

## Vér alakos elemeinek morfológiája:

**A:** Vörösvértestek.

**B:** Nagy limphocyta NK sejt

**C, E, I:** Neutrophil granulocyták

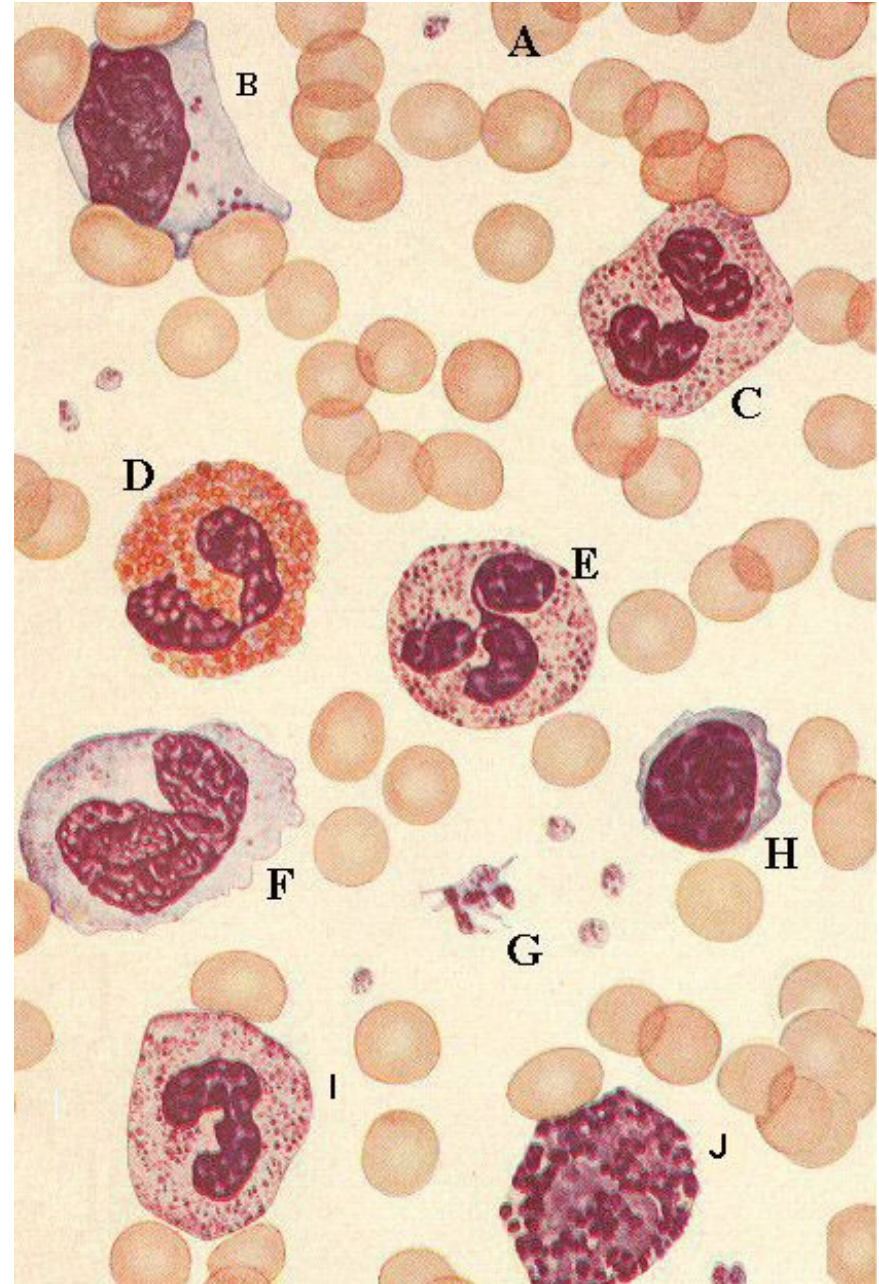
**D:** Eozinophil granulocyta

**F:** Monocyta

**G:** Thrombocyták

**H:** Limphocyta

**J:** Bazophil granulocyta



## Vörösvértest

### Membrán szerkezete

A vörösvértestek átlagos membránfelülete  $137 \text{ mm}^2$ , viszonylag nagy a sejt térfogatához, a  $85\text{-}90 \text{ mm}^3$ -hez képest.

Ez különösen alkalmassá teszi e sejteket a transzportfolyamatok vizsgálatára.

A vörösvértestmembrán deformálható, de nyújthatatlan.

A folyadékterek közötti anyagáramlást alapvetően az ozmolalitás és a tonicitás befolyásolja, a részecskék mérete, a töltésviszonyok és a membránpermeabilitás mellett.

*Hipozmotikus* ( $c < 290 \text{ mosm/kg}$ ) közegben víz áramlik a sejt belsejébe, ezáltal csökken a felület/térfogat arány és a sejt alakja egyre jobban megközelíti a gömböt (szferocita) majd egy adott térfogatot elérve a membrán megreped, a sejt belsejéből a hemoglobin és az oldott fehérjék kidiffundálnak (ozmotikus hemolízis). A lízis után visszazáródott membránok az ún. ghostok.

*Hiperozmotikus* ( $c > 300 \text{ mosm/kg}$ ) közegben pedig víz áramlik ki a sejtől a sejt térfogata csökken, göcsörtös felszínű vagy súlyzó alakú lesz.

*Izozmotikus* közegben a térfogat nem változik, marad az eredeti alak.

- **Fehérvérsejtek: granulocita, monocita, limfocita;**

Összesen 5-6 ezer/mikroliter

- *Granulociták (mikrofág)*

12-15 mikron átmérőjű, karéjos mag,

fagocita funkciójukkal összefüggően a plazmában különböző enzimeket tartalmazó szemcsék

szemcsék festődése alapján neutrofil (fvs-ek 50-70%-a),

eozinofil,

bazofil granulocita

7 óra után kilépnek az érpályából,

néhány napig élnek

- *Monociták*

15-20 mikron átmérőjű makrofágok

hónapokig élnek

szöveti makrofágok: szövetekbe lépve osztódnak

- *Limfociták*

6-20 mikron átmérő

szerezett immunitás kialakítása

évtizedekig élnek

fvs-ek 20-40 %-a

B-sejtek: immunoglobulinok termelése plazmasejtté alakulva

T-sejtek: sejtes válasz, pl. szervátültetés, opszonizáció

- **Vérlemezke**

mindig az ér pályában marad

10 napig él

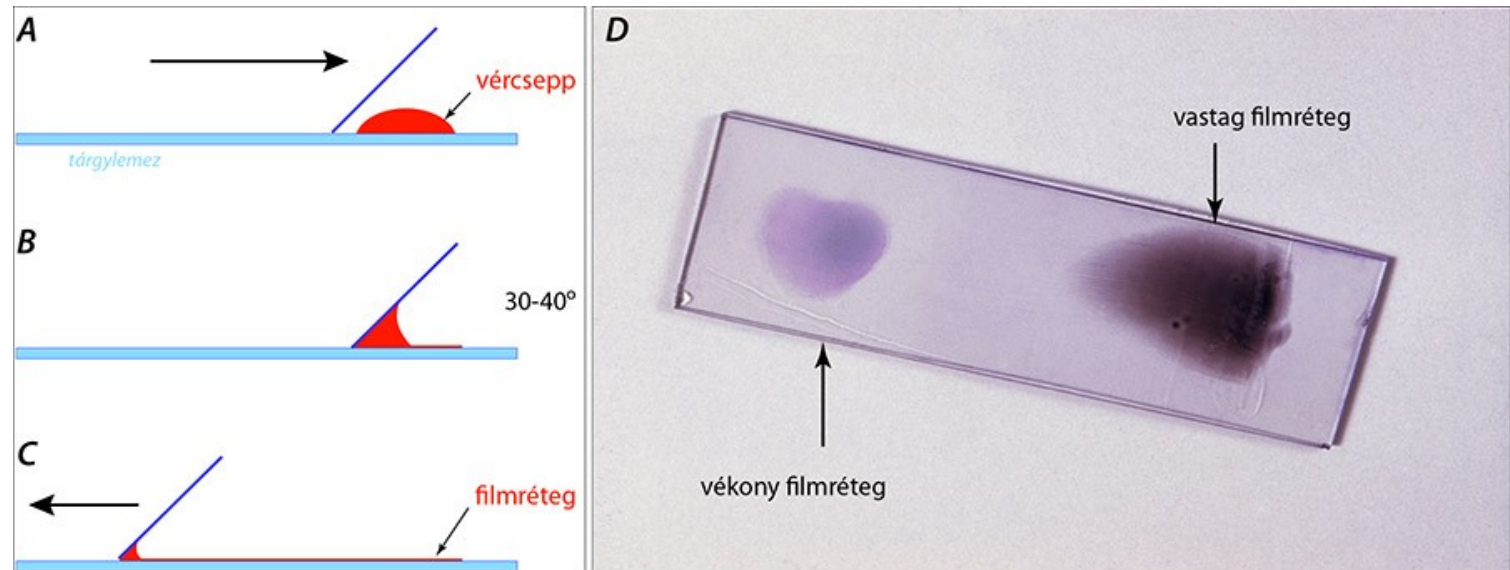
60 mikron átmérőjű megakariociták szétesésével keletkezik

150-300 ezer/mikroliter

# Vérkenet készítése

forrás: [http://ttktamop.elte.hu/online-tananyagok/szovettani\\_es\\_sejtbiologiai\\_vizsgalomodszerek/ch02s02.html](http://ttktamop.elte.hu/online-tananyagok/szovettani_es_sejtbiologiai_vizsgalomodszerek/ch02s02.html)

Vérkenet készítése (A–C) és eredménye (D). A kenet készítésének

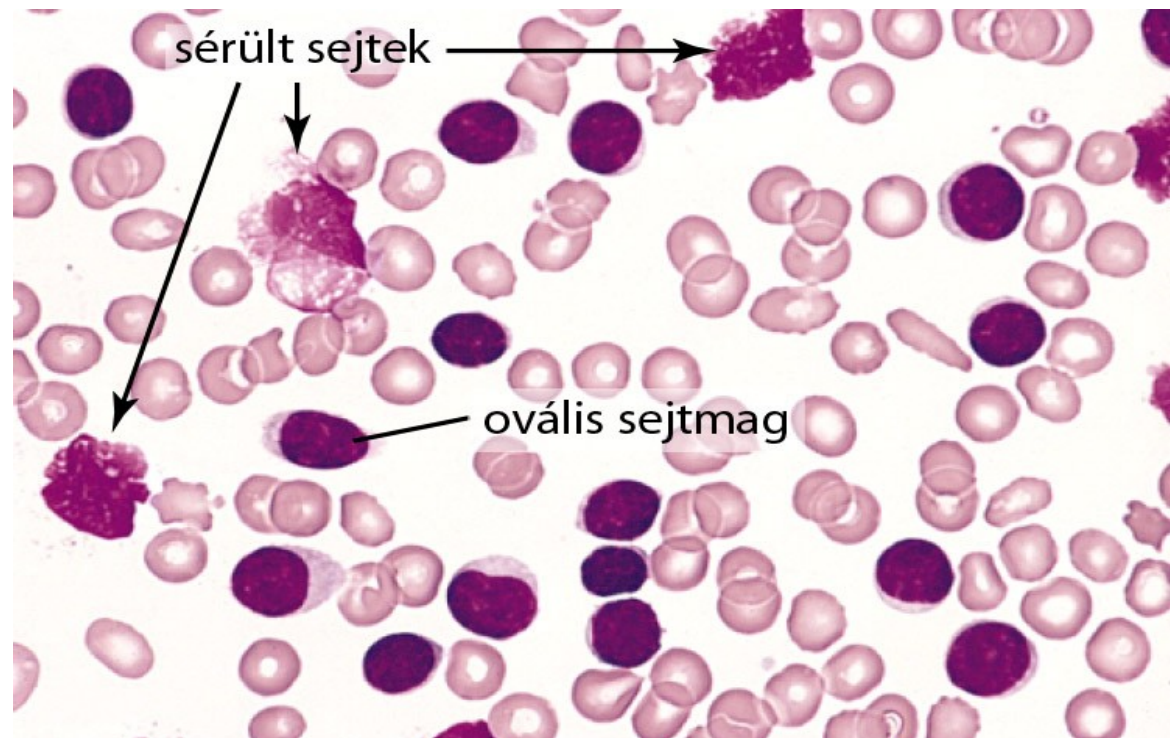


lépései (A): a tárgylemezen lévő vércsepp felé egy másik lemezt közelítünk (A), amelynek szélén a csepp szétfut (B). A lemezt 30-40 fokos szögben tartva azt előretoljuk, így a cseppet vékony réteggé húzzuk szét (C). A vérkenetek festés után (D)



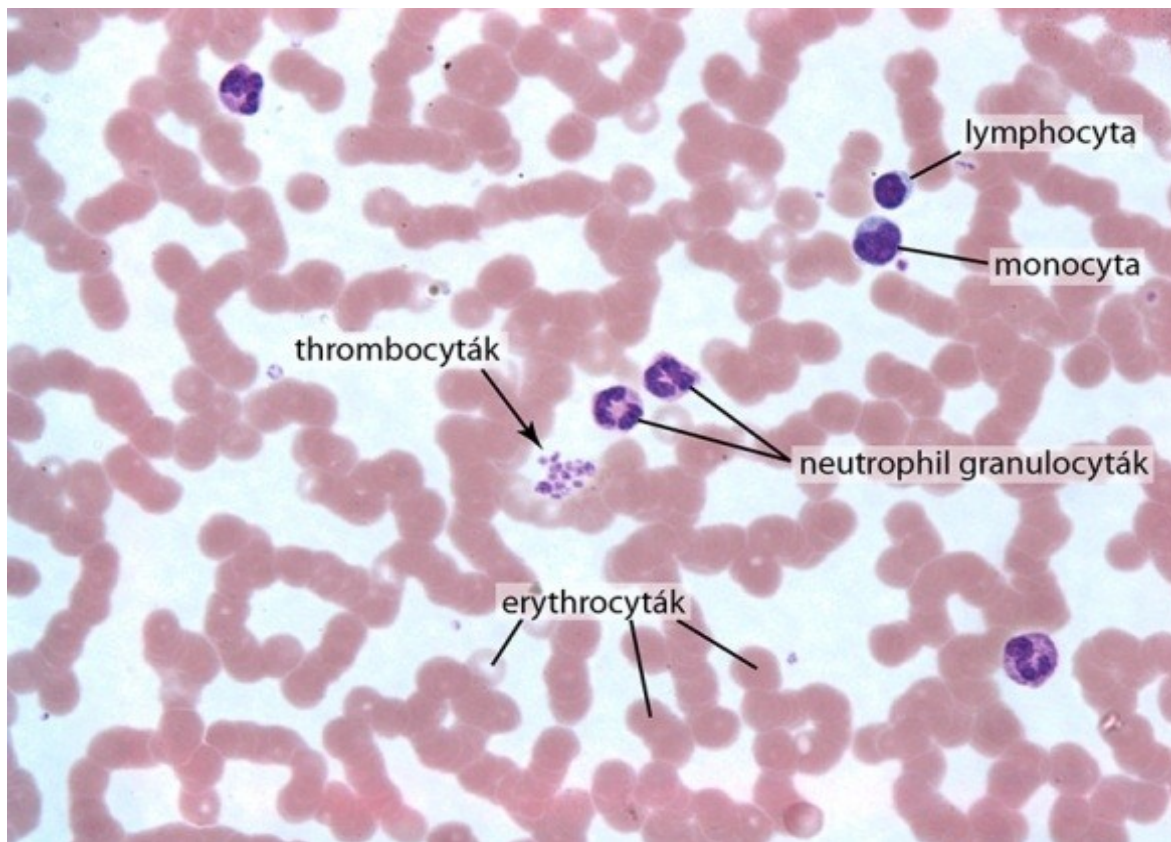
A **Giemsa-festés** a DNS foszfátcsoportjaira specifikus eljárás, amely elsősorban az adenin/timin párosban gazdag szakaszokat jelöli. A festékeverékben metilénkék, eozin és azúr-B festékek vannak.

Vérkenet festésekor a vörösvérsejtek (*erythrocyták*) és a vérlemezkék (*thrombocyták*) rózsaszínűre festődnek, a fehérvérsejtek (*leucocyták*) plazmája a kék különböző árnyalataiban tűnik elő, magjuk pedig lilásra színeződik.





**May–Grünwald-festés:**. A festék itt eozin és metilénkék. Az eljárással a vörösvértestek rózsaszínűre, a fehérvérsejtek magvai ibolyás kékre festődnek. Az eozinofil granulocyták szemcséi pirosra, a *neutrophil* sejtek granulumaival világos ibolyakékre, míg a *basophil granulocyták* szemcséi kékre festődnek. A *lymphocyták* plazmája kék lesz.

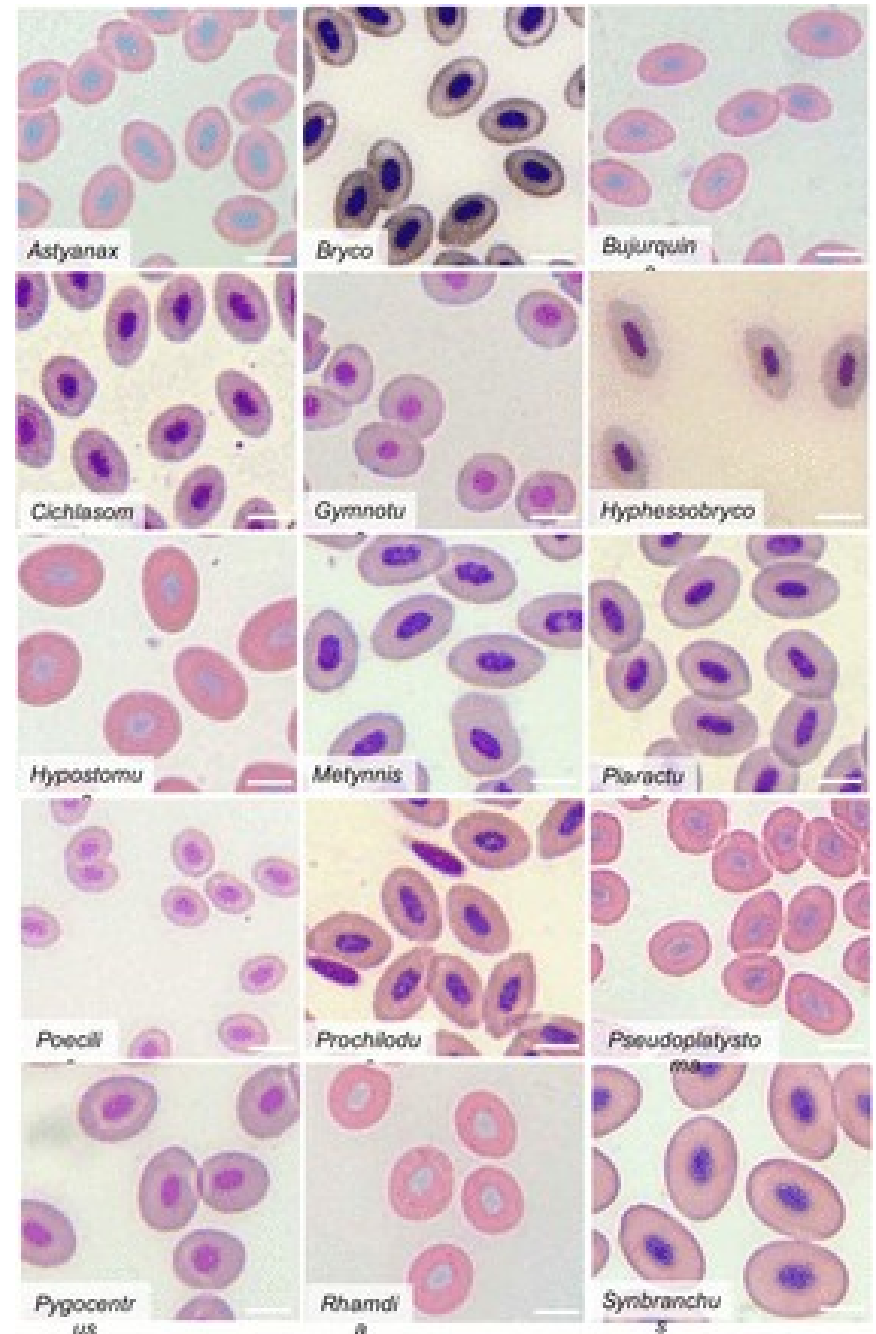


## Vörösvérsejtek egyéb gerincesekben:

Gerincesek vörösvérsejtének mérete, alakja életmóddal összefügg.

Halaknál 15 faj vizsgálatánál azt találták, hogy a phylogenetikai rokonság és vörösvérsejt alakja mérete között nincs összefüggés.

Vörösvérsejtek morfometriája a víztestben elfoglalt helyükkel sem volt kapcsolatban.



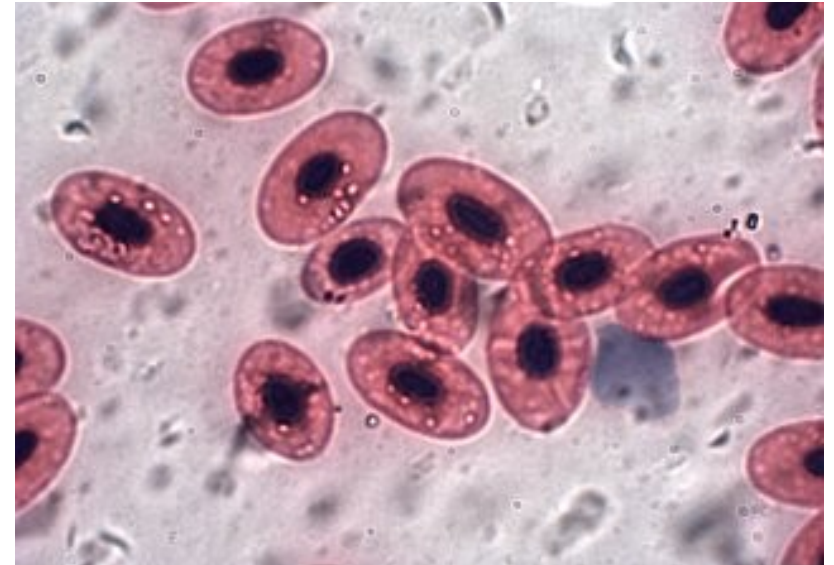
Kételtűek, madarak vörösvérsejtjeiben a sejtmag megmarad a keringésbe kerülő formánál.

A kételtűekre ovális alakú az emberi vörösvértestnél nagyobb vörösvérsejtek jellemzőek.

Madarak ovális vörösvérsejtjei hasonló nagyságúak, mint az emberé.

A madár vörösvérsejtjében a Hb két változatban található. A HbA-nak alacsonyabb az affinitása az  $O_2$ -hez, mint a HbD-nek, vagyis először a HbA  $O_2$ -jét használják el a szövetek majd a HbD-jét. A

madár Hb a kötőhelyek közötti kooperativitás is nagyobb fokú, az első  $O_2$  bekötését követően a többi  $O_2$  megkötése egyre könnyebb (emiat lesz a Hb  $O_2$  szaturációs görbéje szigmoidális). A vörösvérsejtek élettartama csak egy hónap, ez a gyors megújulási ráta is tükrözi a madarakra általában jellemző intenzívebb anyagcserét.



Frog blood 1000X 3dham.com



Pigeon blood 1000X [click to see full](#)

Kétéltűeknél vérplazma összetétele és a fehérvérsejtszám is változik az évszaktól függően.

Forrás: Young S, Warner J, Speare R, Muller R: Hematologic and plasma biochemical reference intervals for health monitoring of wild Australian Tree Frogs Veterinary Clinical Pathology 41(4):478-492 ·

Két ausztrál békafajnál (*Litoria caerulea* és *L. infrafrenata*) végezték el a vizsgálatokat-

Fehérvérsejtszám és a vérplazma összetevői nemcsak fajspecifikus jellegzetességeket mutattak, hanem más más értéket vettek fel nedves vagy száraz évszakban.

A száraz évszakban inkább immunsejtek:

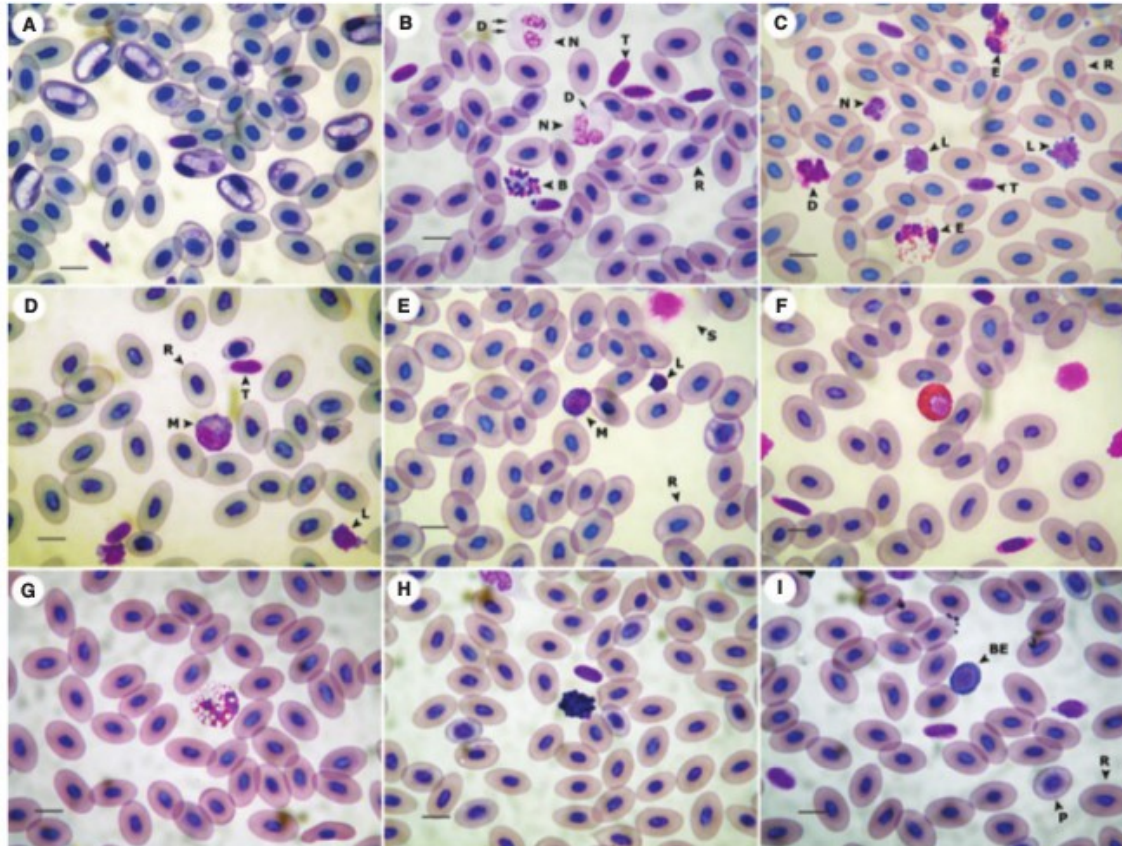
mindkét fajnál magasabb volt a fehérvérsejtszám (WBC), a limfocitaszám emelkedett leginkább a *L caerulea* fajban míg a neutrofil granulociták száma a *L infrafronata* fajban.

Nedves évszakban: energiaellátás biztosítása:

mindkét fajban magasabb vércukorszintet  $K^+$   $Na^+$ , foszfát, hemoglobin koncentrációt és totál fehérje szintet mértek.

Ez az évszakai változás az alkalmazkodást szolgálja ez eltérő környezeti feltételekhez és aktivitáshoz. Az állat a vér összetevőinek változásával tudja biztosítani az optimális energiaellátást és a megfelelő immunválaszt azt aktuális életszakaszában.





**Figure 1.** Blood smears from Australian tree frogs. Wright's stain, bar = 10  $\mu$ m. (A) *Litoria infrafernata*; heavy burden of intracytoplasmic RBC hemogregarine gametocytes and abundant polychromasia. (B) *L. infrafernata*; 2 neutrophils (N) of the large phenotype, both with prominent cytoplasmic Döhle-like bodies (D) and 1 with multiple cytoplasmic vacuoles, basophil (B) with variable stain uptake by granules, thrombocytes (T), and mature RBCs (R). (C) *L. infrafernata*; neutrophil (N) of the small phenotype, damaged unidentifiable cell (D), lymphocytes (L), eosinophils (E), thrombocytes (T), and mature RBCs (R). (D) *L. infrafernata*; monocyte (M) of the large phenotype, lymphocyte (L), thrombocytes (T), and mature RBCs (R). (E) *L. infrafernata*; monocyte (M) of the small phenotype, lymphocyte (L), smudged RBC (S), and mature RBCs (R). (F) *L. caerulea*; eosinophil. (G) *L. infrafernata*; eosinophil. (H) *L. infrafernata*; basophil. (I) *L. caerulea*; polychromatophilic RBC (P) and a basophilic erythroblast (BE).

Ausztrál békafajok  
vérkenetei:

Wright's festés,  
referencia vonal = 10  
mm.

A-E *Litoria infrafernata*;

F-I *Litoria caerulea*;

R: vörösvérsejtek, N:  
neutrofil granulocytá, B:  
bazofil granulocita, L:  
limfocita, D: nem  
azonosítható sejt, M:  
monocita, E: eozinofil  
granulocita, T: trombocita,

# Vérplazma biokémiai jellemzői a két békafajban

Blood values for Australian tree frogs

Young et al

**Table 3.** Hematologic variables for common green (*Litoria caerulea*) and white-lipped (*L. infrafrenata*) tree frogs during the wet and dry seasons.

Species	<i>Litoria caerulea</i>				P-Value*	<i>Litoria infrafrenata</i>				P-Value*
	Wet (n = 39)		Dry (n = 41)			Wet (n = 27)		Dry (n = 39)		
Hematologic Variable	Median	IQR	Median	IQR		Median	IQR	Median	IQR	
PCV (%)	38.0	34.0–42.0	37.0	33.5–40.0	.508	34.0	30.0–37.0	28.0	24.0–32.0	<.001
Hemoglobin (g/dL)	9.7	8.5–10.9	8.6	7.6–10.2	.052	8.2	7.0–9.1	6.5	5.5–7.2	<.001
RBC ( $\times 10^9/L$ )	750	590–830	720	635–810	.675	800	720–860	650	590–770	.001
MCV (fL)	508	463–609	494	459–595	.654	420	383–507	417	359–480	.629
MCH (pg)	134	112–153	122	110–145	.142	100	84–119	97	84–114	.379
MCHC (g/L)	255	246–268	252	213–267	.202	241	210–268	235	210–243	.473
Thrombocyte ( $\times 10^9/L$ )	28.2	23.8–33.1	25.8	22.2–33.9	.464	36.8	29.1–46.4	28.2	23.5–33.7	.002
WBC ( $\times 10^9/L$ )	13.8	11.8–20.2	17.9	13.8–26.5	.022	15.3	11.5–23.9	23.1	15.1–34.0	.016
Neutrophil (%)	25.0	17.0–33.0	17.0	12.5–24.0	<.001	16.0	11.0–24.0	25.0	18.0–34.0	.002
Neutrophil ( $\times 10^9/L$ )	3.5	2.2–5.6	3.2	2.1–4.3	.163	2.7	1.7–4.0	5.8	3.5–8.4	<.001
Lymphocyte (%)	65.0	57.0–70.0	70.0	65.0–79.5	.004	73.0	50.0–80.0	66.0	58.0–75.0	.232
Lymphocyte ( $\times 10^9/L$ )	8.4	7.0–13.9	12.5	9.3–20.8	.002	10.7	8.0–17.1	14.3	10.4–20.2	.041
Monocyte (%)	7.0	5.0–12.0	7.0	5.0–10.0	.368	5.0	3.0–8.0	6.0	4.0–8.0	.633
Monocyte ( $\times 10^9/L$ )	1.3	0.6–1.8	1.2	0.9–1.8	.654	1.1	0.3–1.5	1.2	0.7–2.2	.119
Eosinophil (%)	2.0	1.0–3.0	3.0	0.5–5.0	.170	0.0	0.0–3.0	0.0	0.0–1.0	.377
Eosinophil ( $\times 10^9/L$ )	0.3	0.1–0.5	0.5	0.1–1.1	.099	0.0	0.0–0.7	0.0	0.0–0.2	.585
Basophil (%)	0.0	0.0–0.0	0.0	0.0–0.0	.302	1.0	0.0–6.0	0.0	0.0–0.0	.001
Basophil ( $\times 10^9/L$ )	0.0	0.0–0.0	0.0	0.0–0.0	.302	0.1	0.0–1.42	0.0	0.0–0.0	.001
Polychromatophilic Cells (%)	4.0	3.0–5.0	5.0	3.0–8.0	.361	1.0	0.8–4.0	1.0	0.4–3.0	.129
Basophilic Erythroblasts†	1.0	0.0–2.0	1.0	0.0–2.5	.139	1.0	0.0–2.0	1.0	0.0–3.0	.808

Data are medians and inter-quartile ranges (IQR).

\*P-values refer to nonparametric Mann-Whitney tests between seasons within each species.

†Cells/100 WBCs.

A fehérvérszám ezen belül a neutrofil granulocitaszám és limfocitaszám változik szignifikánsan a *Litoria caerulea* fajban. A vörösvérszám, hemoglobin koncentráció trombotocitaszám, fehérvérszám ezen belül a neutrofil granulocitaszám, limfocitaszám és bazofil granulocitaszám változik szignifikánsan a *Litoria infrafrenata* fajban.



## *A madarak fehérvérsejtjei*

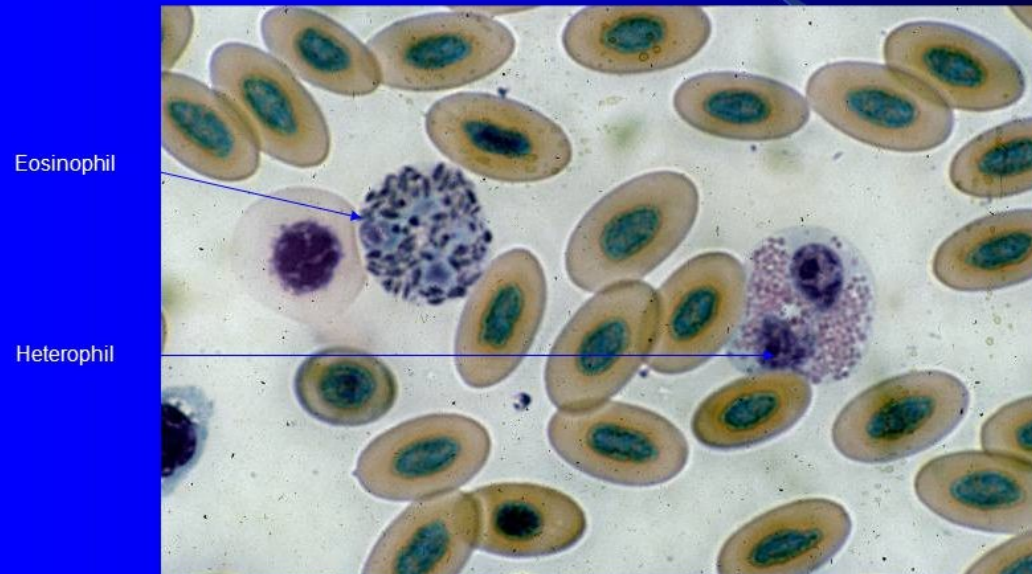
A mozgékony fagocitasejtek az emlősök mikrofágjainak felelnek meg.

Egyik jellemző granulocita a *heterofil* sejt, amelynek sejtplazmáját szinte teljesen kitöltik a

pálcika alakú, csillogó piros rögök.

Eozinofil és bazofil sejtek megtalálhatók az emlősökhöz hasonló funkciókkal. (bazofilok: gyulladás kialakítása).

These are typical avian white blood cells. The heterophil (on the right) is round with round red granules in the clear cytoplasm. The eosinophil is also round with a blue-gray cytoplasm and stains more noticeably than the heterophil.



A *limfociták* a madarak  
fehérvérsejtjeinek  
többségét adják.

A *monociták* itt is a  
legnagyobb vérsejtek.

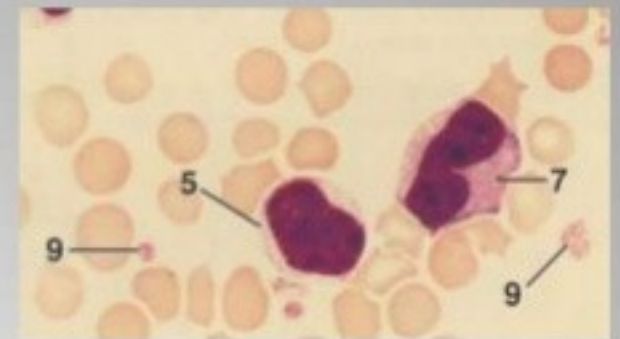
### **Trombociták**

fejlődésük a vörös-  
vérsejtekével párhuzamosan folyik. Az  
érett sejtalakok így  
nem töredékek, hanem  
hasonlatosak a

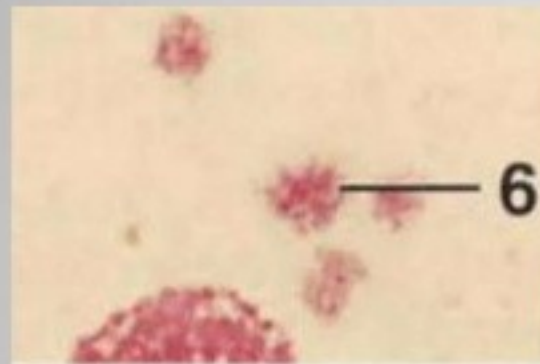
vörösvérsejtekhez. Az ellipszis alakú, finom rajzolatú, egy vagy több  
szerotoninzárványt tartalmazó sejtek fagocitózisra is képesek.



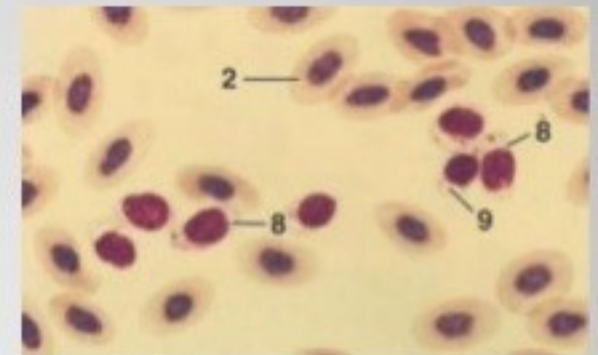
Platelet of Sheep



Platelet of Pig



Platelet of Cat



Thrombocyte of Chicken

## Véralvadás

### **Véralvadék:**

fibrinszálak és fibrinszálak közé bezárt vérsejtek képezik

Fibrinszálak kialakulása: véralvadási kaszkád során.

### **Érfal sérülése által kiváltott válaszreakciók:**

1. Ér szűkülése: trombocitákból felszabaduló serotonin és egyéb vasoconstriktorok hatása
2. Szabaddá válnak az érfal kollagén rostjai: trombociták aktiválása kollagénhez és egymáshoz kapcsolódva az ún. trombocitadugó képzése
3. Szöveti tromboasztin felszabadulása: véralvadási kaszkád beindítása

## **Véralvadási kaszkád:**

Két úton indulhat meg:

belső indítású út: véráramba jelenlevő nagy molekulatömegű (HMW) kininogén aktiválja a XII véralvadási faktort (VF).

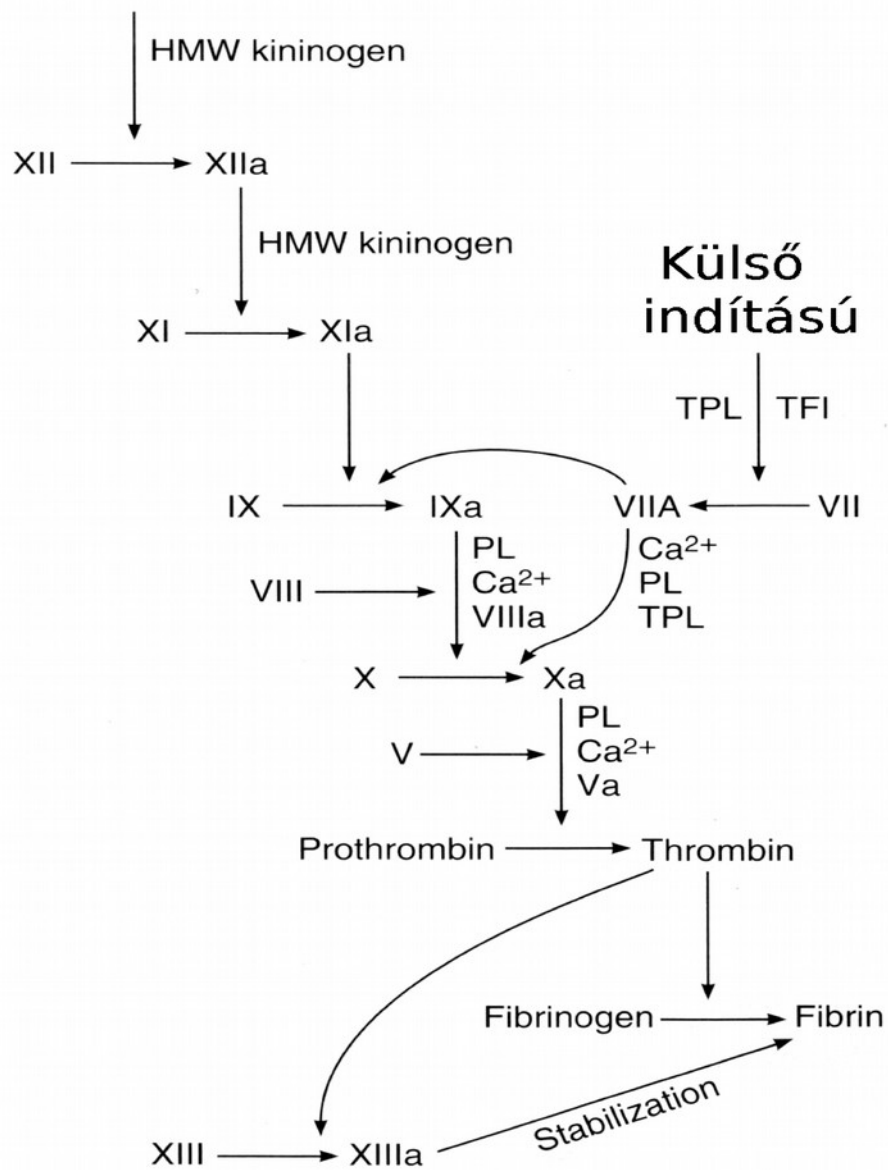
külső indítású út: szöveti tromboplastin felszabadulása: VII VF aktiválása

Véralvadás során fibrinogénből fibrin polimer lánc lesz, keresztkötésekkel.

Kaszkađ egymás után aktiválódó résztvevőinek inaktív formája egyre magasabb koncentrációban van jelen a vérplazmában: kaszkád során erősítés: egyre nagyobb koncentrációban keletkeznek az aktív elemek.

Alvadással együtt fibrinolitikus folyamatok is beindulnak: fibrinképződés időbeli és térbeli korlátozása. Normális esetben alvadási és antikoaguláns aktivitás egyensúlya miatt megfelelő nagyságú véralvadék keletkezik.

## Belső indítású



TPL: szöveti tromboplastin

William F Ganong (2005) Review of Medical Physiology  
22<sup>nd</sup> edition, McGraw-Hill , 542.o 27-24.ábra

**Alvadási idő:** alvadási rendszer állapotát tükrözi: első fibrinszál megjelenéséig eltelt idő (5-6 perc)

**Alvadás megakadályozása:**

*in vitro:*

Szabad  $\text{Ca}^{2+}$  megkötése: Na-citrát vagy Na-etiléndiamin-tetraacetát  $\text{Ca}^{2+}$ -mal csapadékot képez.

VF-ok egy része (II, IX, X)  $\text{Ca}^{2+}$  jelenlétében aktiválódik csak.

Recalcinálás: alvadás megindulása

*in vivo*

nem lehet annyira lecsökkenteni a szabad  $\text{Ca}^{2+}$  koncentrációt, hogy véralvadás ne induljon be (pótlás intracell. raktárakból)

*K vitamin hatás gátlása:* dicumarol, walfarin.

K vitamin katalizálja a glutaminsav oldallánc g-karboxyglutaminsavvá alakítását.

VF II, VII, IX és X aktiválódásának gátlása

*Heparin:* szulfatált poliszaharid: IX, X, XI, XII VF-ok gátlása.

*Szalicilsav származékok:* trombociták koagulációját gátolja

*Thrombomodulin:* endothelium termeli,

agyi erek kivételével mindenhol van

thrombin megkötése: VF V és VIII aktiválását gátolja

protein C aktiválása: a már aktív VF V és VIII inaktiválása

*Plasminogén rendszer:*

aktív komponens plasmin: plasminogénből keletkezik, thrombin és és szöveti

plasminogén aktivátor hatására fibrin és fibrinogén lízise,

fibrin degradációs termék keletkezése: thrombin inaktiválása



## **Véralvadási zavarok:**

1. VF-ok hiánya (VF I, II, V, VII, VIII - haemophyilia A, IX - haemophyilia-B, X, XI, XII, XIII)
2. K vitamin hiány
3. Túlzott fibrinolízis
4. von Willebrand szindróma: vérlemezkek adhéziója gátolt
5. trombózisra hajlam