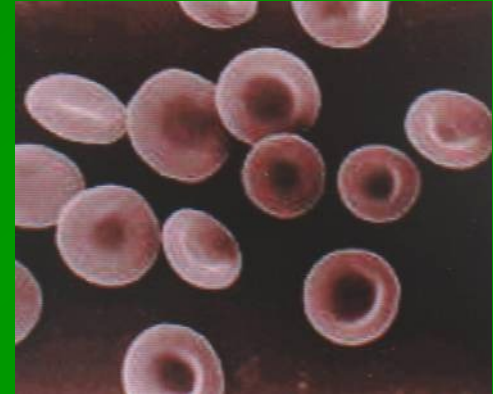


Morfologie erytrocytů



Bourková L., Matýšková M., Hoblová J., Novotný J., Penka M.

Oddělení klinické hematologie FN Brno Bohunice
Česká republika

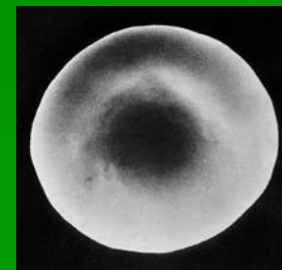
Souvislost morfologie a KO

- hodnocení velikosti erytrocytů
 - ✓ MCV
 - ✓ RDW
 - ✓ distribuční křivky
- hodnocení barvitelnosti – hemoglobinizace erytrocytů
 - ✓ MCH
 - ✓ MCHC

Odchylky erytrocytů ve velikosti

- normocyty
 - mikrocyty
 - makrocyty
-
- anizocytóza
 - izocytóza

Normocyty – diskocyty



➤ Velikost

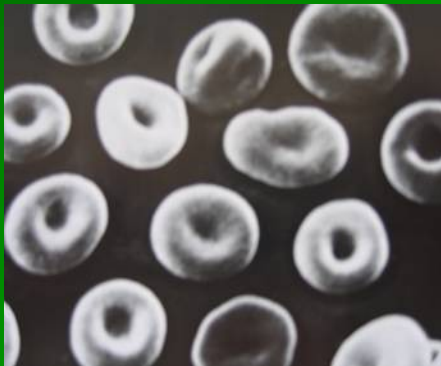
- ✓ referenční meze: 7 – 7,5 μ
- ✓ MCV: 84 – 96 fl

➤ Tvar

- ✓ bikonkávní, diskoidní
- ✓ s centrálním projasněním



Normocyty



Mikrocyty



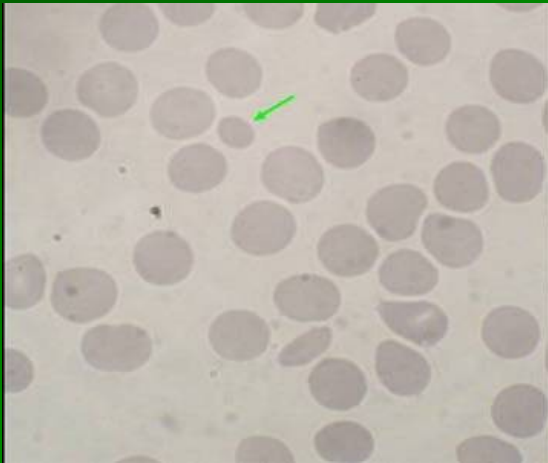
➤ Velikost

- ✓ $< 6,5 \mu$
- ✓ $MCV < 84,0 \text{ fl}$

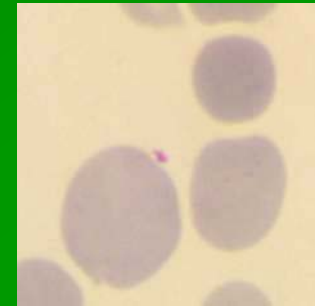
➤ Klinický význam

- ✓ talasémie
- ✓ nedostatek železa
- ✓ hemolytická anémie
- ✓ anémie chronických onemocnění
- ✓ sideroblastická anémie

Mikrocyty



Makrocyty



➤ Velikost

✓ $> 7,8 \mu$

✓ $MCV > 96,0 \text{ fl}$

➤ Klinický význam

✓ megaloblastová anémie

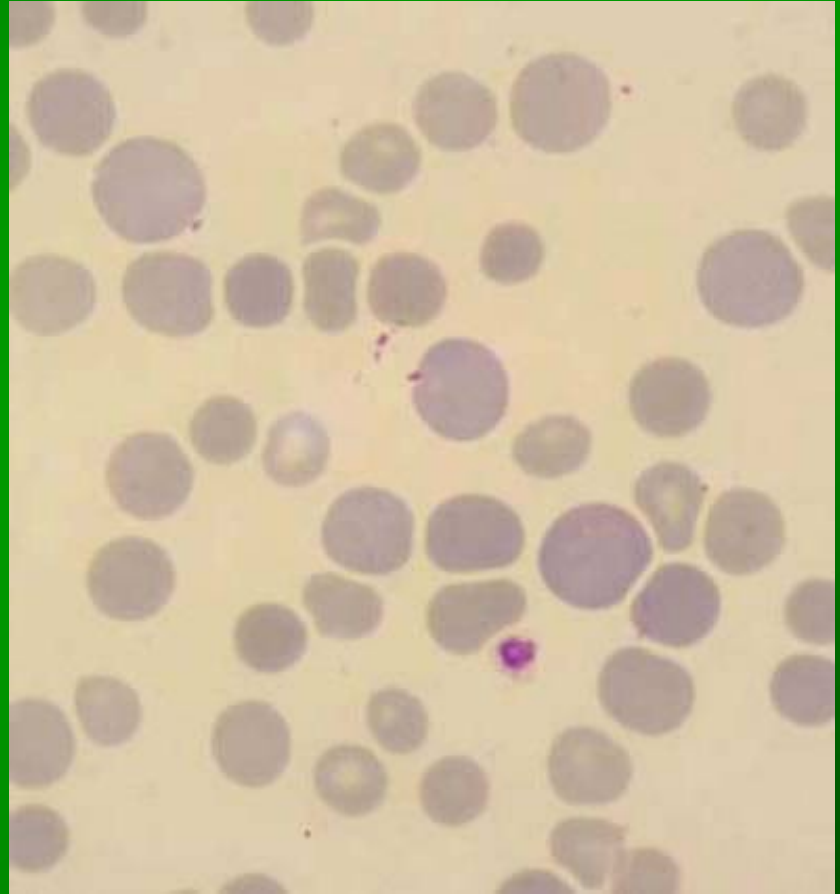
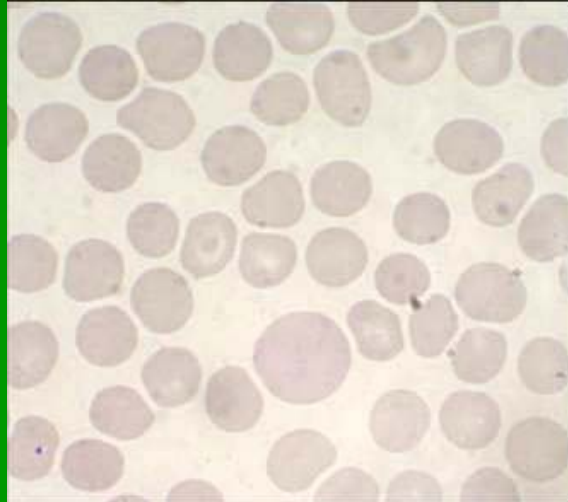
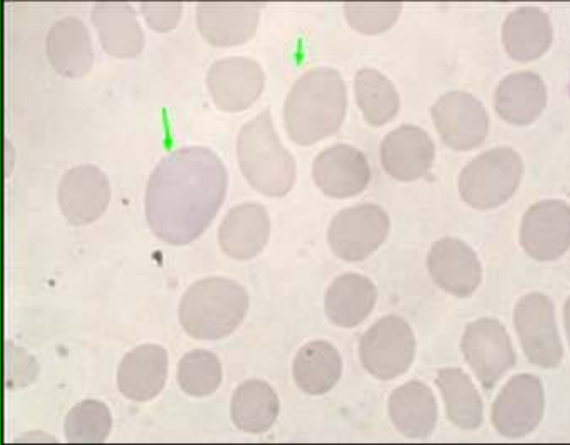
✓ myelodysplastický syndrom

✓ akutní ztráta krve

✓ chemoterapie

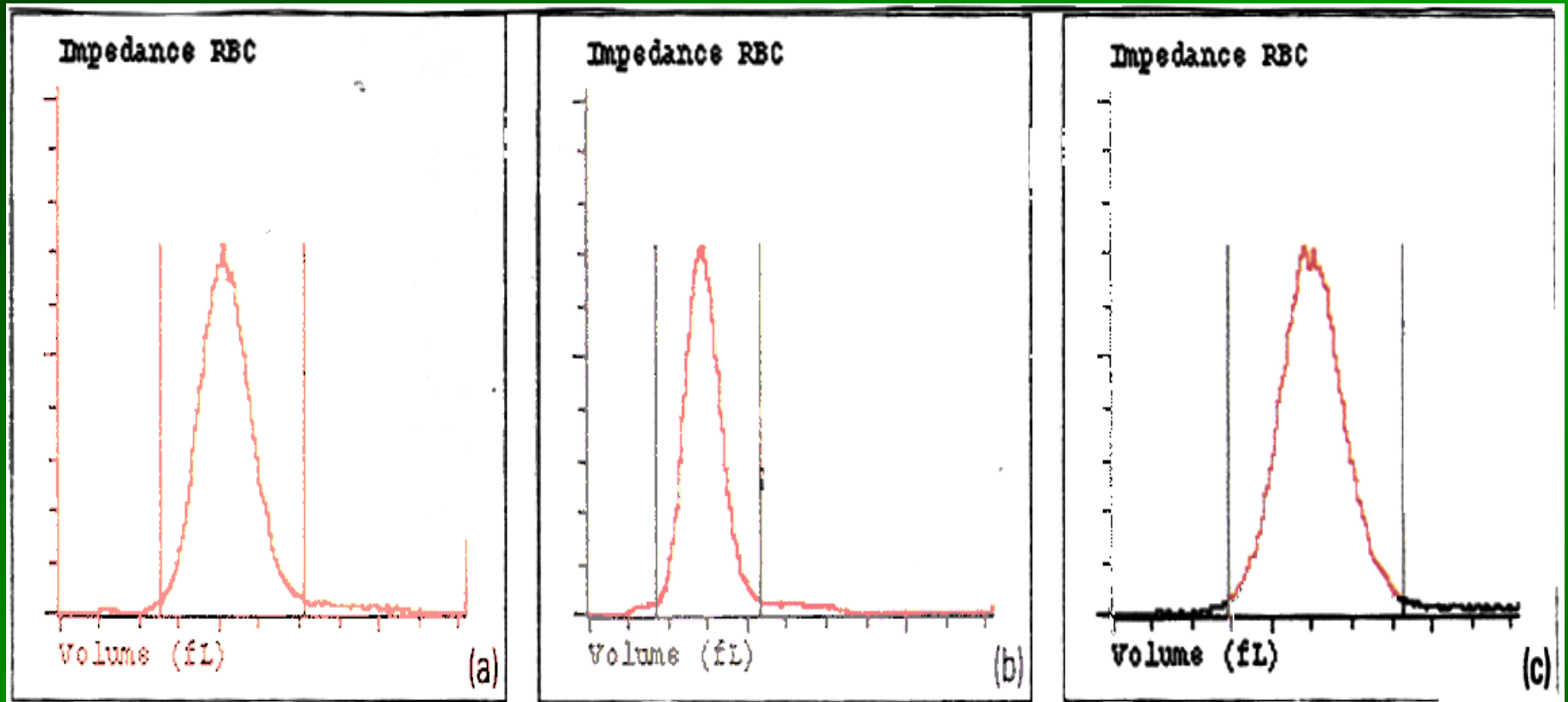
✓ onemocnění jater

Makrocyty



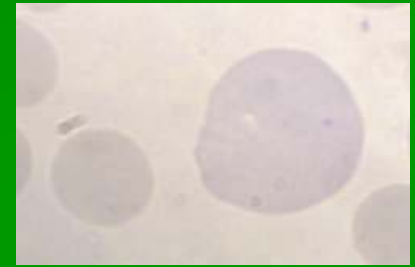
Izocytóza

- RDW
 - ✓ $< 15,2 \%CV$
- ve vzorku přítomna homogenní populace erytrocytů
- normocytóza, mikrocytóza, makrocytóza

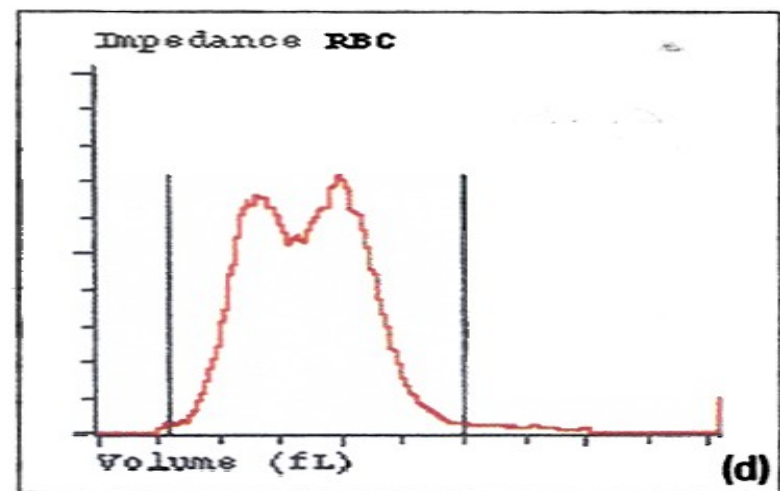
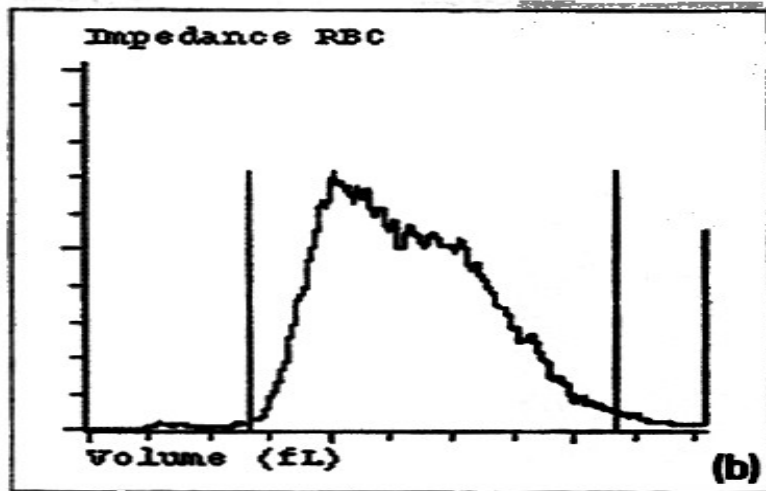
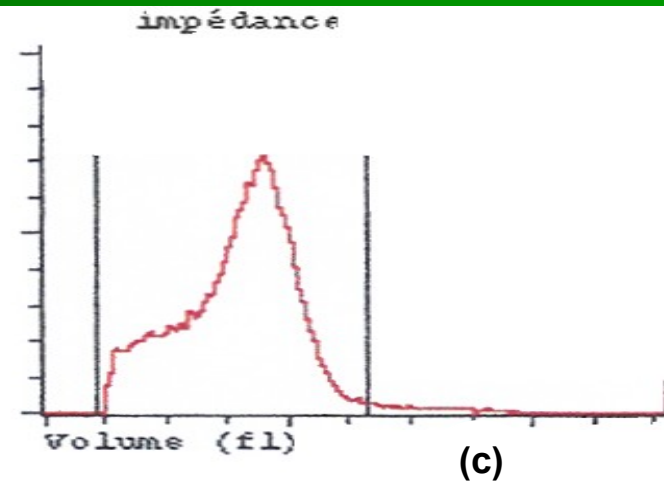
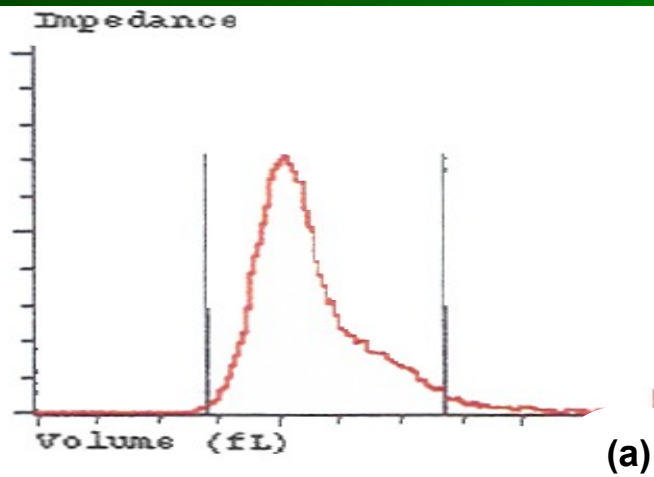


Impedanční histogramy RBC – RDW normální
(a) normální velikost (b) mikrocyty (c) makrocyty

Anizocytóza



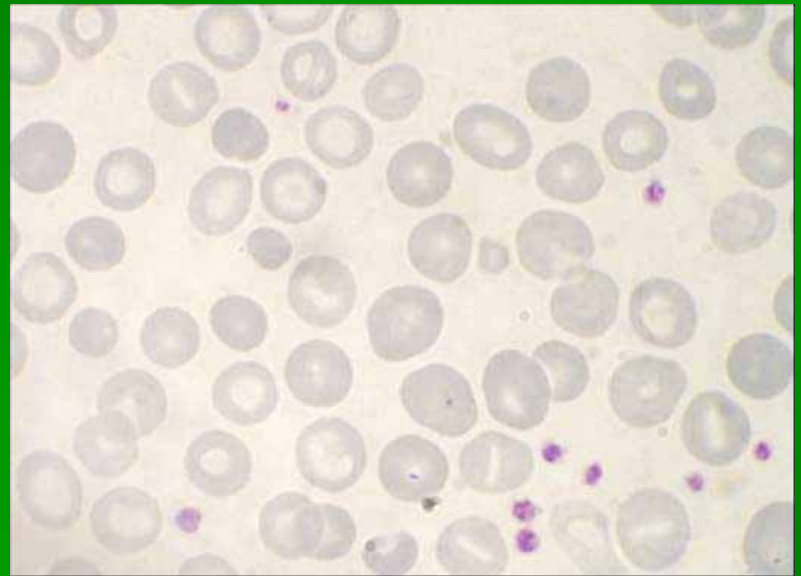
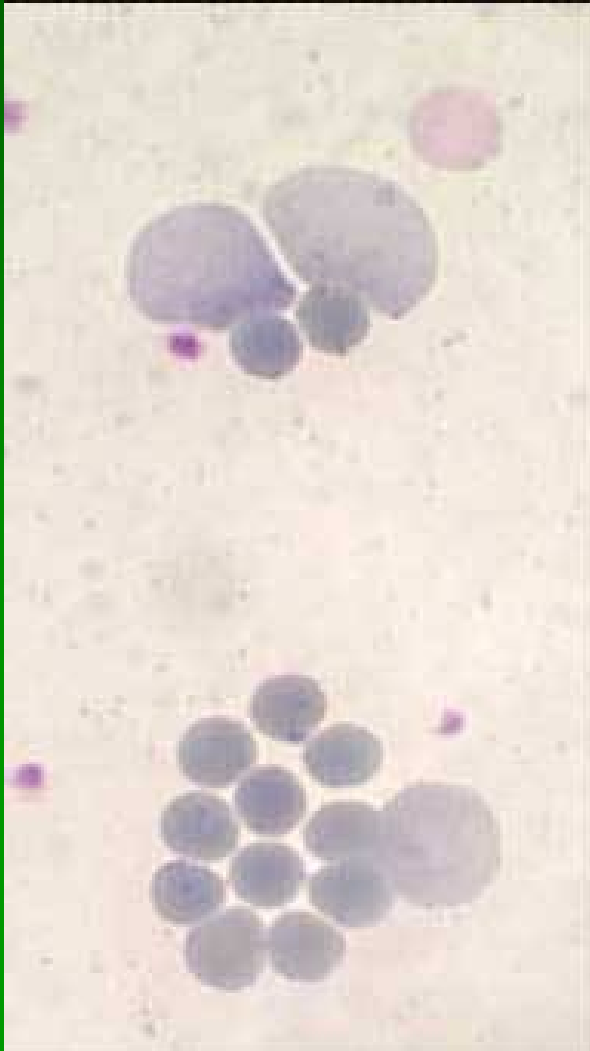
- RDW
 - ✓ $> 15,2 \%CV$
- ve vzorku přítomna heterogenní populace erytrocytů s různou velikostí buněk



Impedanční histogramy RBC – RDW vysoké

- (a) příměs makrocytů; (c) masivně mikrocyty (schistocyty);
- (b) vysoký podíl makrocytů; (d) mikrocyty + normocyty

Anizocytóza

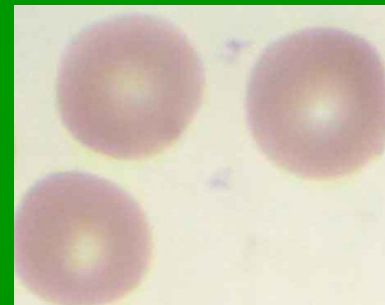


Odchytky barvitelnosti erytrocytů

- normochromní
- hypochromní
- hyperchromní

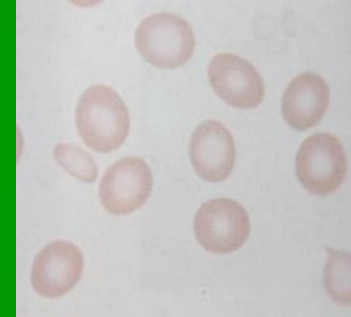
- anizochromní
- polychromní

Normochromní erytrocyty



- MCHC: 310 – 370 g/l
- MCH: 28,0 – 34,0 pg
- erytrocyty s referenčním množstvím hemoglobinu v buňce

Hypochromní erythrocyty



➤ Velikost: $< 6,5 \mu$

➤ Popis

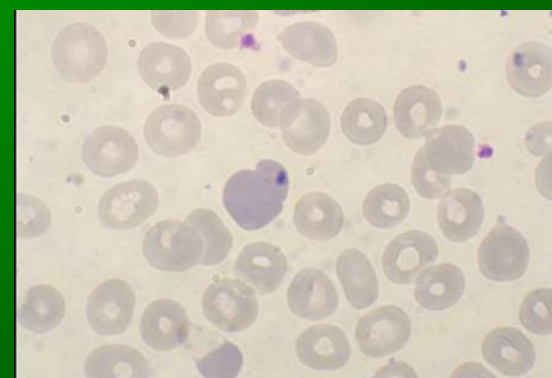
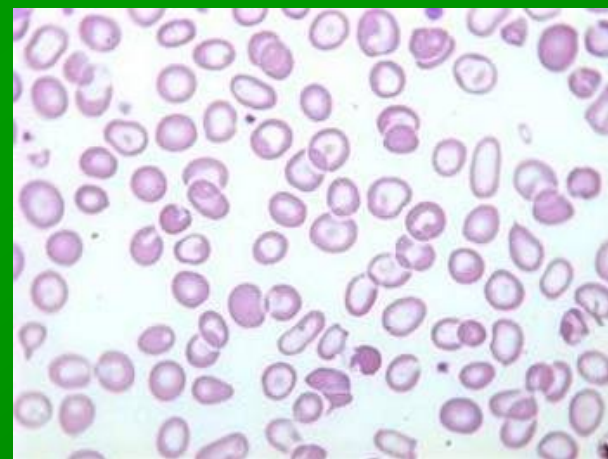
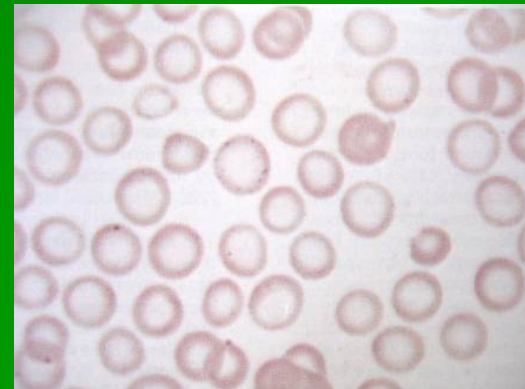
✓ nižší množství HGB v buňce

✓ projasnění tvoří více jak 1/3 buňky

Hypochromní erytrocyty

➤ Popis

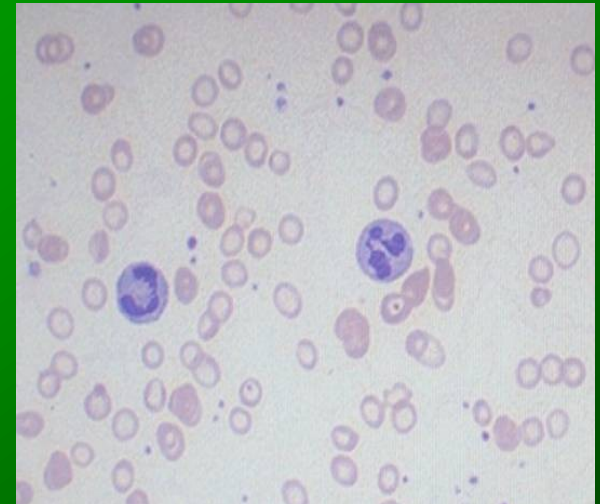
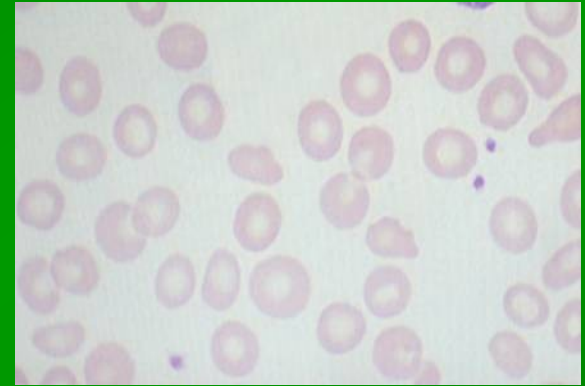
- ✓ anulocyt - velmi nízký HGB v buňce
- ✓ leptocyty - tenké, „placaté“ erytrocyty s velmi nízkým množstvím HGB v buňce
- ✓ *torocyty - artefakt, ostré rozhraní mezi nenabaveným středem a nabarveným prstencem (příčina: pomalé zasychání nátěru, voda ve fixačním roztoku)*



Hypochromní erytrocyty

Klinický význam

- ✓ talasémie
- ✓ nedostatek železa
- ✓ anémie chronických onemocnění
- ✓ sideroblastická anémie
- ✓ myelodysplastický syndrom



Hyperchromní erythrocyty

➤ Popis

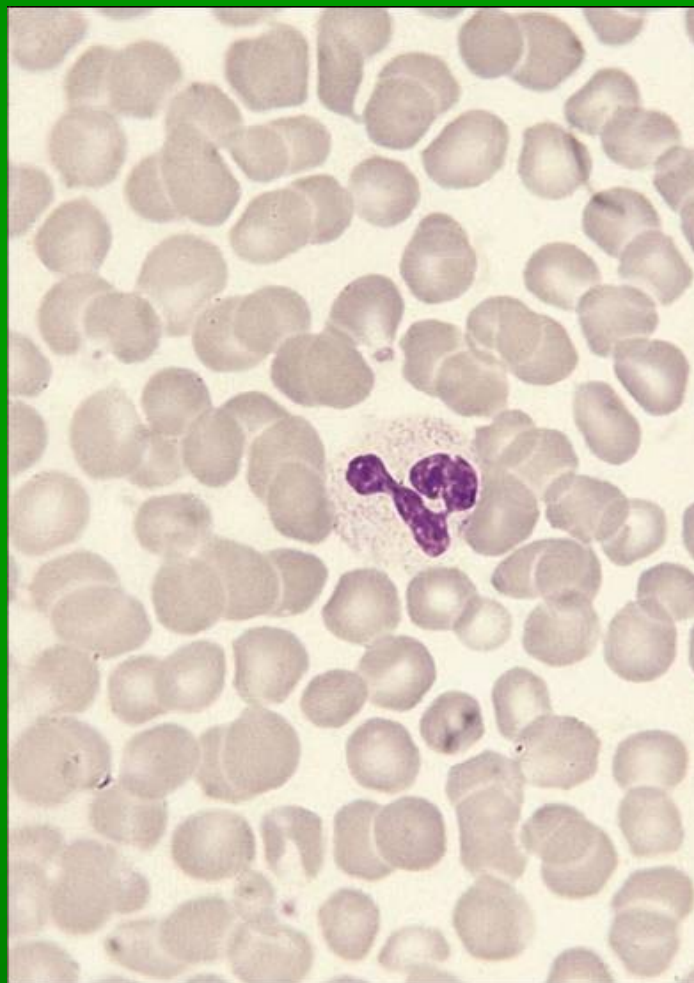
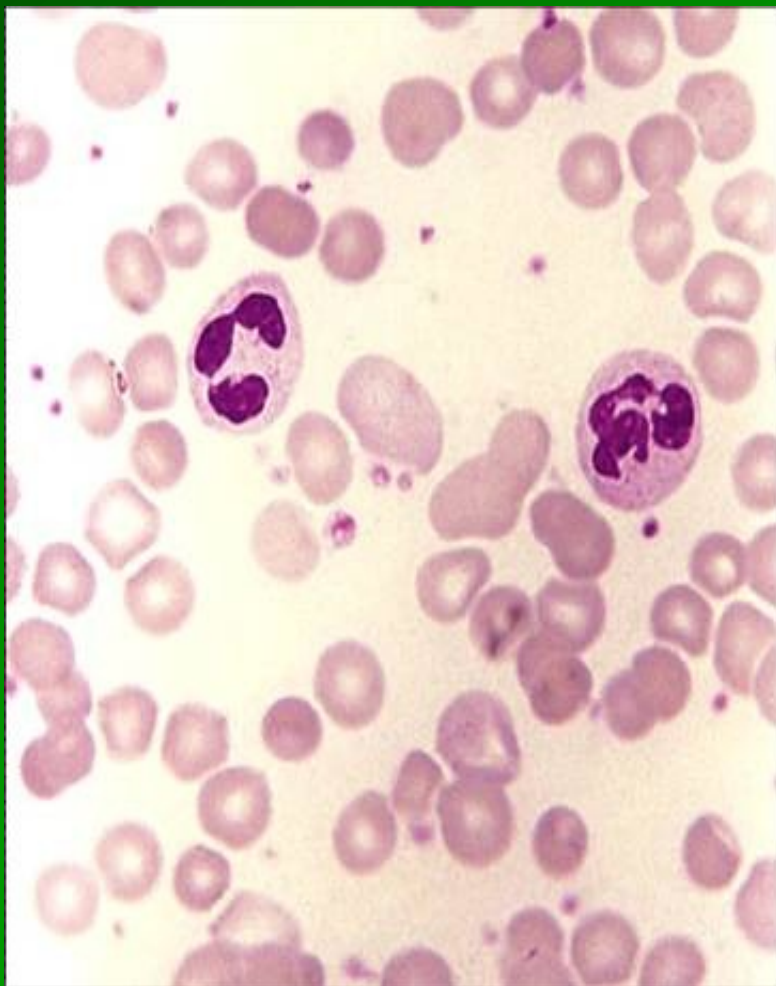
vyšší množství HGB v buňce

➤ Kinický význam

- ✓ makrocytární anémie
- ✓ dědičná sférocytóza



Hyperchromní erythrocyty



Anizochromní erytrocyty

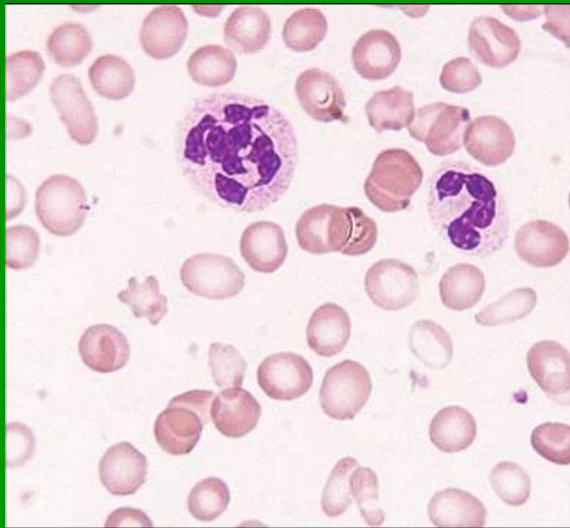
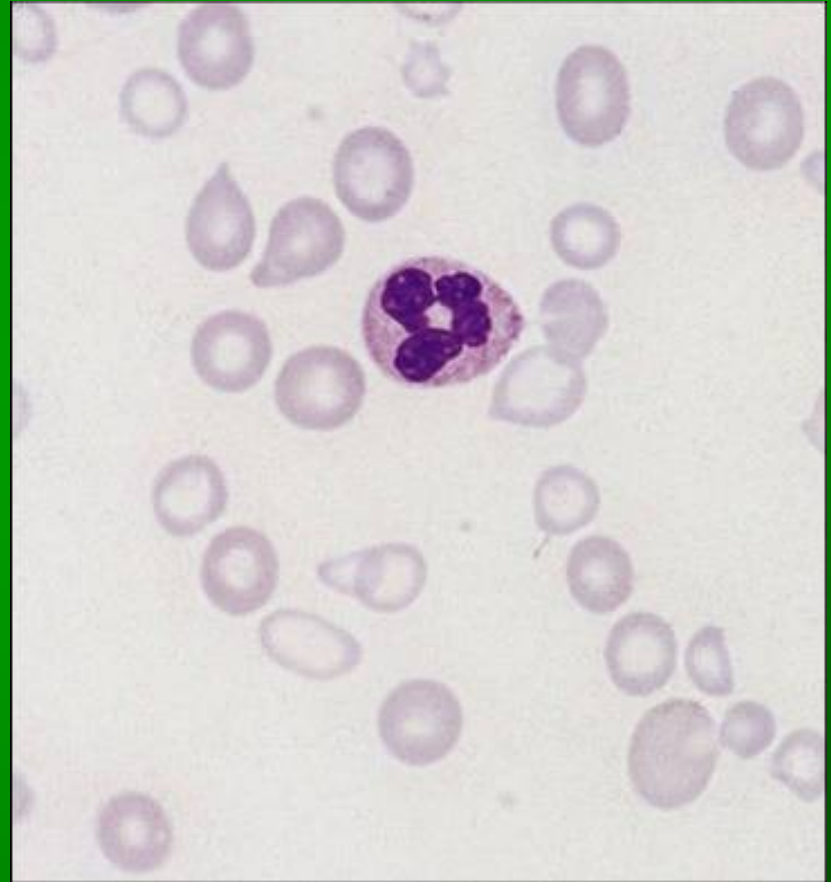
➤ Popis

nestejné množství/koncentrace HGB v buňce

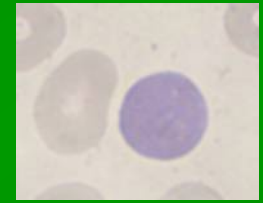
➤ Klinický význam

- ✓ nedostatek železa
- ✓ megaloblastová anémie
- ✓ refrakterní anémie

Anizochromní erythrocyty

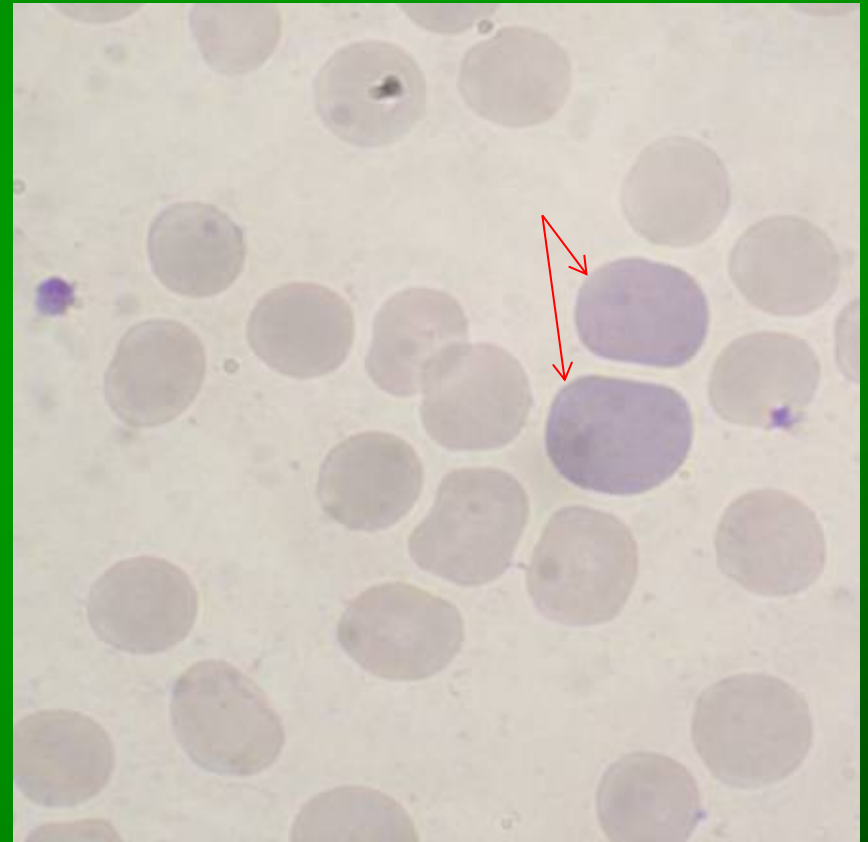


Polychromní erytrocyty



- Velikost: 8 – 11 μ
- Popis
zbytková bazofílie cytoplazmy, nedostatek HGB
(*rezidua RNA*), mladé RBC
- Klinický význam
 - ✓ hemolytické anémie
 - ✓ megaloblastová anémie
 - ✓ nedostatek železa
 - ✓ anémie chronických onemocnění
 - ✓ kongenitální dyserythropoetické anémie

Polychromní erytrocyty



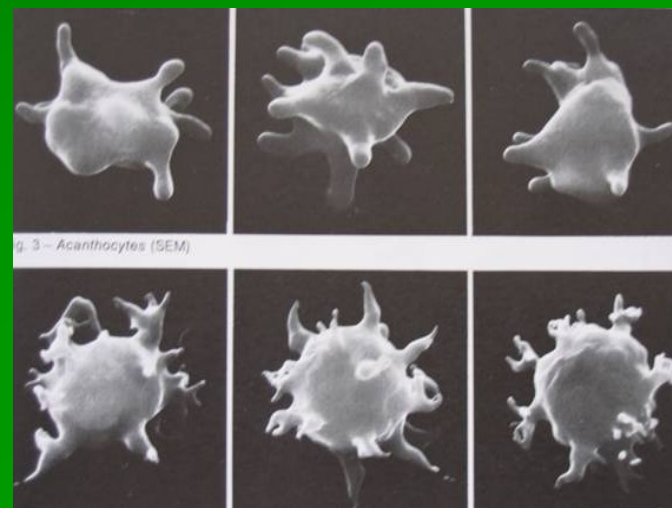
Poikilocyty – *odchylky tvaru erytrocytů*

- akantocyty
- echinocyty
- terčovitě
- knizocyty
- stomatocyty
- sférocyty
- eliptocyty
- slzičkovité
- schistocyty
- keratocyty
- srpkovité



Akantocyty

(spur cells)



➤ Popis

- ✓ ostny po obvodu buňky (*počet 2 – 20*)
- ✓ většinou menší než normální erythrocyty
- ✓ mívají až sférocytární tvar

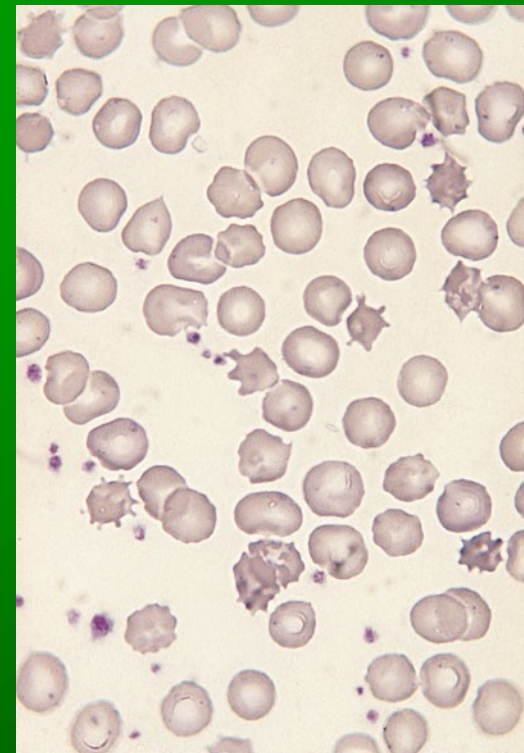
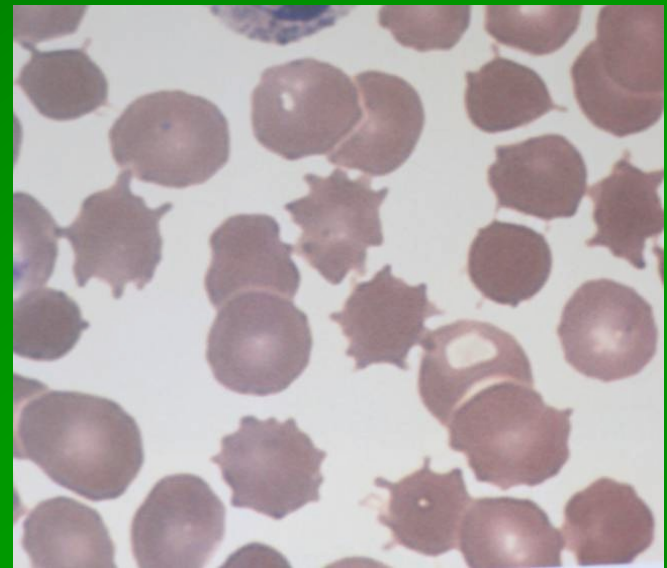
➤ Příčina

- ✓ poruchy lipidů v erythrocytární membráně
- ✓ nevyvážená distribuce fosfolipidů mezi vnitřním a vnějším prostředím erythrocytu

Akantocyty

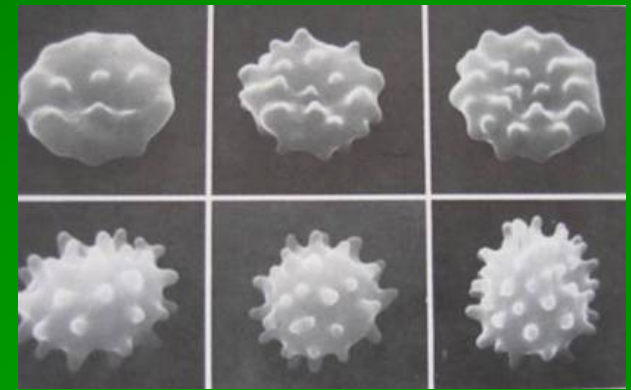
Klinický význam

- ✓ onemocnění jater
- ✓ novorozenecká žloutenka
- ✓ poruchy metabolismu lipidů
- ✓ po splenektomii
- ✓ po podávání heparinu



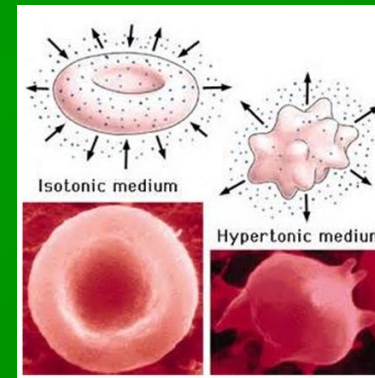
Echinocyty

(crenated cells, burr cells)



➤ Popis

- ✓ tupé výběžky po obvodu buňky (počet 10-30)
- ✓ často artefakt
 - ✗ špatné zasychání nátěru
 - ✗ hyperosmolární prostředí
 - ✗ staré vzorky



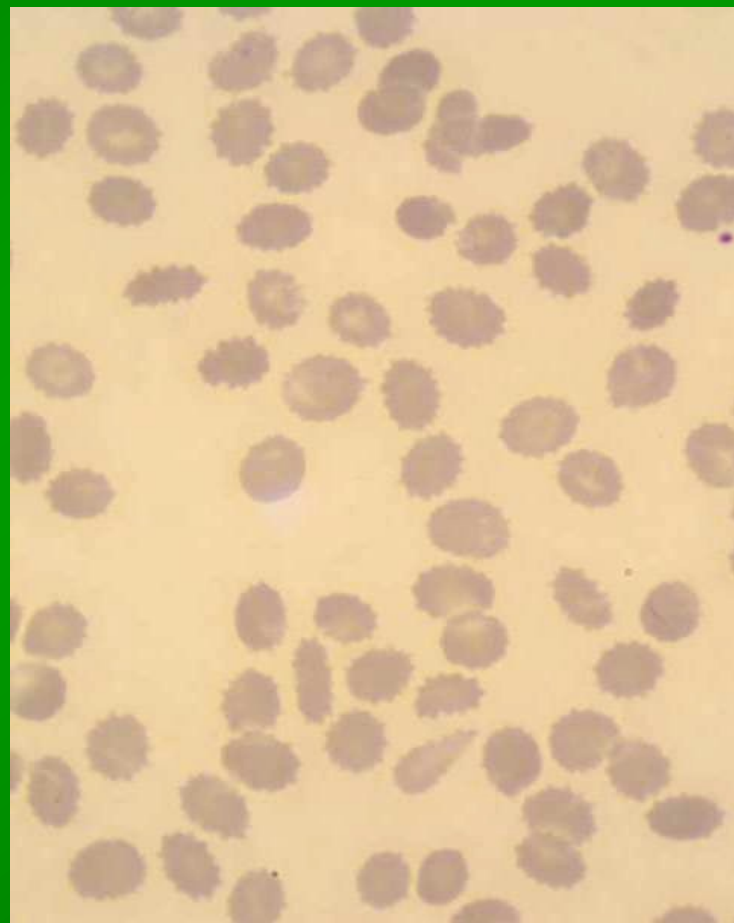
➤ Příčina

- ✓ poruchy lipidů v erytrocytární membráně
- ✓ elektrolytická nevyváženost erytrocytu s vnějším prostředím
- ✓ nepoměr povrchu vnitřní a vnější vrstvy membrány

Echinocyty

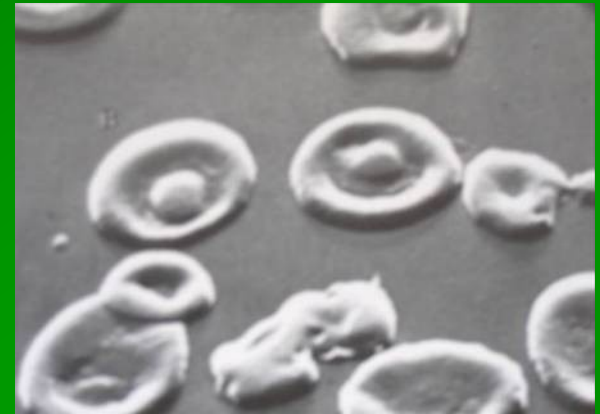
Klinický význam

- ✓ deficit pyruvátkinázy
- ✓ novorozenci
- ✓ urémie
- ✓ efekt salicylátů a barbiturátů



Terčovitě erythrocyty

(*codocytes, target cells*)

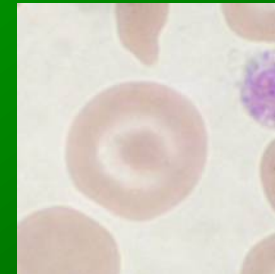


➤ Popis

- ✓ centrálně zbarvený terč
- ✓ kondenzace hemoglobinu s okolním projasněním

➤ Příčina

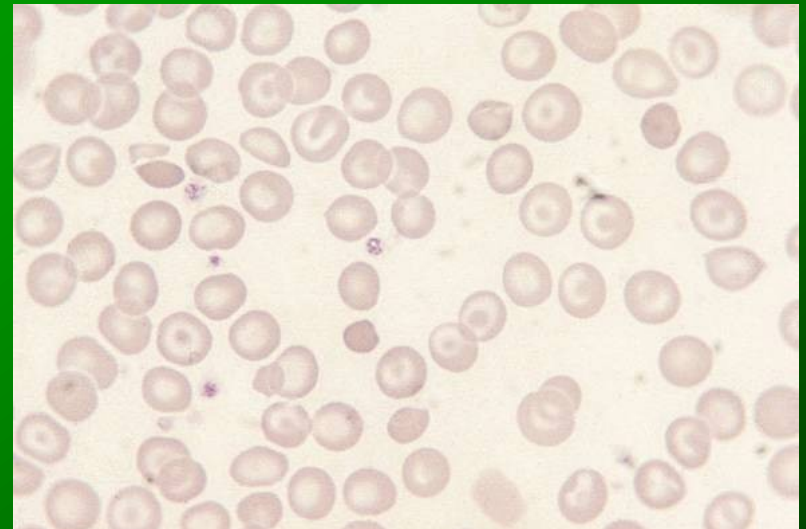
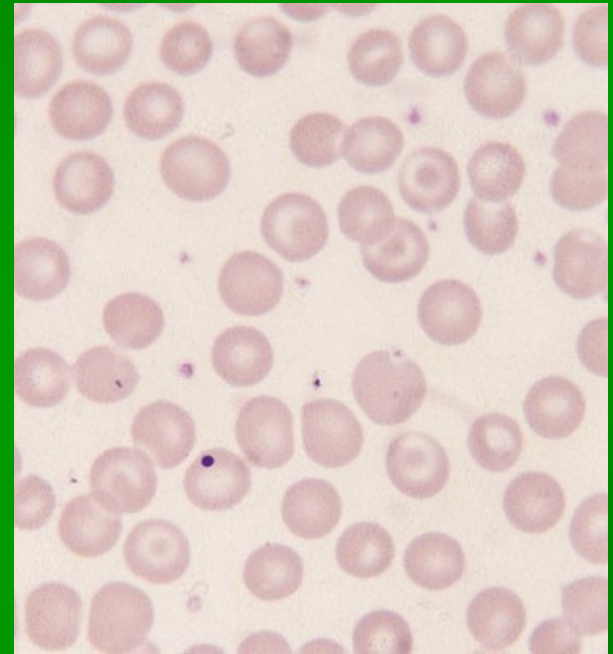
- ✓ akumulace membránových fosfolipidů a cholesterolu
- ✓ nepoměr zvětšeného povrchu buňky k objemu buňky



Terčovitě erythrocyty

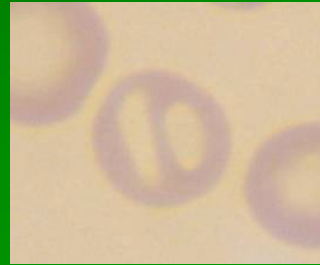
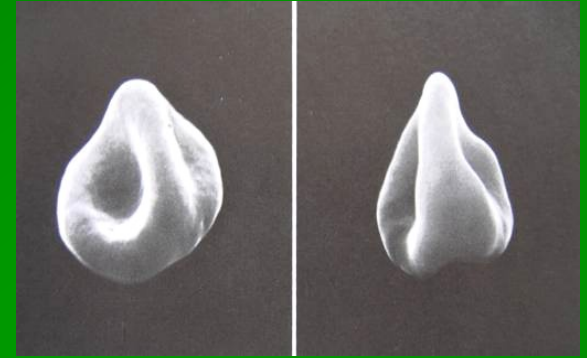
Klinický význam

- ✓ hypochromní anémie
(talasémie, hemoglobinopatie,
sideropenická anémie)
- ✓ megaloblastová anémie
- ✓ myelofibróza
- ✓ po splenektomii
- ✓ ledvinová onemocnění
- ✓ onemocnění jater



Knizocyty

(*bridge cells, pinched cells*)



➤ Popis

- ✓ „most“ z hemoglobinu přes světlé centrální pole erytrocytu
- ✓ erytrocyt má dvě nebo více vpáčení membrány (*trikonkávní tvar*)
- ✓ často mikrocyty

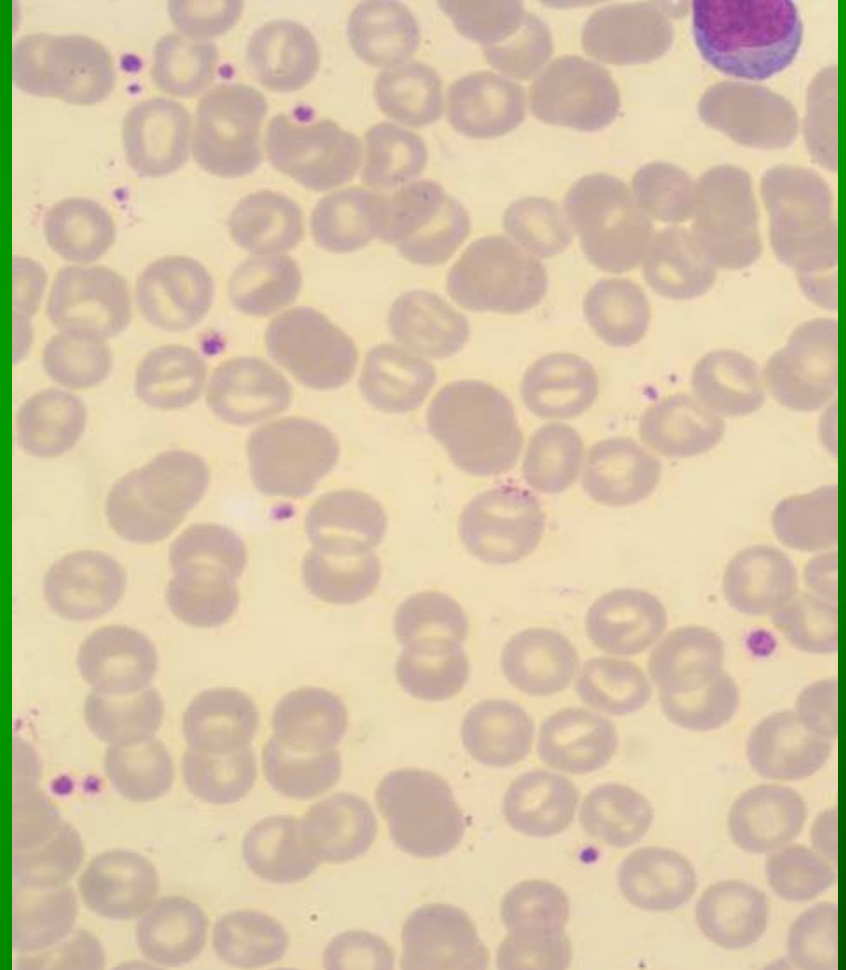
➤ Příčina

- ✓ akumulace membránových fosfolipidů a cholesterolu
- ✓ nepoměr zvětšeného povrchu buňky k objemu buňky

Knizocyty

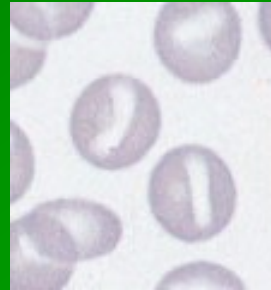
Klinický význam

- ✓ hemolytické anémie
- ✓ hemoglobinopatie
- ✓ talasémie
- ✓ sférocytóza
- ✓ onemocnění jater
- ✓ pankreatitida



Stomatocyty

(*mouth cells*)



- Popis
prodloužená oblast projasnění přes střed erytrocytu
- Příčina
 - ✓ elektrolytická nerovnováha erytrocytu
 - ✓ v hypotonickém prostředí
 - ✓ u tenkých nátěrů - arteficiálně

Stomatocyty

Klinický význam

- ✓ dědičná stomatocytóza
- ✓ onemocnění jater
- ✓ kardiovaskulární onemocnění
- ✓ po otravách
- ✓ hemolytické onemocnění novorozenců při Rh inkompatibilitě



Sférocyty

(*mikrosferocyty*)

➤ Velikost: 6,1 – 7,0 μ

➤ Popis

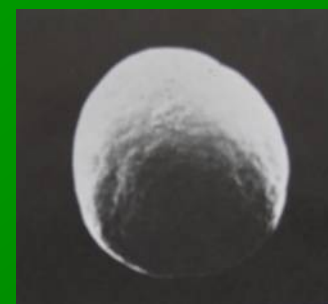
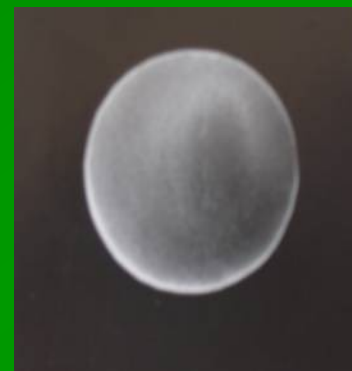
✓ nemají bikonkávní tvar – kulovité

✓ syté, kulaté, malé, tmavé erythrocyty

➤ Příčina

✓ defekt fosfolipidů buněčné membrány

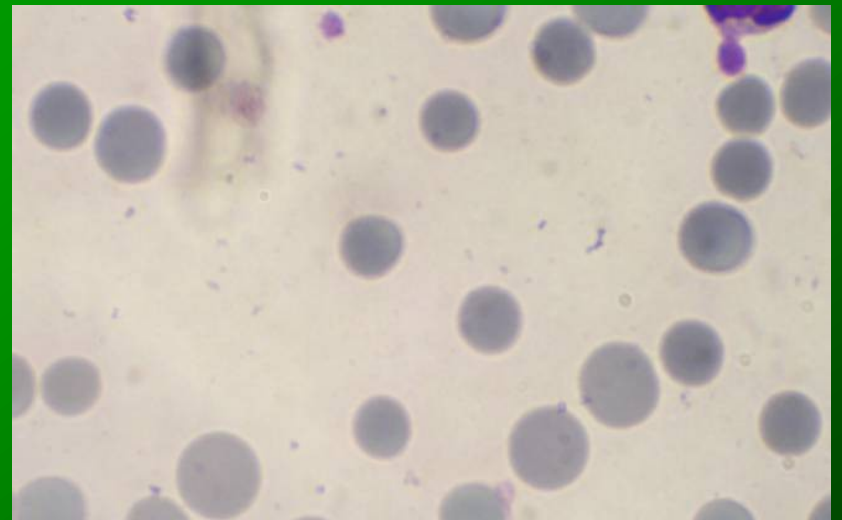
✓ snížení poměru membránového povrchu k cytoplazmatickému objemu



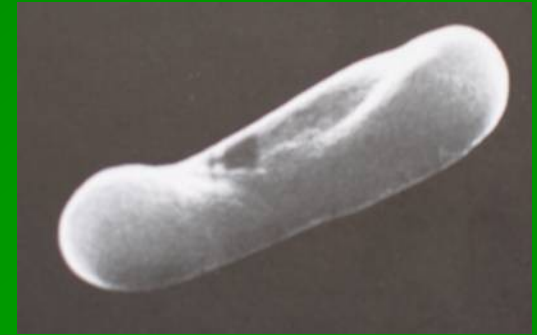
Sférocyty

Klinický význam

- ✓ dědičná sférocytóza
- ✓ některé hemolytické anémie (AIHA)
- ✓ hypersplenismus



Eliptocyty/ovalocyty



➤ Popis

- ✓ oválný tvar (*eliptocyt více než ovalocyt*)
- ✓ někdy až tvar doutníku

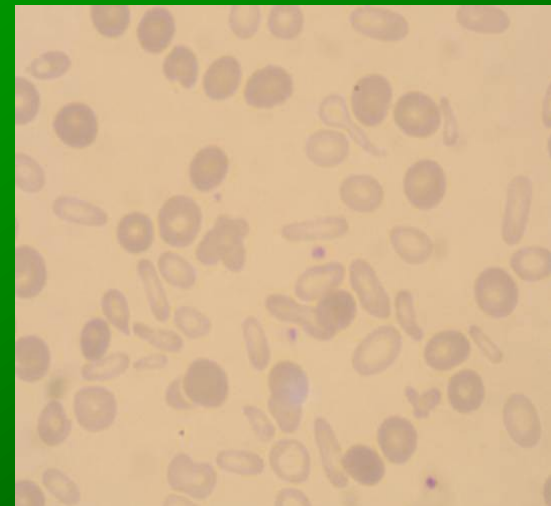
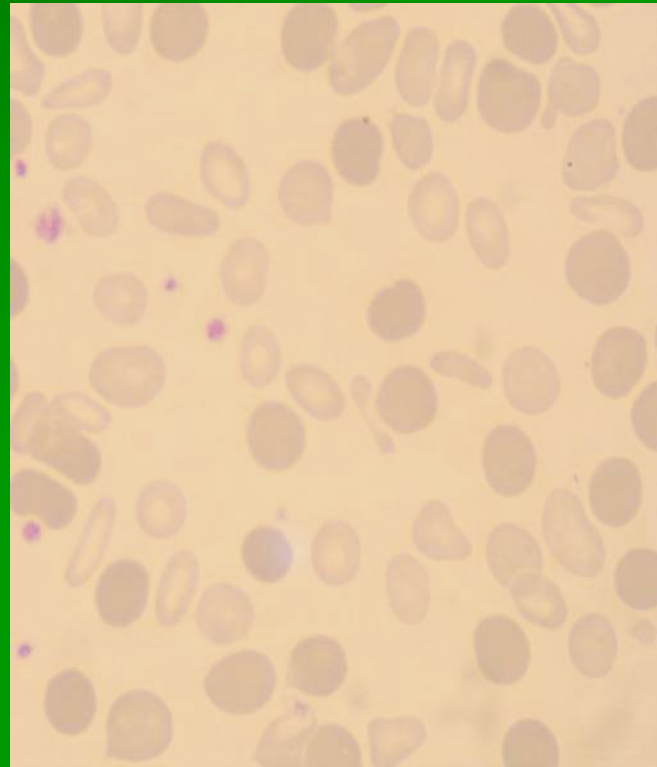
➤ Příčina

- ✓ neúplná proteinová struktura membrány
- ✓ ireverzibilní tvar vzniká po průchodu kapilárami

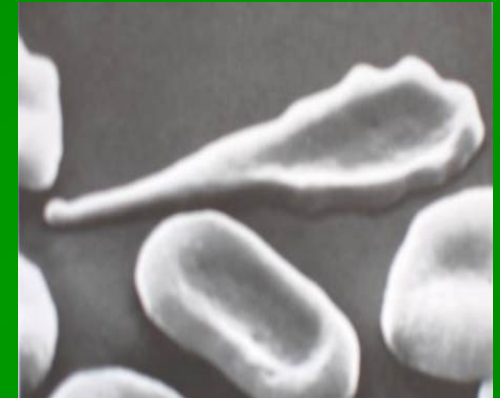
Eliptocyty

Klinický význam

- ✓ dědičná eliptocytóza
- ✓ megaloblastová anémie
- ✓ talasémie
- ✓ sideroblastická anémie
- ✓ nedostatek železa
- ✓ vrozená dyserythropoetická anémie



Slzičkovité erytrocyty (dakryocyty, teardrop)



➤ Popis

- ✓ kapkovitý tvar prodloužený k jednomu pólu
- ✓ často mikrocyty
- ✓ erytrocyty bývají hypochromní

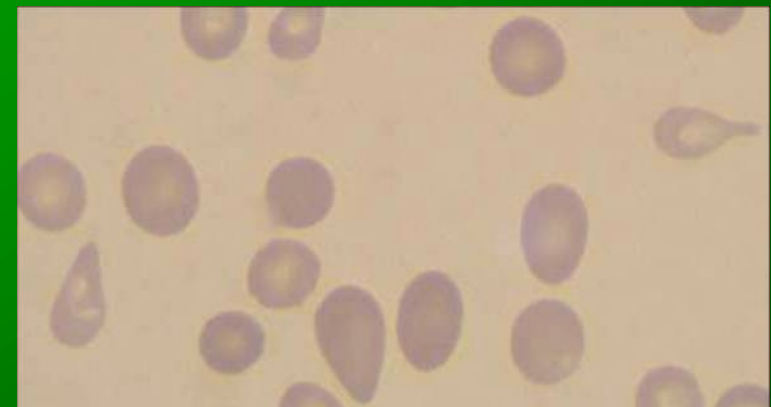
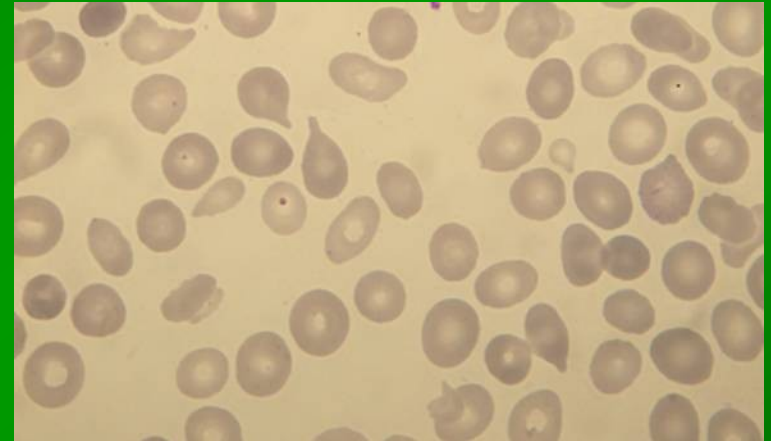
➤ Příčina

mechanická – ireverzibilní deformace erytrocytů

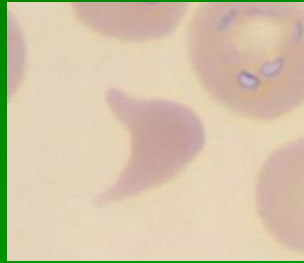
Slzičkovité erytrocyty

➤ Klinický význam

- ✓ myelofibróza
- ✓ talasémie
- ✓ perniciózní anémie
- ✓ některé hemolytické anémie
- ✓ tuberkulóza
- ✓ metastázy do kostní dřeně



Schistocyty (schizocyty)

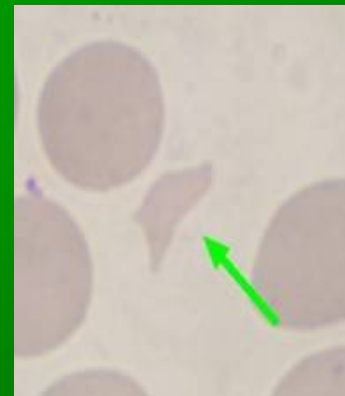


- Popis
fragmenty erytrocytů
- Příčina
 - ✓ mechanická – fragmentace erytrocytů
 - ✓ útlak fibrinovými vlákny

Schistocyty

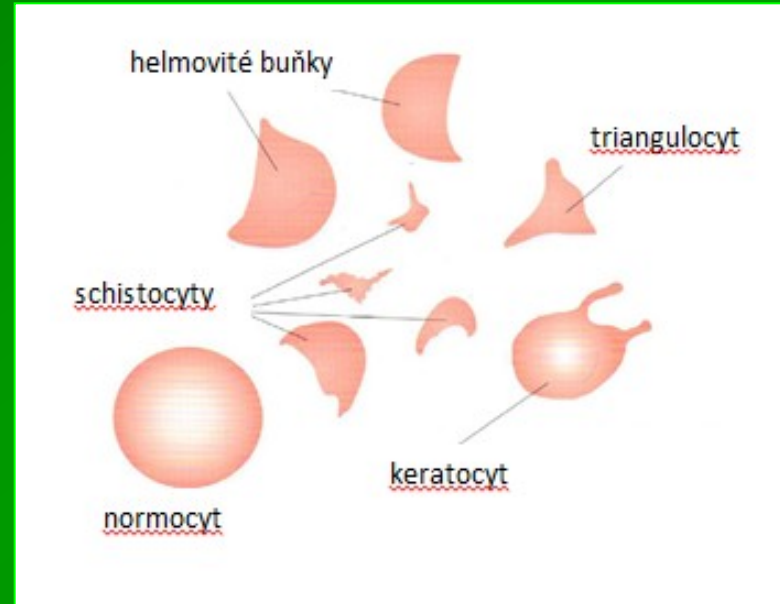
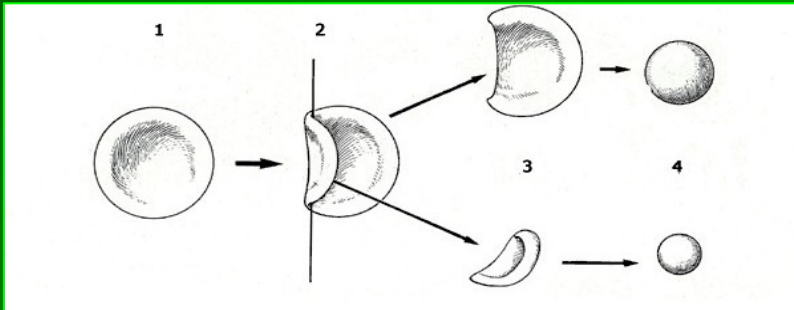
Klinický význam

- ✓ mikroangiopatická hemolytická anémie
- ✓ traumatická hemolytická anémie
- ✓ hemolytická anémie
- ✓ urémie



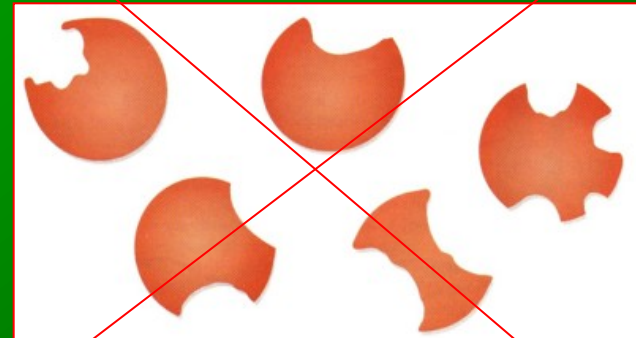
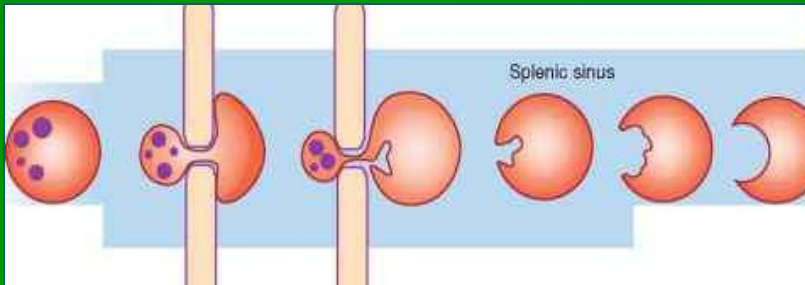
Schistocyty

mechanismus vzniku



ANO

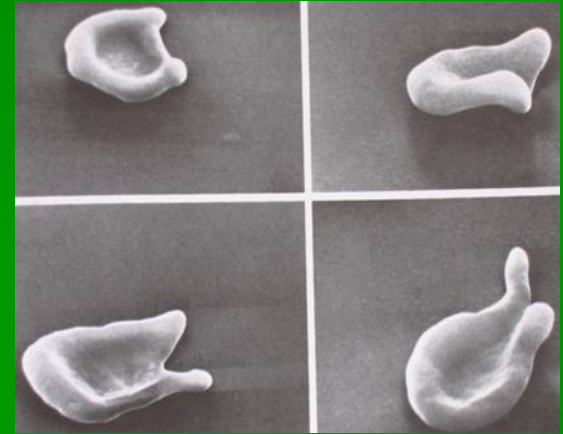
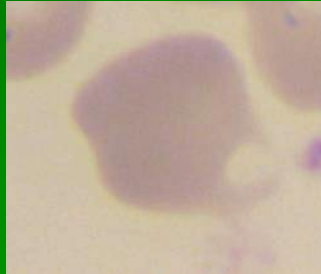
Bite cells („vykousnuté“ buňky)
makrofágy „vykousnou“ Heinzova tělíska
z povrchu erytrocytu



NE

Keratocyty

(*blister cells, horn cells*)



➤ Popis

- ✓ ruptura nebo vpáčení membrány
- ✓ jeví se jako: pseudo vakuola na okraji („*rohatý*“ erytrocyt, po prasknutí „*vakuoly*“)
- ✓ erytrocyty s menším vpáčením - degmacyty (*určitý druh schistocytů*)

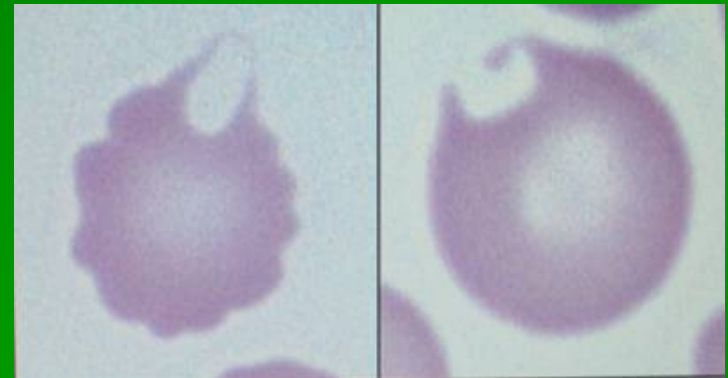
➤ Příčina

precipitace hemoglobinu

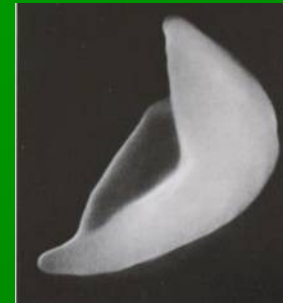
Keratocyty

Klinický význam

- ✓ mikroangiopatická hemolytická anémie
- ✓ akutní krvácivé stavy
- ✓ deficit pyruvátkinázy
- ✓ deficit G6PDH
- ✓ nestabilní hemoglobiny
- ✓ toxické vlivy



Srpkovité erytrocyty (drepanocyty, sickle cells)



- Popis
srpkovitý tvar
- Příčina
polymerizace hemoglobinu S do dlouhých rigidních krystalů

Srpkovité erytrocyty

Klinický význam

- ✓ srpkovitá anémie
- ✓ hemoglobinopatie
(hemoglobin SS, SC,
SD, S- β talasémie)



Inkluze v erythrocytech

- bazofilní tečkování
- Howell-Jollyho tělíška
- Cabotovy prstence
- Pappenheimerova tělíška

Bazofilní tečkování

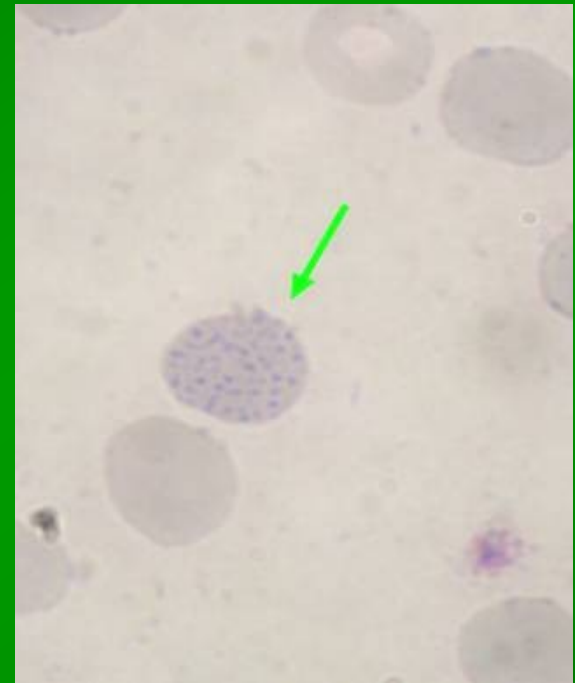


- Popis
tmavomodrá granula v erytrocytu (*i v NRBC*)
- Příčina
degradované zbytky RNA v organelách
(*ribozomy, mitochondrie, siderozomy*) při blokádě
určitých enzymů

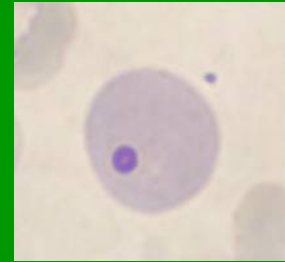
Bazofilní těčkování

Klinický význam

- ✓ poruchy syntézy hemoglobinu
- ✓ otrava olovem
- ✓ talasémie
- ✓ megaloblastová anémie
- ✓ sideroblastická anémie
- ✓ alkoholismus



Howell-Jollyho tělíška

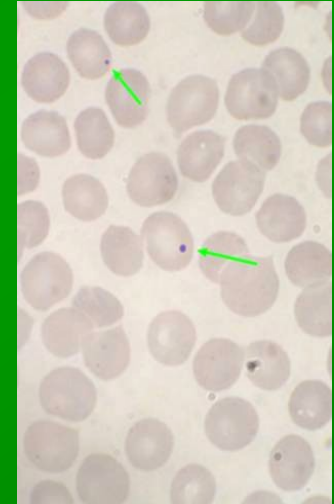


- Popis
purpurově zbarvená kulatá tělíška v erythrocytech
(i v NRBC)
- Příčina
jaderné fragmenty (*obsahují DNA*)

Howell-Jollyho tělíčka

Klinický význam

- ✓ hemolytická anémie
- ✓ splenektomie
- ✓ srpkovitá anémie
- ✓ megaloblastová anémie
- ✓ obecně při poruchách vyzrávání jádra buňky
- ✓ alkoholismus



Cabotovy prstence



➤ Popis

- ✓ tenké vlákno (i stočené) uvnitř erythrocytu
- ✓ purpurové zbarvení

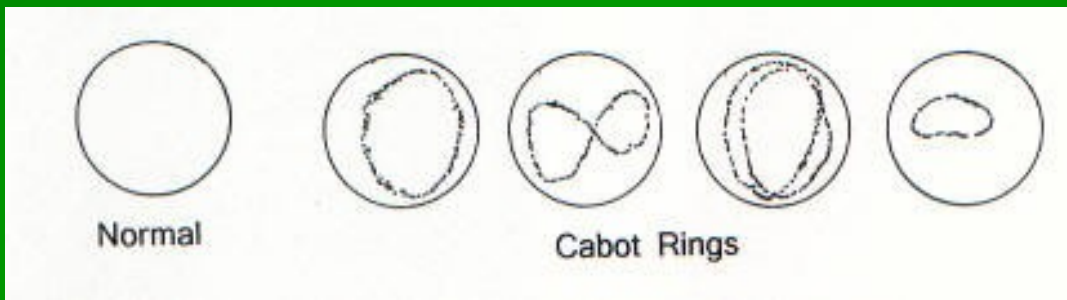
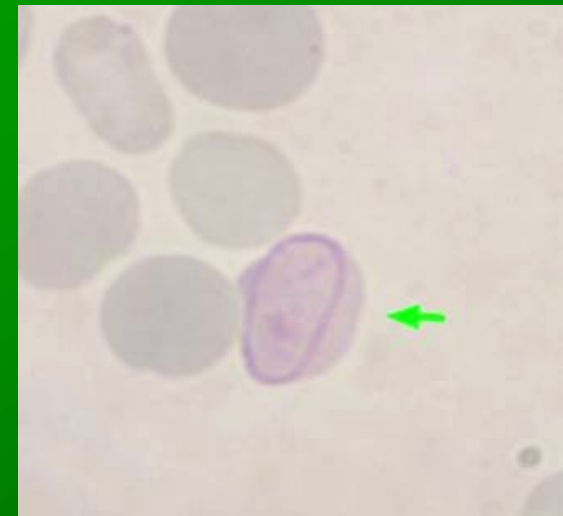
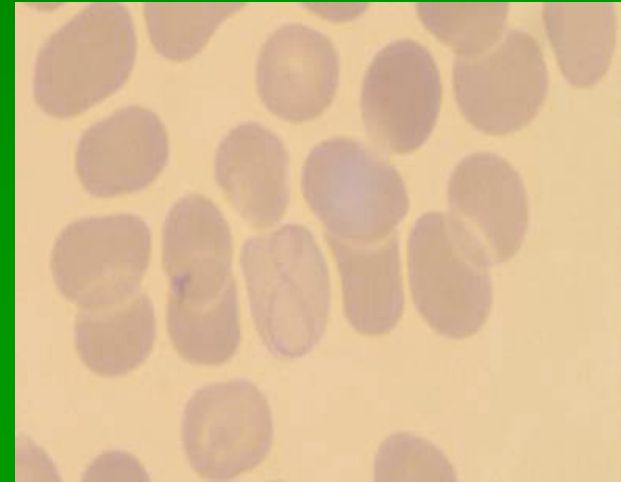
➤ Příčina

pravděpodobně mikrotubuly z mitotického vřeténka nebo zbytky jaderné membrány

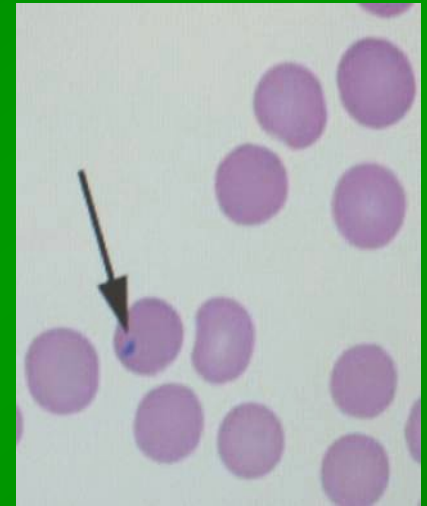
Cabotovy prstence

Klinický význam

- ✓ těžká stádia anémií
- ✓ megaloblastová anémie
- ✓ dyserythropoéza



Pappenheimerova tělíska

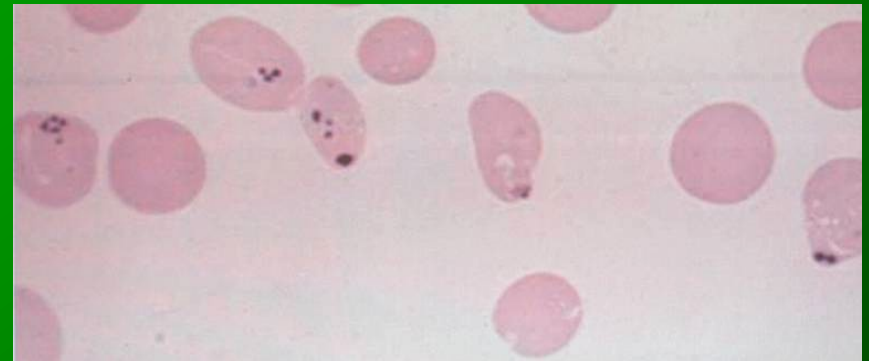


- Popis
červenovofialová jednotlivá nebo četnější tělíska v erytrocytech
- Příčina
granula obsahují zásobní železo, agregují s mitochondriemi a ribozomy

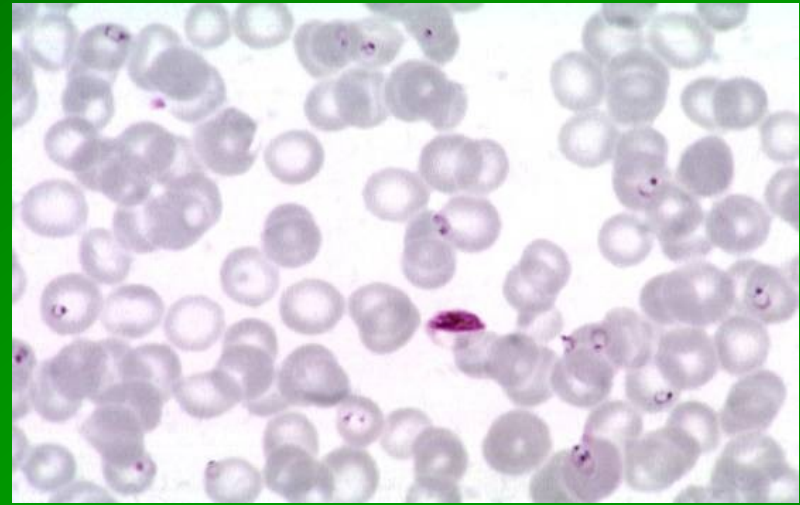
Pappenheimerova tělíčka

Klinický význam

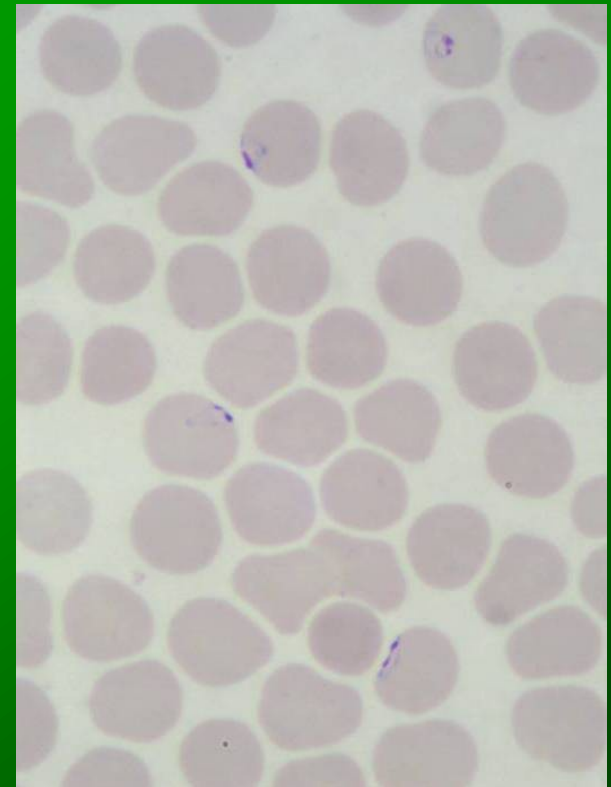
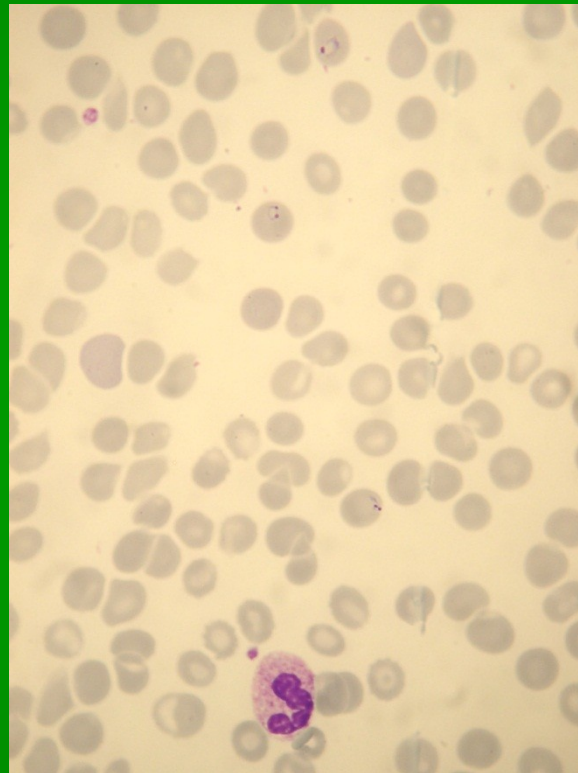
- ✓ dyserythropoéza
- ✓ sideroblastická anémie
- ✓ megaloblastová anémie
- ✓ splenektomie
- ✓ talasémie



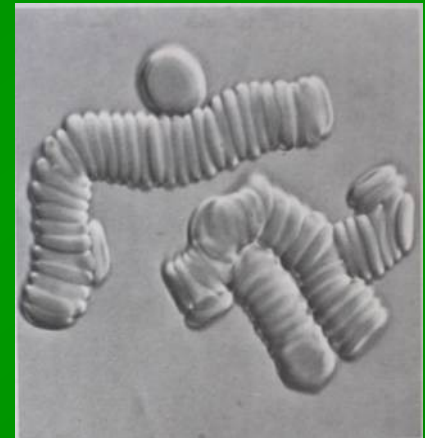
Dif dg: Malárie



- uvedené erytrocytární inkluze nutno odlišit od přítomnosti parazitů



Penízkovatění erytrocytů (rouleax)

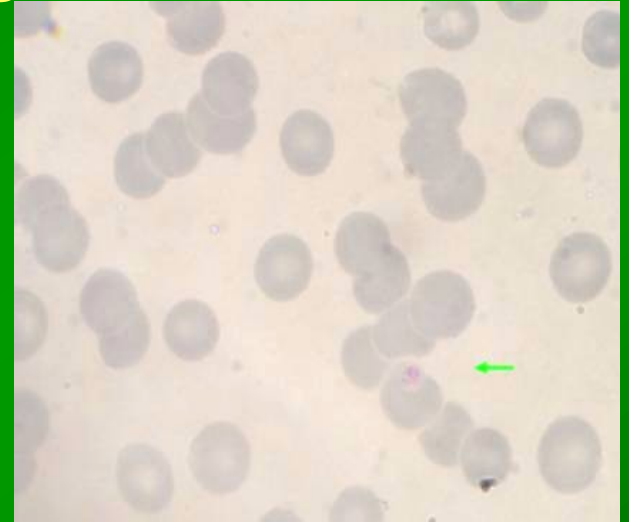


- Popis
erythrocyty tvoří „řetízky“ (tři a více buněk)
- Příčina
zvýšené množství plazmatických proteinů
navázaných na povrchu erytrocytů

Penízkovatění erytrocytů

Klinický význam

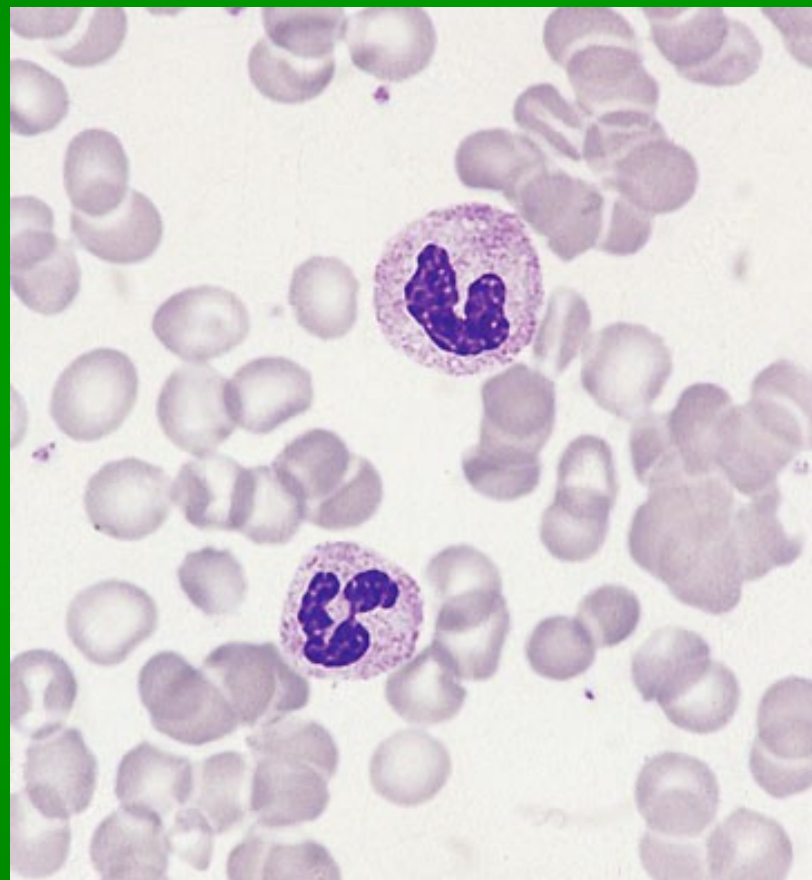
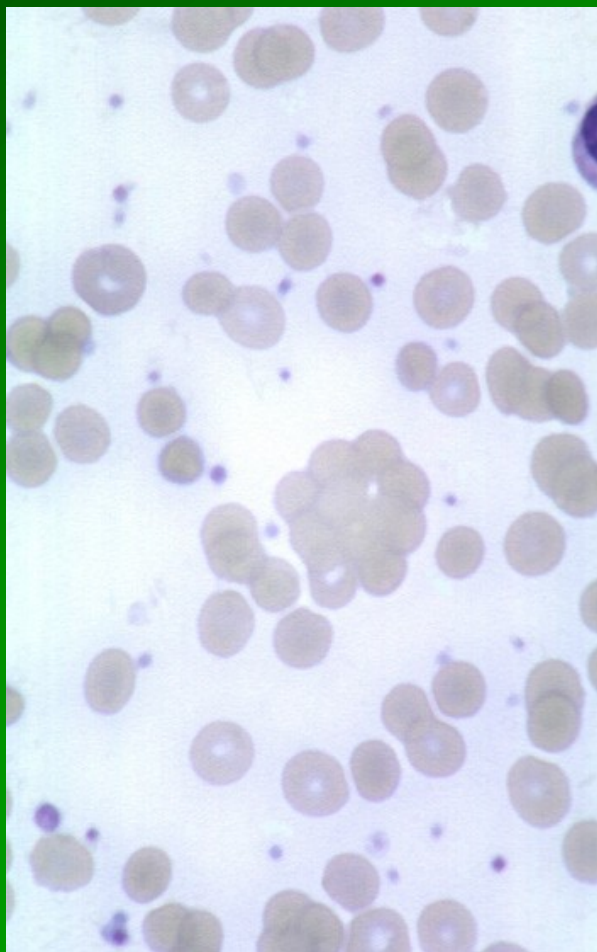
- ✓ mnohočetný myelom
- ✓ monoklonální gamapatie
- ✓ maligní lymfomy
- ✓ chronická onemocnění jater
- ✓ chronické infekce



Aglutinace erytrocytů

- Popis
seskupené erytrocyty do větších, či menších shluků
- Příčina
přítomnost protilátek (*nejčastěji chladové*)
- Klinický význam
paroxysmální chladová hemoglobinurie
potransfuzní inkompatibilita

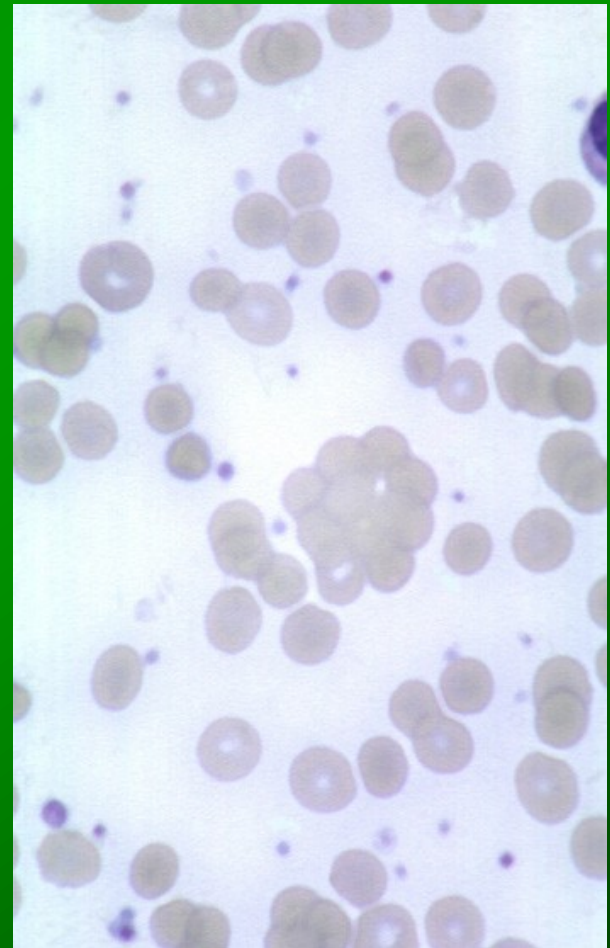
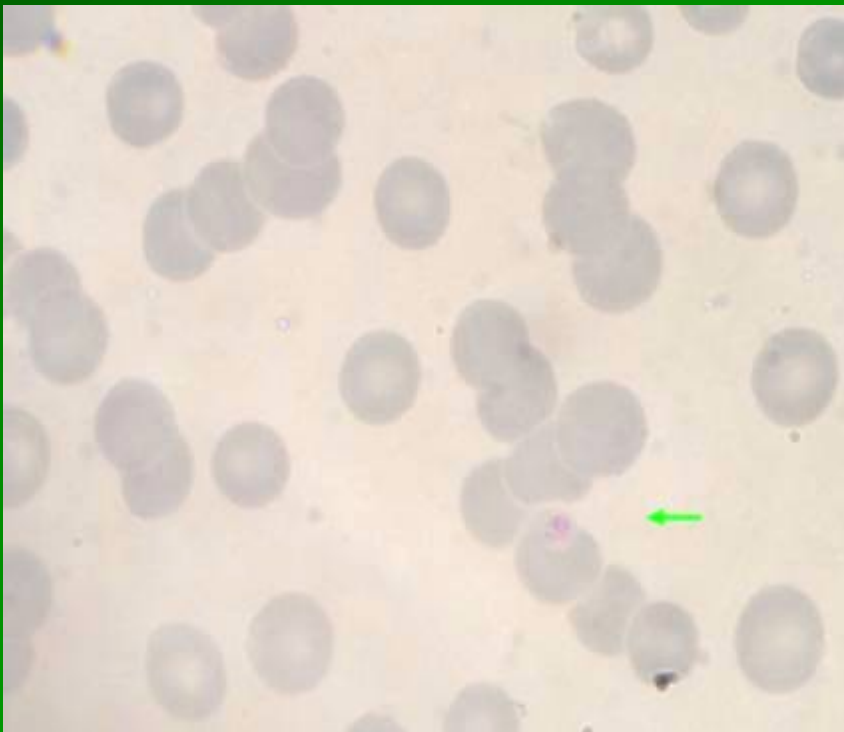
Aglutinace erytrocytů



**Penízkovatění
erytrocytů**

X

**Aglutinace
erytrocytů**



Aglutinace erytrocytů – chladové protilátky

