

Chapitre 3

Éléments figurés du sang

Pr. Olivier David COHEN
Dr Julie MONDET

Plan

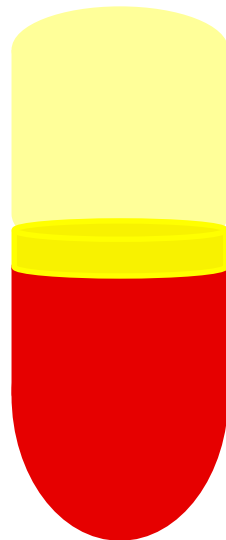
Plan

- Généralités
- Les érythrocytes
- Les leucocytes
 - Les polynucléaires neutrophiles
 - Les polynucléaires éosinophiles
 - Les polynucléaires basophiles
 - Les monocytes
 - Les lymphocytes
- Les thrombocytes

Généralités

Généralités

- Sang = plasma + éléments figurés du sang
- 70 ml/Kg chez l'homme adulte
- Moyens d'études
 - Prélèvement coagulé = caillot + sérum
 - Prélèvement sur anticoagulant = GR + Leucocytes et plaquettes + Plasma



Plasma 54%

Leucocytes + plaquettes 1%

GR 45%

- Coloration de May-Grünwald-Giemsa

Les érythrocytes

Les érythrocytes

- Généralités
- Aspects quantitatifs
- Aspects morphologiques
- Cycle des GR
- Propriétés

Les érythrocytes : généralités

- Cellules anucléées
- "Sacs" remplis d'hémoglobine
- Transport gazeux : O_2 + CO_2
- Activité métabolique pour maintenir :
 - L'intégrité membranaire
 - La fonction oxyphorique de l'hémoglobine

Les érythrocytes

- Généralités
- Aspects quantitatifs
 - Aspects quantitatifs
 - Nombre de GR
 - Hématocrite
 - Dosage de l'hémoglobine
 - Indices érythrocytaires
 - Teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine (TCMH)
 - Volume globulaire moyen (VGM)
 - Concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCHM)

Aspects quantitatifs

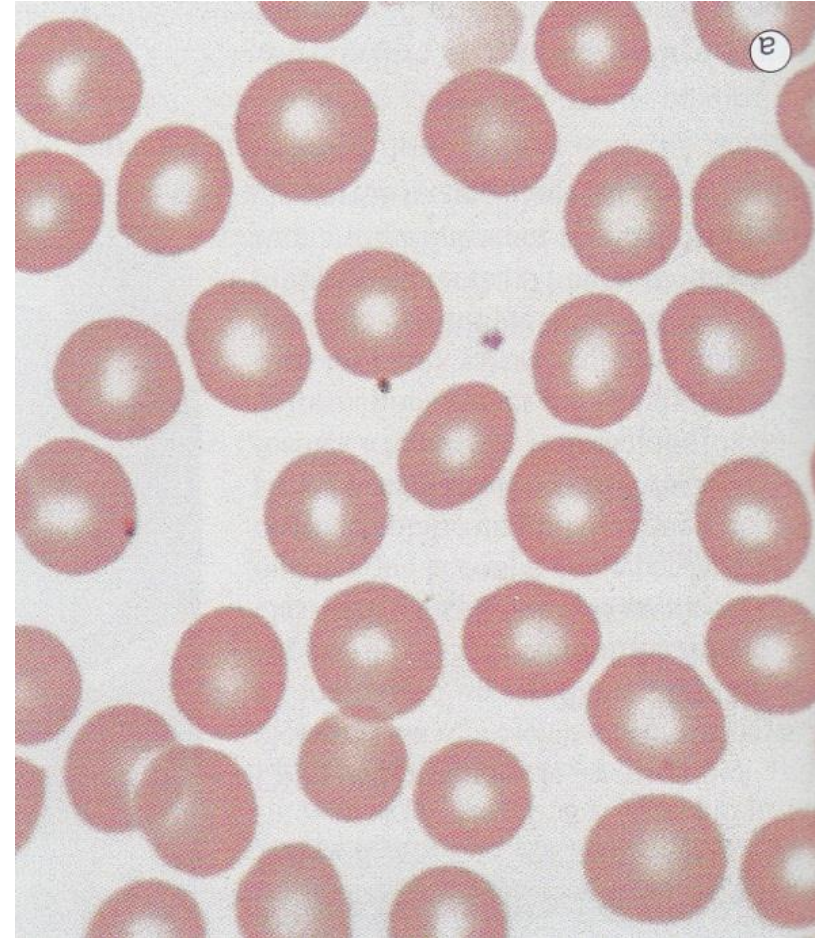
- Nombres :
 - 4,6 à 6,2 Tera / l chez l'homme (un tera = 10^{12})
 - 4,2 à 5,4 Tera / l chez la femme
- Hématocrite = volume des GR/sang total
 - 42 à 54% chez l'homme
 - 37 à 47% chez la femme
- Hémoglobine
 - 140 à 170 g/l chez l'homme
 - 120 à 160 g/l chez la femme adulte

Indices érythrocytaires

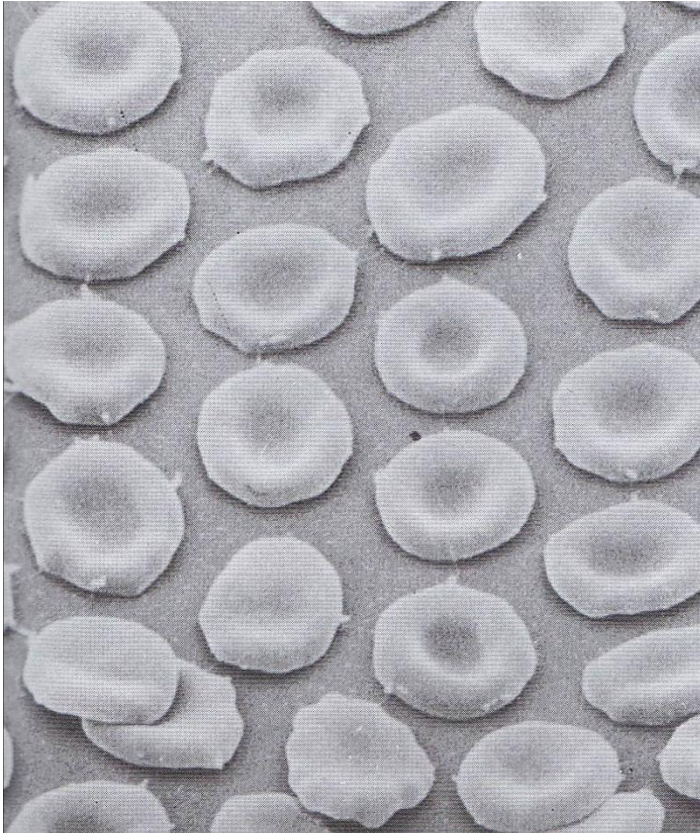
- Teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine (TCMH)
 - Rapport du taux d'hémoglobine sur le nombre de GR
 - 25 à 32 pg (picogramme = 10^{-12} gramme)
 - Correspond à la quantité d'hémoglobine par globule rouge
 - TCMH ↓ = Hypochromie
- Volume globulaire moyen (VGM)
 - Rapport de hématoците sur le nombre de GR
 - 80 à 100 fl (femto = 10^{-15})
 - Correspond au volume du globule rouge
 - Ses anomalies : la microcytose et la macrocytose
- Concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCHM)
 - Rapport du taux d'hémoglobine sur l'hématocrite
 - 320 à 360 g/l

Erythrocytes : morphologie

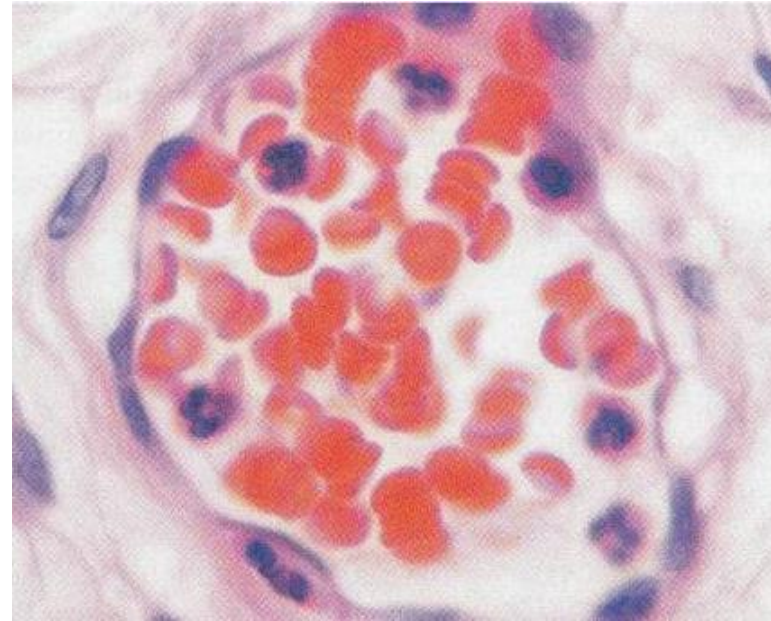
- Biconcave
- 7,2 à 8,3 μm de diamètre moyen
- 2,1 μm d'épaisseur
- Peut se déformer et circuler dans des capillaires de 3 μm de diamètre
- Colorés en rose par le MGG du fait de l'éosinophilie (ou acidophilie) du cytoplasme



Erythrocytes : morphologie



Microscopie à balayage

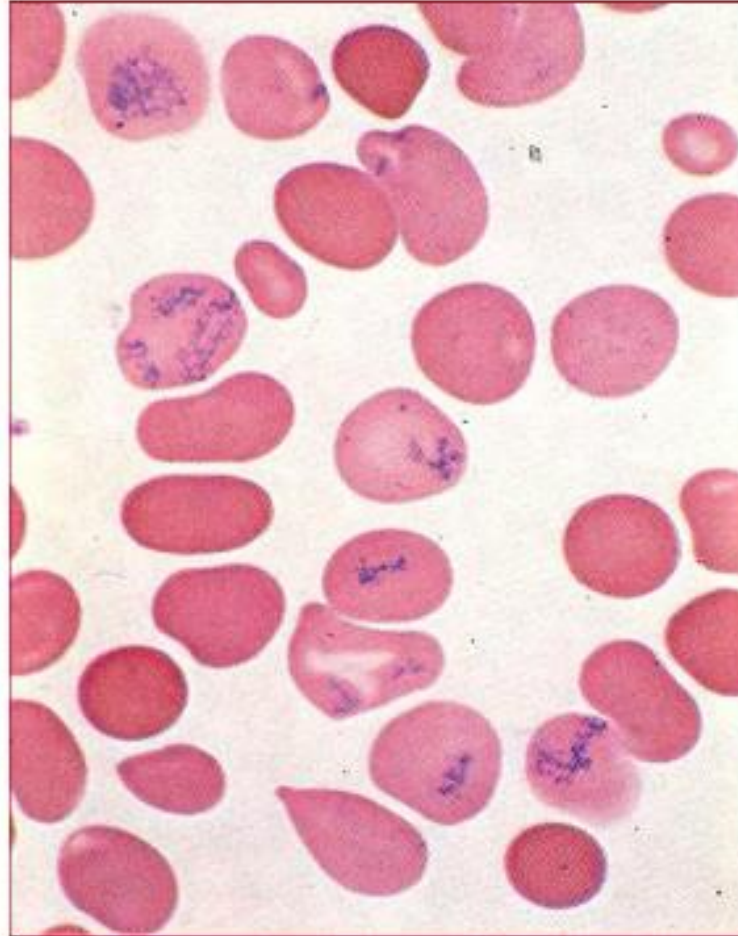


MO HE

Cycle des Erythrocytes

- Origine : les réticulocytes dans la moelle osseuse
 - Précurseurs des GR
 - Contient des ribosomes visibles sous la forme de
 - Granulations
 - Réseau filamenteux
 - Aspects quantitatifs
 - Environ 1% des GR
 - Valeurs normales : 20 à 120 G/l
 - Leur nombre reflète le degré de l'activité médullaire
 - => anémie régénérative
- Durée de vie : 120 jours
- Devenir : dans la moelle osseuse, rate et foie
 - Phagocytose
 - Recyclage des constituants, notamment du Fer

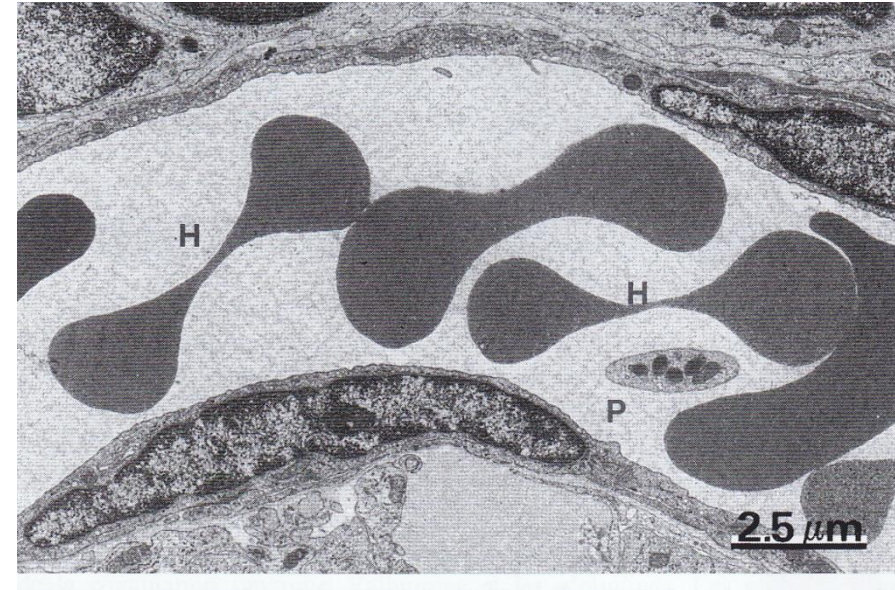
Réticulocytes



Color atlas of hematological cytology
FG Hayhoe; RJ Flemans; Mosby Year Book

Propriétés des GR

- Transport gazeux
 - De l'O₂ de l'alvéole aux tissus
 - Du CO₂ dans le sens inverse
- Plasticité
 - Déformation temporaire



Les leucocytes

Les leucocytes ou GB

- Les polynucléaires
 - Neutrophiles
 - Basophiles
 - Eosinophiles
- Les monocytes
- Les lymphocytes

Les polynucléaires neutrophiles : données quantitatives

- Les plus nombreux
 - 96 à 100% des PN
 - 40 à 75% de l'ensemble des GB
 - 1,5 à 7,5 G / L

Les polynucléaires neutrophiles : cycle

- Origine : la moelle osseuse
- 2 compartiments :
 - Le compartiment circulant
 - Le compartiment marginal
 - PNN sur les parois des capillaires et des veinules
 - Détachés par l'adrénaline (stress) ou lors d'un effort intense
- Durée de vie
 - 24 heures dans la circulation,
 - Puis marginalisation sur les parois
 - Passage puis séjour dans les tissus pendant 24 heures
- Devenir
 - Elimination dans les sécrétions
 - Ou meurent dans les infections

Les polynucléaires neutrophiles : morphologie

- MO
 - 12 – 14 μm de diamètre
 - Noyau
 - à chromatine condensée
 - 2 à 5 lobes réunis par un filament de chromatine; le + souvent 3 lobes
 - Cytoplasme
 - Clair en MGG
 - Nombreuses granulations fines, colorables par la mise en évidence de la myéloperoxydase

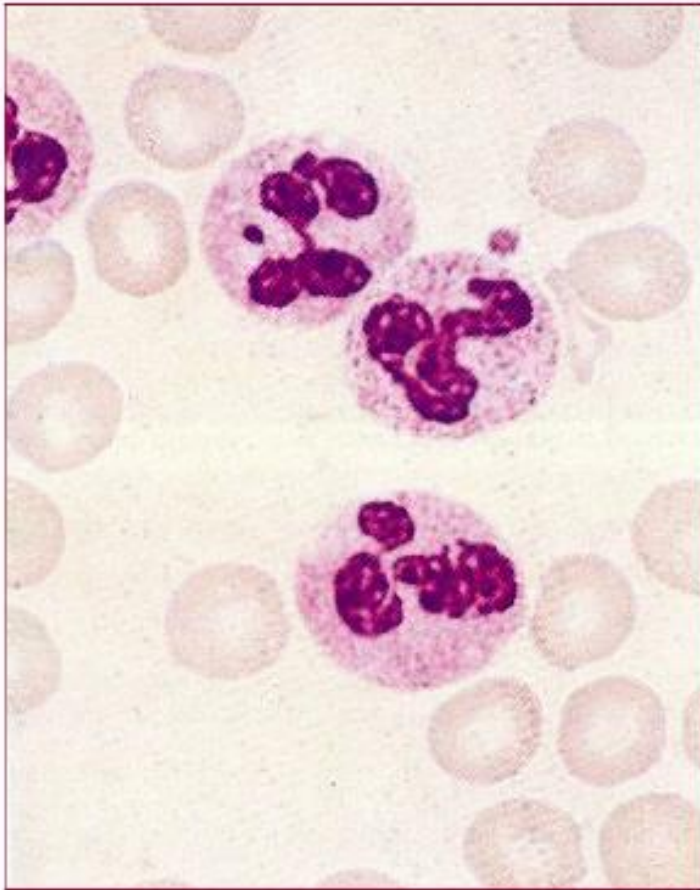
Les polynucléaires neutrophiles : morphologie (1)

- ME
 - Noyau à chromatine dense
 - Cytoplasme
 - 2 types de granulations (spécifiques et non spécifiques) de taille différente
 - Bande périphérique riche en filaments d'actine
- Cytochimie
 - Granulations non spécifiques : azurophiles, de grande taille
 - Myélopéroxydases
 - Hydrolases acides
 - Lysosyme
 - Granulations spécifiques, de petite taille
 - Phosphatases alcalines
 - Autres enzymes (collagénase, élastase, protéase)

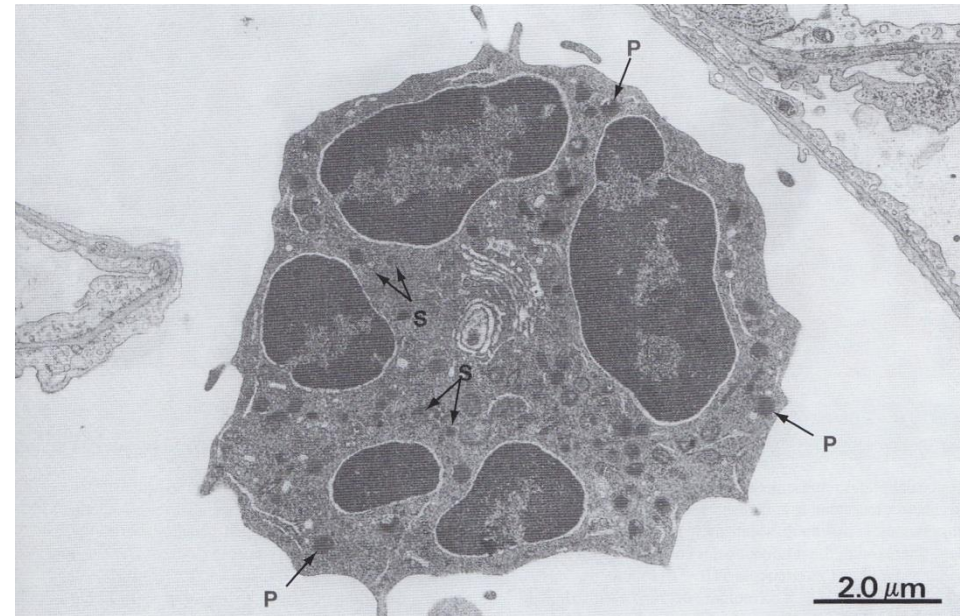
Les polynucléaires neutrophiles : morphologie (2)

- Immunocytochimie
 - Met en évidence des protéines membranaires spécifiques
 - CD13 : diminue au cours de la maturation
 - CD 33 : marqueur de la lignée myélomonocytaire
 - CD 16 : présent sur les PNN matures

Les polynucléaires neutrophiles : morphologie



Color atlas of hematological cytology
FG Hayhoe; RJ Flemans; Mosby Year Book



Atlas d'histologie fonctionnelle de Weather.
Young, Lowe, Stevens, Heath. De Boeck Ed

Les polynucléaires neutrophiles : propriétés

- Fonction de défense contre les micro-organismes :
 - Capacité de mobilisation : diapédèse et chimiotactisme
 - Grâce à son cytosquelette et à sa capacité d'adhérence
 - Déplacement
 - Au hasard
 - Ou ciblé par des substances chimiotactiques
 - Capacité de phagocytose
 - Opsonisation – pseudopodes - phagosomes
 - Capacité bactéricidie
 - Déplacement des lysosomes vers le phagosome
 - Fusion des membranes et vidange des lysosomes dans la vacuole de phagocytose
 - Destruction des bactéries avec un rôle important des dérivés de l'oxygène dans la bactéricidie
 - Repose sur l'action myéloperoxydasique des granulations azurophiles

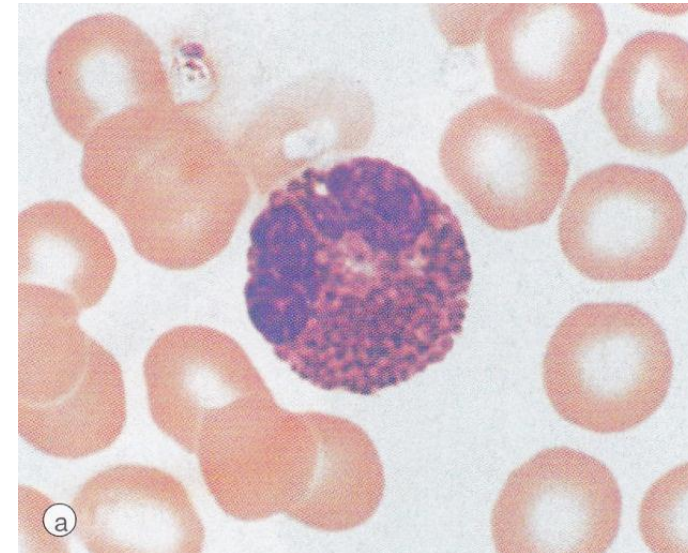
Les PN éosinophiles : données quantitatives et cycle

- Peu nombreux dans le sang circulant
 - $< 0,5$ G/L
- Cycle
 - Produits par la moelle osseuse
 - Court séjour dans le sang: 8 à 12 heures
 - Elles passent dans les tissus
 - Où ils restent 8 à 10 jours

=> La proportion de PN éosino est 100 fois plus importante dans les tissus que dans le sang

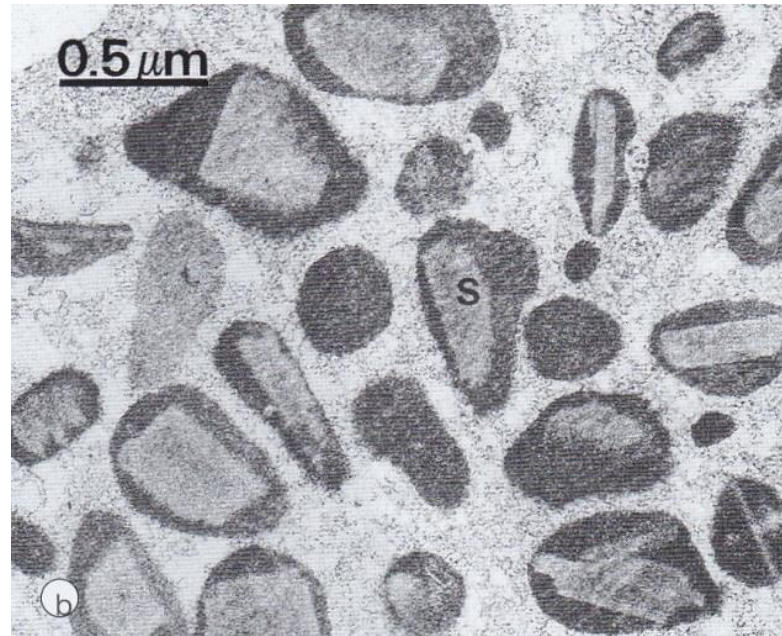
Morphologie des PN éosinophiles

- Morphologie en MO
 - 12 à 17 μm de diamètre
 - Noyau bilobé à chromatine condensée
 - Cytoplasme contenant :
 - Des granulations spécifiques
 - de grande taille
 - acidophiles
 - et orangées après coloration de MGG



Morphologie des PN éosinophiles

- En ME
 - Granulations de 0,5 à 1,5 μm de diamètre
 - Contiennent une matrice granulaire + une formation cristalloïde allongée



Immunochimie des PN éosinophiles

- Les granulations contiennent
 - Une peroxydase différente de la myéloperoxydase des PN neutrophiles
 - Des hydrolases acides
 - Beaucoup de protéines de haut poids moléculaire très cytotoxiques
 - La Major Basic Protein (MBP) qui constitue le cristalloïde
 - L'éosinophil Cationic Protein (ECP) qui est retrouvé dans la matrice

Fonction des PN éosinophiles

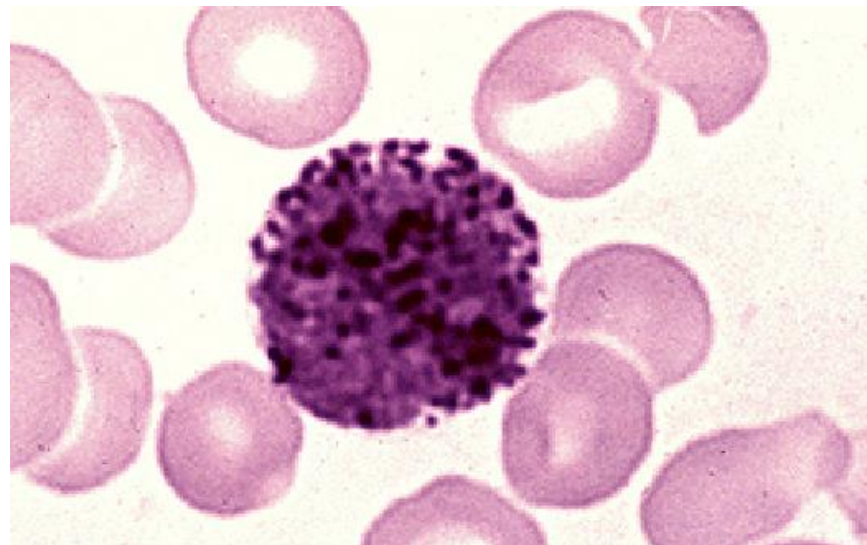
- Chimiotactisme et déplacement vers un gradient de concentration
- Participent aux réactions d'hypersensibilité immédiate et retardée
- Rôle mineur de bactéricidie et de phagocytose
- Lutte anti-infectieuse dans la destruction d'organismes trop gros pour être phagocytés, comme les parasites

Les PN basophiles

- Les moins nombreux des PN
 - Moins de 0,1 G / L
- Origine : la moelle osseuse
- Durée de vie : 3 à 4 jours

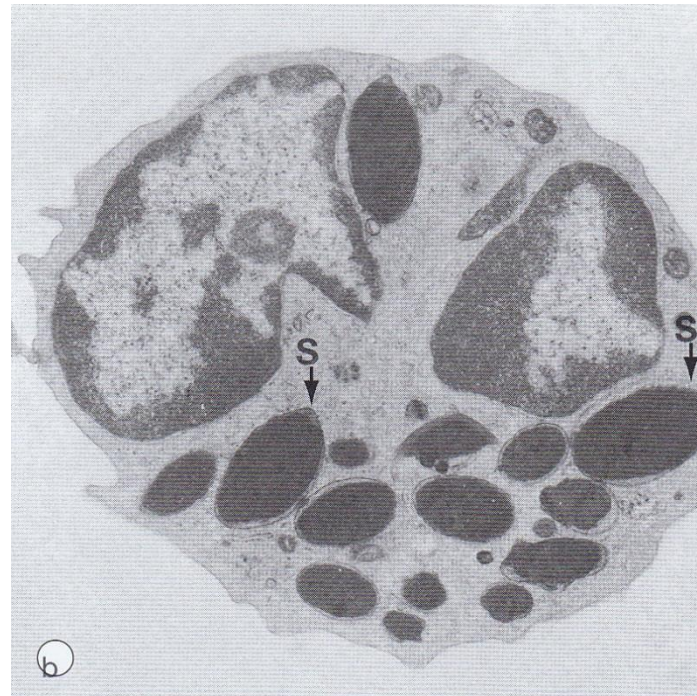
Morphologie des PN basophiles

- Morphologie en MO
 - 10 à 14 μm de diamètre
 - Noyau
 - Bilobé
 - Généralement masqué par de nombreuses granulations
 - Très basophiles (bleues ou violettes au MGG)
 - Métachromatiques (rouge en coloration au bleu de toluidine)



Morphologie des PN basophiles

- Morphologie en ME
 - Les granulations sont formées de petits grains denses entourés d'une membrane



Cytochimie et immunocytochimie des PN basophiles

- Les granules basophiles contiennent :
 - De l'histamine
 - De l'héparine
 - De l'Eosinophils Chemotactic Factor of Anaphylaxis (ECFA) :
 - un facteur chimiotactique pour les PN éosinophiles
 - Du Platelet Activating Factor (PAF)
 - Facteur d'activation des plaquettes
- Marqueurs spécifiques du PN basophile
 - Aucun au repos
 - Uniquement lors de leur activation
 - Protéines spécifiques au niveau de sa membrane plasmique (CD 63 ou CD 203)
 - Utilisées dans les tests diagnostiques d'allergie immédiate

Fonction des PN basophiles

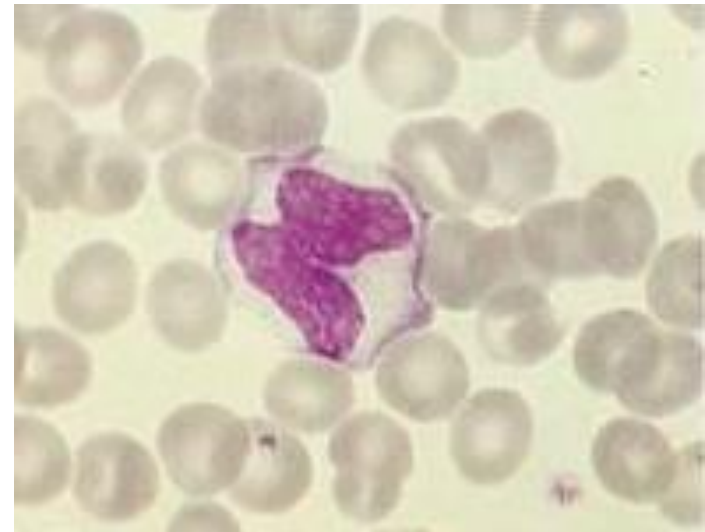
- Les PN basophiles sont douées :
 - Surtout de dégranulation par exocytose
 - D'un chimiotactisme et mobilité faible
 - De phagocytose faible
- Cellules des manifestations allergiques de type immédiat
 - C'est-à-dire celles médiées par les IgE

Les monocytes

- Les monocytes et les macrophages constituent le système des phagocytes mononucléés
- Cycle
 - Durée de séjour dans le sang circulant très courte (environ 24 h)
 - Sortie des vaisseaux par diapédèse
 - Migration dans les tissus
 - Différenciation en macrophage
- Aspects quantitatifs
 - 2 à 10% de la totalité des GB
 - 0,2 à 1 G/L

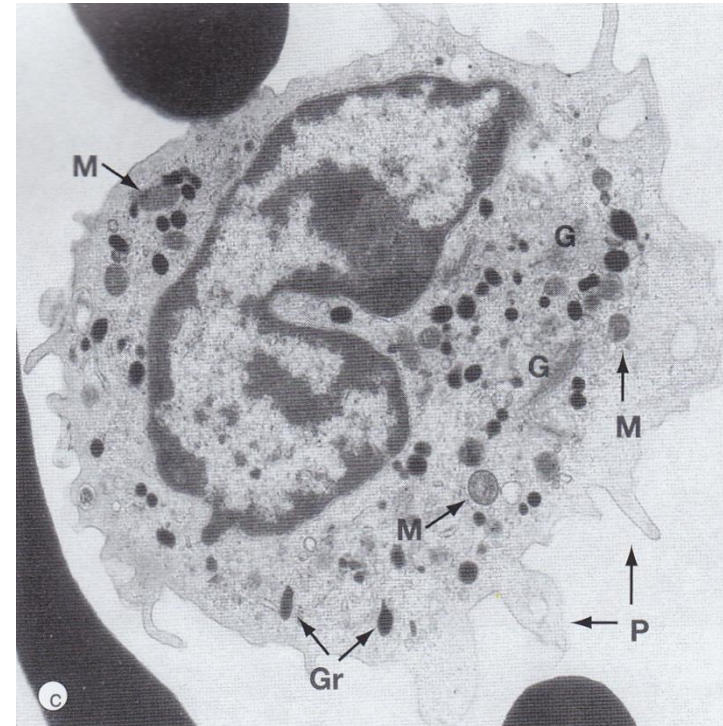
Les monocytes

- Morphologie au MO d'un frottis en MGG
 - Arrondie
 - 10 à 18 μm de diamètre
 - Cytoplasme
 - Gris bleuté (en ciel d'orage)
 - Aspect finement granulaire, hétérogène avec de petites vacuoles
 - Prolongements cytoplasmiques en périphérie
 - Noyau
 - A chromatine fine
 - A la forme variable : en « E », en « Z » ou en « fer à cheval »



Les monocytes

- Morphologie au ME
 - Chromatine fine
 - Organites dans l'encoche du noyau
 - De nombreuses granulations (G) de petite taille = lysosomes
 - Membrane plasmique irrégulière avec de nombreuses expansions (P) et microvillosités



Histochimie des monocytes

- Cytochimie
 - Quantité importante de lysozyme
 - Excrété régulièrement dans le plasma et provoque la lyse des parois bactériennes
 - Activité myéloperoxydasique variable
 - Forte activité estérasique
- Immunohistochimie : expression membranaire
 - CD 33 et CD 13, spécifique de la lignée myélomonocytaire
 - De HLA DR, récepteur du complexe majeur d'histocompatibilité
 - Mais surtout de CD14, spécifique des monocytes
 - Récepteur protéique qui favorise sa liaison avec les lipopolysaccharides bactériens

Propriétés des monocytes

- Ils jouent un rôle prépondérant dans les défenses de l'organisme :
 - nettoyage non spécifique (« cellules poubelles »)
 - et rôle dans les réactions immunes.
- Leurs propriétés fondamentales sont :
 - leur mobilité,
 - leur pouvoir de phagocytose
 - et leur capacité sécrétrice.

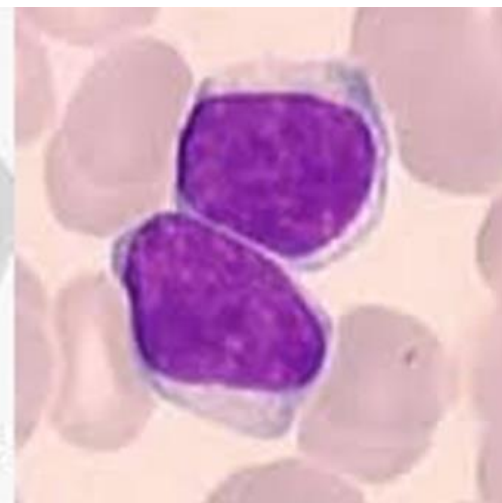
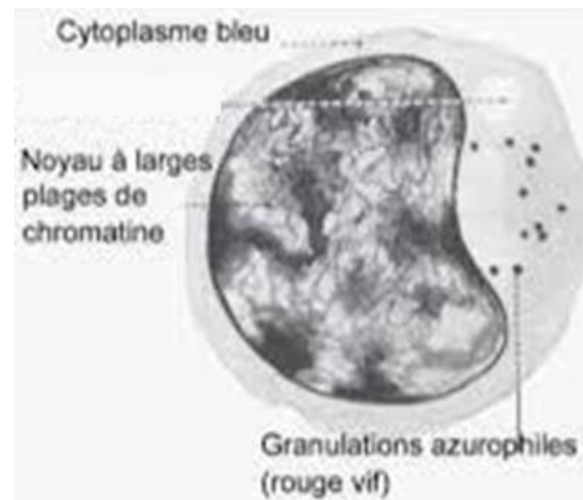
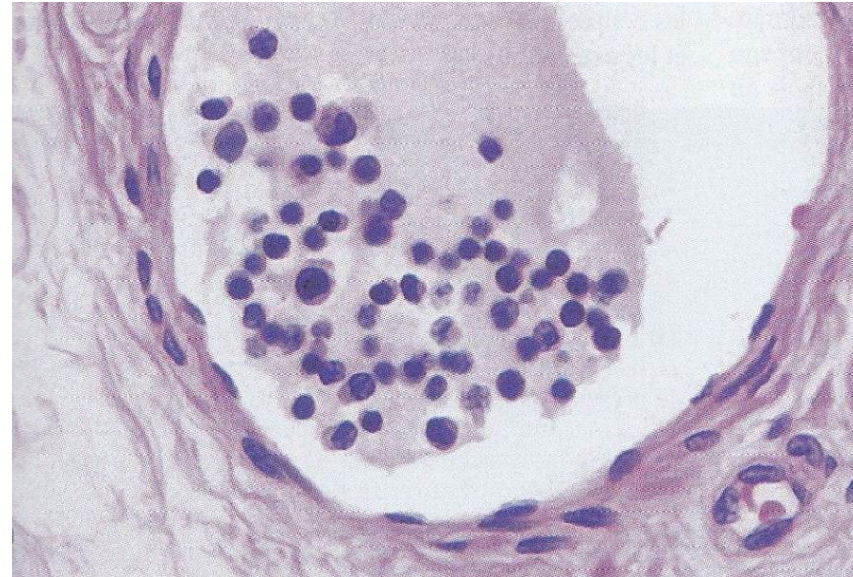
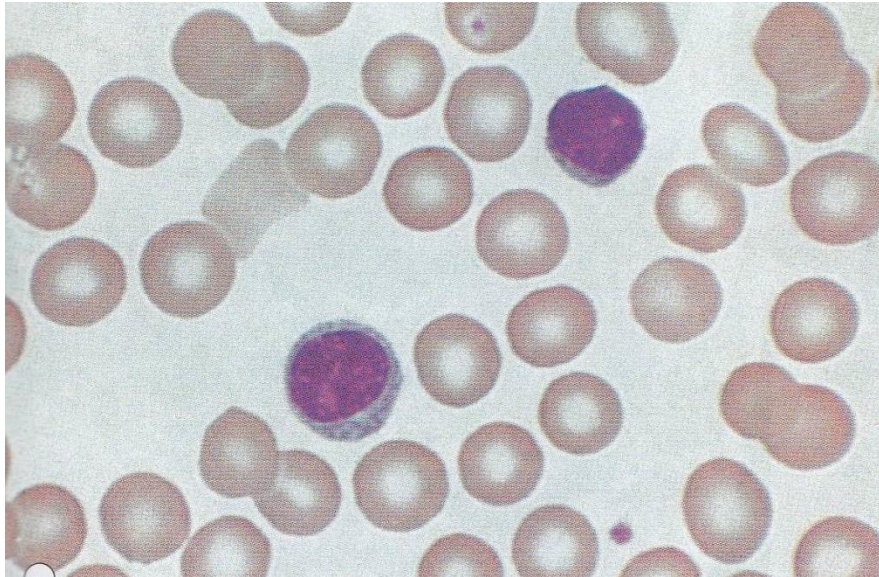
Les lymphocytes : données quantitatives

- 1 à 4 G/l
- 20 à 40% des leucocytes chez l'adulte.
- Chez l'enfant, on retrouve majoritairement des lymphocytes par rapport au PNN. On parle de formule inversée.
- Durée de vie parfois très longue pour certains lymphocytes mémoires

Les lymphocytes : données morphologiques

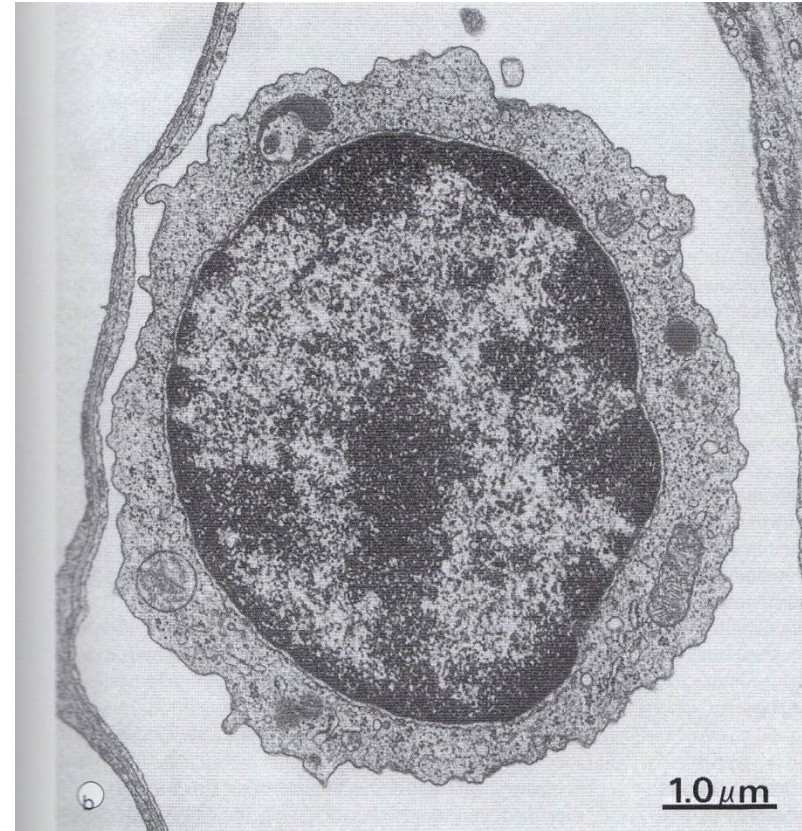
- MO
 - Petit lymphocyte
 - 7µm de diamètre, arrondie
 - Noyau sphérique à chromatine dense et homogène qui occupe la quasi-totalité de la cellule
 - Cytoplasme réduit à un mince liseré d'aspect bleu en MGG
 - Grand lymphocyte
 - 12 µm de diamètre
 - Noyau à chromatine moins condensée
 - Cytoplasme pâle avec des granulations azurophiles

Les lymphocytes : morphologie



Les lymphocytes : morphologie

- En ME on observe les signes d'une cellule au repos:
 - Un noyau avec :
 - une chromatine dense
 - Il n'existe pas de nucléole
 - Un cytoplasme pauvre en organite



Les lymphocytes : aspects fonctionnels

- Responsables des réponses spécifiques immunitaires
- Au repos dans le sang circulant
- Peuvent participer à la réponse immunitaire dans les organes lymphoïdes secondaires
- Tous semblables, mais il y a différentes catégories fonctionnelles :
 - Lymphocytes B : 10% des lymphocytes circulants
 - Lymphocytes T : 75% des lymphocytes circulants
 - Lymphocytes NK : Natural Killer

Les lymphocytes : aspects fonctionnels

- Catégories par des marqueurs spécifiques
 - Les lymphocytes B
 - Différenciation dans la moelle osseuse
 - Marqueur phénotypique = IgM de membrane hypervariables
 - Les lymphocytes T
 - Différenciation au niveau du thymus
 - Marqueur de membrane invariant = le CD3
 - 2 sous-groupes :
 - le co-récepteur CD4, caractéristique des lymphocytes T auxiliaires, ou Helper
 - Le récepteur CD8, caractéristique des lymphocytes T cytotoxiques.
- Catégories par des fonctions distinctes dans l'immunité
 - Les lymphocytes B :
 - Immunité humorale et fabrication d'anticorps
 - Les lymphocytes T
 - Participent à l'immunité cellulaire par les lymphocytes cytotoxiques
 - Sécrètent des cytokines ou lymphokines
 - Coopération des lymphocytes T helper avec les lymphocytes B

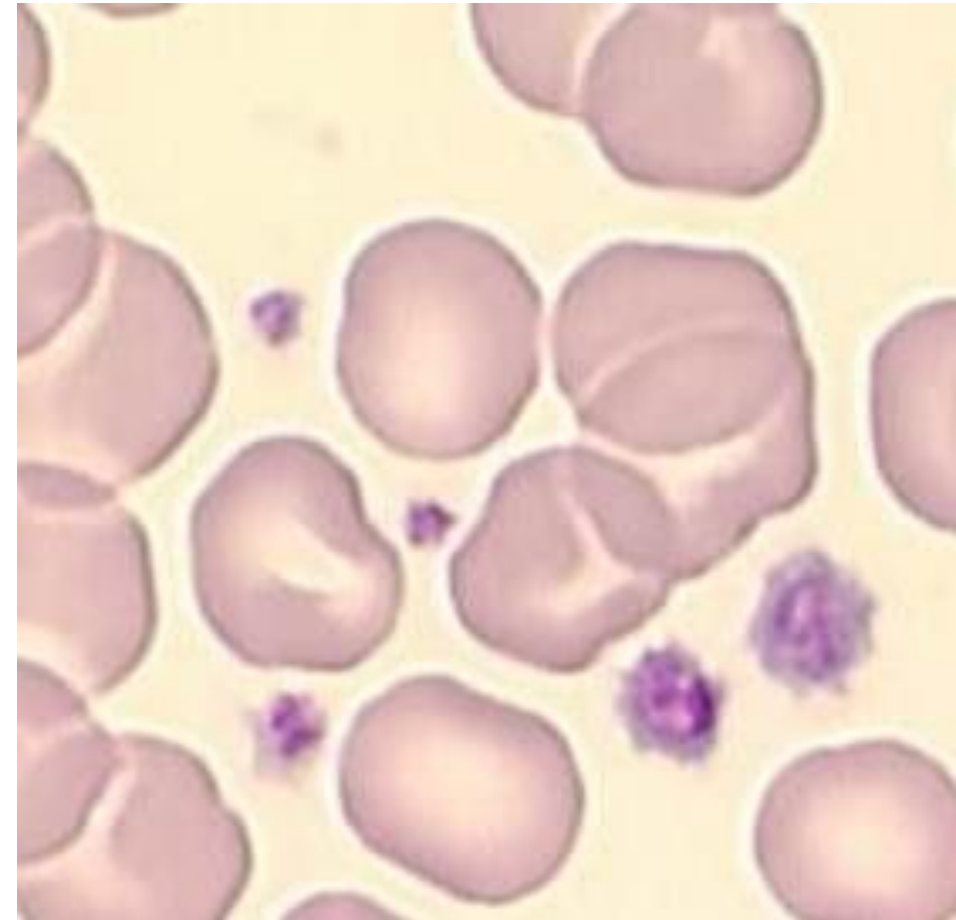
Les thrombocytes

Les thrombocytes : données quantitatives

- 150 à 400 G/l soit 150 000 à 400 000 plaquettes/mm³ de sang
- Durée de vie : 8 à 12 jours

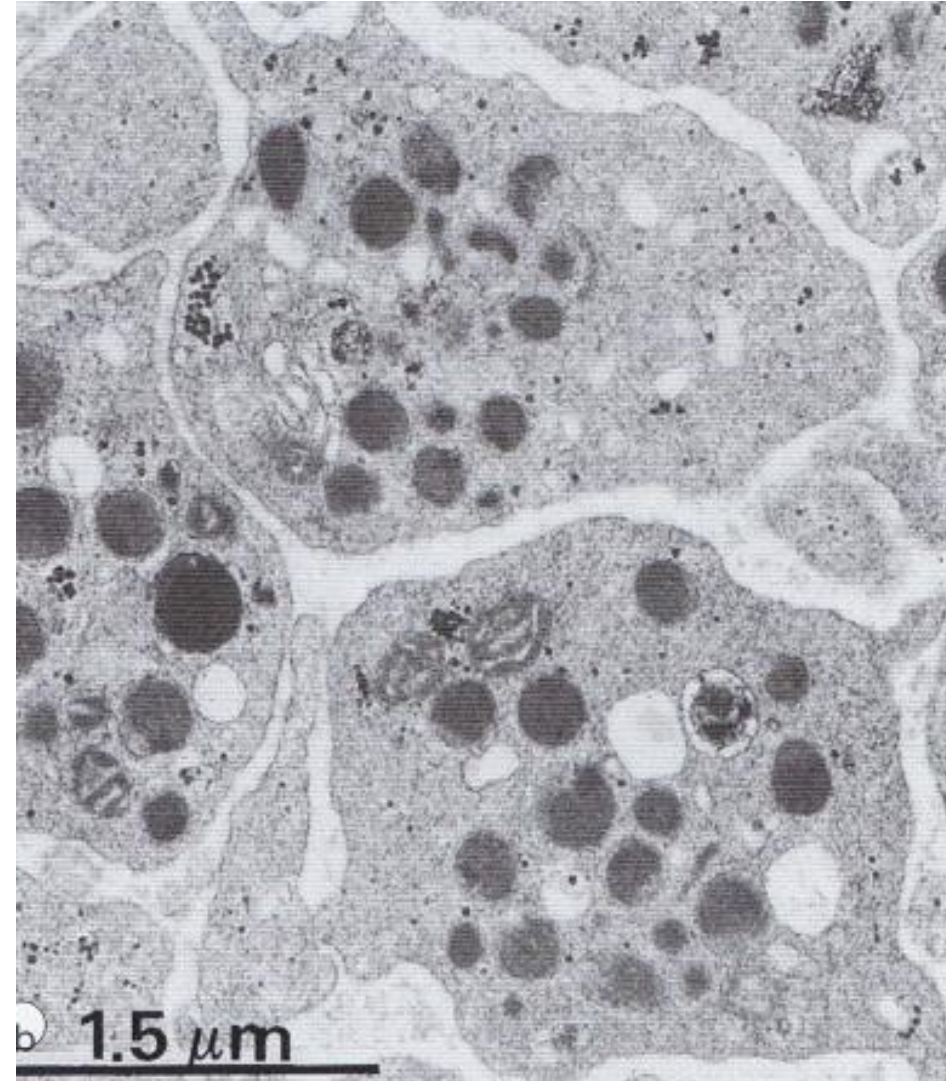
Les thrombocytes : données morphologiques

- MO
 - Tout petits
 - Anucléés
 - 2 à 4 μm de diamètre
 - 2 parties :
 - Le granulomère
 - Région centrale
 - Granuleuse
 - azurophile
 - Le hyalomère
 - Périphérique
 - Non granuleuse, hyaline



Les thrombocytes : données morphologiques

- ME
 - Membrane
 - Revêtue d'un glycocalyx
 - Riche en glycoprotéines
 - Cytoplasme
 - Riche en cytosquelette
 - Riche en protéines contractiles
 - Ribosomes, mitochondries
 - Granules :
 - Clairs : granules alpha
 - Sombres : granules denses



Les thrombocytes : fonctions

- Capital au cours de l'hémostase primaire
- 3 temps plaquettaires suivant une lésion vasculaire
 - Adhésion plaquettaire :
 - sur le collagène sous-endothélial
 - Par l'intermédiaire du facteur de Willebrand et d'un récepteur plaquettaire pour le facteur de Willebrand
 - Activation des plaquettes
 - Deviennent sphériques
 - Expriment le récepteur du fibrinogène
 - Libèrent le contenu des granules
 - Agrégation plaquettaire
 - Formation du thrombus blanc = clou plaquettaire
- Vasoconstriction associée

Bon travail !

Mentions légales

L'ensemble de ce document relève des législations française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle. Tous les droits de reproduction de tout ou partie sont réservés pour les textes ainsi que pour l'ensemble des documents iconographiques, photographiques, vidéos et sonores.

Ce document est interdit à la vente ou à la location. Sa diffusion, duplication, mise à disposition du public (sous quelque forme ou support que ce soit), mise en réseau, partielles ou totales, sont strictement réservées à l'Université Grenoble Alpes (UGA).

L'utilisation de ce document est strictement réservée à l'usage privé des étudiants inscrits à l'Université Grenoble Alpes (UGA), et non destinée à une utilisation collective, gratuite ou payante.