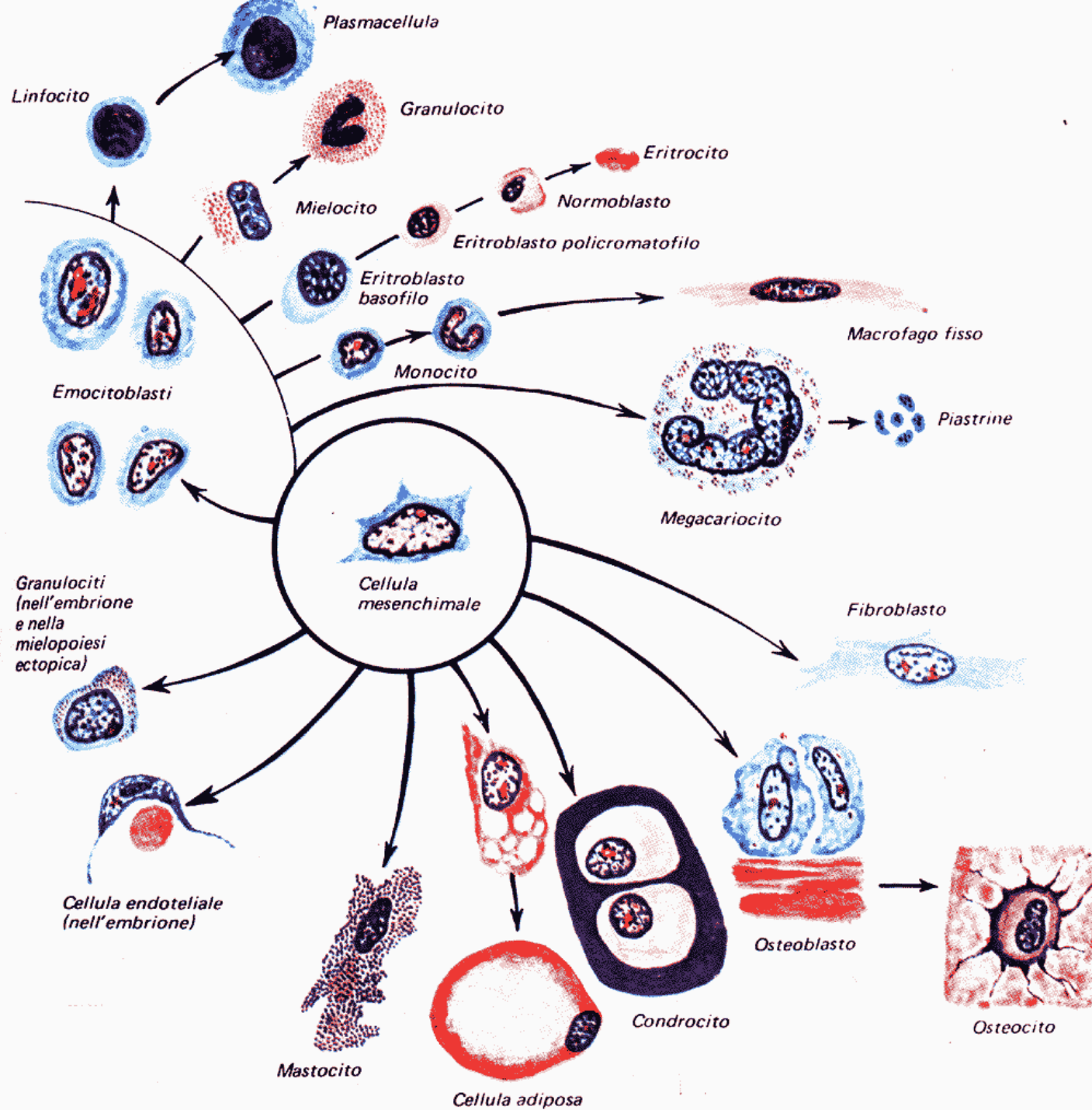


come gli  
altri  
connettivi in  
senso lato...

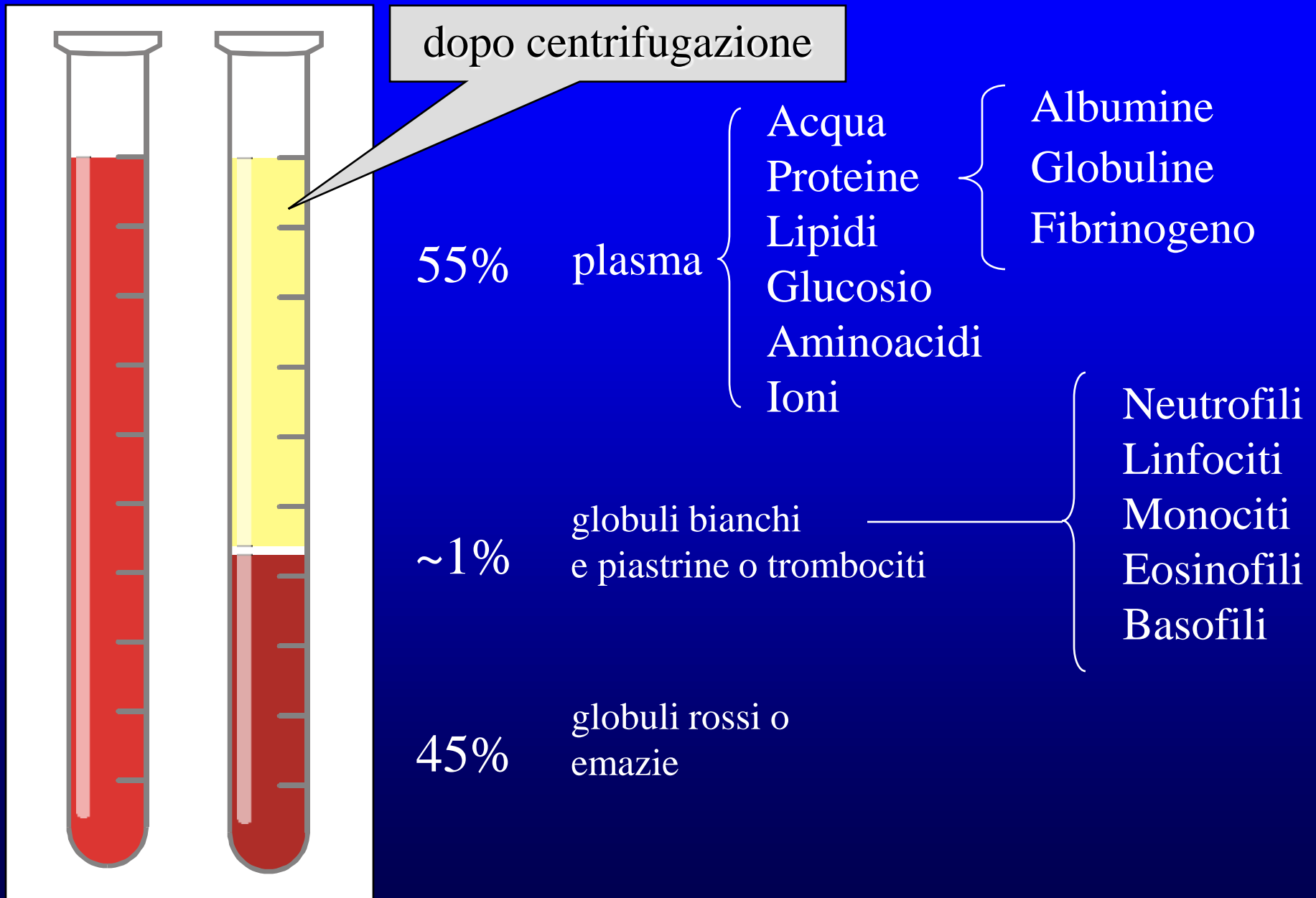
il sangue è  
un tessuto  
di origine  
mesenchi-  
male



# Funzioni del sangue

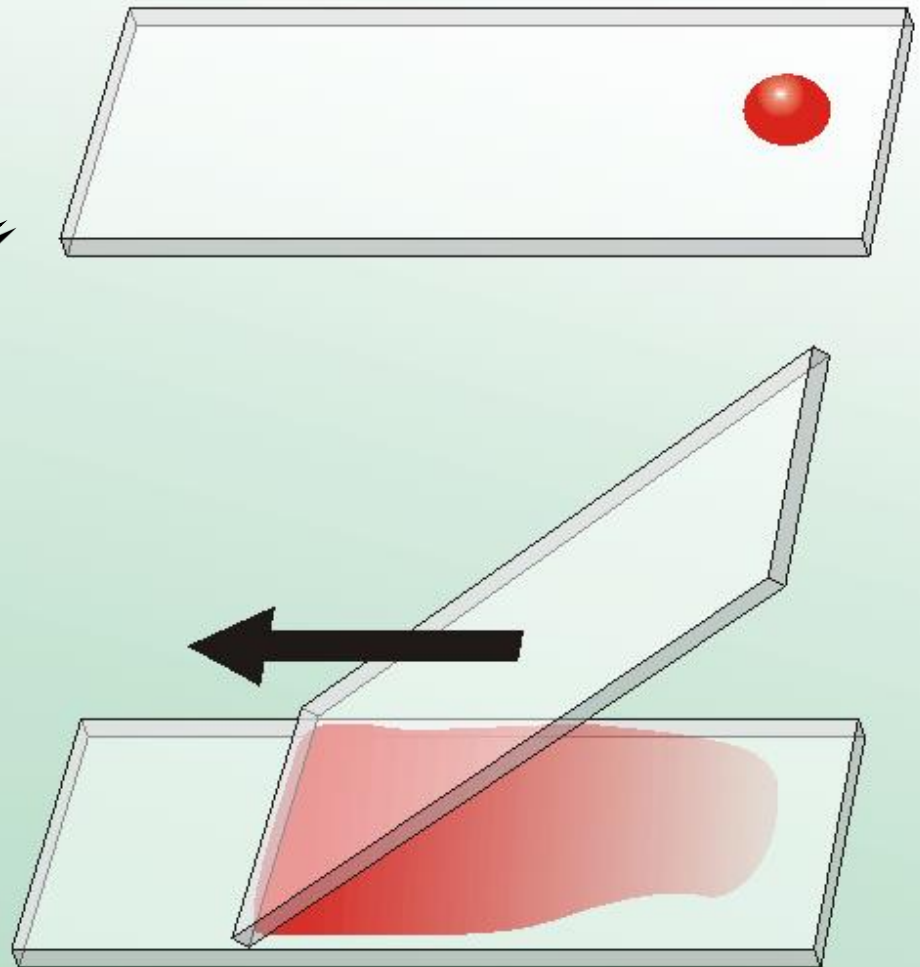
- Trasporta gas disciolti
- Distribuisce sostanze nutritive
- Trasporta i prodotti del catabolismo
- Consegna enzimi e ormoni a specifici tessuti-bersaglio
- Regola pH e composizione elettrolitica dei liquidi interstiziali
- Riduce la perdita di liquidi attraverso lesioni di vasi e di altri tessuti
-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

# Composizione del sangue

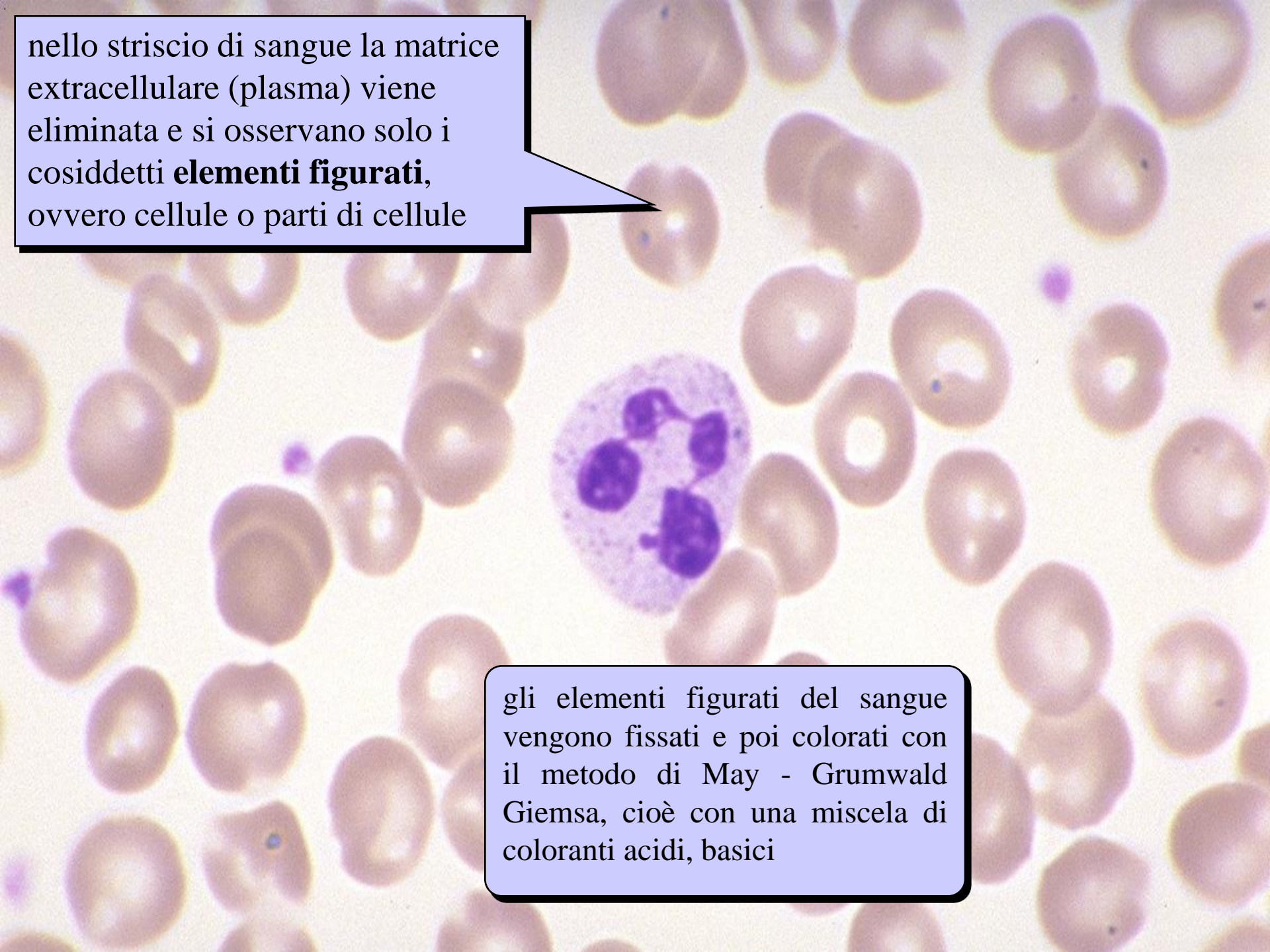


# Lo "striscio" di sangue

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







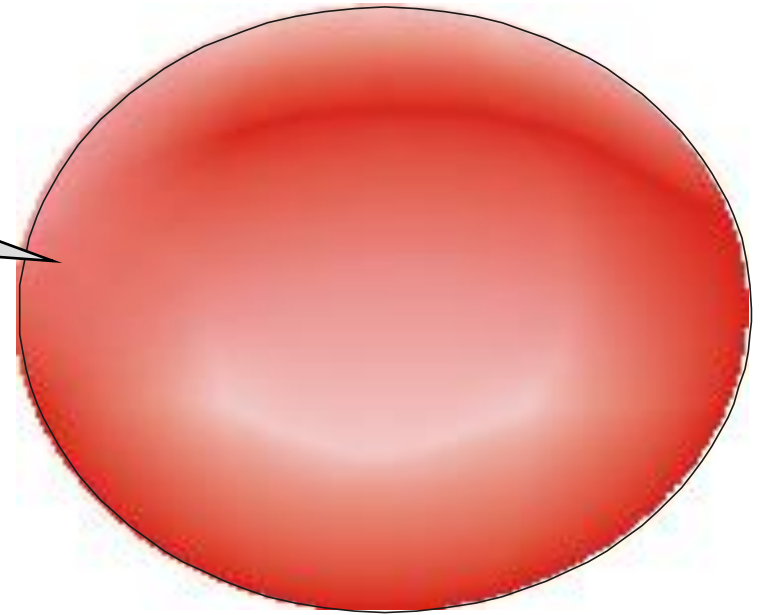
nello striscio di sangue la matrice extracellulare (plasma) viene eliminata e si osservano solo i cosiddetti **elementi figurati**, ovvero cellule o parti di cellule

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

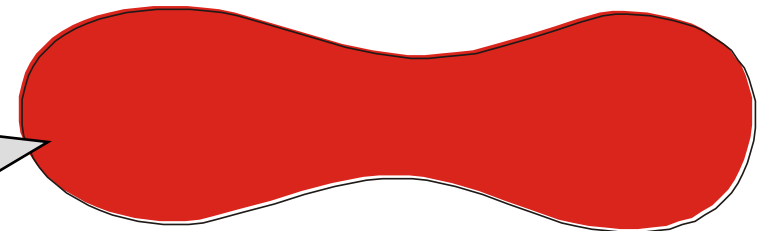
# Globulo rosso

8  $\mu\text{m}$

aspetto morfologico a  
“disco biconcavo”



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

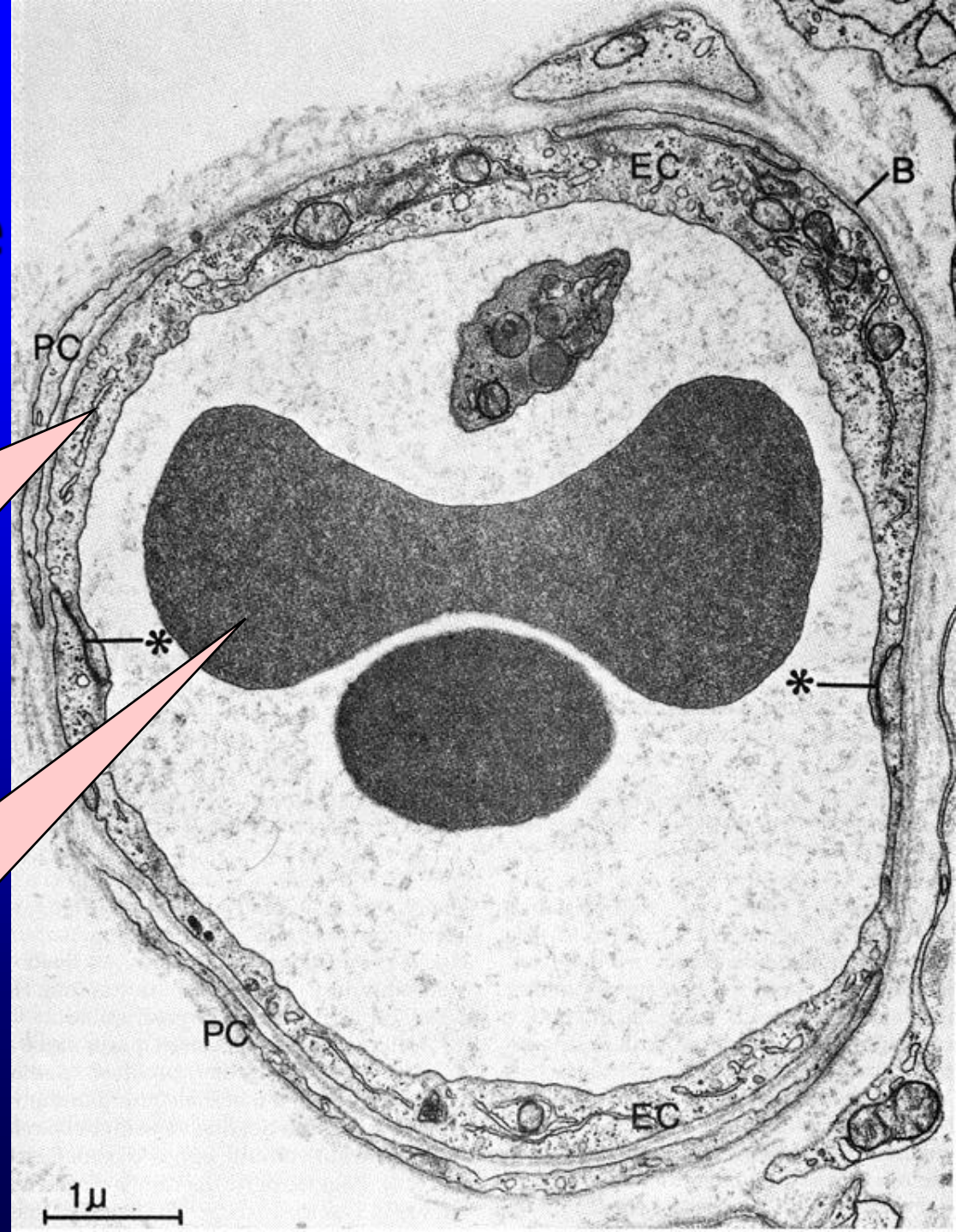




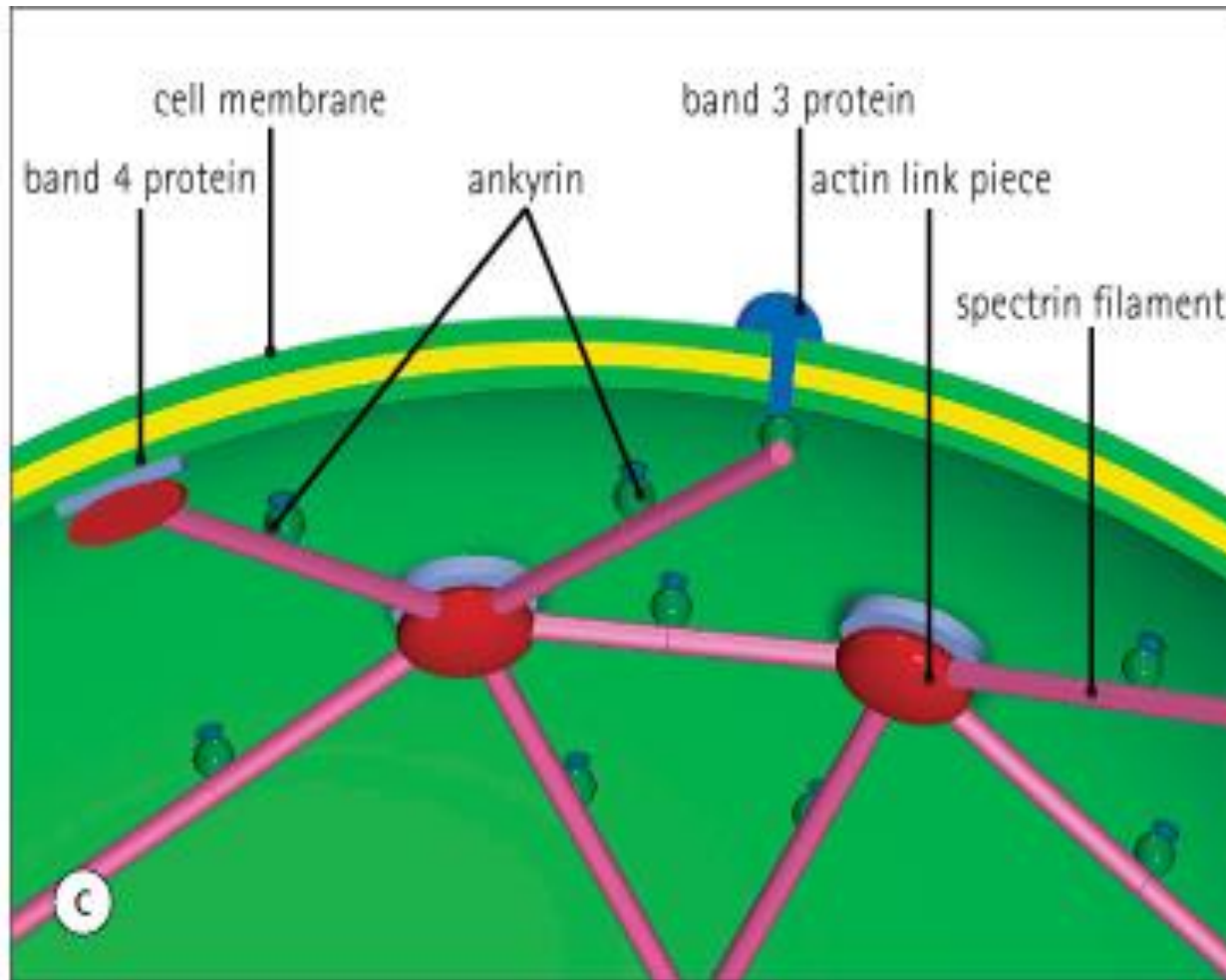
# due globuli rossi (e una piastrina) in un vaso capillare

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

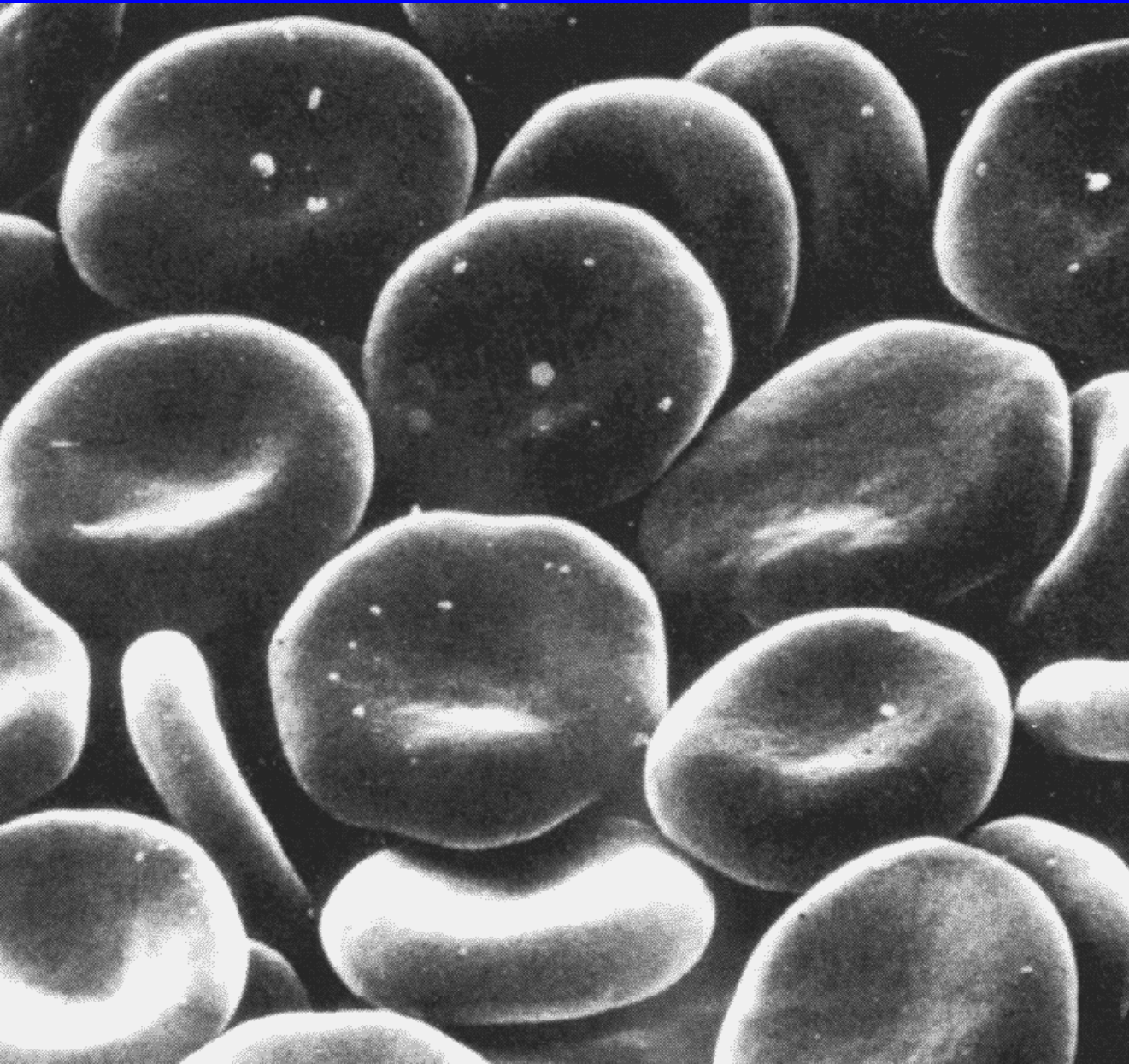
- In un globulo rosso:
  - 66% acqua
  - 33% proteine, di cui
    - 95% emoglobina
    - 5% altre
- L'emoglobina è responsabile della maggior parte del trasporto di ossigeno e anidride carbonica

## i numeri dell'emoglobina

- Circa 280 milioni di molecole di Hb per GR...
- Più di 1 miliardo di molecole di  $O_2$  potenzialmente trasportabili da un singolo globulo rosso



# Globuli rossi



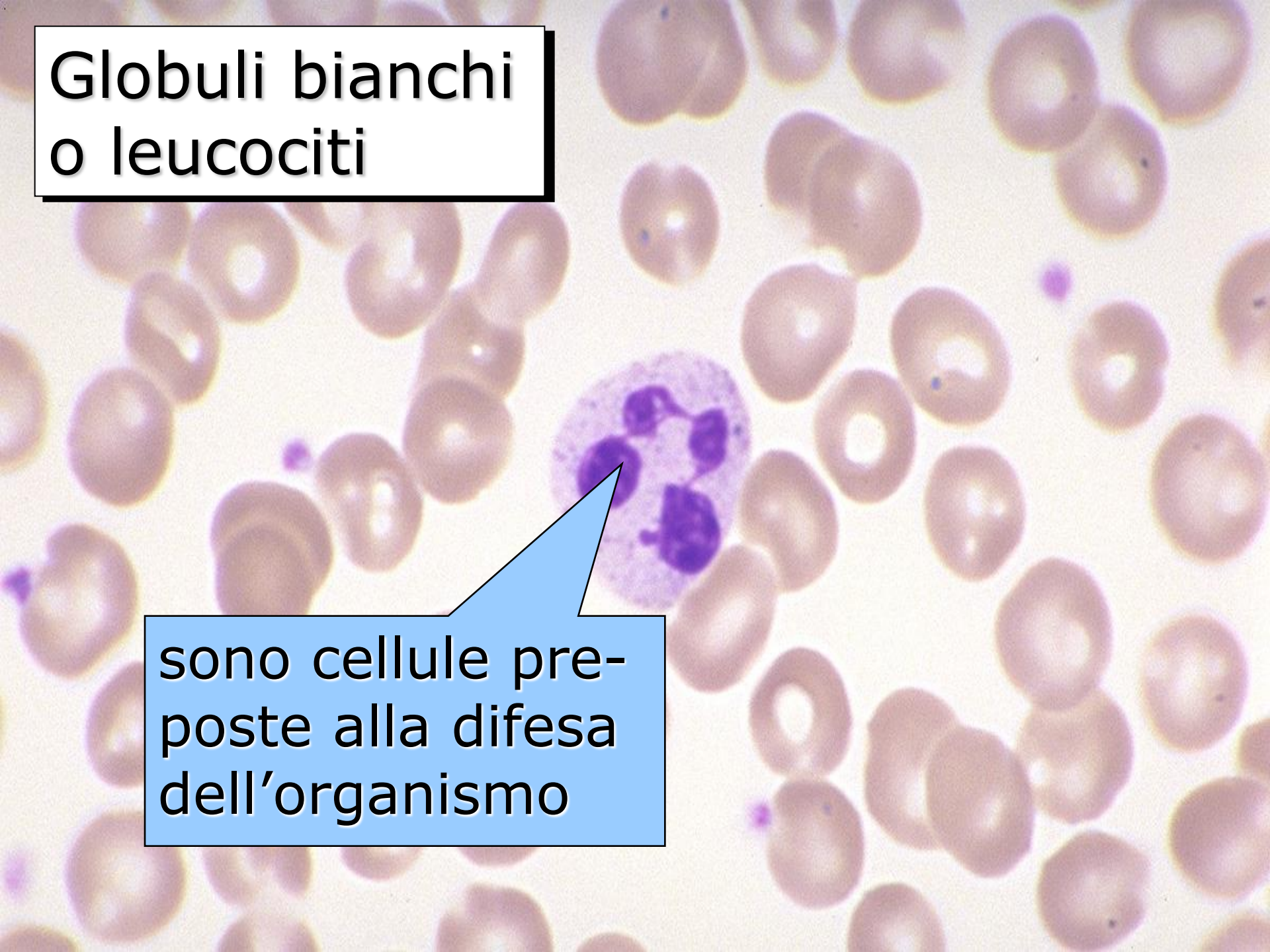
- in condizioni normali:  
 $5.4 \times 10^6$  per  $\text{mm}^3$  ( $\mu\text{L}$ )
- Circa 1000 per ogni globulo bianco
- curiosità:  
ci sono circa  $2.5 \times 10^{13}$  GR in un adulto



# 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:  $3 \times 10^6$  nuovi GR immesi nel circolo ogni secondo

# Globuli bianchi o leucociti

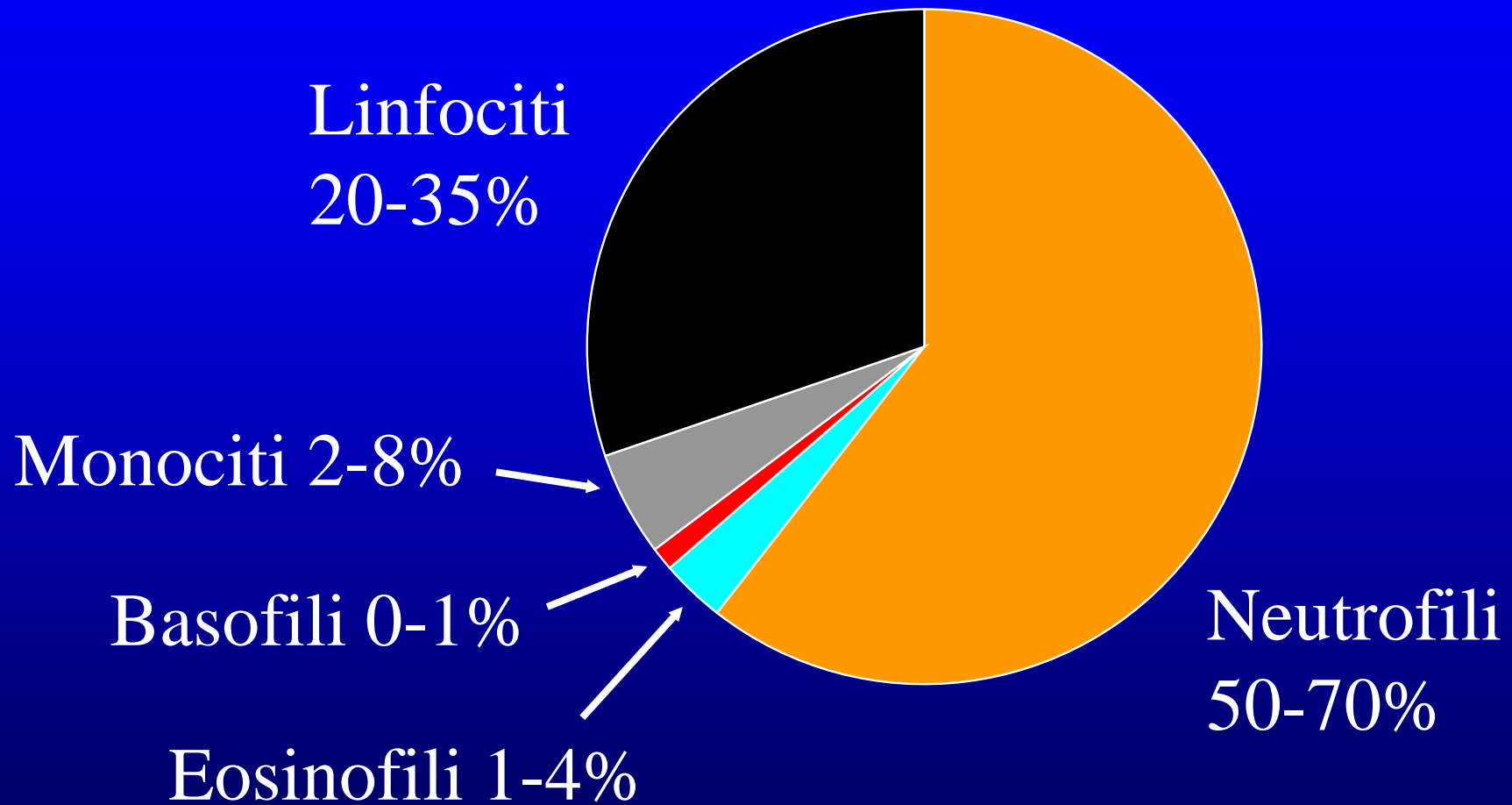
A microscopic view of a blood smear. The field is populated with many red blood cells, which appear as small, pinkish-red discs. In the center, a single white blood cell is visible, characterized by a large, light blue/purple nucleus with a multi-lobed (indented) shape. A blue callout box with a pointer directed at this white blood cell contains text.

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

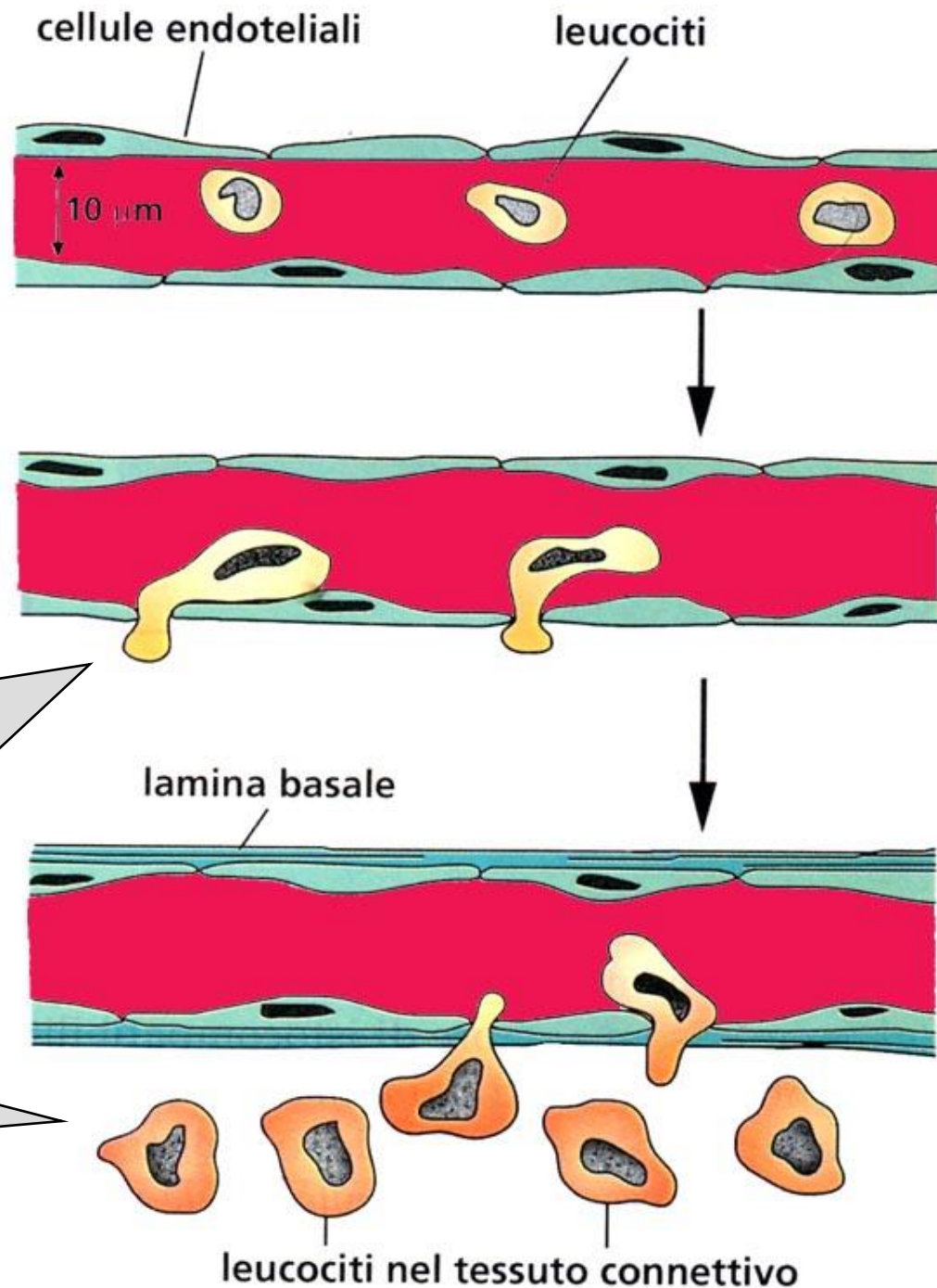
- *La maggior parte dei leucociti si trova al di fuori del circolo ematico (principalmente nel connettivo lasso e nel tessuto linfatico)*
- *come e perché i leucociti escono dal circolo?*



# 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

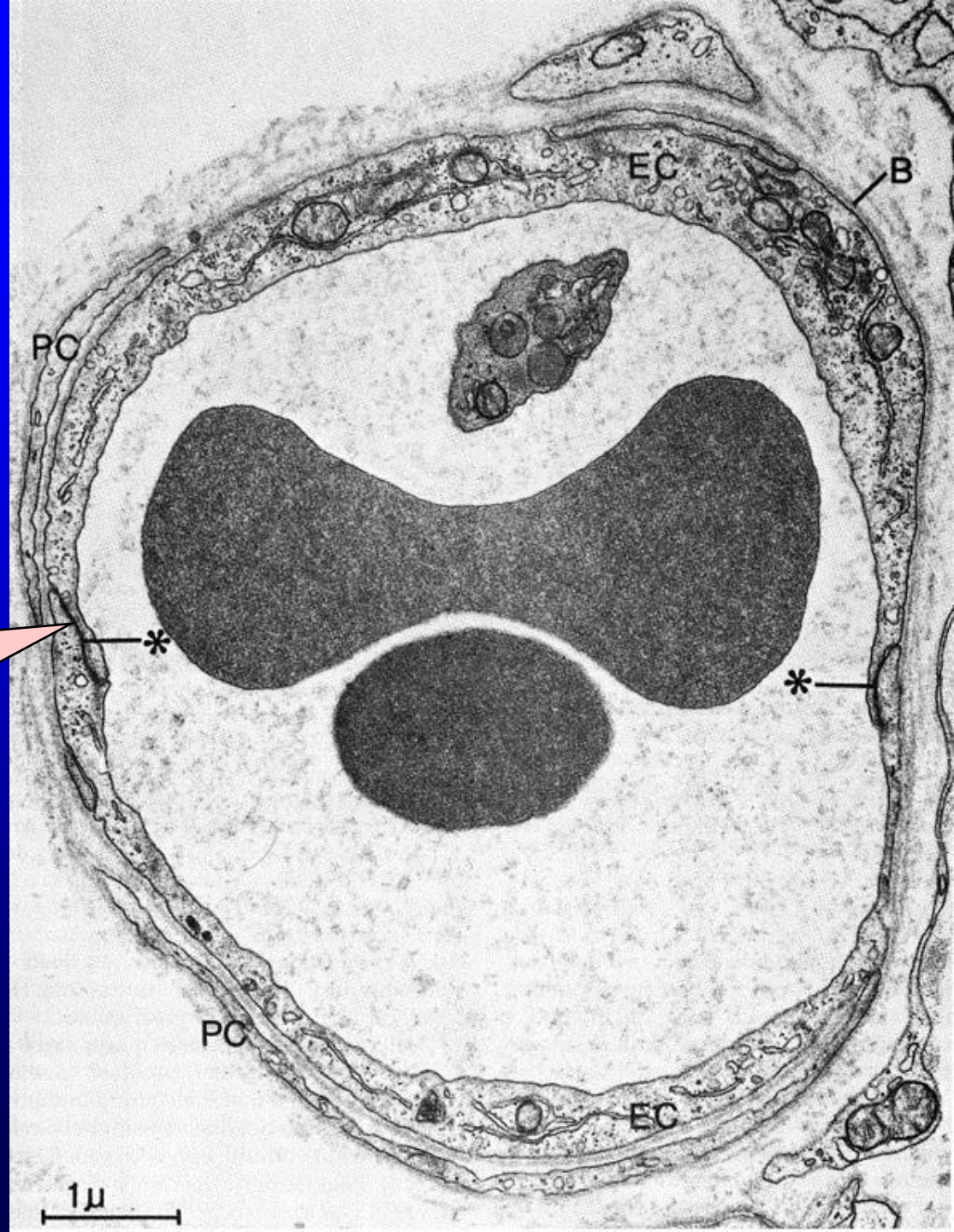


Leucocita che fagocita un batterio

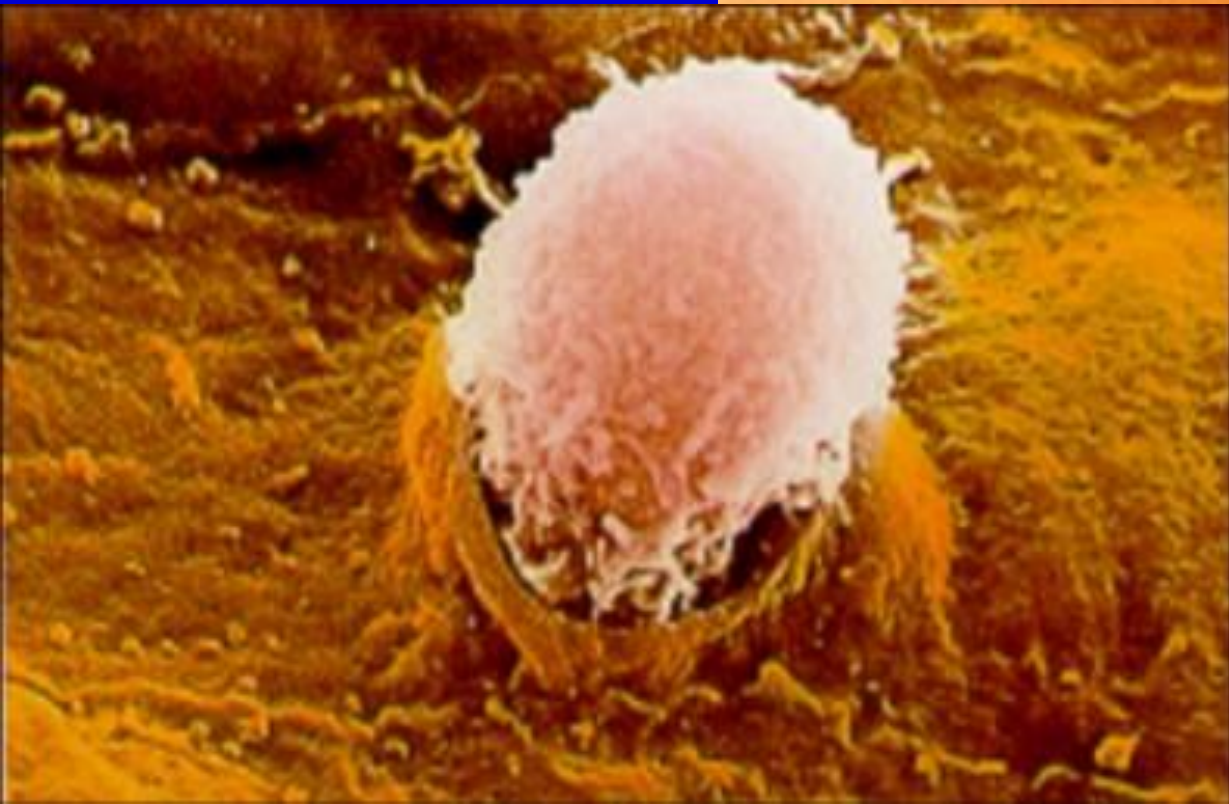
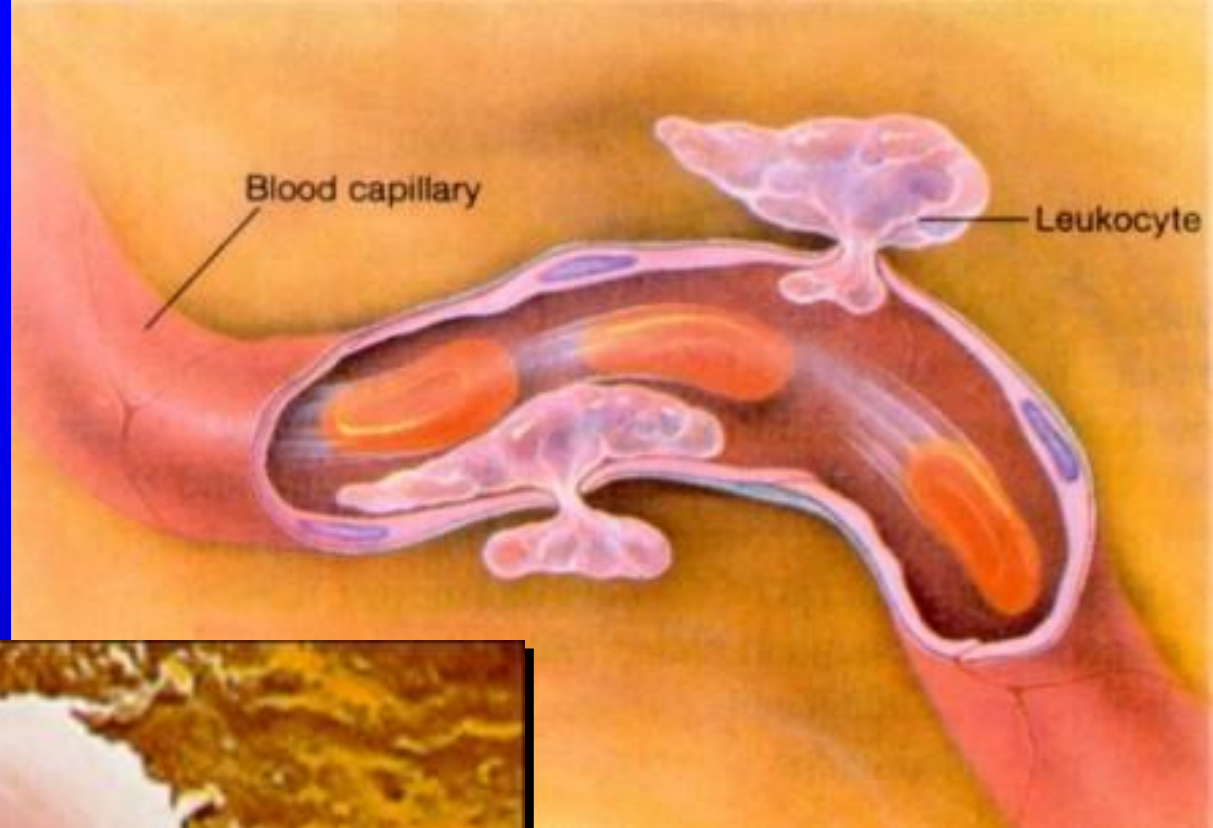


# endotelio e diapedesi

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



diapedesi



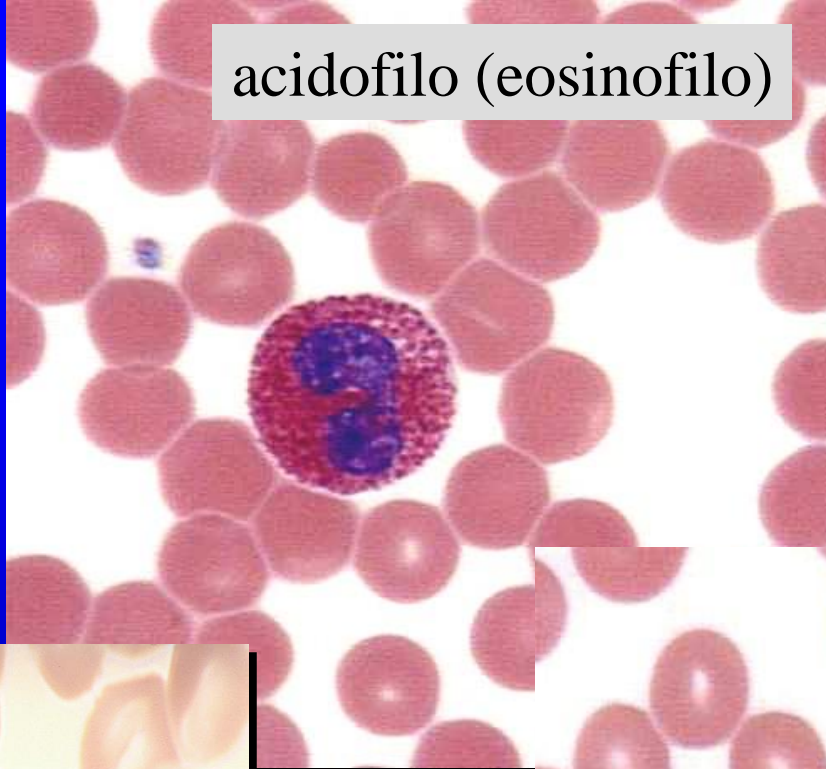


# Proprietà generali dei leucociti

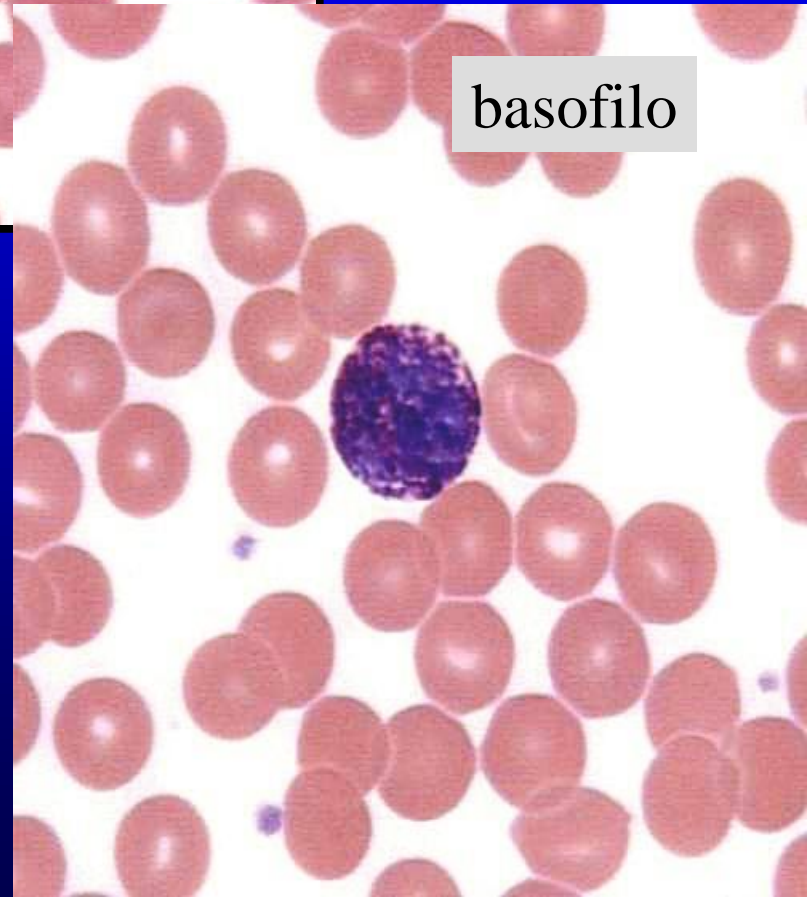
- Sono tutti dotati di capacità di *movimento ameboide*
- Attirati da specifici stimoli chimici (*chemiotassi*) si dirigono verso aree di invasione o lesione
- Per mezzo della *diapedesi* escono dal circolo per portarsi nei tessuti periferici

# diversi tipi di granulociti

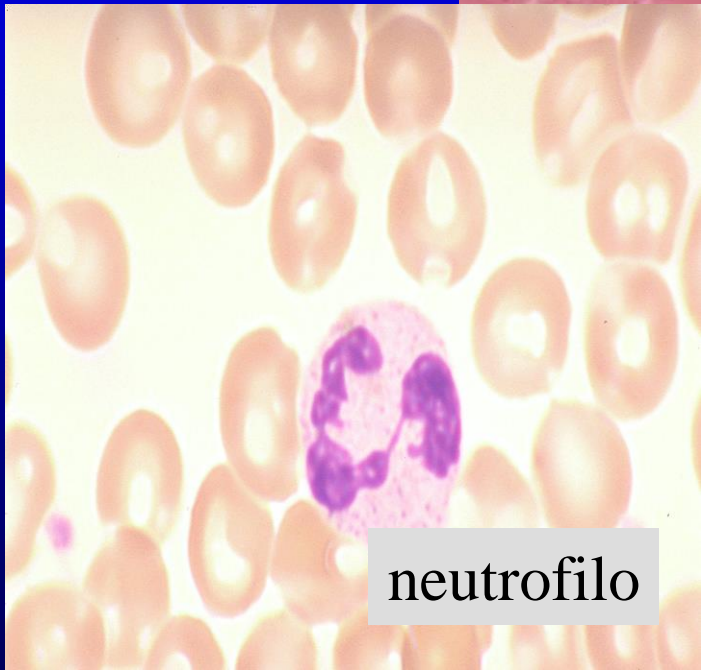
acidofilo (eosinofilo)



basofilo



neutrofilo

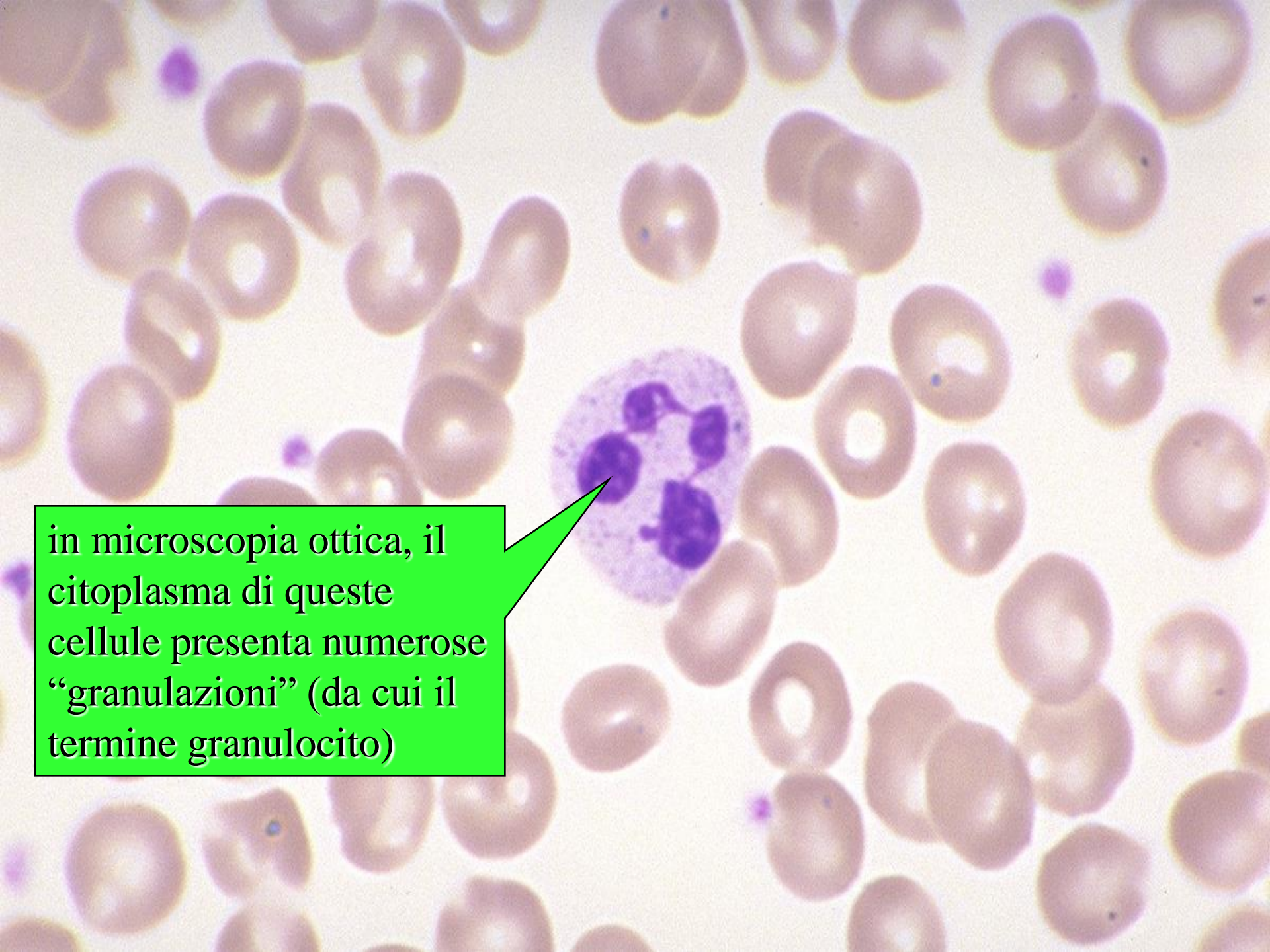


granulocito  
neutrofilo

cellula  
polimorfonucleata  
(nucleo plurilobato)

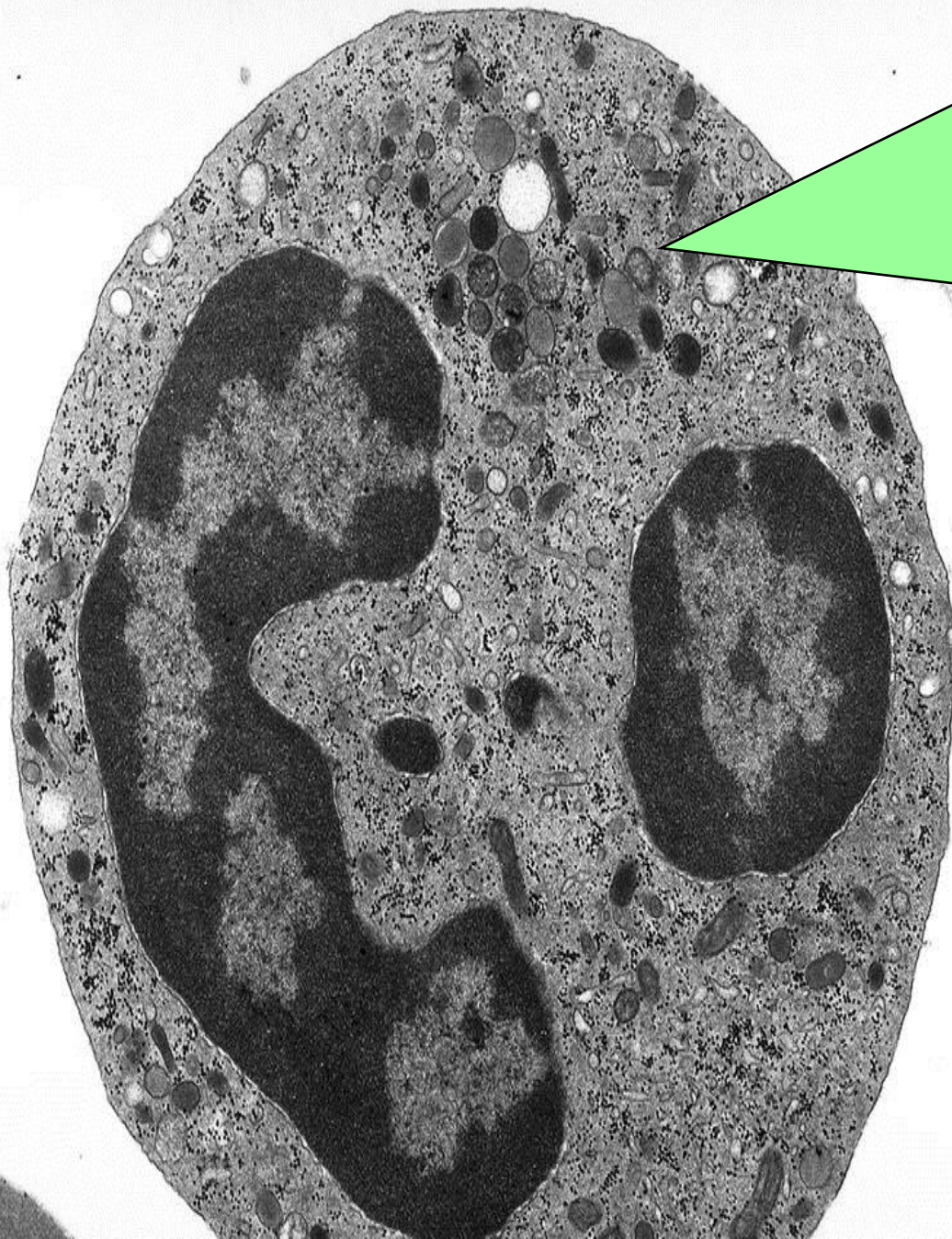






in microscopia ottica, il  
citoplasma di queste  
cellule presenta numerose  
“granulazioni” (da cui il  
termine granulocito)

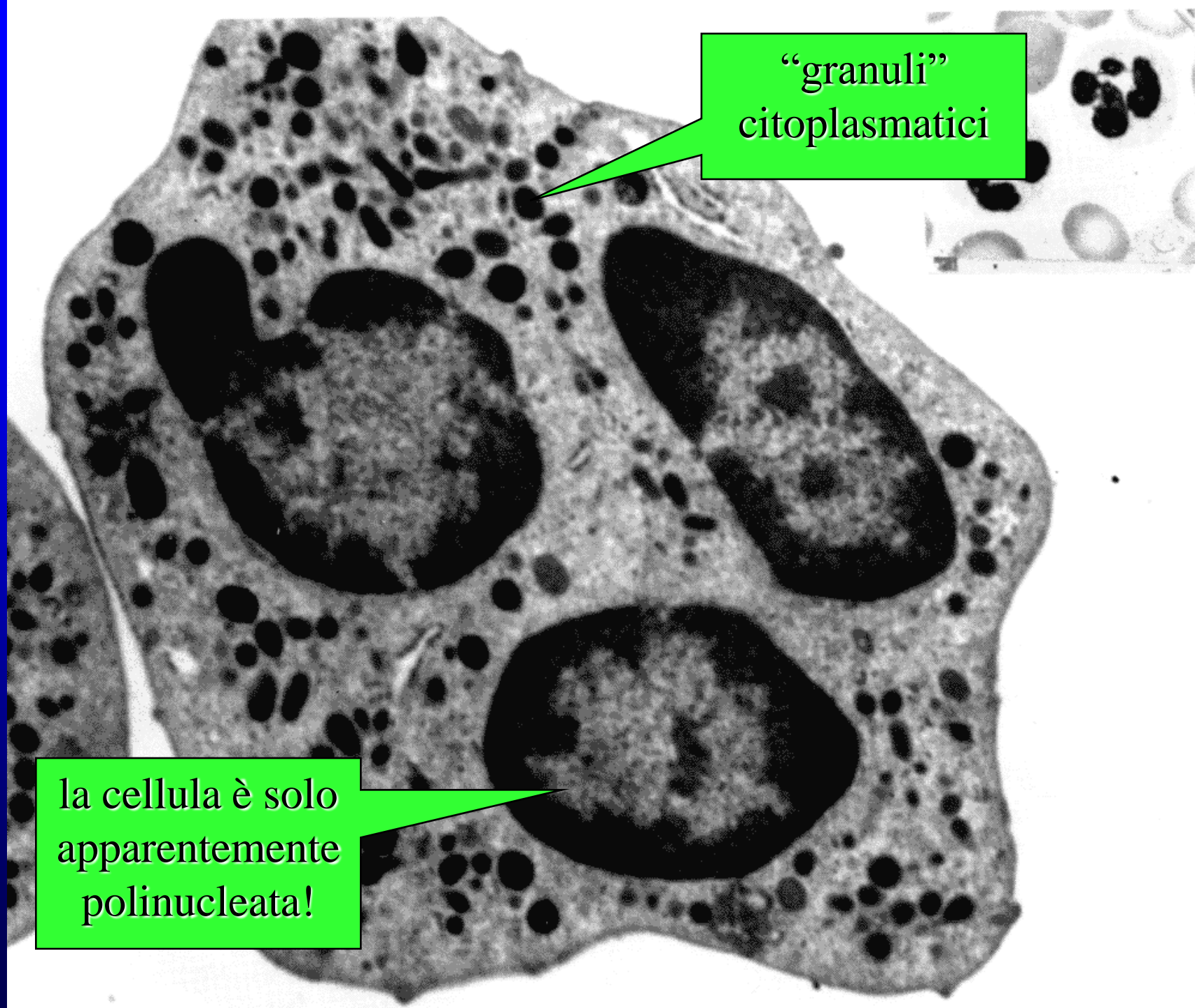




con la  
microscopia  
elettronica, si  
dimostra che le  
granulazioni  
sono vescicole  
piene di enzimi  
litici e altre  
sostanze  
battericide  
(lisosomi)



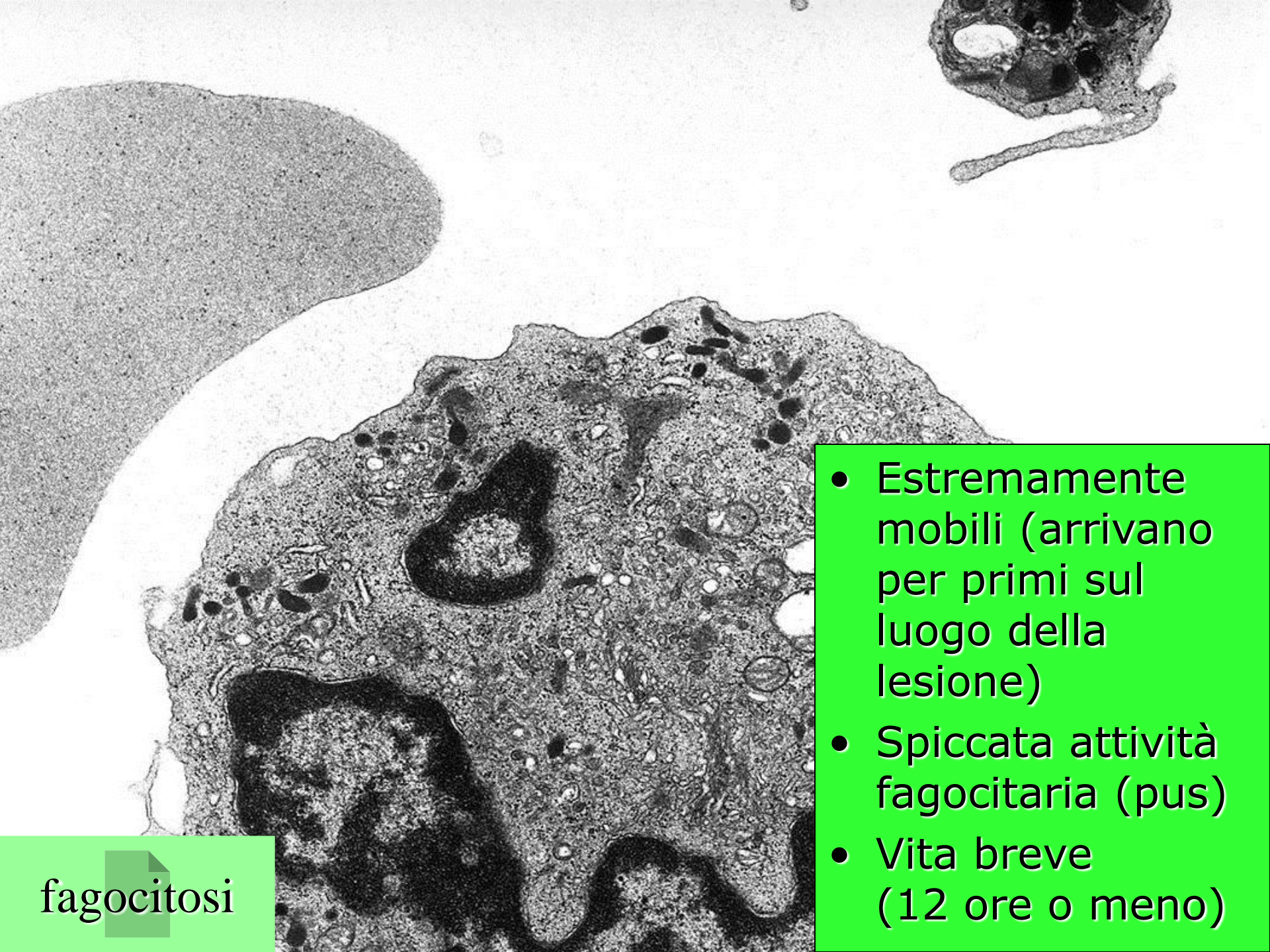
# Granulociti neutrofili



“granuli”  
citoplasmatici

la cellula è solo  
apparentemente  
polinucleata!





fagocitosi

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



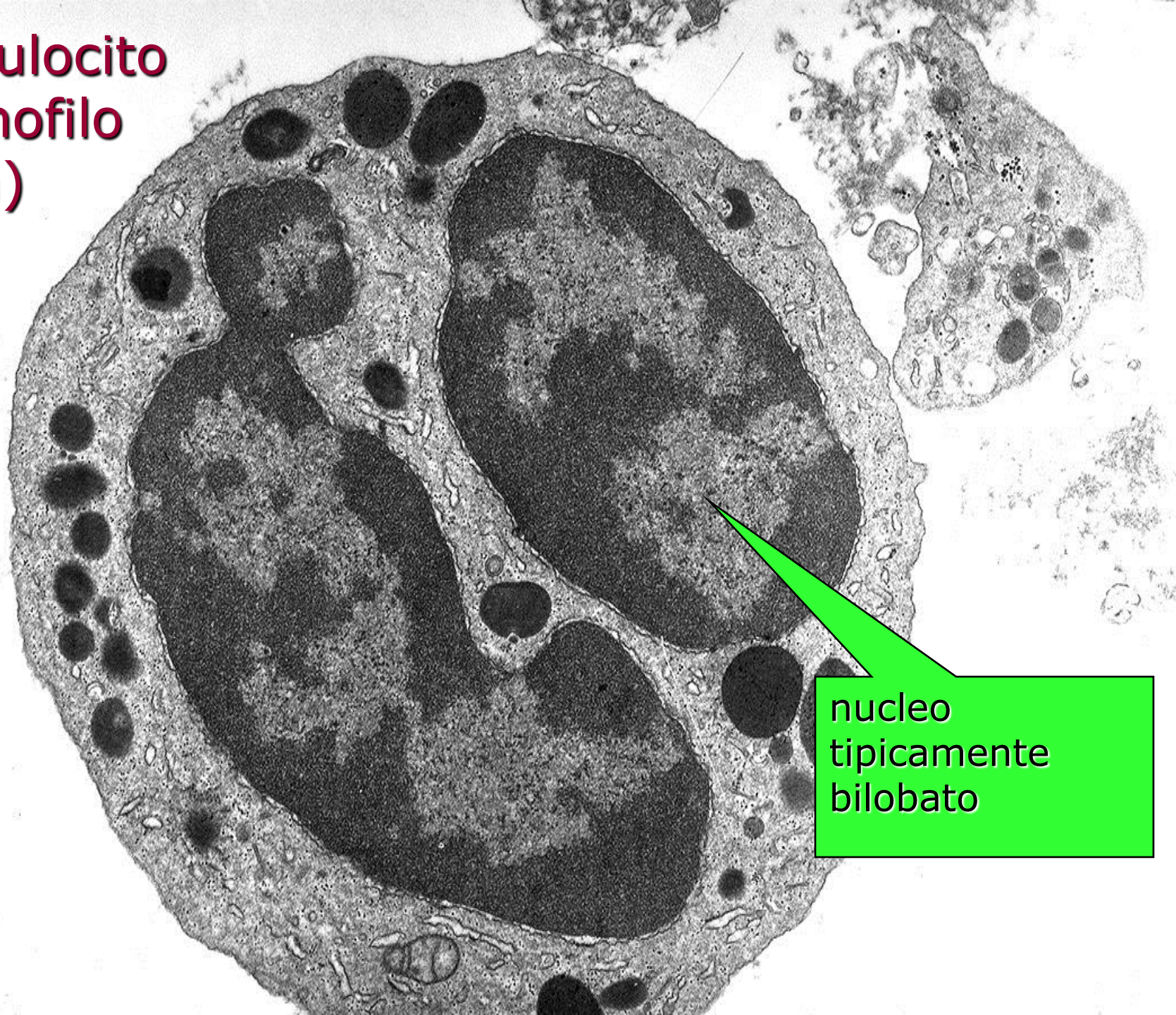
# granulocito eosinofilo

A microscopic image of a blood smear. In the center, there is a single eosinophil granulocyte. It has a large, bilobed nucleus stained dark purple. The cytoplasm is filled with numerous large, reddish-orange granules. Surrounding the eosinophil are many red blood cells, which appear as pale pink, circular discs.

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



granulocito  
eosinofilo  
(tem)

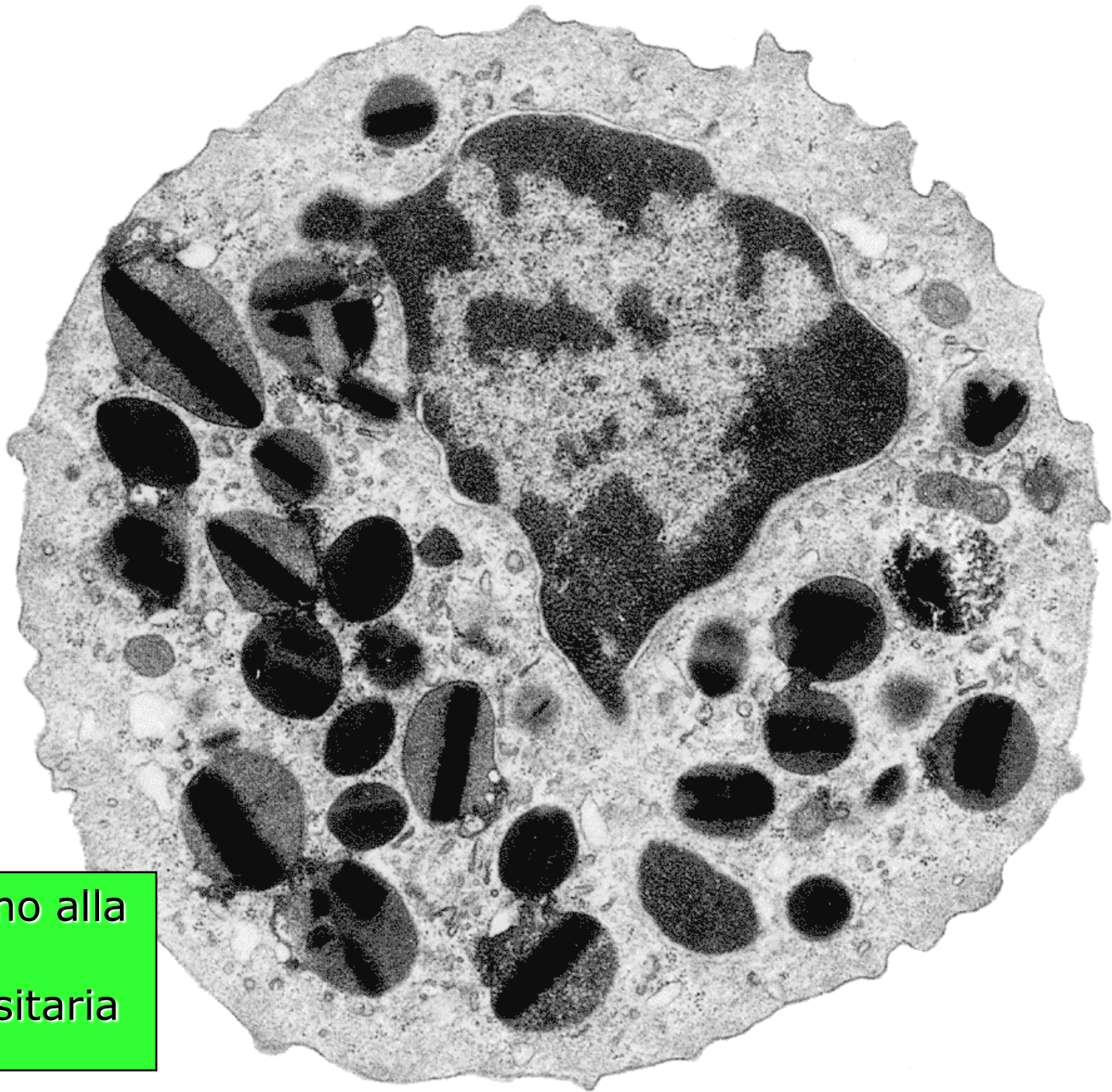


nucleo  
tipicamente  
bilobato



# Granulociti eosinofili

Partecipano alla  
reazione  
antiparassitaria

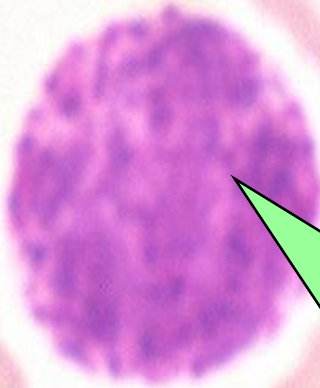


# Granulociti eosinofili

- 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 antigene-anticorpo formati nel corso di reazioni allergiche
- Partecipano alla reazione antiparassitaria



# granulocito basofilo

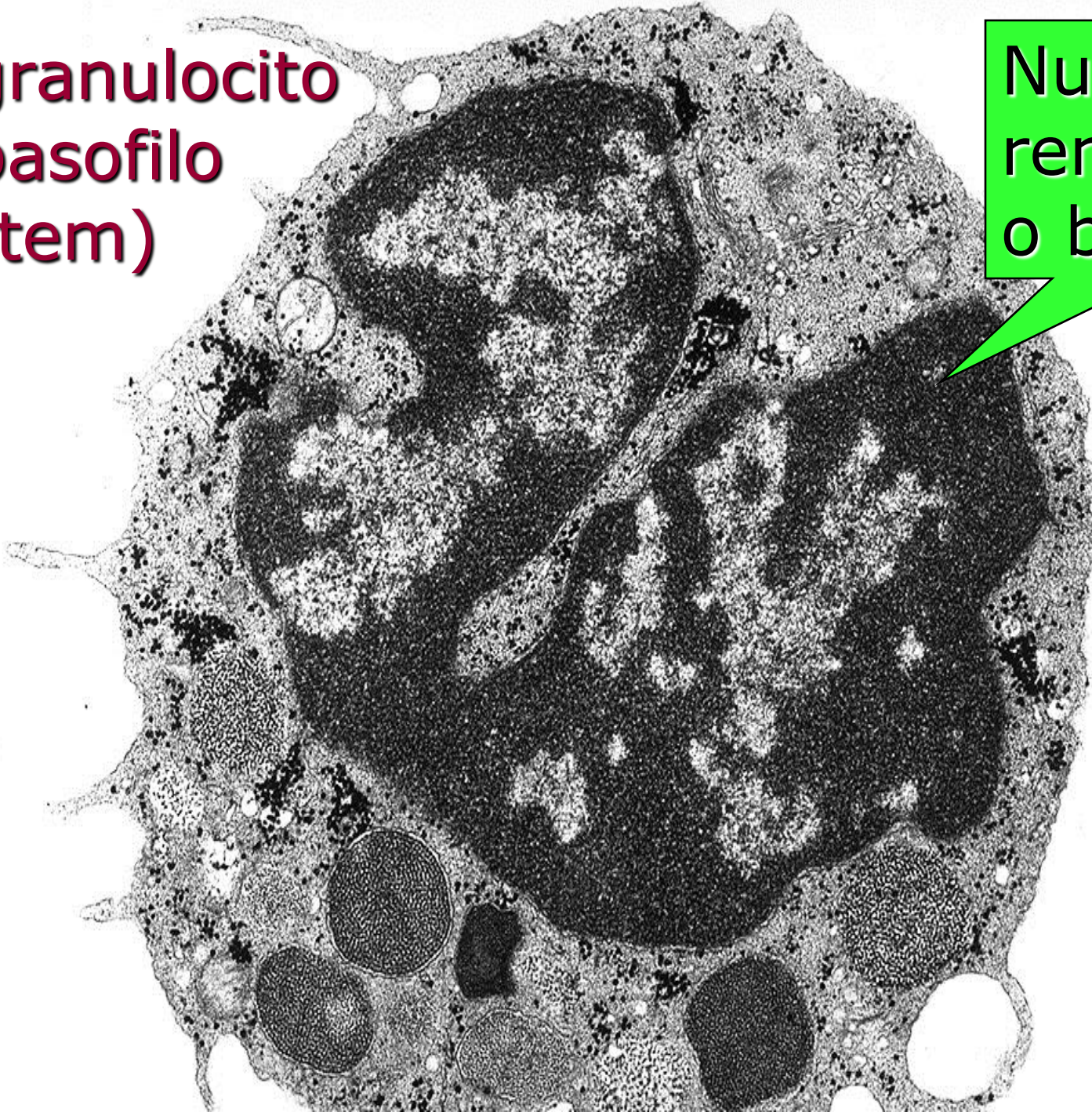


la basofilia del citoplasma  
"mimetizza" il nucleo,  
anch'esso basofilo



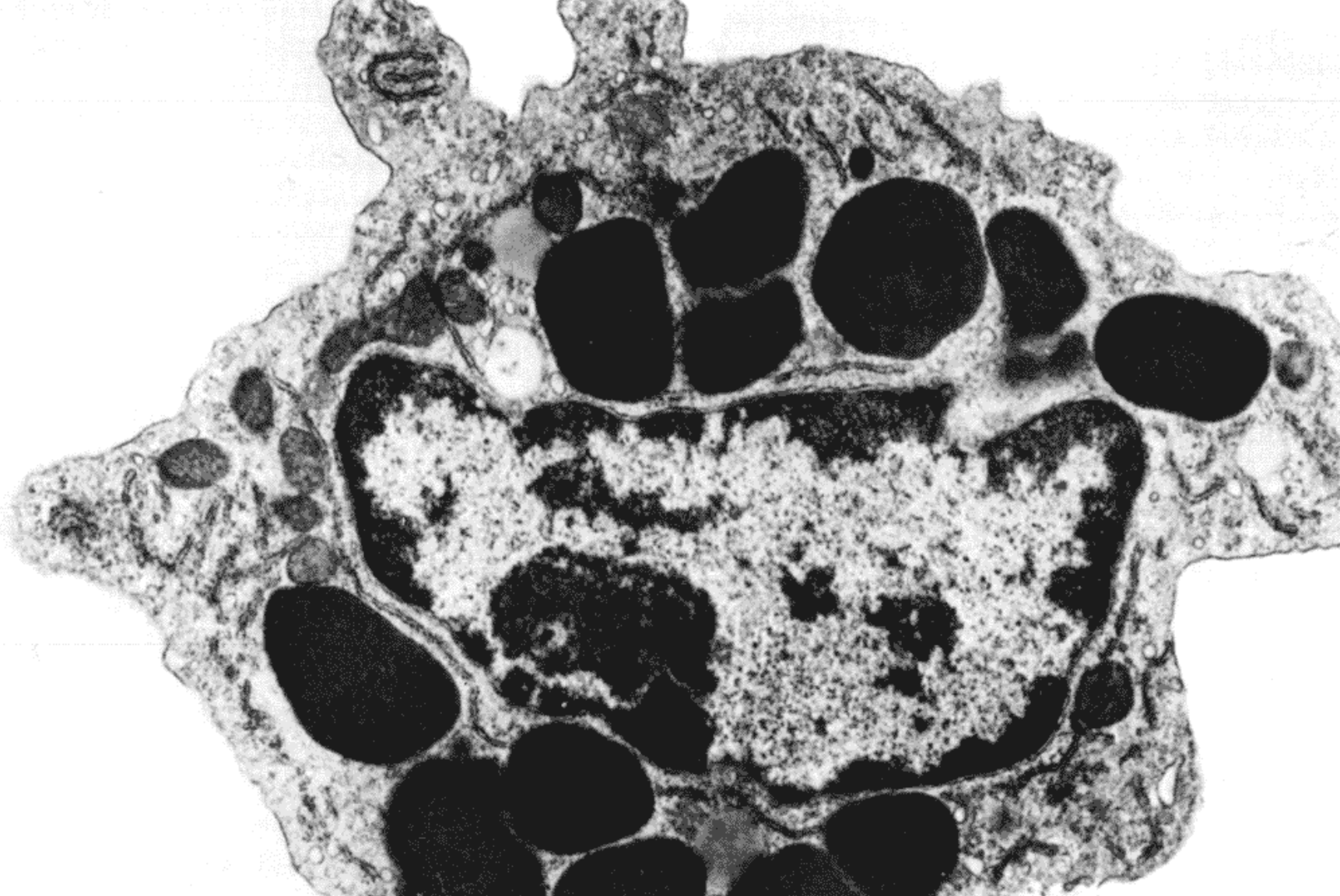
granulocito  
basofilo  
(tem)

Nucleo  
reniforme  
o bilobato



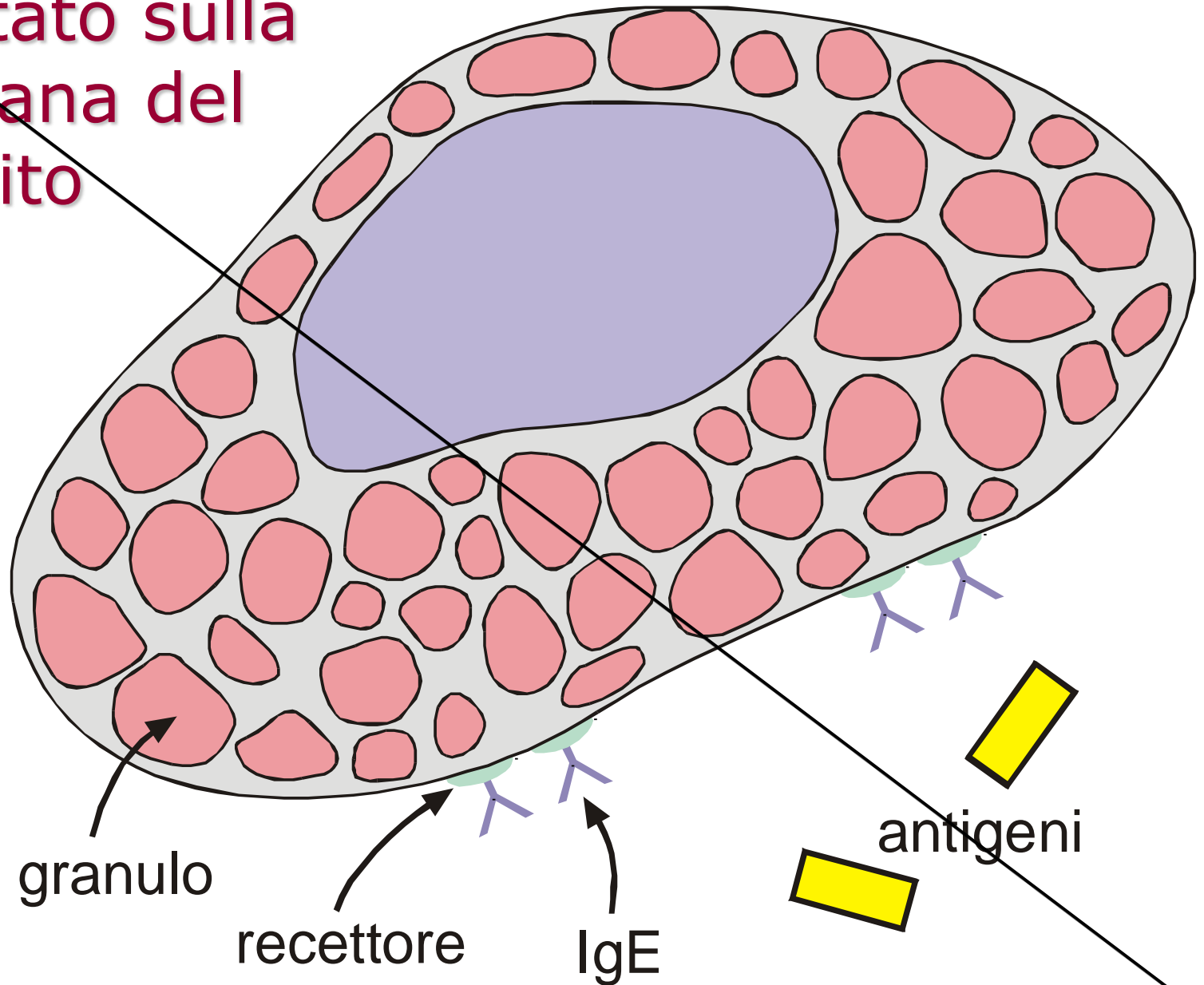


# Granulociti basofili



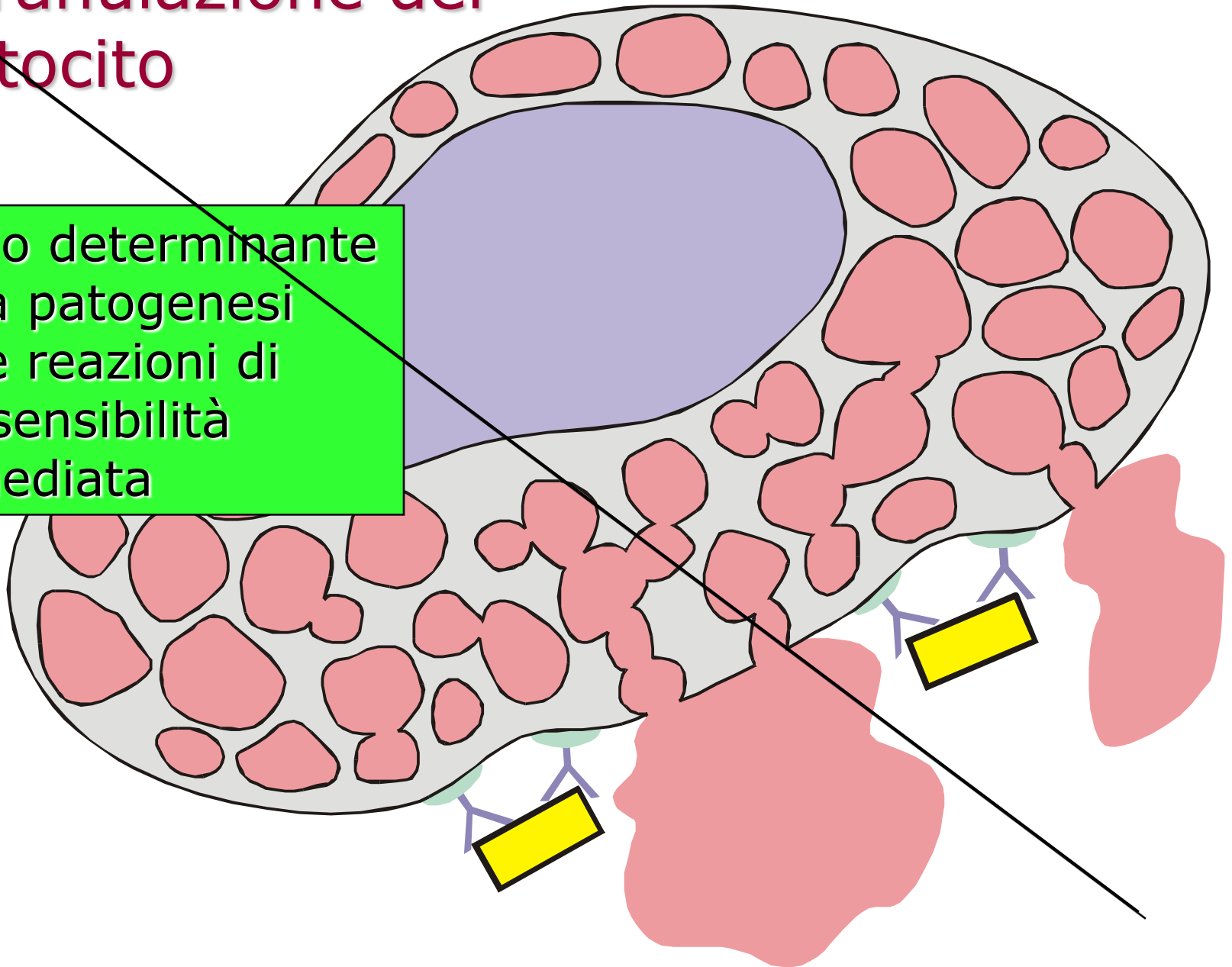
- Granulazioni specifiche dense, molto grandi
- Producono eparina e istamina  
(*simili ai mastociti del connettivo!*)

# Interazione fra antigeni e IgE presentato sulla membrana del mastocito



# Degranulazione del mastocito

Ruolo determinante  
nella patogenesi  
delle reazioni di  
ipersensibilità  
immediata





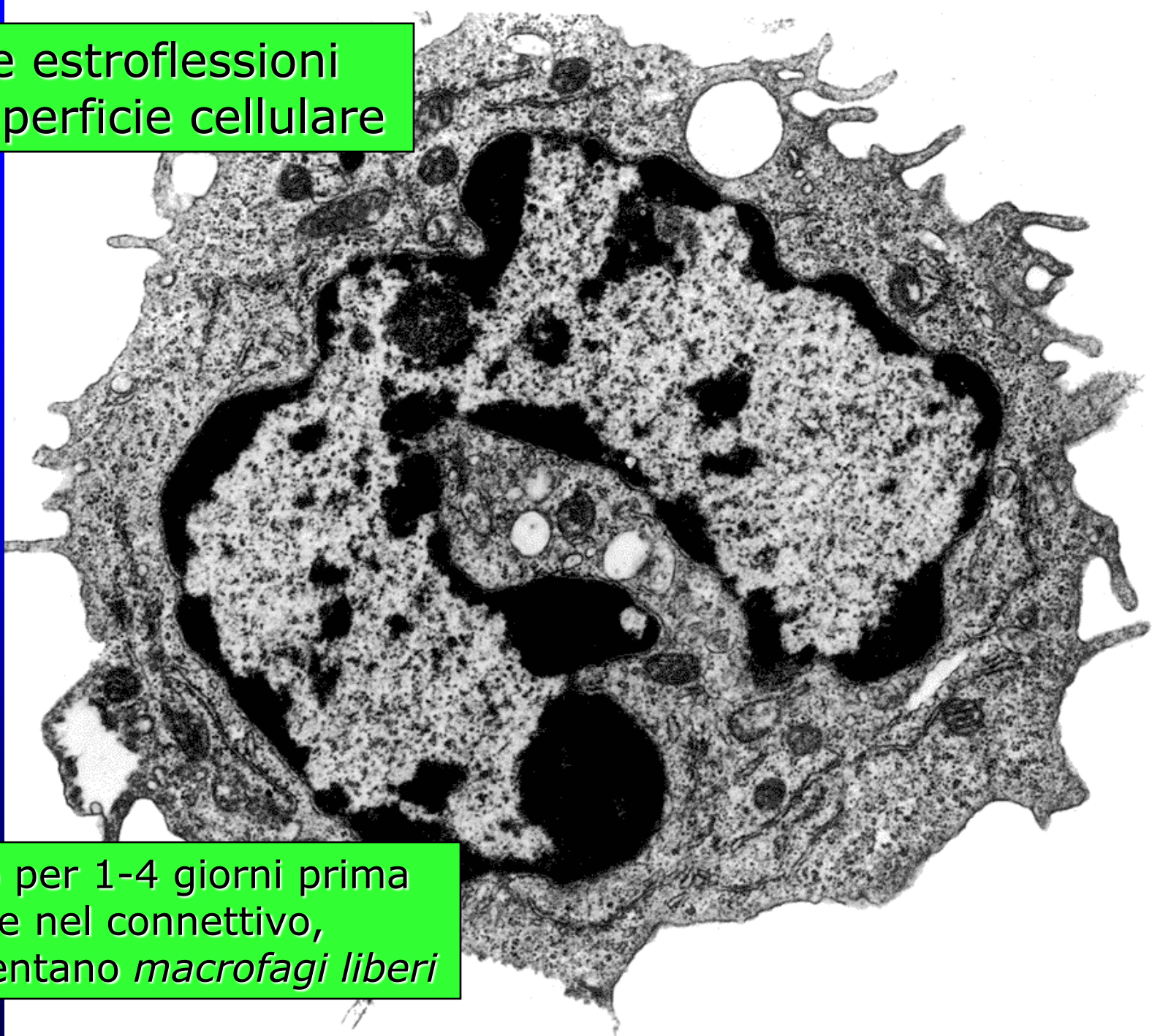
A microscopic image of a blood smear. The field is populated with many red blood cells, which appear as small, pinkish-red discs with a lighter center. A single, larger white blood cell, a monocyte, is prominent in the lower-middle section. It has a large, kidney-shaped nucleus stained a deep purple, and its cytoplasm is a lighter, translucent purple. The background is a pale, off-white color.

**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

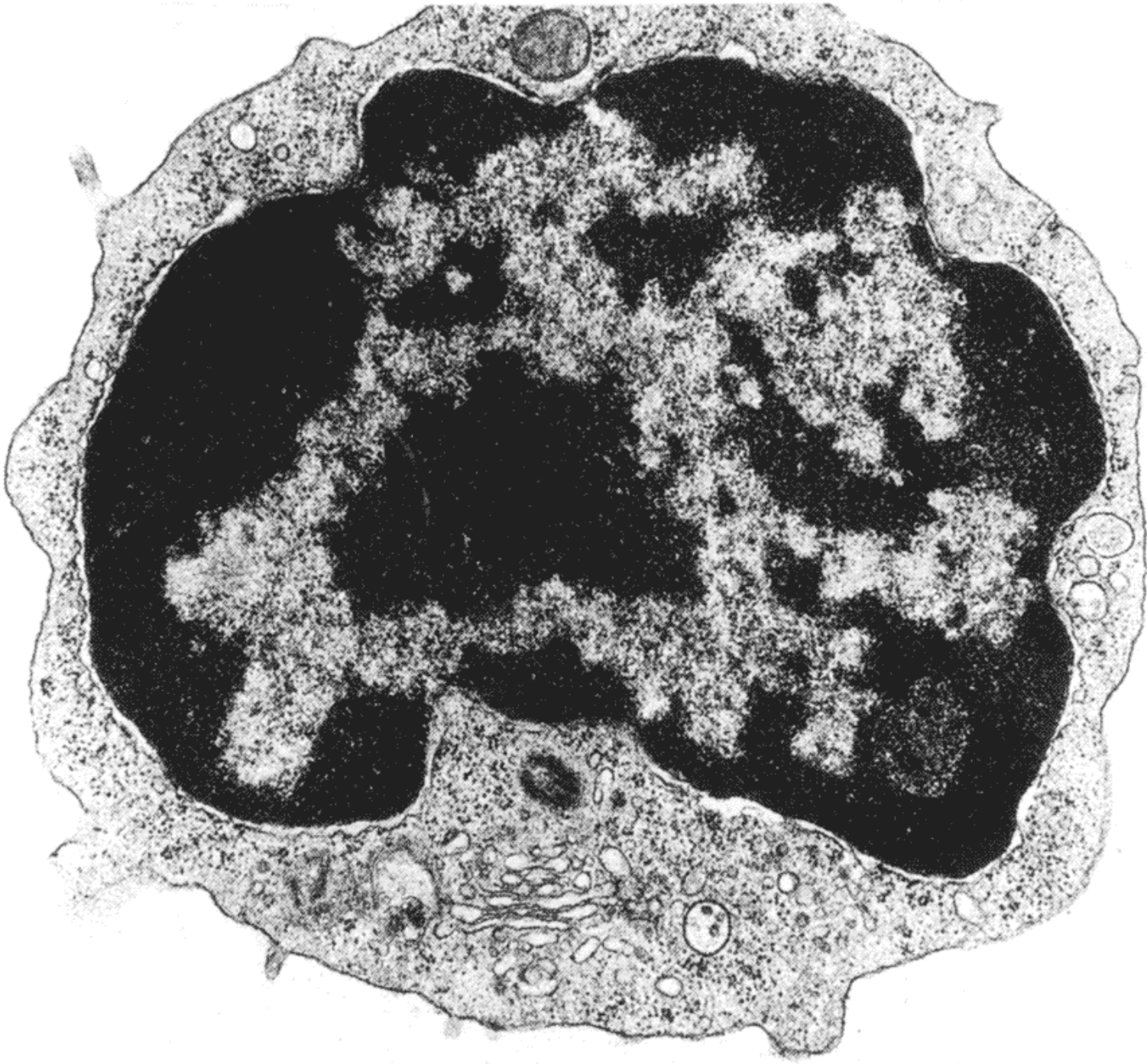




linfocita

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

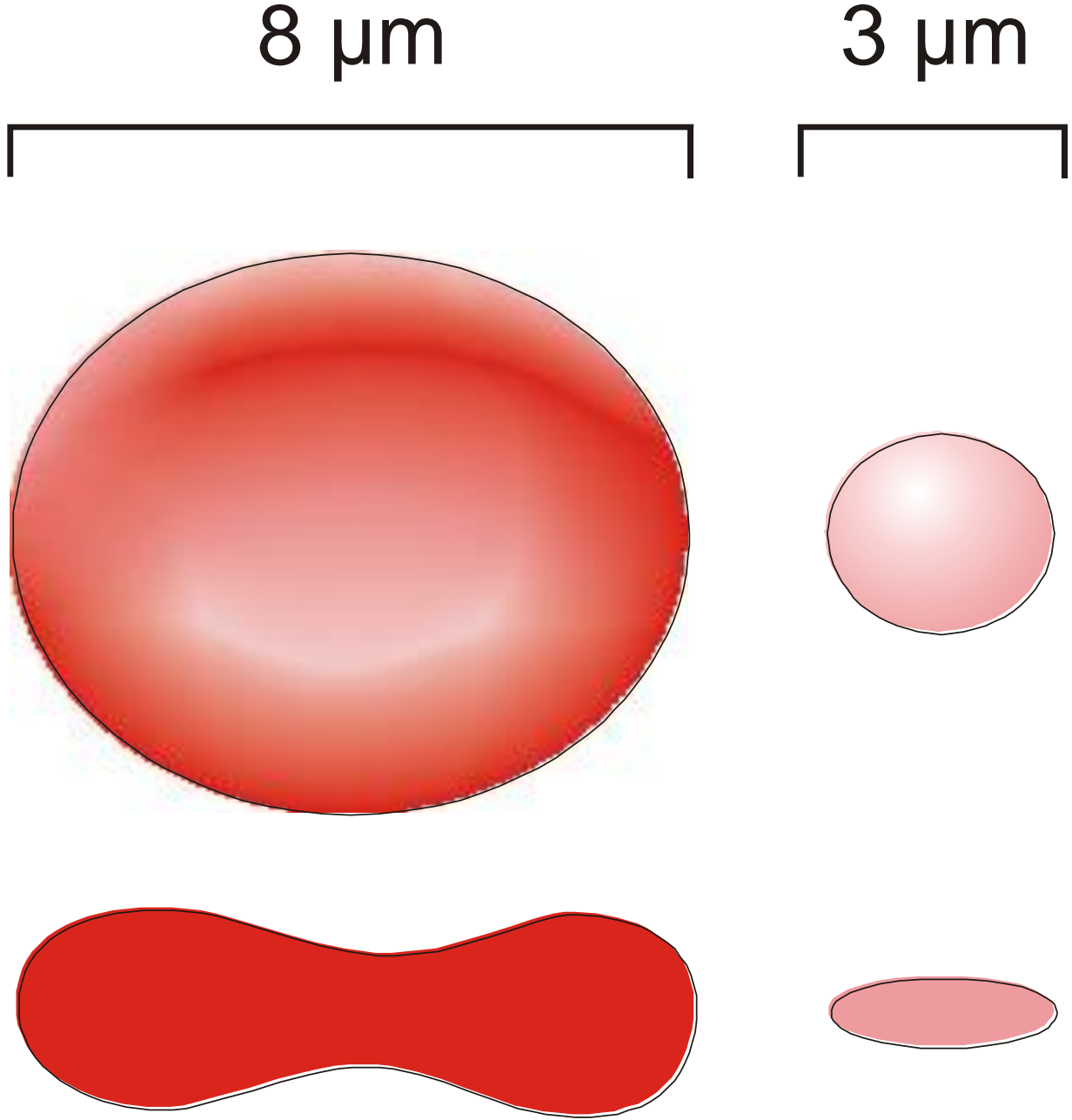
- Si distinguono in...
- T-helper
  - Coadiuvano i B nella risposta umorale
- T-citotossici
  - Secernono sostanze che uccidono cellule infette da virus o cellule estranee (per esempio, dopo trapianti)



# 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  $\mu\text{m}$
- 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

