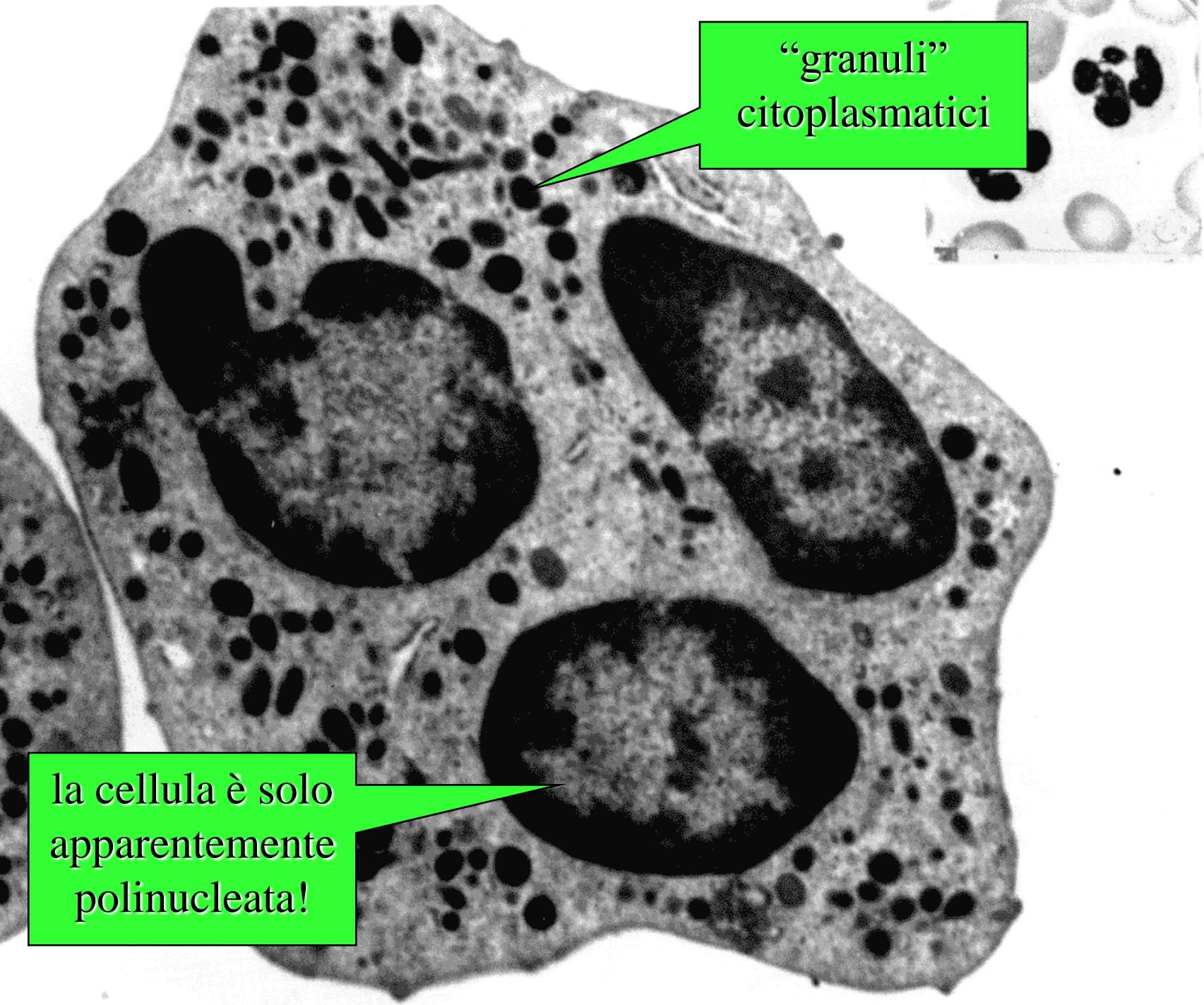
A light micrograph of a blood smear. The vast majority of cells are small, circular erythrocytes with a slight pinkish tint. Interspersed among them are larger, more complex leukocytes. One prominent leukocyte in the center-right is a neutrophil, characterized by its multi-lobed nucleus and its cytoplasm filled with numerous small, dark purple granules. A green callout box with a black border and a black arrow points from the bottom-left towards this neutrophil.

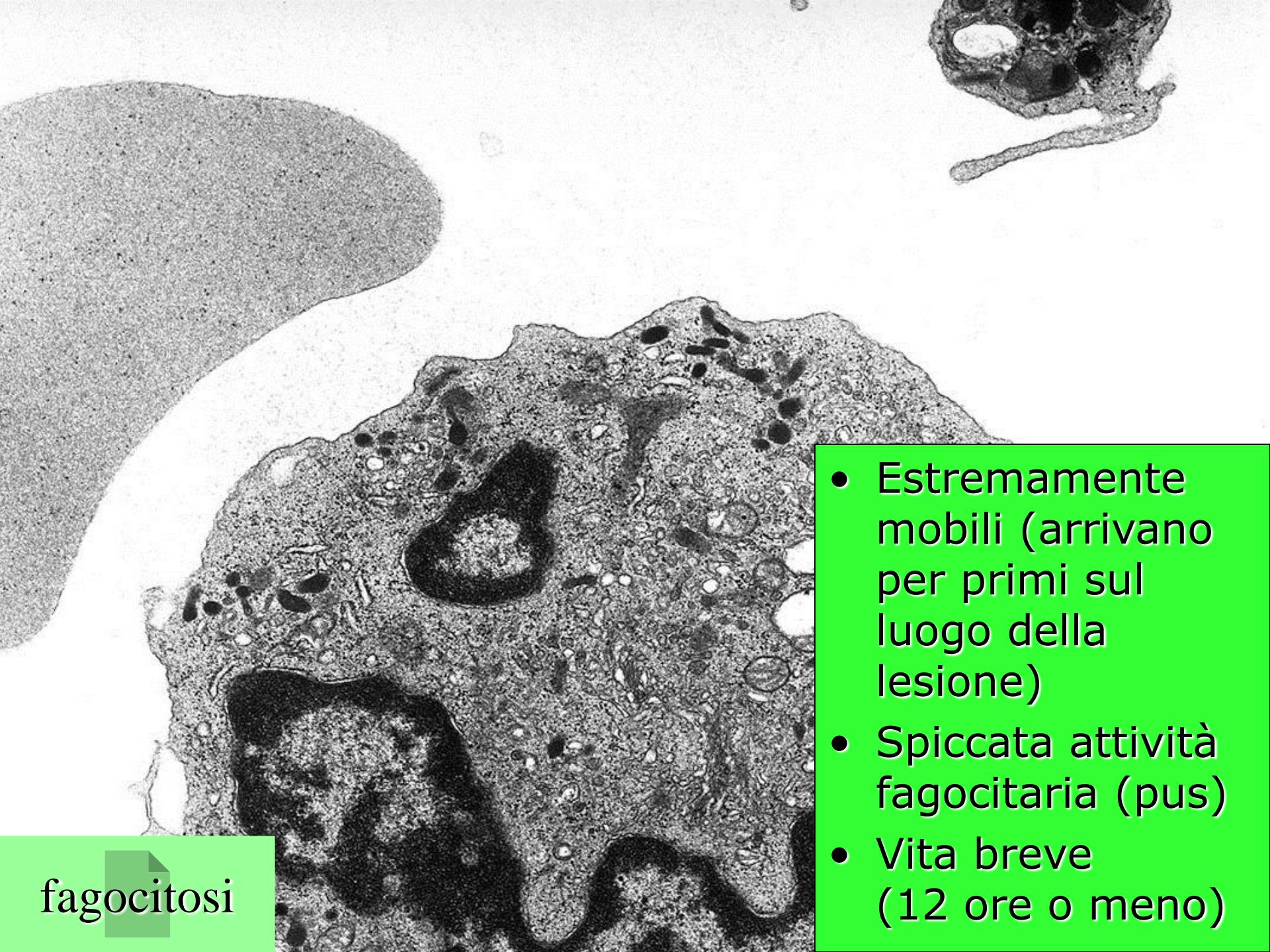
in microscopia ottica, il citoplasma di queste cellule presenta numerose “granulazioni” (da cui il termine granulocito)



con la
microscopia
elettronica, si
dimostra che le
granulazioni
sono vescicole
piene di enzimi
litici e altre
sostanze
battericide
(lisosomi)

Granulociti neutrofili





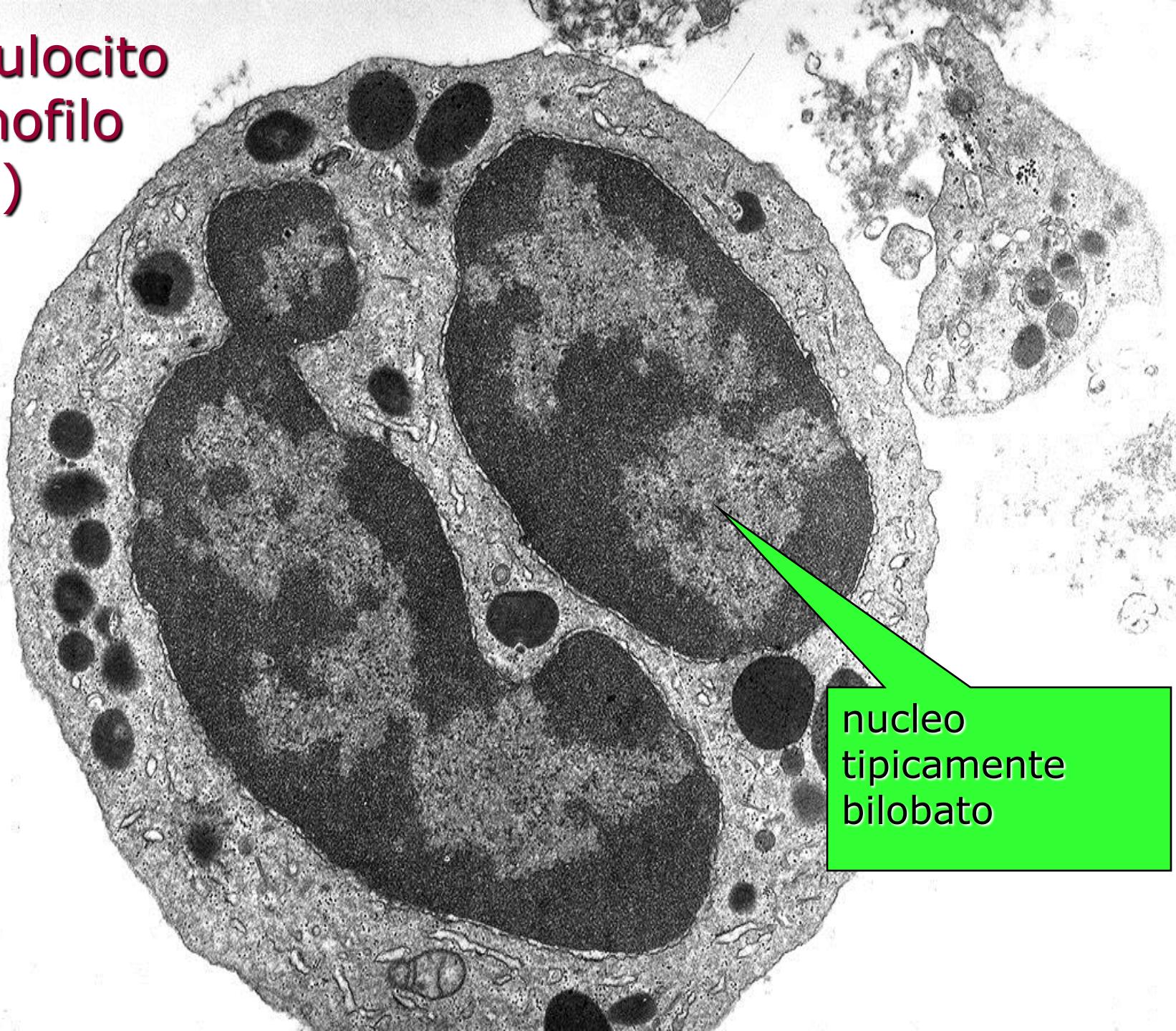
fagocitosi

- Estremamente mobili (arrivano per primi sul luogo della lesione)
- Spiccata attività fagocitaria (pus)
- Vita breve (12 ore o meno)

granulocito eosinofilo

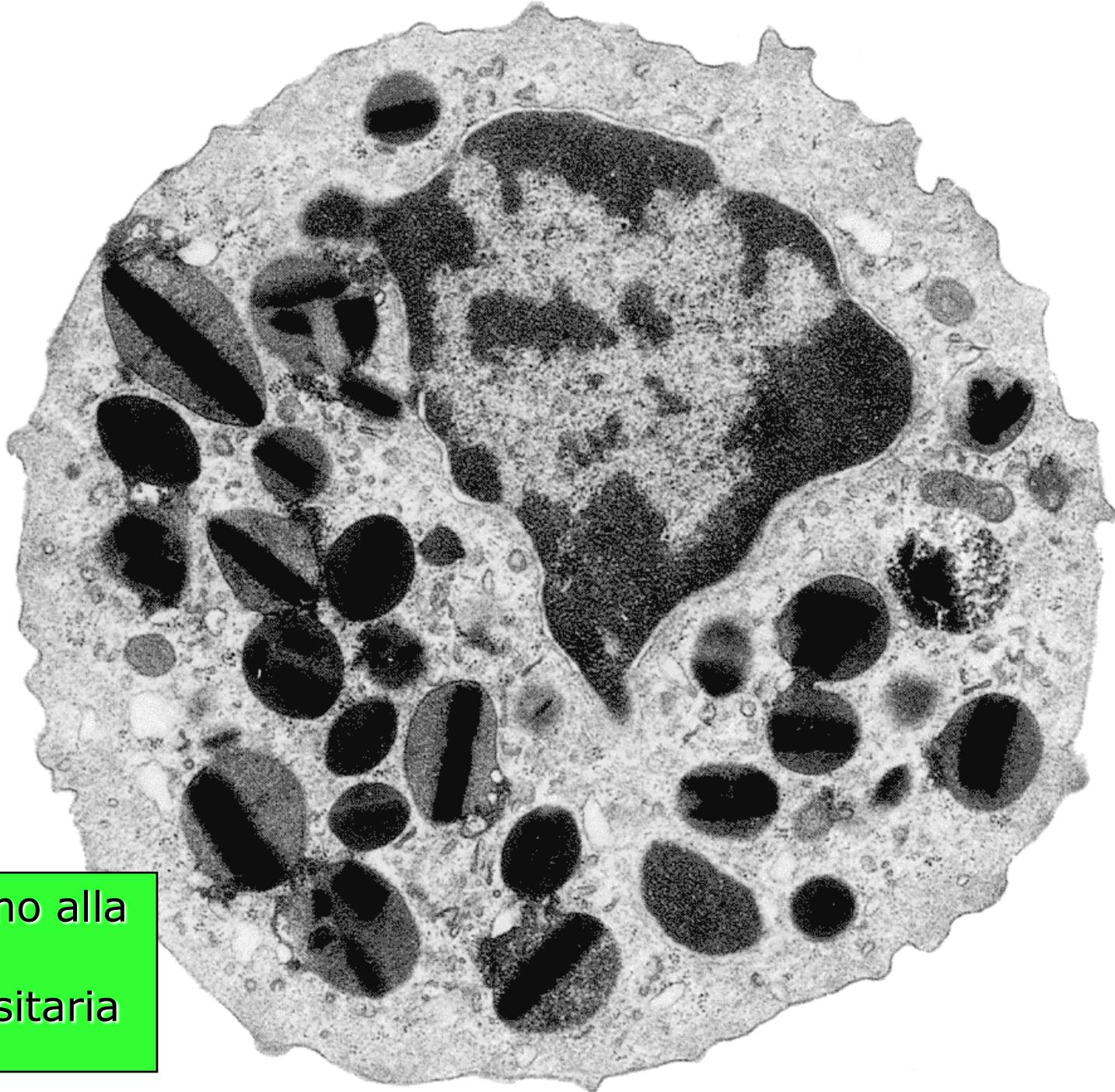
I granuli citoplasmatici (specifici, relativamente grandi) si colorano con il colorante acido eosina
→ *g. acidofili*

granulocito eosinofilo (tem)



nucleo
tipicamente
bilobato

Granulociti eosinofili

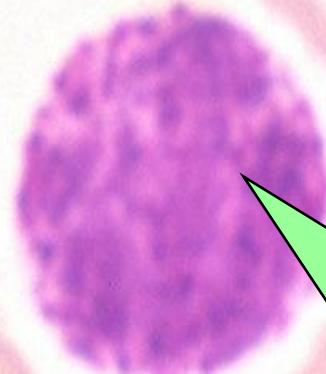


Partecipano alla
reazione
antiparassitaria

Granulociti eosinofili

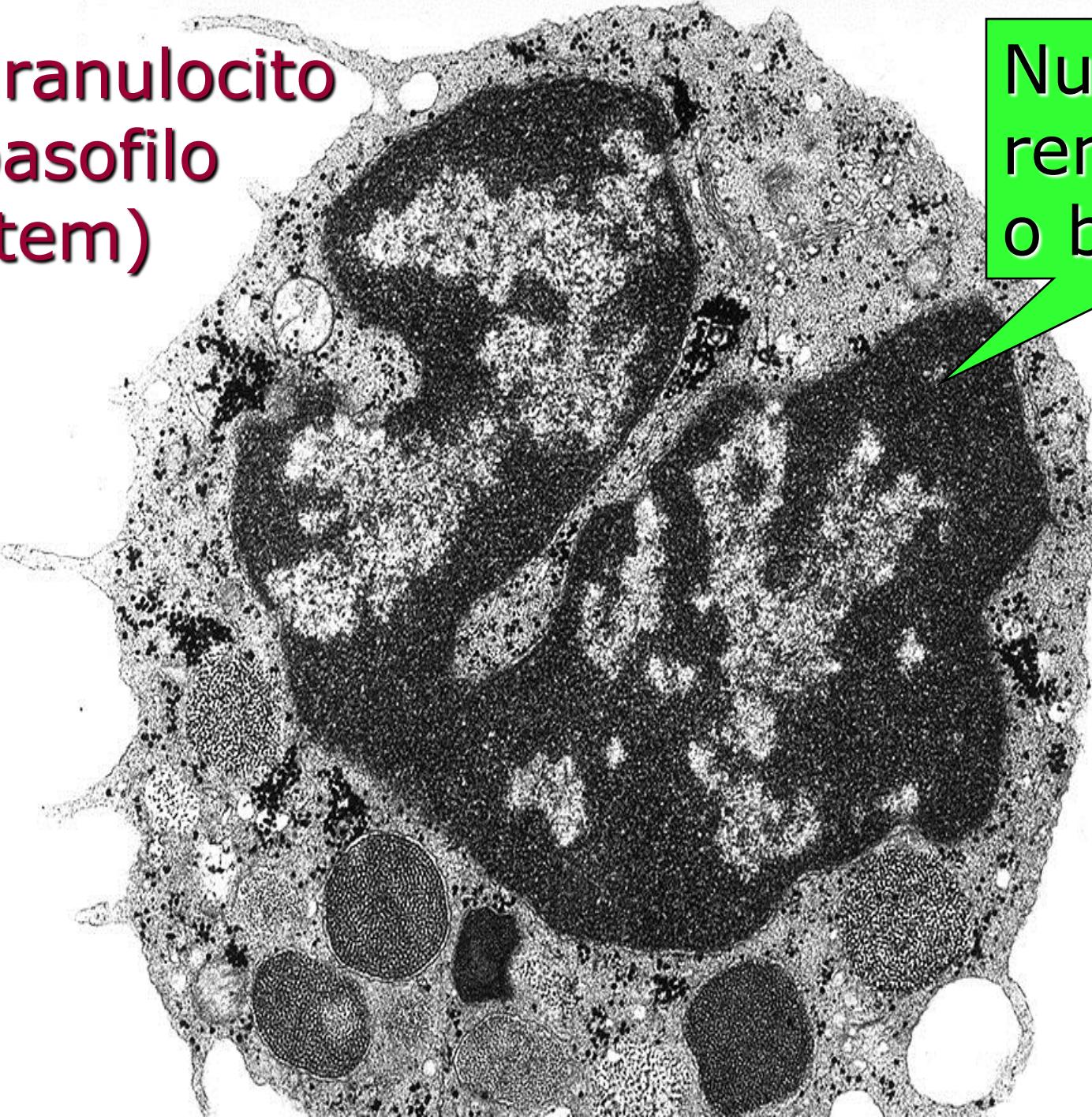
- I granuli (specifici, relativamente grandi) si colorano con il colorante acido eosina → *g. acidofili*
- Nucleo tipicamente bilobato
- Rimangono in circolo 6-10 ore, poi migrano nel connettivo, dove sopravvivono 8-12 giorni
- Non si occupano di fagocitare batteri
- Eliminano complessi antigeno-anticorpo formati nel corso di reazioni allergiche
- Partecipano alla reazione antiparassitaria

granulocito basofilo



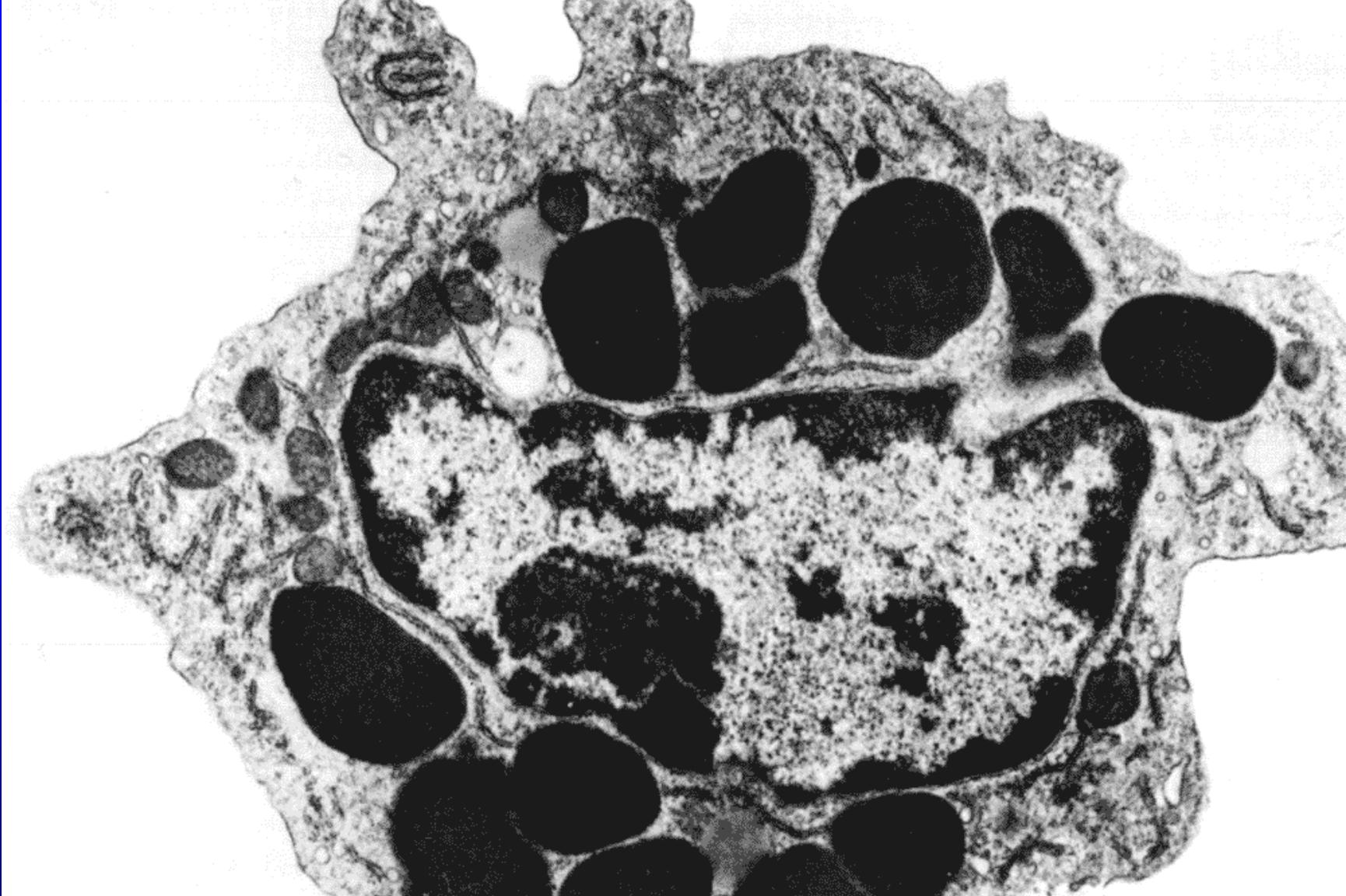
la basofilia del citoplasma
“mimetizza” il nucleo,
anch’esso basofilo

**granulocito
basofilo
(tem)**



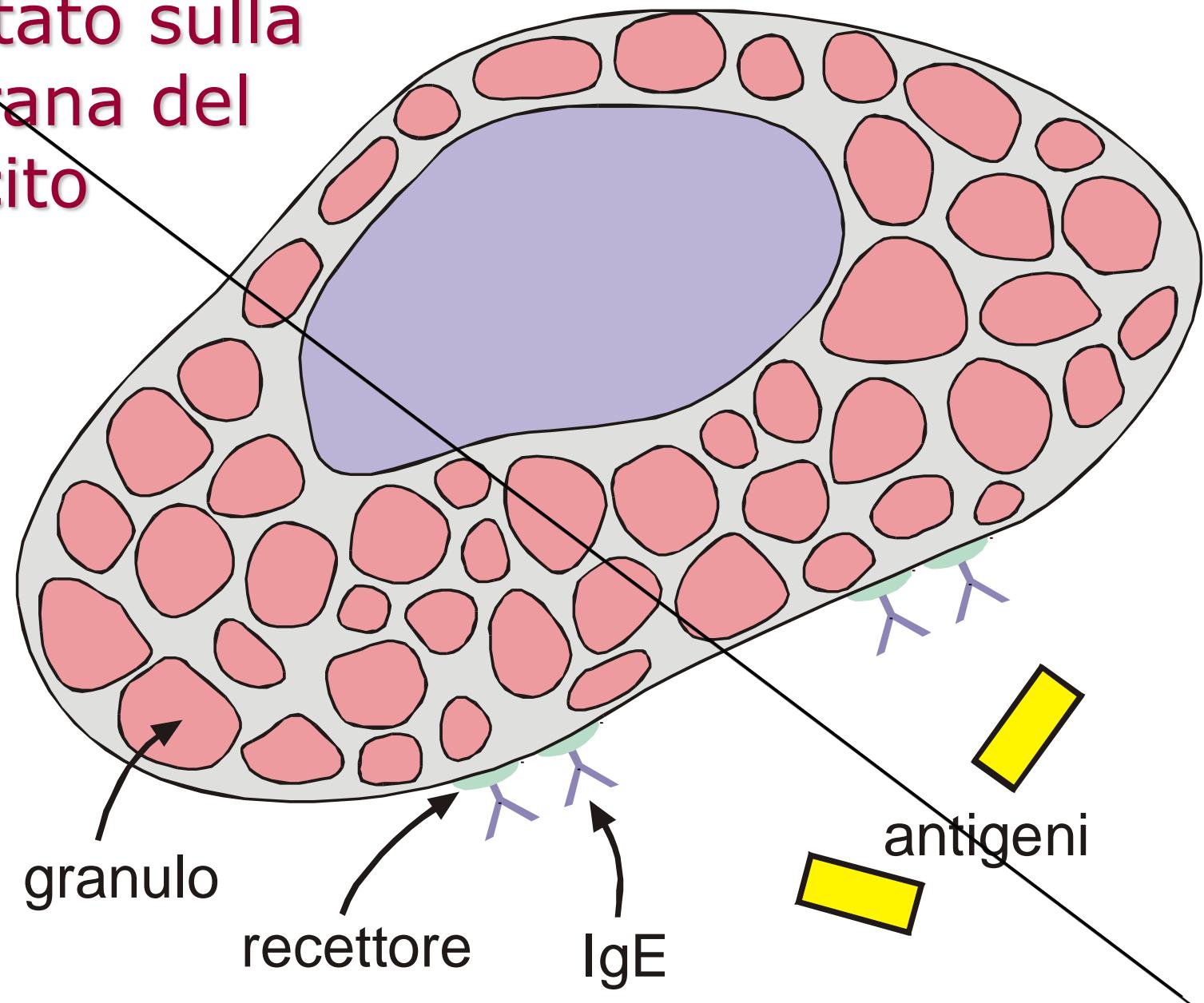
Nucleo
reniforme
o bilobato

Granulociti basofili



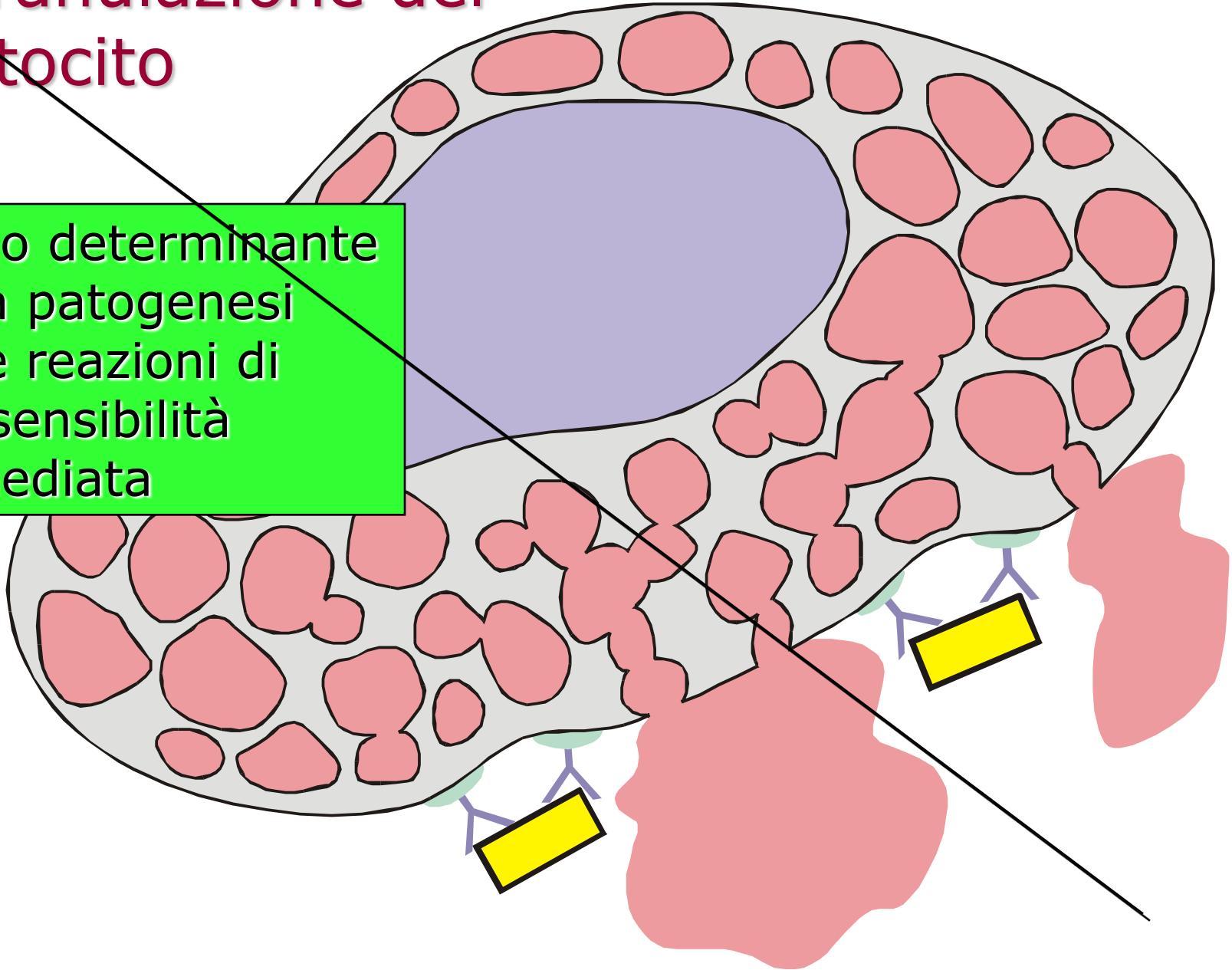
- Granulazioni specifiche dense, molto grandi
- Producono eparina e istamina
(simili ai mastociti del connettivo!)

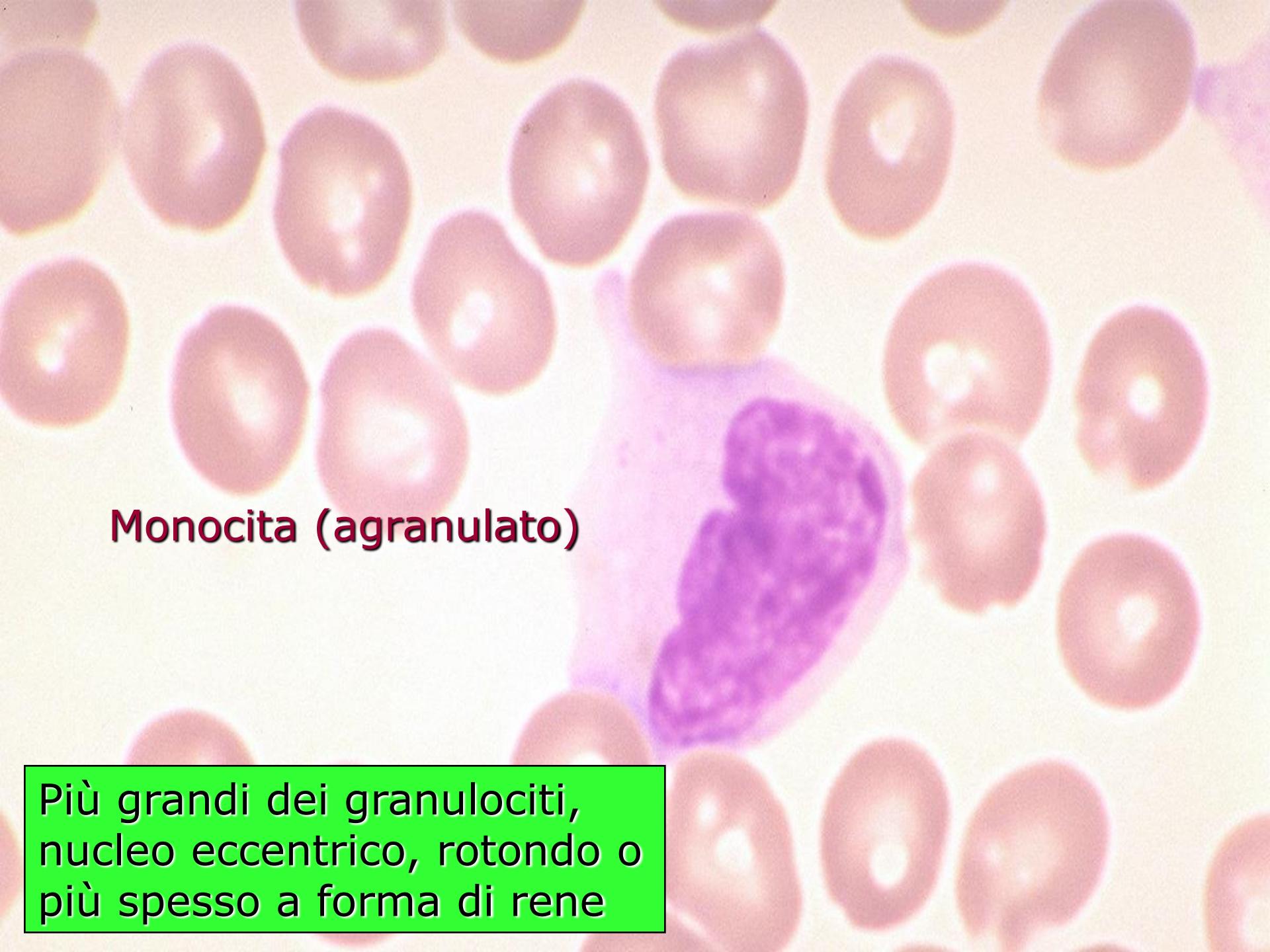
~~Interazione fra antigene e IgE presentato sulla membrana del mastocito~~



~~Degranulazione del mastocito~~

Ruolo determinante
nella patogenesi
delle reazioni di
ipersensibilità
immediata



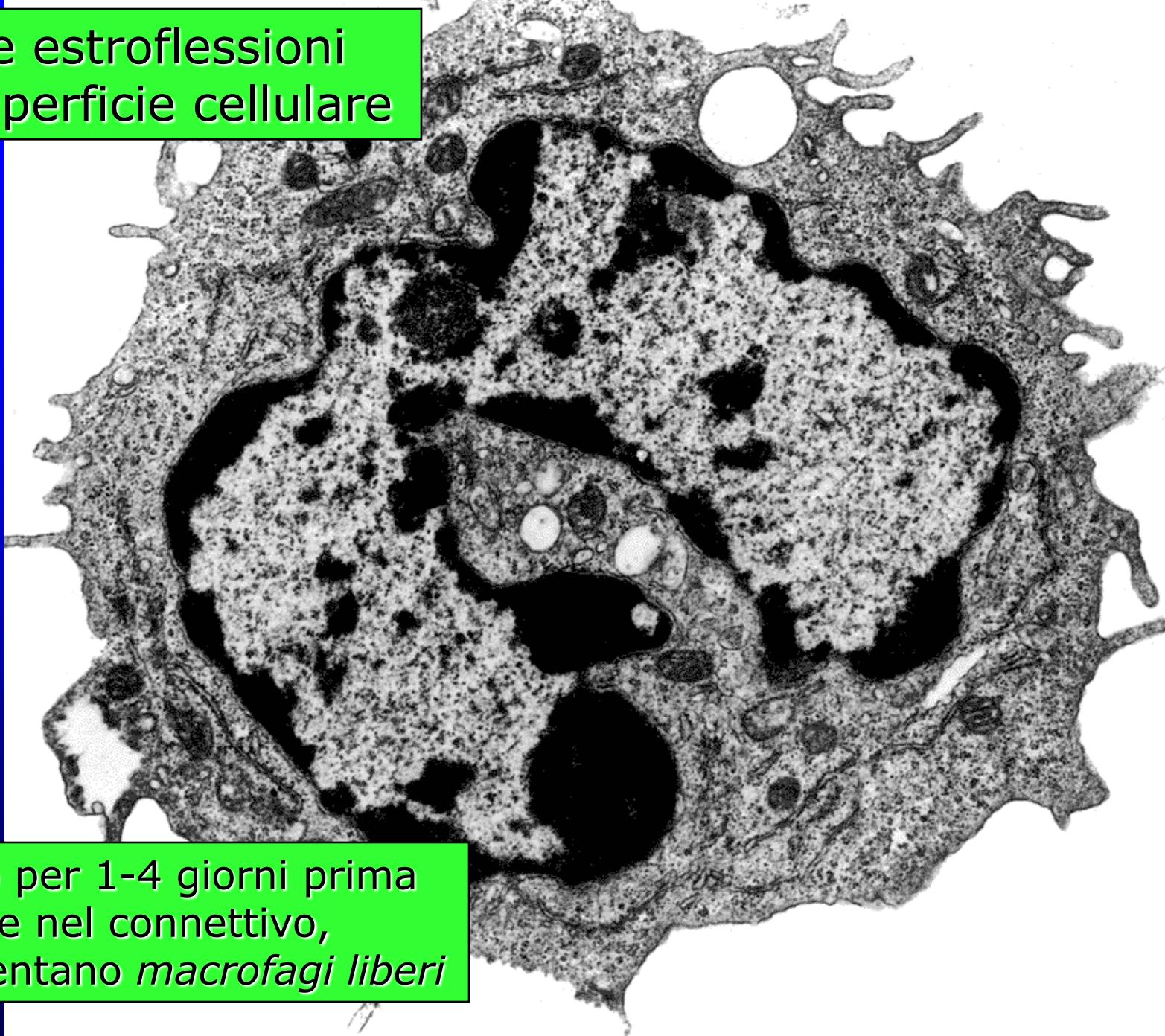


Monocita (agranulato)

Più grandi dei granulociti,
nucleo eccentrico, rotondo o
più spesso a forma di rene

Creste e estroflessioni
della superficie cellulare

Monociti



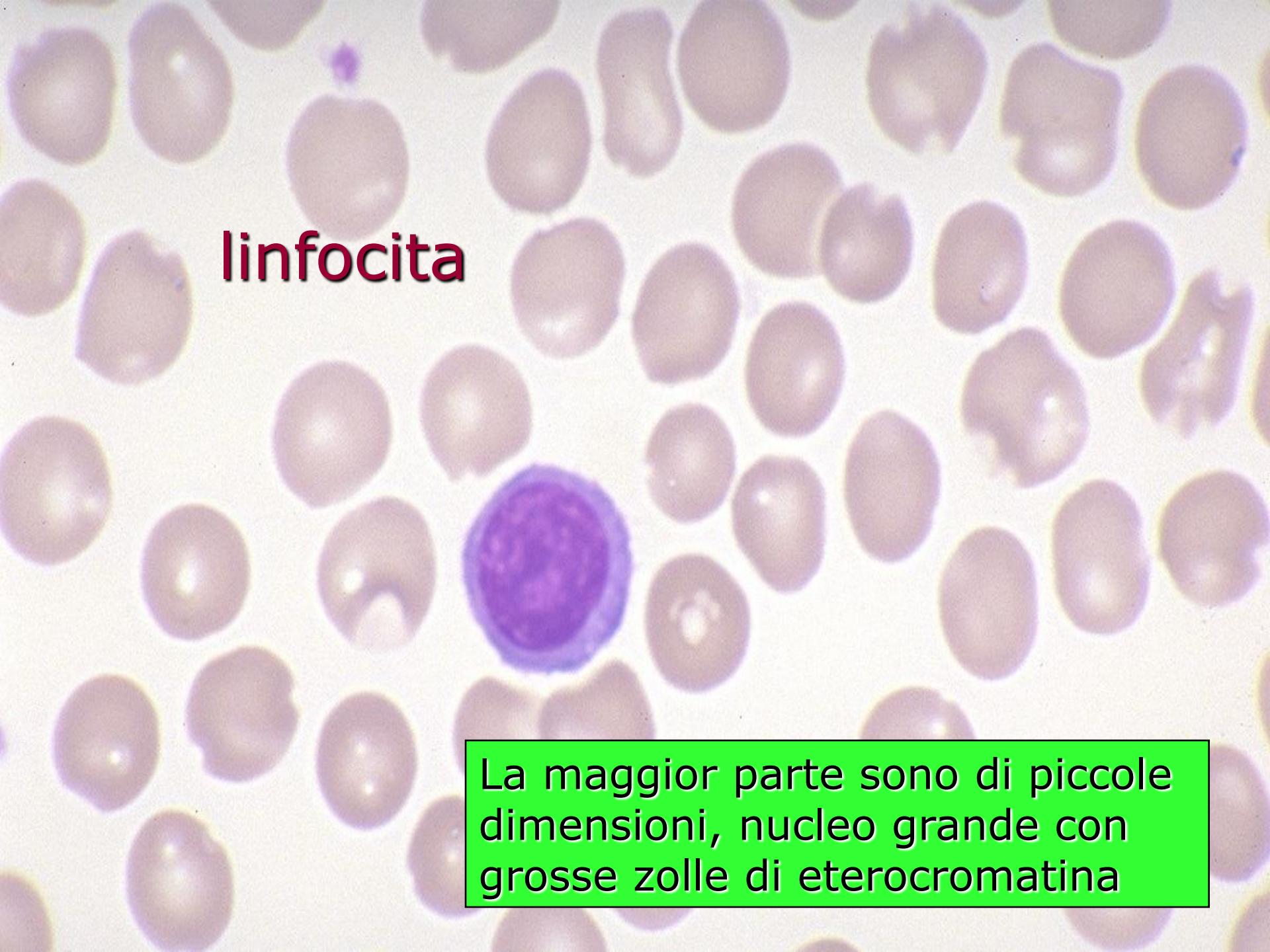
Circolano per 1-4 giorni prima
di migrare nel connettivo,
dove diventano *macrofagi liberi*

Monociti

- Cellule fagocitiche “voraci”, “ardite”, in grado di fondersi fra loro in una *cellula fagocitaria gigante* per aggredire particelle di grandi dimensioni

fagocitosi

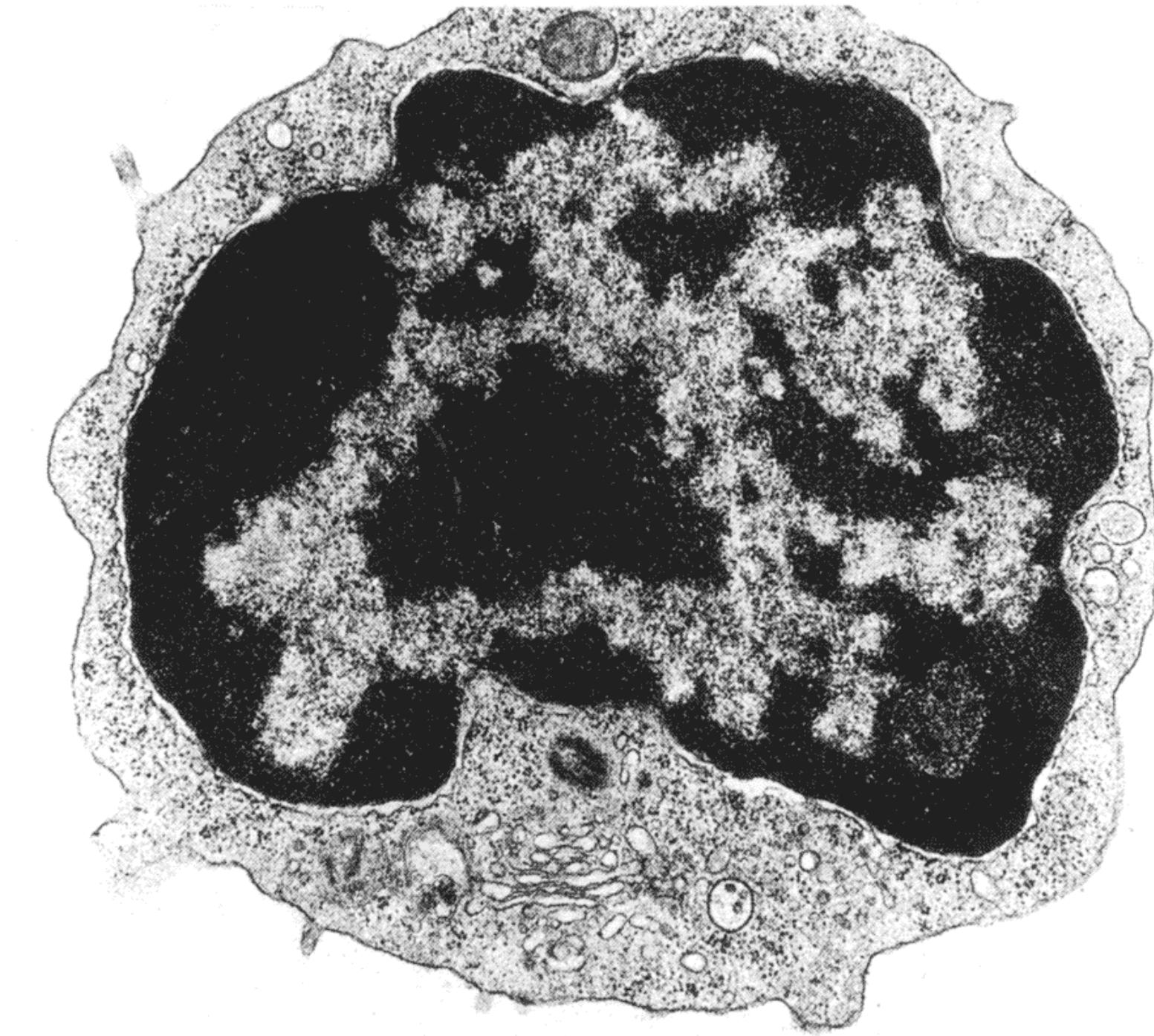
- Partecipano alla risposta immunitaria “umorale” con la presentazione dell’antigene

A microscopic image of a blood smear. The vast majority of the cells are small, pale pinkish-purple erythrocytes. A single, significantly larger cell, a lymphocyte, is visible in the center-left. It has a large, dark purple, centrally located nucleus with a distinct nucleolus. The surrounding erythrocytes appear as smaller, uniform dots.

linfocita

La maggior parte sono di piccole dimensioni, nucleo grande con grosse zolle di eterocromatina

Linfociti



Linfociti

- Cellule del sistema di immunità *specifica*
- Cellule a vita lunga, non “terminali”, in grado di trasformarsi in *linfoblasti* e di assumere nuove funzioni in seguito all’interazione con l’antigene

3 categorie di linfociti

- B
- T
- NK

Linfociti B

- Una volta attivati dall'interazione con l'antigene presentato dal macrofago...
- si trasformano in plasmacellule e...
- producono anticorpi

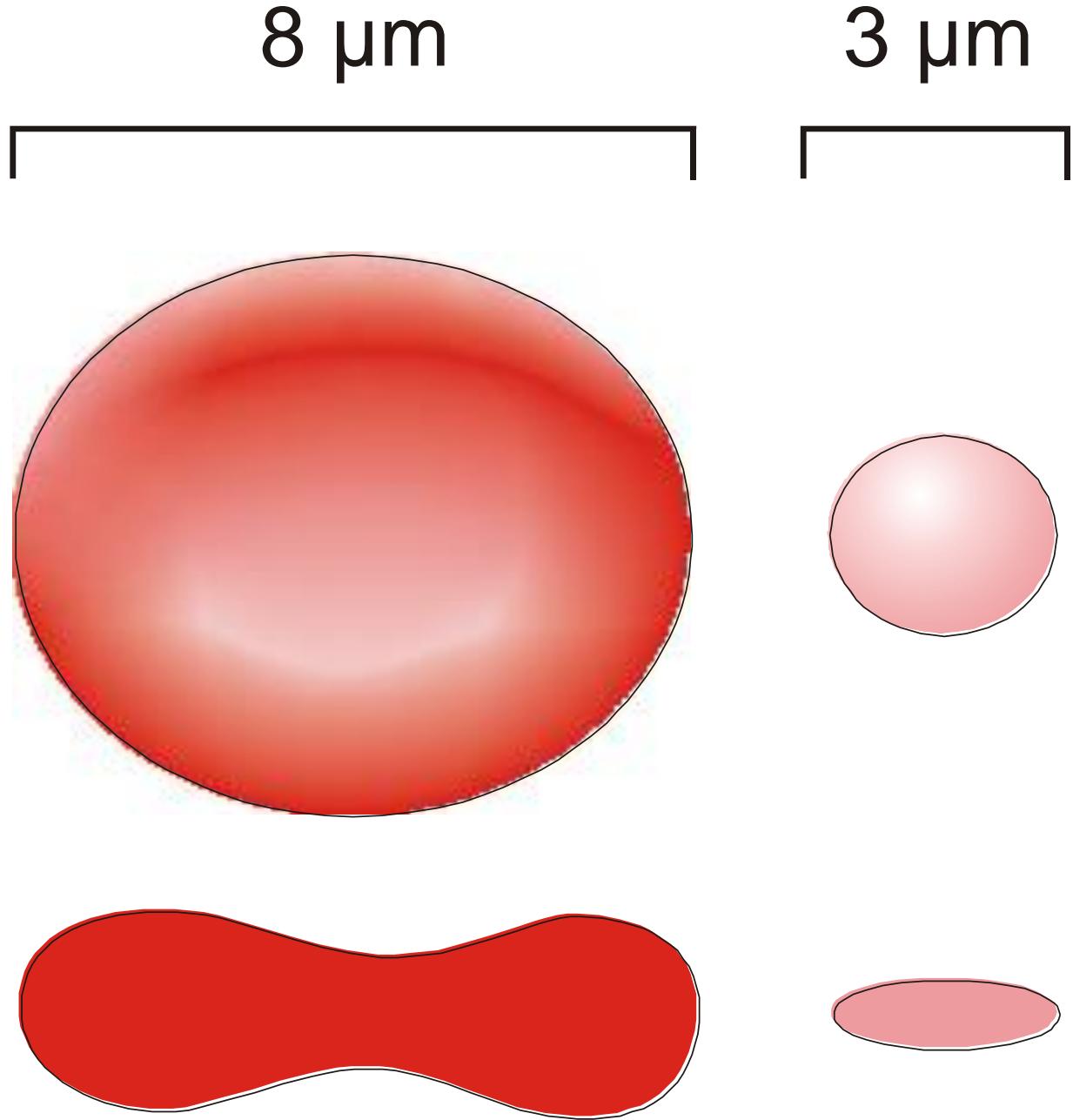
Linfociti T

- Si distinguono in...
- T-helper
 - Coadiuvano i B nella risposta umorale
- T-citotossici
 - Secernono sostanze che uccidono cellule infette da virus o cellule estranee (per esempio, dopo trapianti)

Linfociti NK

- cellule di grandi dimensioni
- importanti nella risposta immunitaria innata
- uccidono cellule neoplastiche o infettate da virus

Le "piccole" piastrine



piastrine

- piccoli elementi corpuscolati del sangue periferico, privi di sostanza nucleare
- in genere non più di 2-4 μm
- 200.000-400.000 per mmc
- vita media: 8-10 giorni
- prodotte nel midollo osseo per frammentazione di grandi elementi cellulari detti megacariociti

ruolo delle piastrine nell'emostasi

- a contatto con il collagene esposto dalla lesione, le piastrine liberano serotonina e altre sostanze, provocando vasocostrizione
- le piastrine si agglutinano formando un *tappo piastrinico* che si ingrossa rapidamente occludendo la soluzione di continuo
- il tappo piastrinico viene successivamente convertito in coagulo in seguito alla precipitazione di fibrinogeno in fibrina, formando una rete di filamenti che imbriglia piastrine, globuli rossi e altre cellule del sangue

globuli rossi imbrigliati
in un reticolo di fibrina

