



# Hodnocení nátěru kostní dřeně

-  
pomůže nám AI?

D. Mikulenková

# Pomůže nám AI?

## Já doufám, že ano



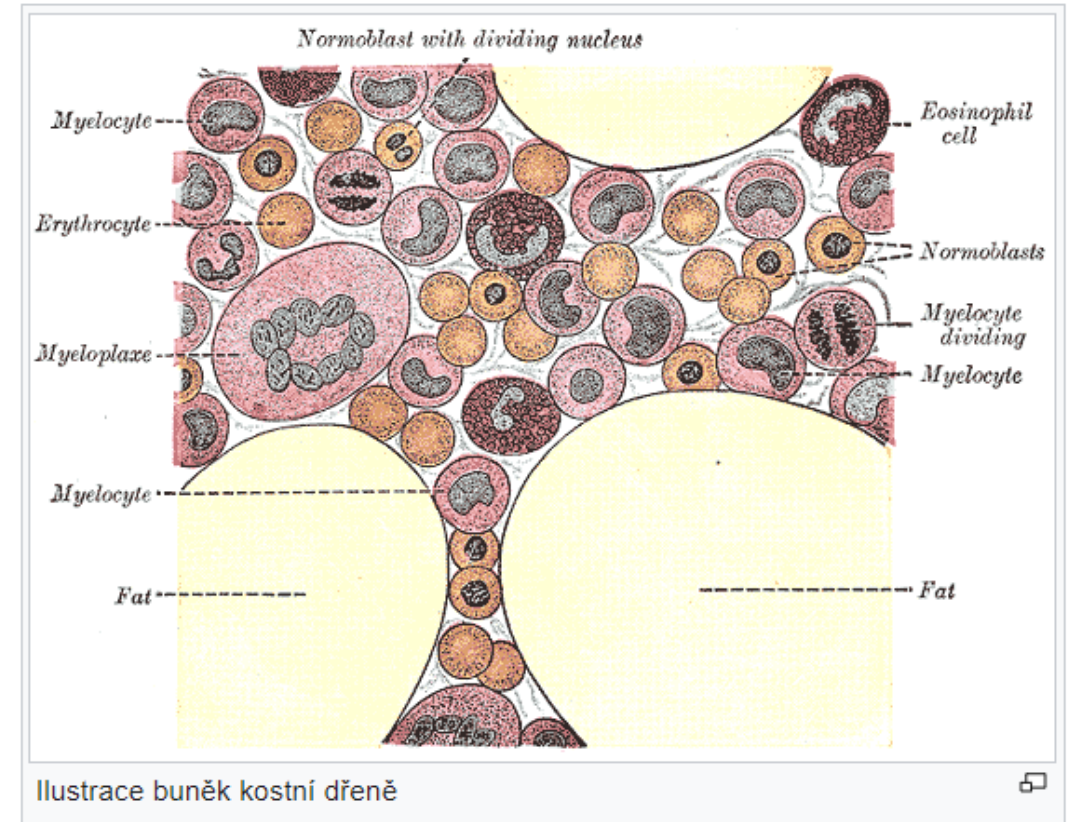
# Kostní dřeň

**Kostní dřeň** (*medulla ossium*), lidově **morek**, je měkká **tkáň**, která vyplňuje vnitřky **kostí savců**. Vyplňuje dřeňovou dutinu (*cavitas medullaris*) dlouhých kostí a prostory mezi trámci houbovitě kostní tkáně konců dlouhých kostí, kde se tvoří nové krvinky a krevní destičky (**krvetořba**). Je tvořena tzv. hemopoetickou tkání. **Krvetořba** probíhá ve všech kostech do 4 až 5 let.

**Červená kostní dřeň** (*medulla ossium rubra*) - zde probíhá krvetořba. V okamžiku narození je veškerá kostní dřeň červená. S přibývajícím věkem se v dlouhých kostech mění ve žlutý typ. Tento orgán krvetořby se vyšetřuje nabodnutím hrudní kosti (sternální punkce). Dárci poskytují kostní dřeň z kosti pánevní.

**Žlutá kostní dřeň** (*medulla ossium flava*) - vzniká z kostní dřeně červené nahrazováním původního retikulárního vaziva vazivem tukovým.

**Šedá kostní dřeň** (*medulla ossium grisea*) - vzniká ze žluté dřeně ztrátou tuku v pozdním věku. Má průsvitný vzhled a želatinový charakter. Krvetořba zde není.



[Kostní dřeň – Wikipedie \(wikipedia.org\)](https://www.wikipedia.org)

# ICSH



## Mezinárodní rada pro standardizaci v hematologii

### Pokyny ICSH pro standardizaci vyšetření vzorků kostní dřeně a výsledkových zpráv

S.-H. LEE, W. N. ERBER, A. PORWIT, M. TOMONAGA, L. C. PETERSON, Mezinárodní rada pro normalizaci v hematologii

- Poprvé publikováno: 04 Zář 2008



# Hodnocení nátěru aspirátu kostní dřeně

Je součástí diagnostického vyšetřovacího postupu u pacientů s hematologickými chorobami, či u pacientů, u kterých existuje **podezření** (např. z nátěru periferní krve) **na hematologické onemocnění**, které je nutné hodnocením aspirátu kostní dřeně ověřit.

Součástí hodnocení je stanovení relativního rozpočtu hematopoetických buněk (**myelogram**) a **morfologický popis hematopoetických vývojových řad** a dalších buněk přítomných v kostní dřeni.



Česká hematologická společnost ČLS JEP

## Doporučení laboratorní sekce České hematologické společnosti ČLS JEP

### HODNOCENÍ NÁTĚRU ASPIRÁTU KOSTNÍ DŘENĚ

**Zpracovaly:** Buliková A., Mikulenková D.

**Spoluautoři:** Faber E., Smolej L.

**Revize:** Buliková A., Faber E., Mikulenková D.

**Recenzent:** Členové Laboratorní sekce ČHS ČLS JEP

**Schváleno Laboratorní sekcí ČHS ČLS JEP:** 1. 12. 2017

**Schváleno výborem ČHS ČLS JEP:** 19. 2. 2018

**Verze:** 2, *revize 1*

**Platnost od:** 8.11.2022

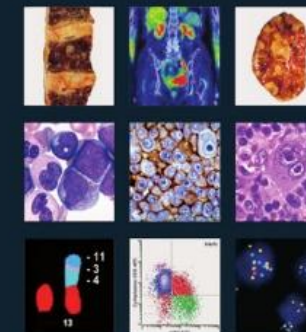
**Přechodné období (platí i nahrazovaný dokument) do:** 8.2.2023

**Poznámky:**

*Změny oproti předešlému dokumentu jsou vyznačené modrou kurzívou.*

#### WHO Classification of Tumours of Haematopoietic and Lymphoid Tissues

Steven H. Swerdlow, Elia Campo, Nancy Lin Harris, Elaine S. Jaffe, Stefano A. Pileri,  
Harald Stein, Jürgen Thiele, Daniel A. Arber, Robert P. Hasserjian,  
Michelle M. Le Beau, Alessio Orzi, Rainer Siebert



# I. Indikace k vyšetření

Vyšetření nevysvětlitelné anémie, abnormálních indexů červených krvinek, cytopenií nebo cytoz

Vyšetření abnormální morfologie nátěru periferní krve svědčící pro patologii kostní dřeně

Diagnostika, staging a sledování maligních hematologických onemocnění (např. akutní a chronické leukémie, myelodysplastické syndromy, chronická myeloproliferativní onemocnění, lymfomy, plazmocelulární myelom, amyloidóza, mastocytóza)

Vyšetření podezření na metastázy kostní dřeně

Nevysvětlitelné fokální kostní léze na radiologickém zobrazování

Nevysvětlitelná organomegalie nebo přítomnost hromadných lézí nepřístupných pro biopsii

Mikrobiologická kultura pro vyšetření pyrexie neznámého původu nebo specifických infekcí, např. vojenské tuberkulózy, leishmaniózy, malárie

Hodnocení skladů železa

Vyšetřování poruch ukládání lipidů/glykogenu

Vyloučení hematologického onemocnění u potenciálních alogenních dárců transplantovaných kmenových buněk



X

## II. Příprava pacienta na výkon

- Výběr vhodného místa aspirace KD (cave radioterapie, sternotomie, BMI > 35, terapie antikoagulancii, hodnoty PLT)
- Výběr vhodné analgosedace
- Informovaný souhlas
- Hodnoty KO (max 2 dny staré!)

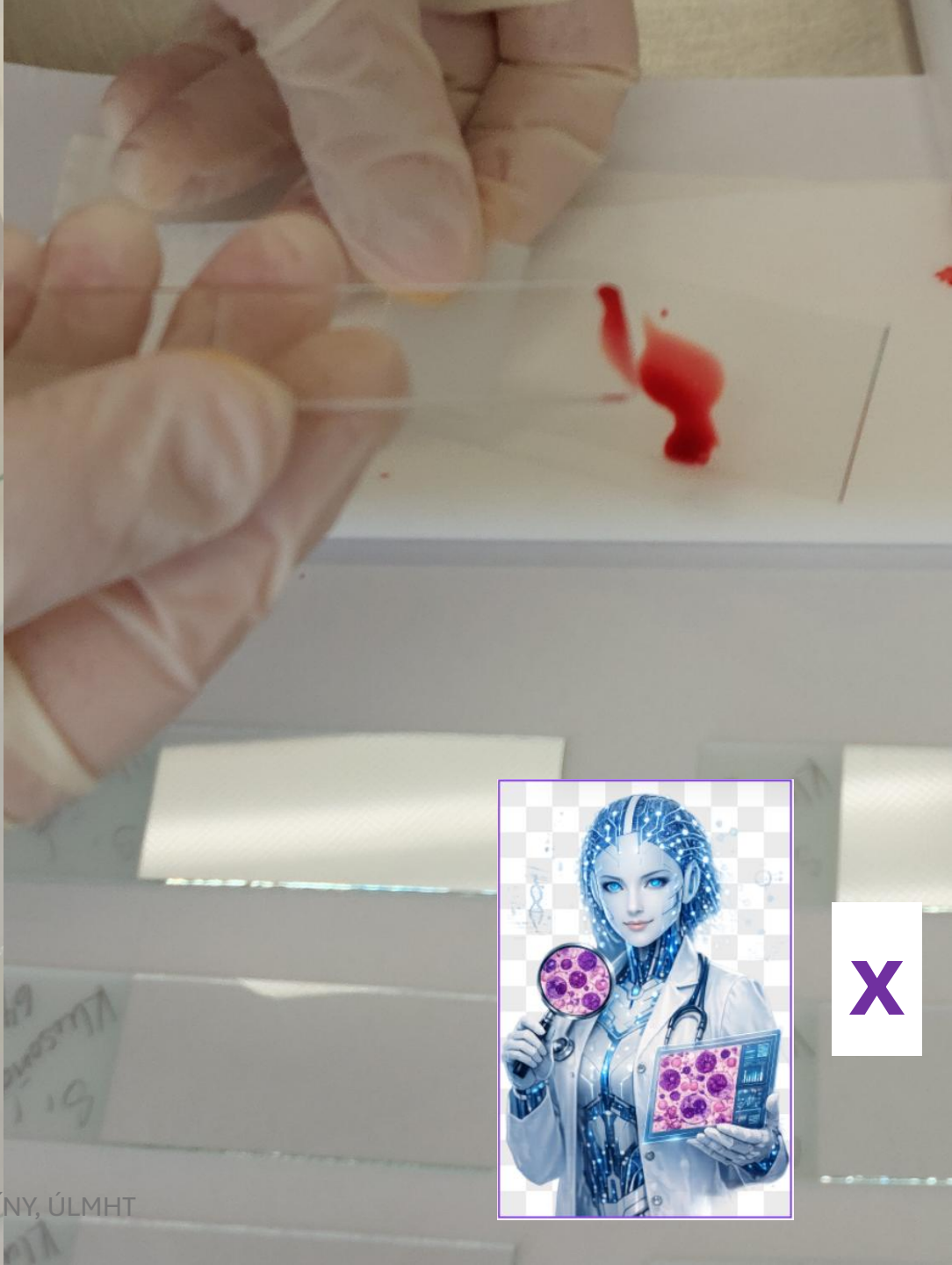


X



13.05.2025

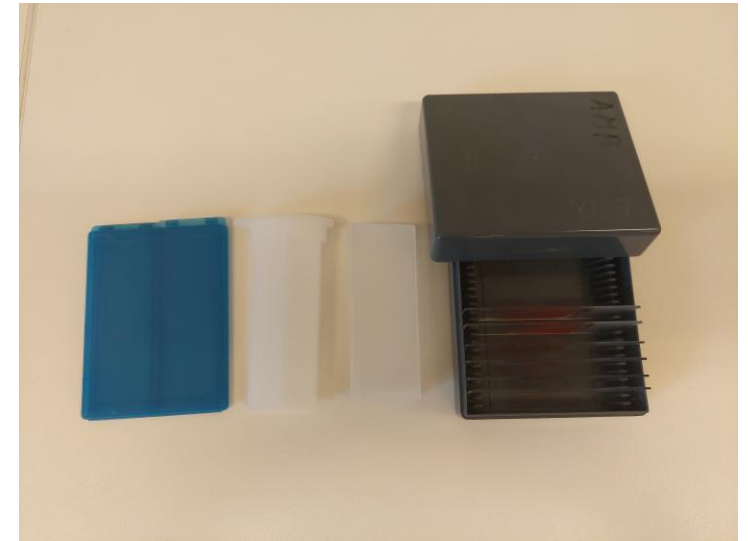
2. KONFERENCE LABORATORNÍ MEDICÍNY, ÚLMHT



## IV. Transport vzorku

- Nátěry nechat zaschnout (30 minut)  
→ uzavíratelné krabičky

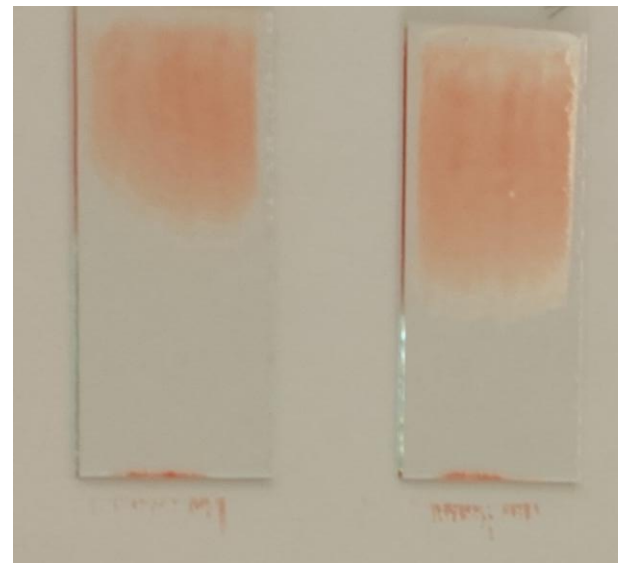
**NEDÁVAT DO LEDNICE**




**X**

# V. Barvení nátěru

- MGG (fixace metanolem)
- Nedoporučuje se rychlobarvení  
a barvení v barvicím automatu

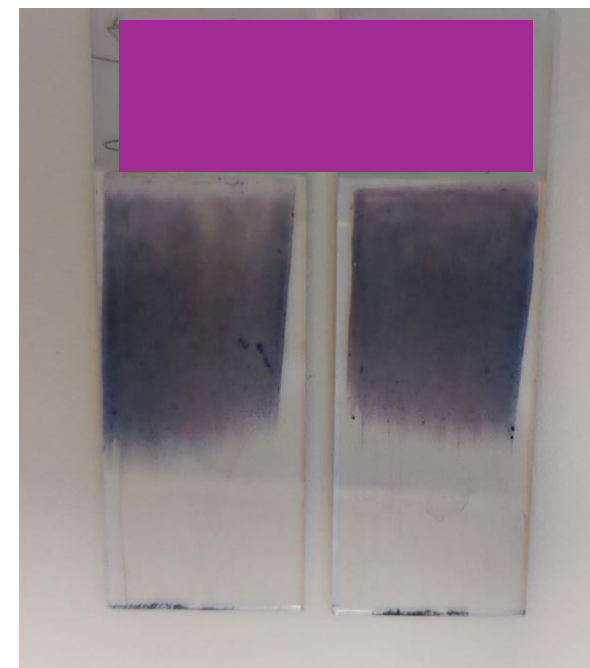


 Česká hematologická společnost ČLS JEP

**Doporučení laboratorní sekce  
České hematologické společnosti ČLS JEP**

**HODNOCENÍ NÁTĚRU ASPIRÁTU KOSTNÍ DŘENĚ**

Zpracovaly: Buliková A., Mikulenková D.  
Spoluautoři: Faber E., Smolej L.  
Revize: Buliková A., Faber E., Mikulenková D.  
Recenzent: Členové Laboratorní sekce ČHS ČLS JEP  
Schváleno Laboratorní sekcí ČHS ČLS JEP: 1. 12. 2017  
Schváleno výborem ČHS ČLS JEP: 19. 2. 2018  
Verze: 2, *revize 1*  
Platnost od: *8.11.2022*  
Přechodné období (platí i nahrazovaný dokument) do: *8.2.2023*  
Poznámky:  
*Změny oproti předešlému dokumentu jsou vyznačené modrou kurzívou.*



X

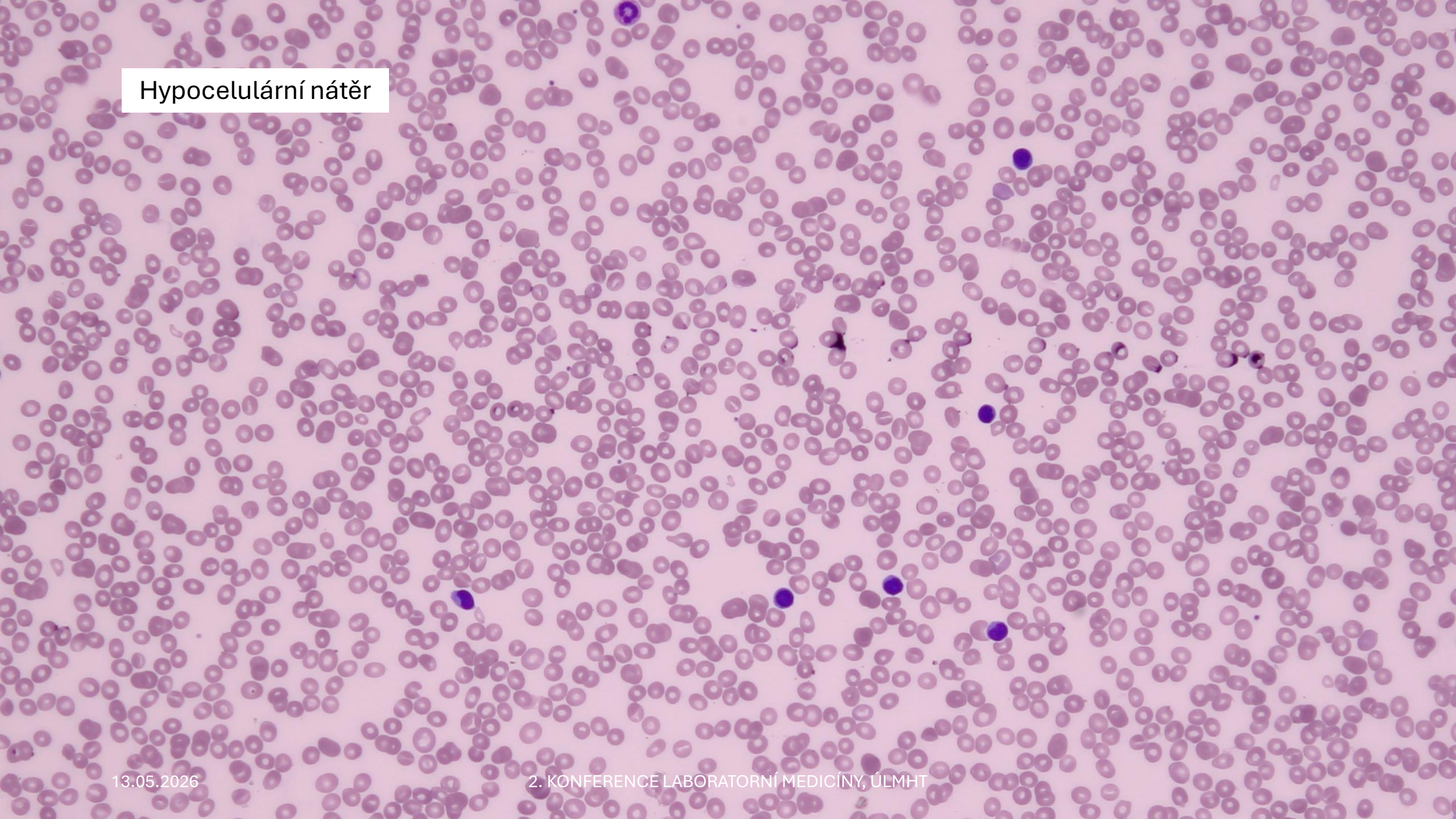
# VI. Morfologické hodnocení

- malé zvětšení ( $\times 100 - 400$ )  $\rightarrow$  zhodnocení kvality nátěru a obarvení, buněčnost nátěru, počet a morfologie megakaryocytů, orientační zhodnocení jednotlivých řad, ev. zjištění přítomnosti abnormálních buněk (okraje a konce nátěru);

výběr vhodného místa k přesnému hodnocení



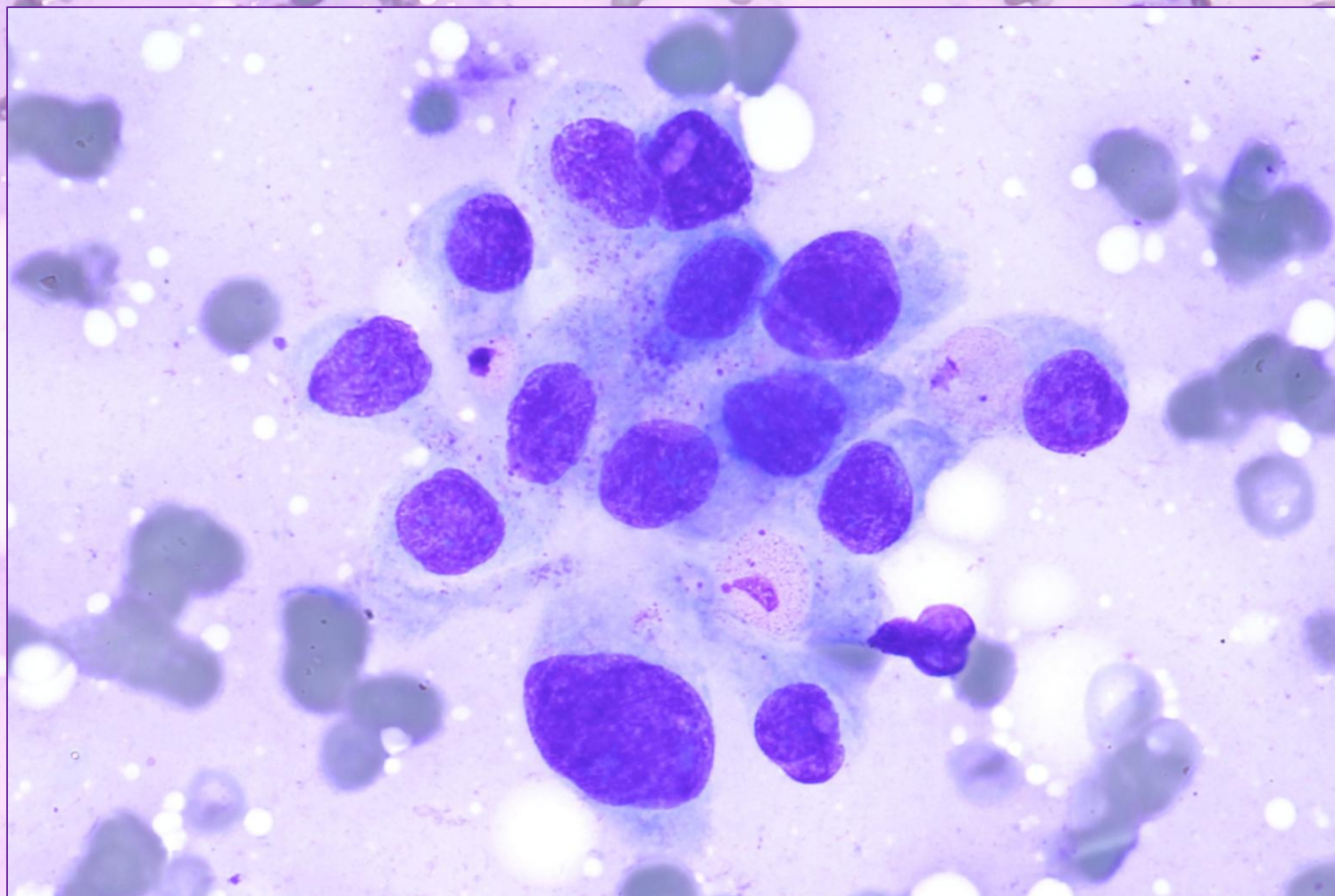
Hypocelulární nátěr



Hypercelulární nátěr

## Nekróza dřeně

Metastatické  
postižení KD

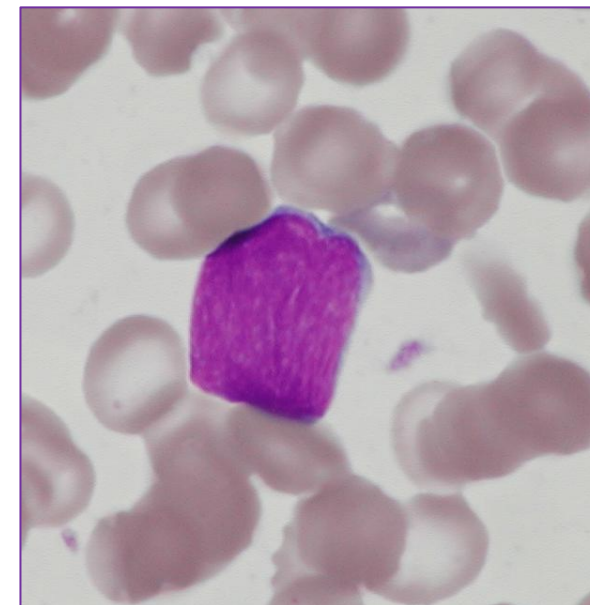
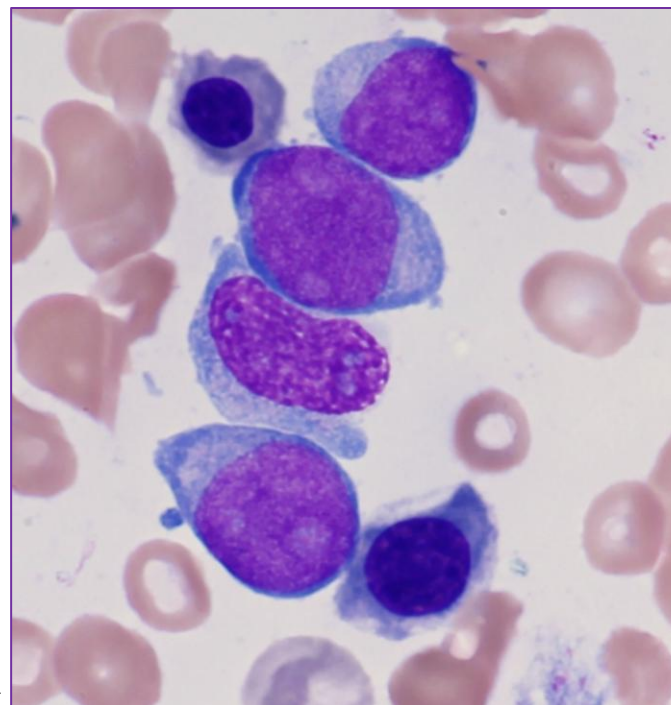


# VI. Mikroskopická morfologie

- velké zvětšení ( $\times 1000$ )

**Myelogram** (250 – 500 jad. buněk)

- ✓ Granulopoeza
- ✓ Erytropoeza
- ✓ Lymfocytopenoeza
- ✓ Monocytopenoeza
- ✓ Blastické elementy
- ✓ Hematogony
- ✓ Morfologicky nerozlišitelné či obtížně rozlišitelné blastické elementy



Do myelogramu resp. rozpočtu jaderných buněk dřeně dle ICSH nejsou zahrnuty:

- makrofágy a jejich alternativy včetně buněk Gaucherových či pseudo-Gaucherových, tukových, sea-blue foam,
- megakaryocyty, promegakaryocyty,
- osteoblasty/osteoklasty,
- buňky nádorové při metastatickém postižení dřeně solidními tumory, buňky Reed – Sternbergové, či Hodgkinovy u Hodgkinova lymfomu.

# VI. Mikroskopická morfologie

- velké zvětšení ( $\times 1000$ )

**Myelogram** (250 – 500 jad. buněk)

- ✓ Granulopoeza
- ✓ Erytropoeza
- ✓ Lymfocytopenie
- ✓ Monocytopenie
- ✓ Blastické elementy
- ✓ Hematogony
- ✓ Morfologicky nerozlišitelné či obtížně rozlišitelné blastické elementy



# VI. Mikroskopická morfologie

- velké zvětšení ( $\times 1000$ )

## Morfologický popis

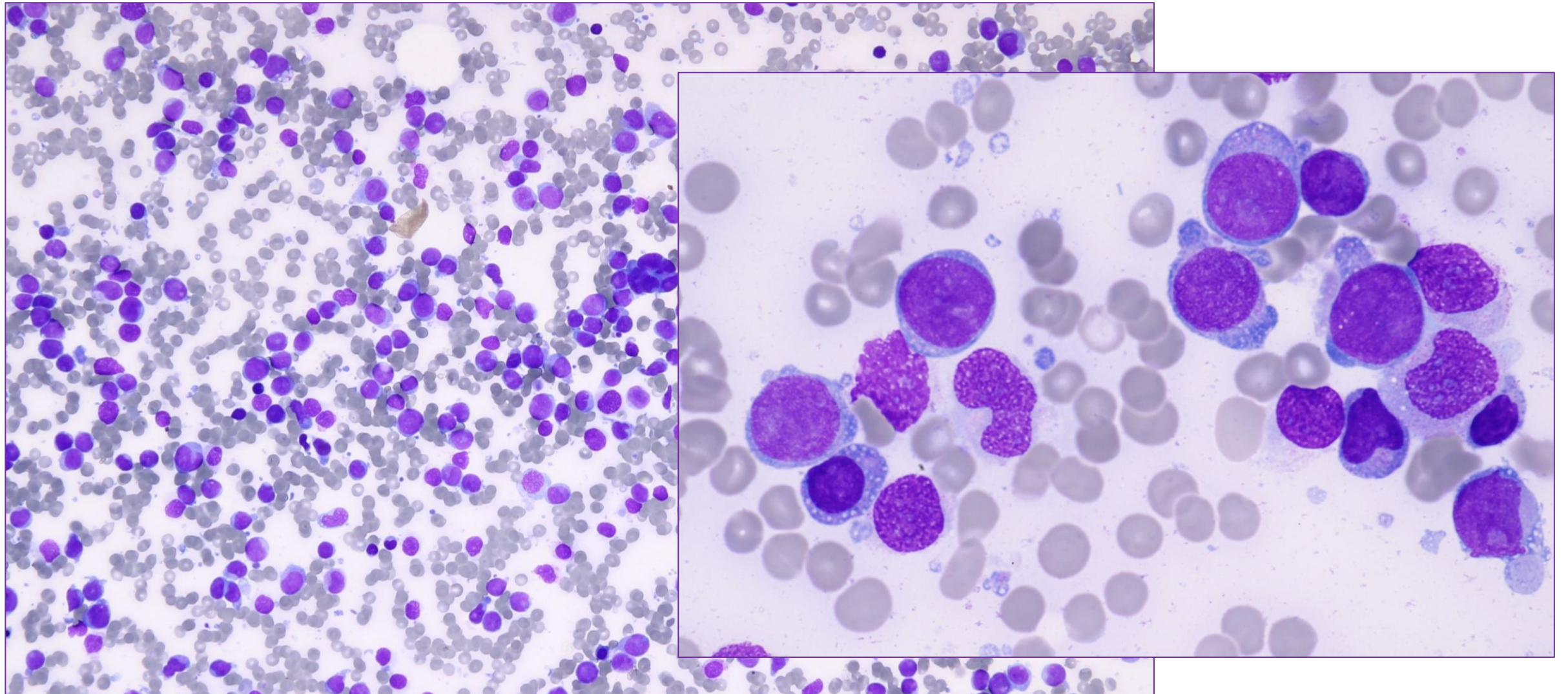
- ✓ granulo-, erytro- a megakaropoezy, lymfocytů a monocytů, mastocytů, makrofágů
- ✓ morfologický popis patologických buněk

Cytochemie (MPO, železo, NSE...)

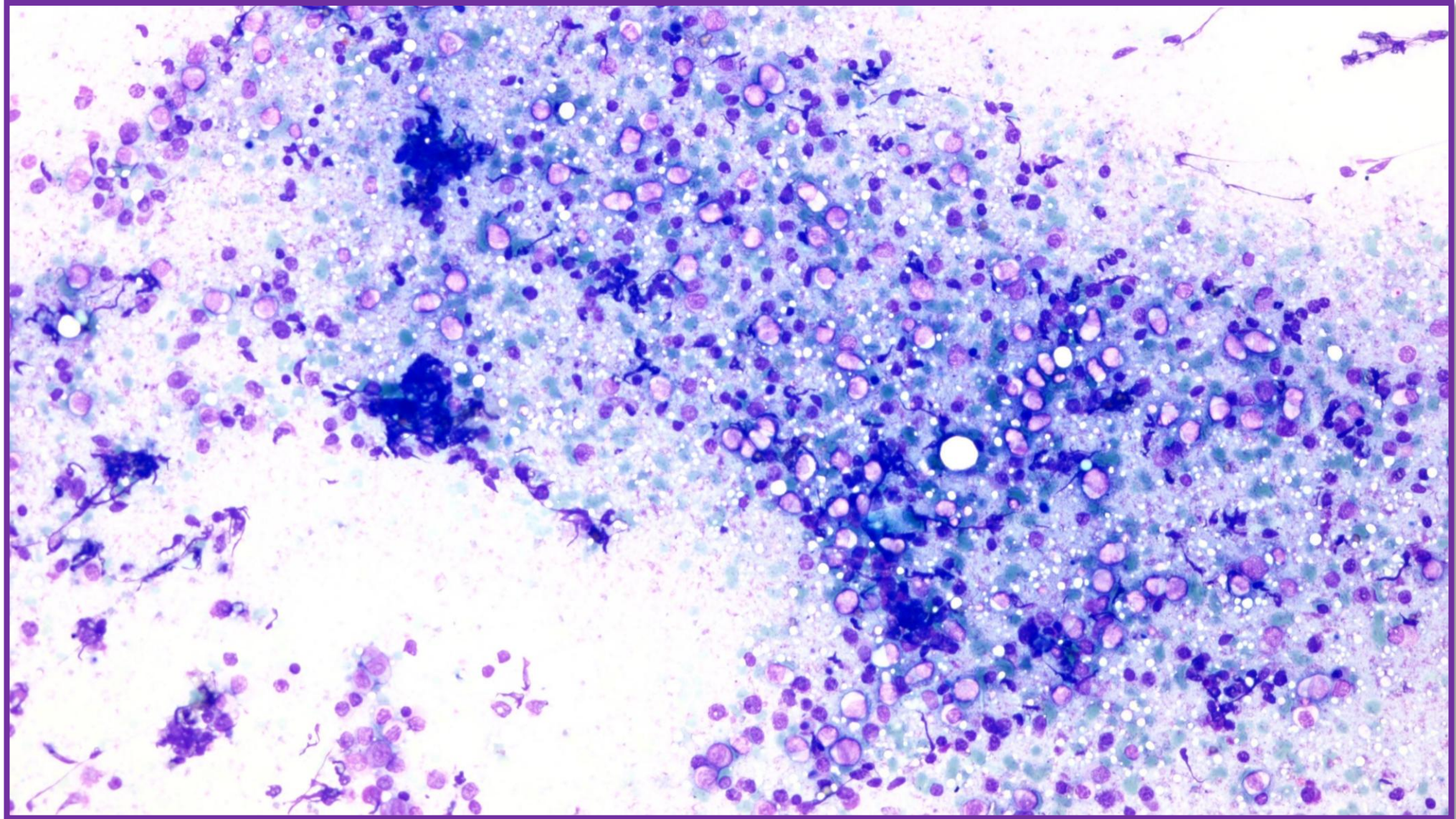


X

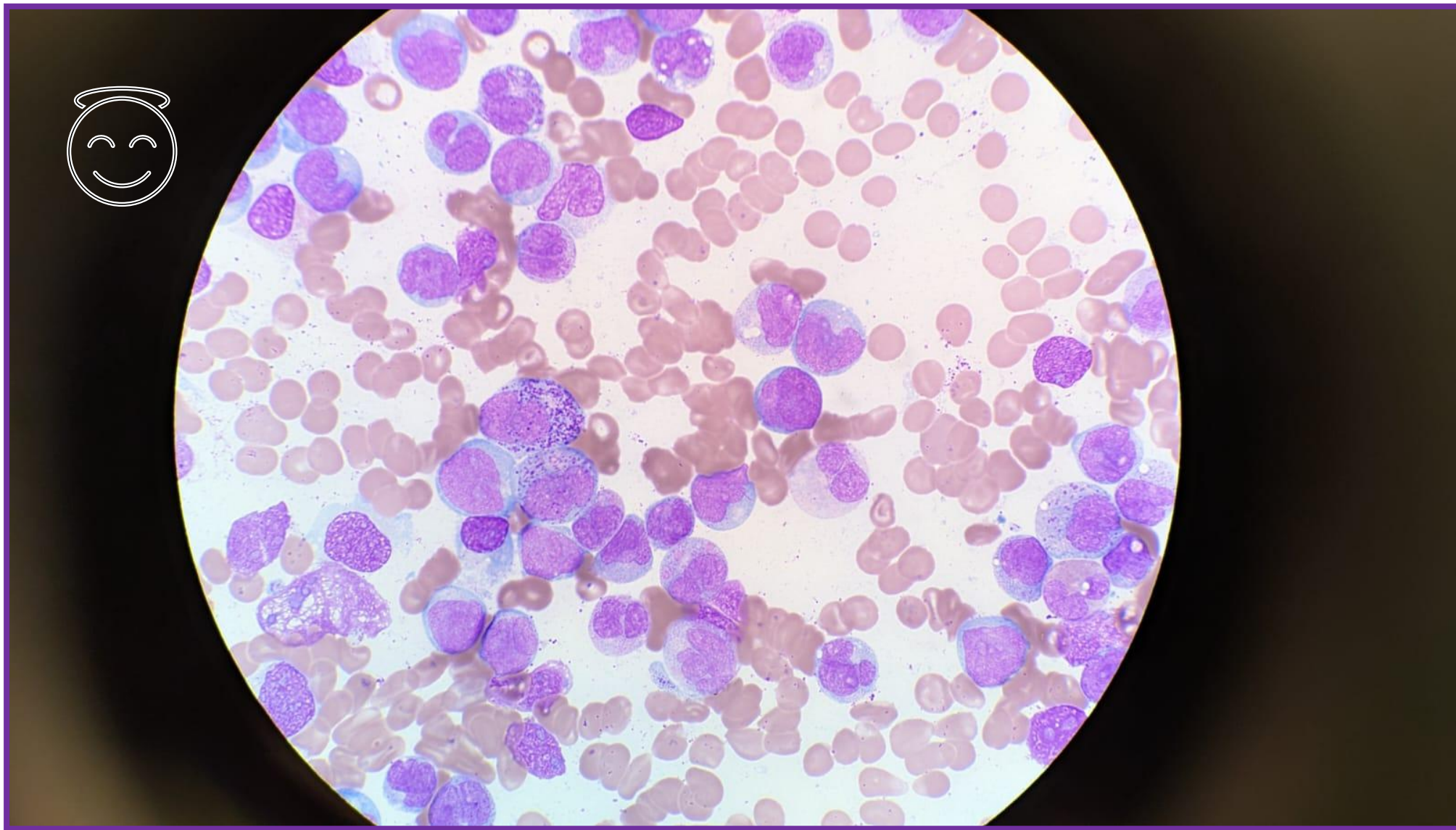
# Mikroskopická morfologie



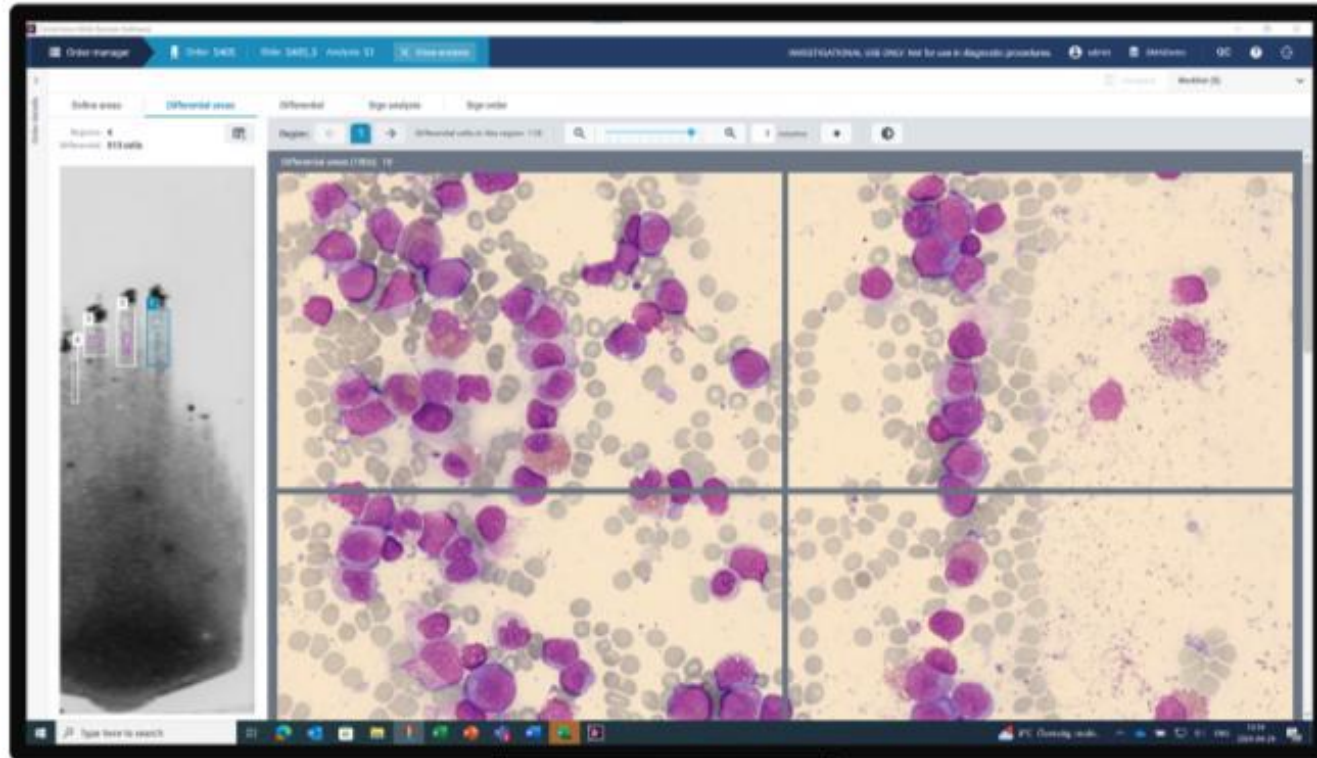
# Mikroskopická morfologie - otisk



# WhatsApp morfologie



# Digitální morfologie



DC-1



# Digitální morfologie



# Digitální morfologie



**Vision Hema**

# Digitální morfologie

Comparative Study > Int J Lab Hematol. 2024 Jun;46(3):474-480. doi: 10.1111/ijlh.14238.

Epub 2024 Feb 8.

## Digital morphology compared to the optical microscope: A validation study on reporting bone marrow aspirates

G Zini <sup>1 2</sup>, P Chiusolo <sup>1 2</sup>, E Rossi <sup>1 2</sup>, E Di Stasio <sup>1 3</sup>, S Bellesi <sup>2</sup>, T Za <sup>2</sup>, M Viscovo <sup>2</sup>, F Frioni <sup>2</sup>, F Ramundo <sup>2</sup>, N Pelliccioni <sup>2</sup>, V De Stefano <sup>1 2</sup>

Affiliations + expand

PMID: 38328984 DOI: 10.1111/ijlh.14238

> Int J Lab Hematol. 2026 May 3. doi: 10.1111/ijlh.70138.

Online ahead of print.

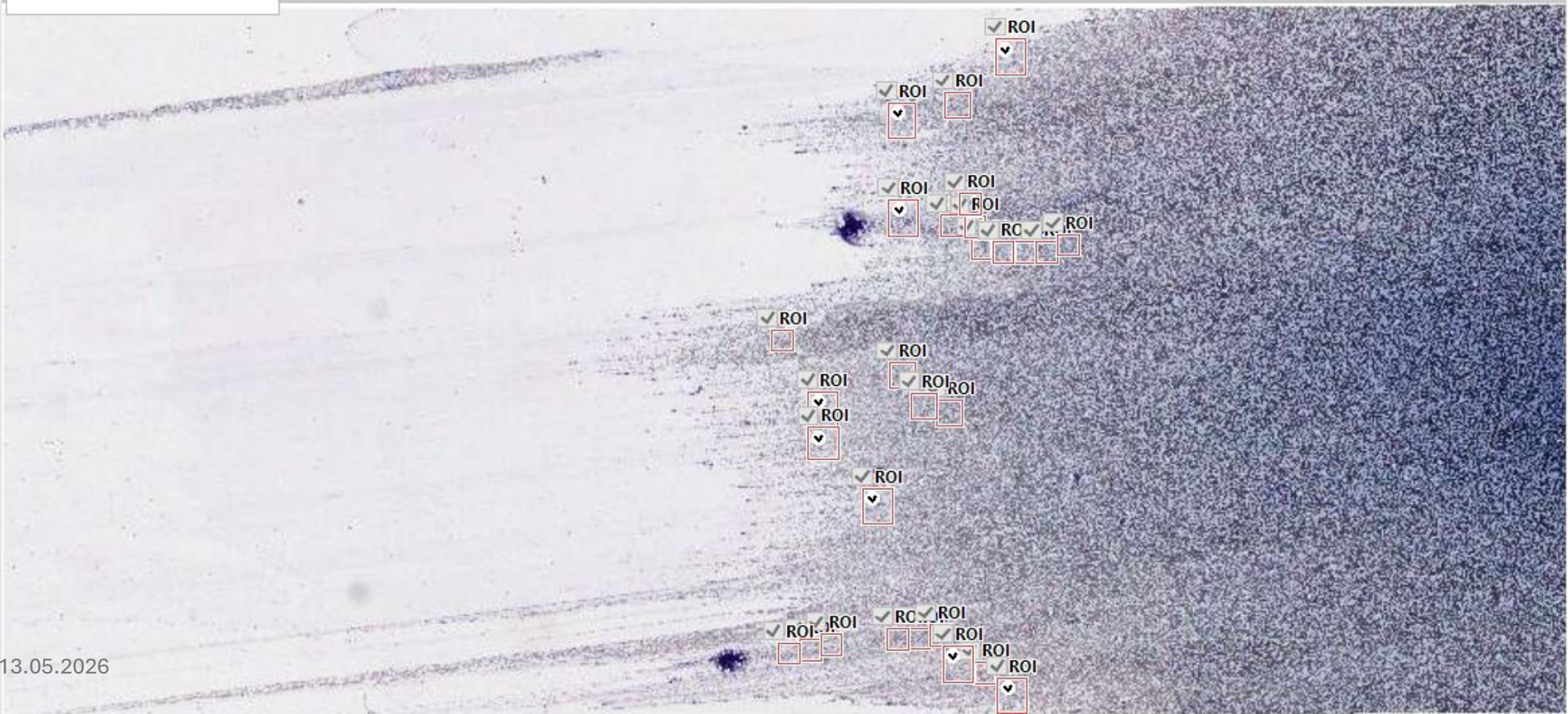
## Assessment of the Performance of Siemens Scopio Digital Morphology on Bone Marrow Aspirates in Onco-Hematology

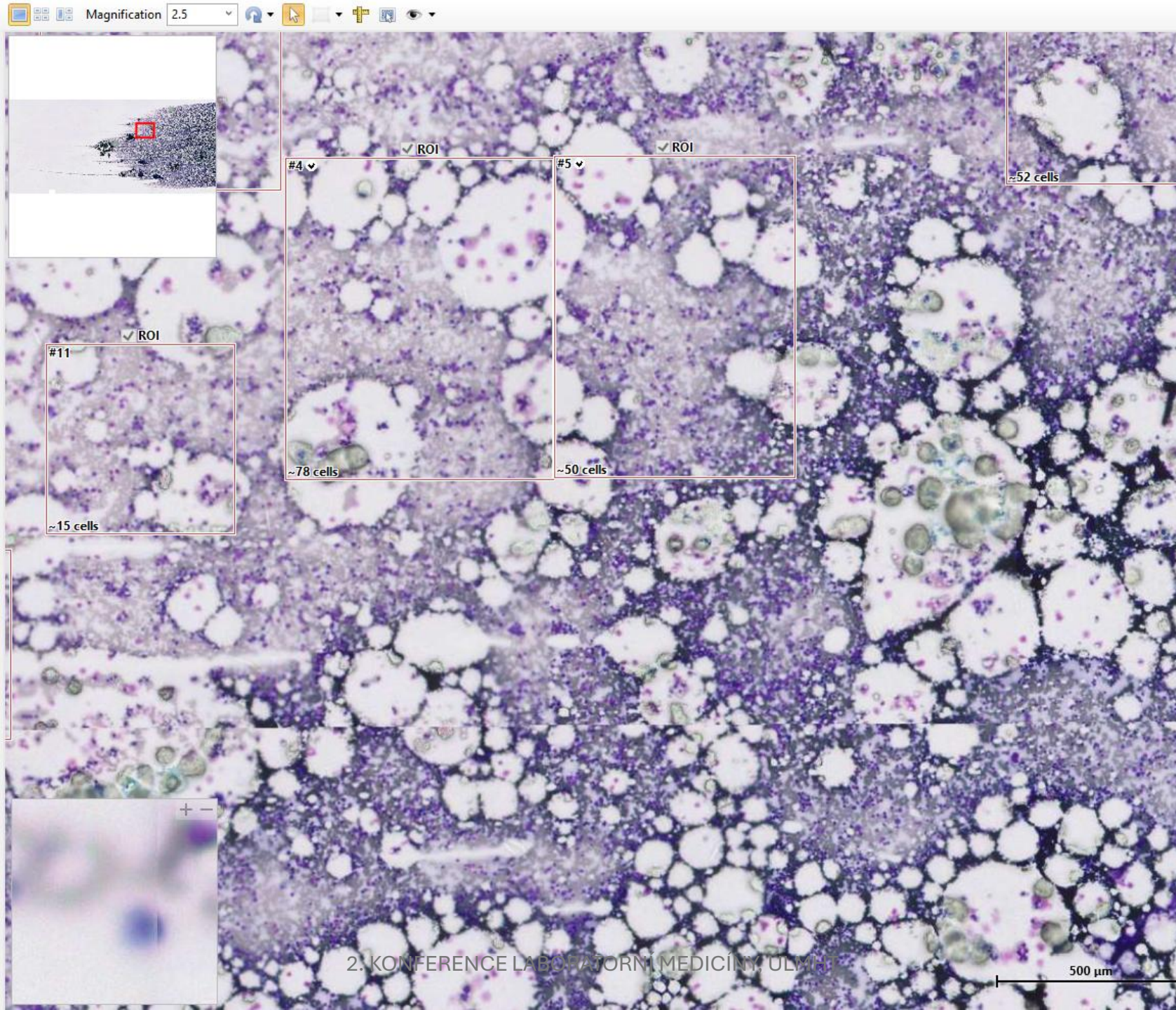
Gina Zini <sup>1</sup>, John Marra <sup>1 2</sup>, Elena Rossi <sup>1 2</sup>, Silvia Bellesi <sup>2</sup>, Nicoletta Pelliccioni <sup>2</sup>, Giuseppe d'Onofrio <sup>1</sup>, Patrizia Chiusolo <sup>1 2</sup>

Affiliations + expand

PMID: 42071166

DOI: 10.1111/ijlh.70138





13.05.2026

2. KONFERENCE LABORATORNÍ MEDICÍNY ULMHT

Full Field Review

Specimen Quality

Cells Review

Iron Stores

Report

Reviewing



Analysis areas (8 areas)

913 Nucleated cells detected

804 Intact cells

109 Stripped cells

Specimen quality evaluation

Based on the sample analysis of particles, megakaryocytes and nucleated cells, the system suggests a specimen quality report. Suggestions are marked in a blue dotted border.



- Particle presence
  - Particulate ( $\geq 3$ )
  - Pauciparticulate (1-2)
  - Aparticle (0)
- Precursor cell presence
  - Present
  - Not present
- Overall specimen quality
  - Adequate
  - Hemodiluted
  - Inadequate (dry tap)

Next

Completed 0 / 3

5 mm



**Analysis info** ^

Scan area

**Particles** < 0 of 13 >

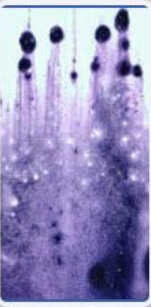
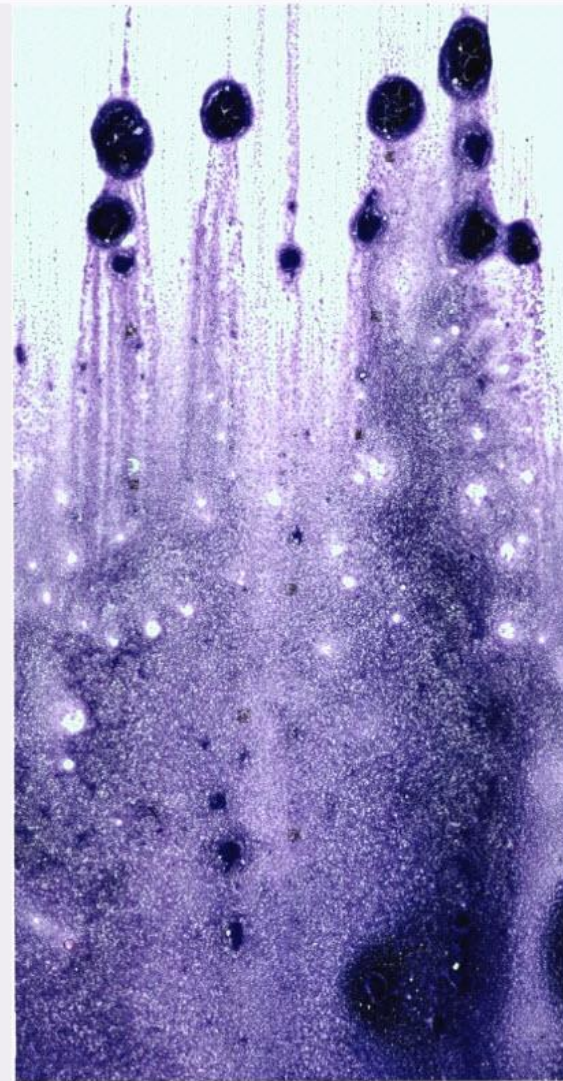
**Megakaryocytes** < 0 of 214 > ⋮

Analysis areas

**Analysis areas** < 0 of 8 > ⋮

**Nucleated cells** < 0 of 804 > ⋮

**Stripped cells** < 0 of 109 > ⋮



Full Field Review

Specimen Quality

Cells Review

Iron Stores

Report

Reviewing | Edit | Settings

Analysis areas (8 areas)

913 Nucleated cells detected  
804 Intact cells  
109 Stripped cells

Specimen quality evaluation

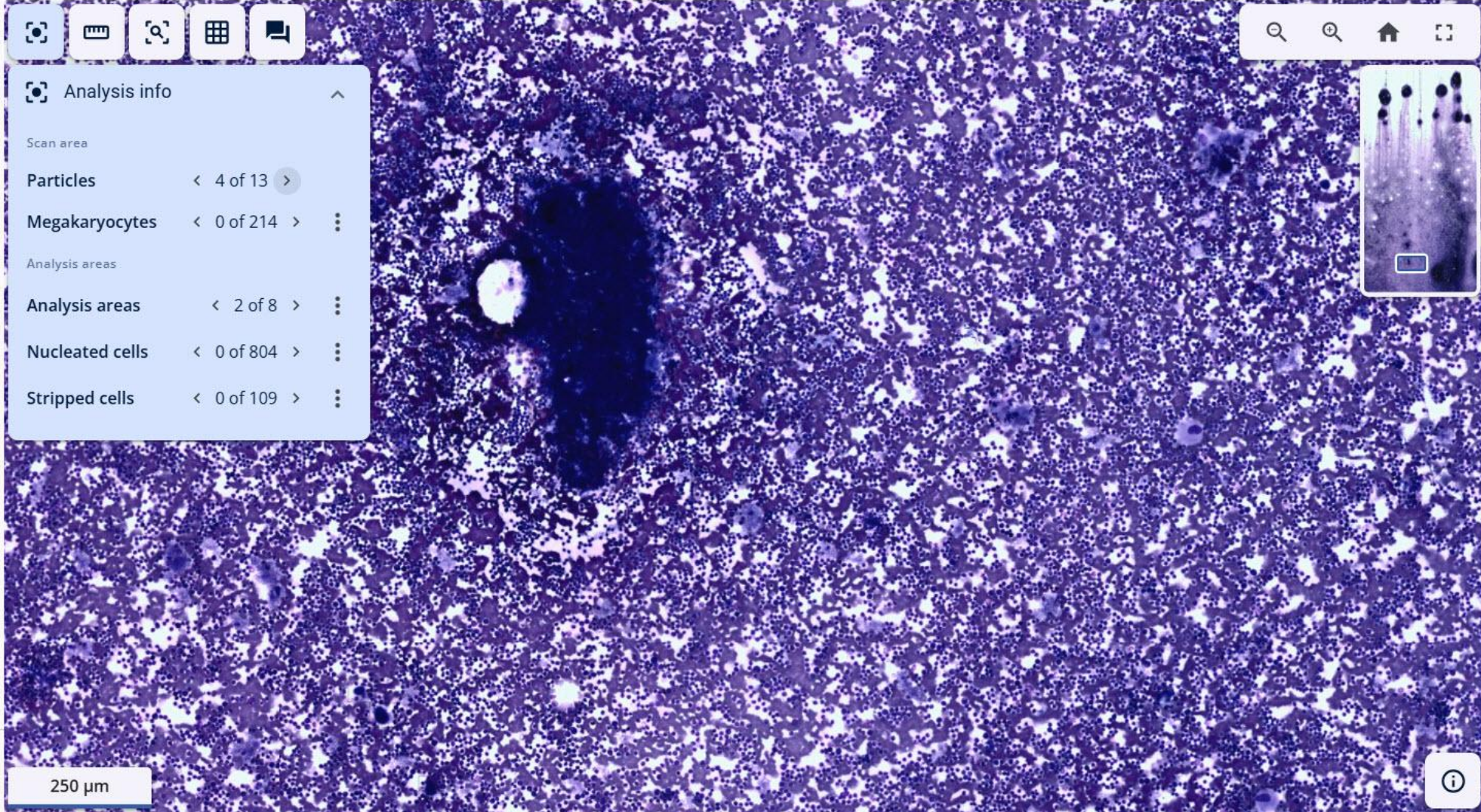
Based on the sample analysis of particles, megakaryocytes and nucleated cells, the system suggests a specimen quality report. Suggestions are marked in a blue dotted border.

Info, Mute, Close, Print

- Particle presence
  - Particulate ( $\geq 3$ )
  - Pauciparticulate (1-2)
  - Aparticulate (0)
- Precursor cell presence
  - Present
  - Not present
- Overall specimen quality
  - Adequate
  - Hemodiluted
  - Inadequate (dry tap)

Next

Completed 0 / 3



**Analysis info**

Scan area

Particles < 4 of 13 >

Megakaryocytes < 0 of 214 >

Analysis areas

Analysis areas < 2 of 8 >

Nucleated cells < 0 of 804 >

Stripped cells < 0 of 109 >

250 µm

Slide 1

Analysis info

Scan area (5,585 HPFs of 100x)

13 Particles detected

214 MK detected

Analysis areas (8 areas)

913 Nucleated cells detected

804 Intact cells

109 Stripped cells

Specimen quality evaluation

Based on the sample analysis of particles, megakaryocytes and nucleated cells, the system suggests a specimen quality report. Suggestions are marked in a blue dotted border.

Info Edit Close Print

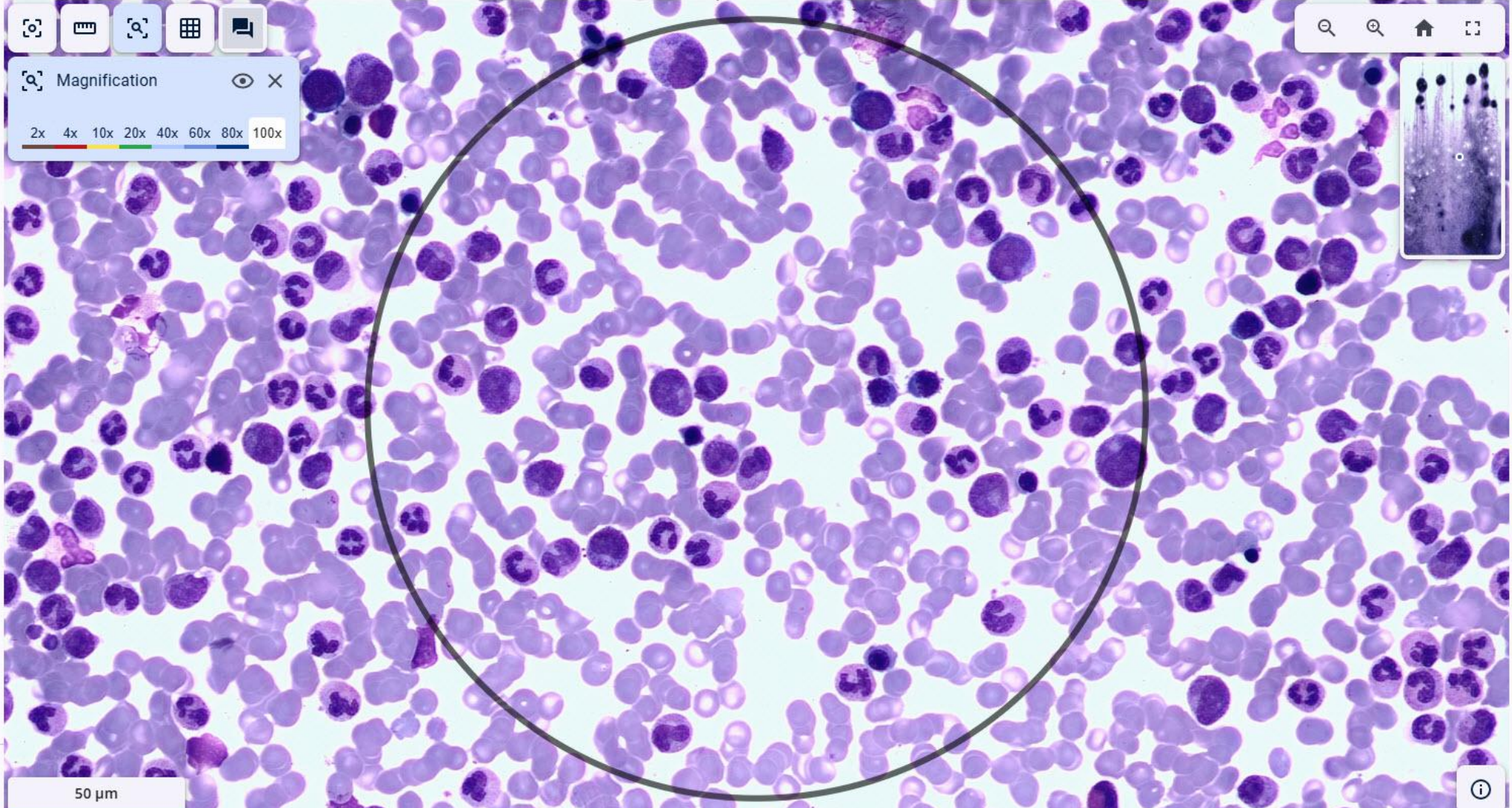
Particle presence  Particulate (≥3)  
 Pauciparticulate (1-2)  
 Aparticle (0)

Precursor cell presence  Present  
 Not present

Overall specimen quality  Adequate  
 Hemodiluted

Next

Completed 0 / 3



Magnification 2x 4x 10x 20x 40x 60x 80x 100x

50 µm

Full Field Review

Specimen Quality

Cells Review

Iron Stores

Report

Reviewing

Tools icons

Slide 1

Analysis info

Scan area (5,585 HPFs of 100x)

13 Particles detected

214 MK detected

Analysis areas (8 areas)

913 Nucleated cells detected

804 Intact cells

109 Stripped cells

Specimen quality evaluation

Based on the sample analysis of particles, megakaryocytes and nucleated cells, the system suggests a specimen quality report. Suggestions are marked in a blue dotted border.

Info, Refresh, Close, Copy icons

Particle presence  Particulate (≥3)

Pauciparticulate (1-2)

Aparticle (0)

Precursor cell presence  Present

Not present

Overall specimen quality  Adequate

Hemodiluted

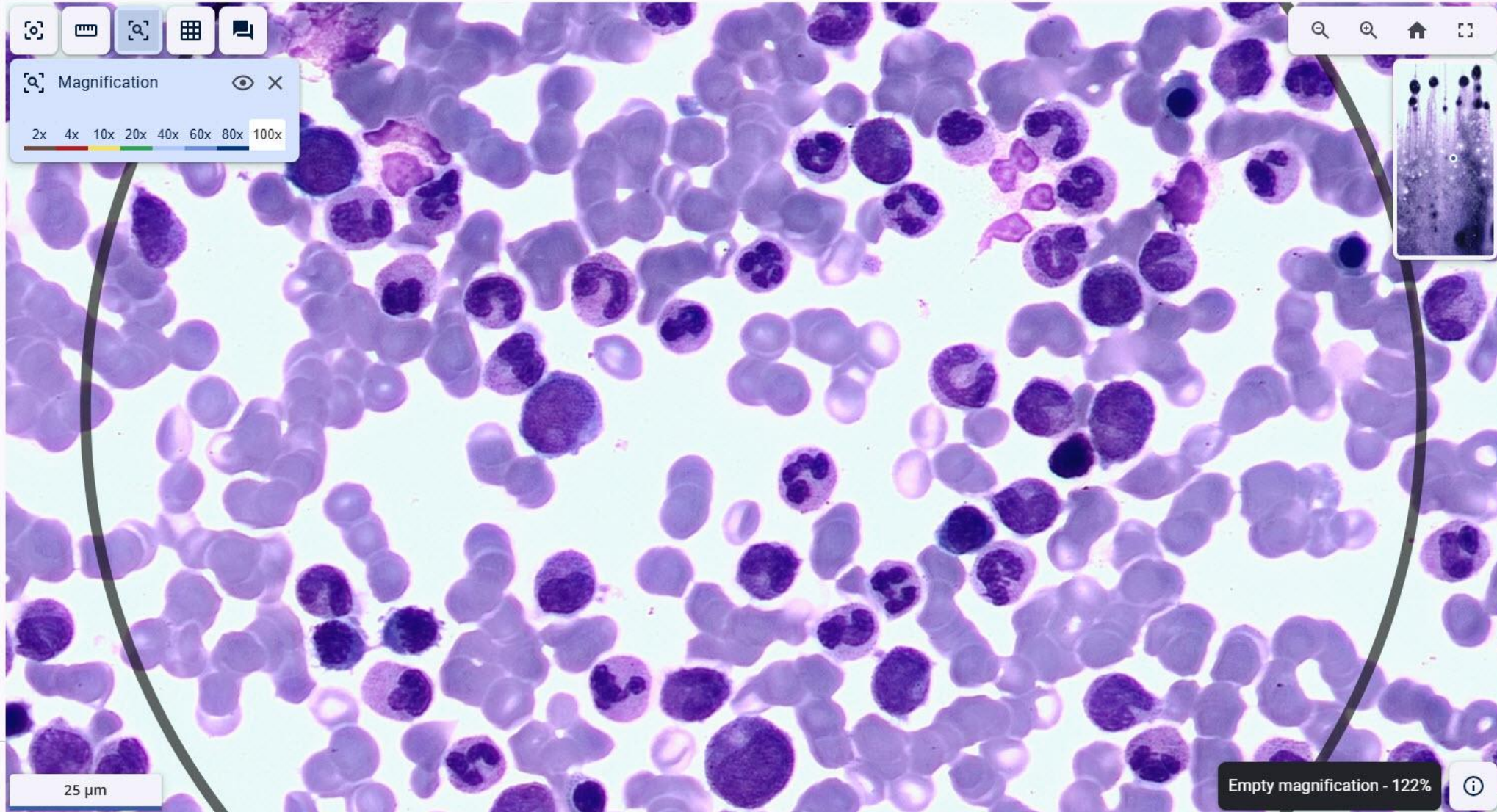
Next

Completed 0 / 3

25 μm

Empty magnification - 122%

Info icon



Full Field Review

Specimen Quality

Cells Review

Iron Stores

Report

Reviewing

Analysis areas (8 areas)

913 Nucleated cells detected

804 Intact cells

109 Stripped cells

Specimen quality evaluation

Based on the sample analysis of particles, megakaryocytes and nucleated cells, the system suggests a specimen quality report. Suggestions are marked in a blue dotted border.

Info, Refresh, Close, Copy icons

Particle presence

- Particulate (≥3)
- Pauciparticulate (1-2)
- Aparticle (0)

Precursor cell presence

- Present
- Not present

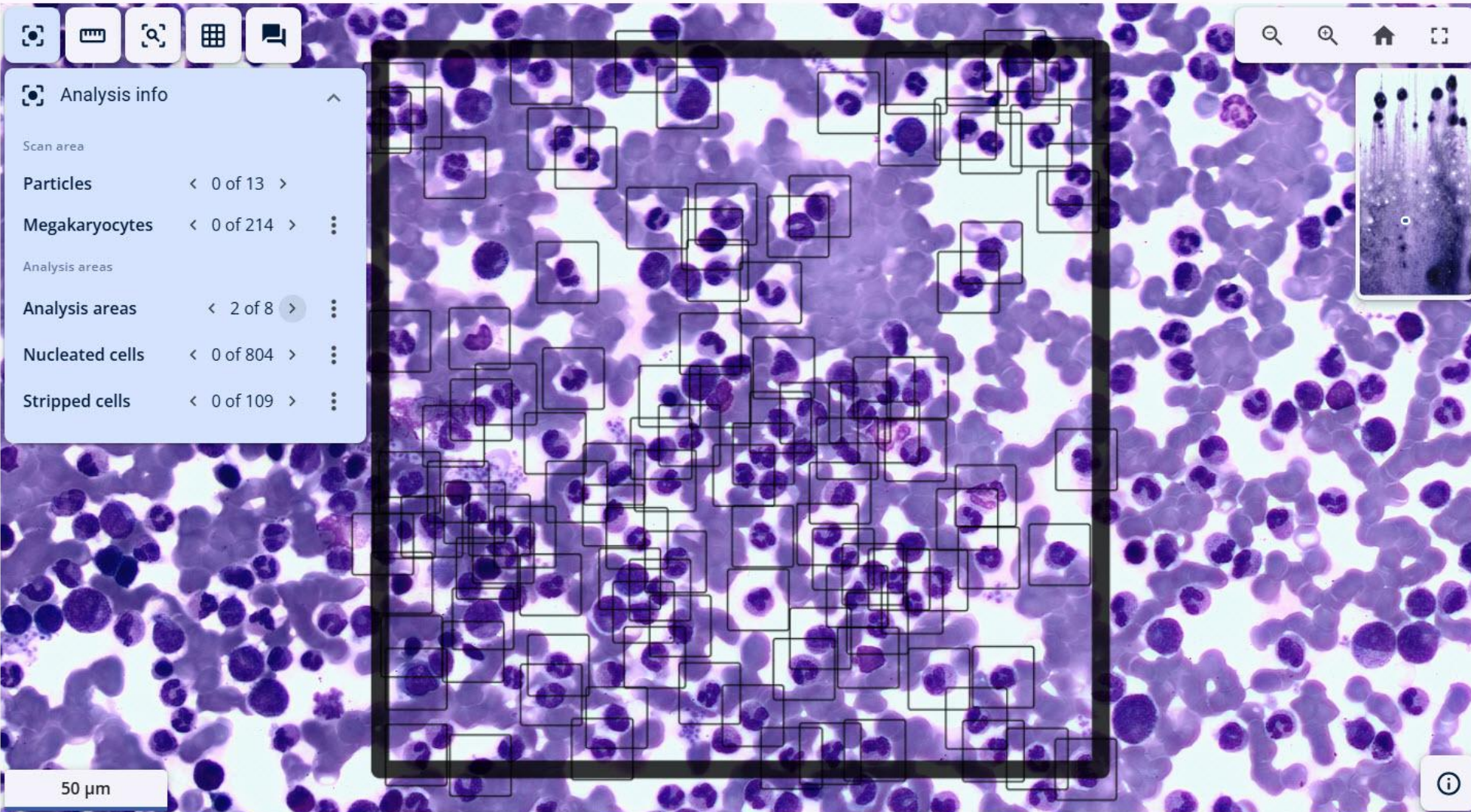
Overall specimen quality

- Adequate
- Hemodiluted
- Inadequate (dry tap)

Next

Completed 0 / 3

50 μm



Please review all available analysis areas.



Class	Count	%	✓
<b>Myeloid lineage</b>	307	76.8%	
Blast	296	74%	
Promyelocyte	1	0.2%	
Myelocyte	1	0.2%	
Metamyelocyte	1	0.2%	
Band neutrophil	5	1.2%	
Segmented neutrophil	3	0.8%	
<b>Lymphoid lineage</b>	23	5.8%	
Plasma cell	0	-	
Lymphocyte	23	5.8%	
<b>Erythroid lineage</b>	5	1.2%	
Erythroblast	0	-	
Basophilic normoblast	0	-	
Polychromatophilic normoblast	1	0.2%	
Normoblast	4	1%	
Monocyte	1	0.2%	
Eosinophil	0	-	
Basophil	0	-	

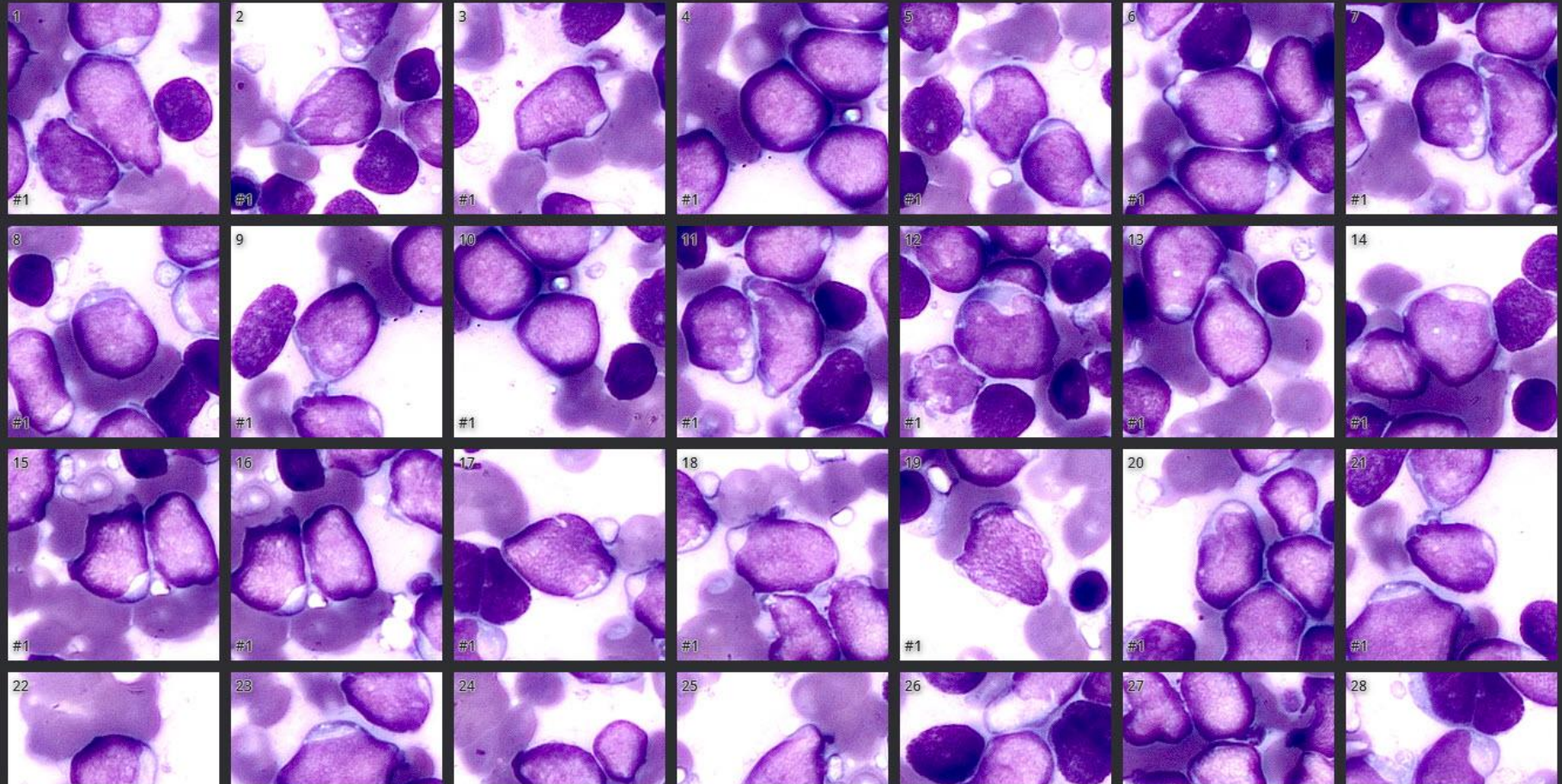
Evaluation Completed 0 / 14 >

Next

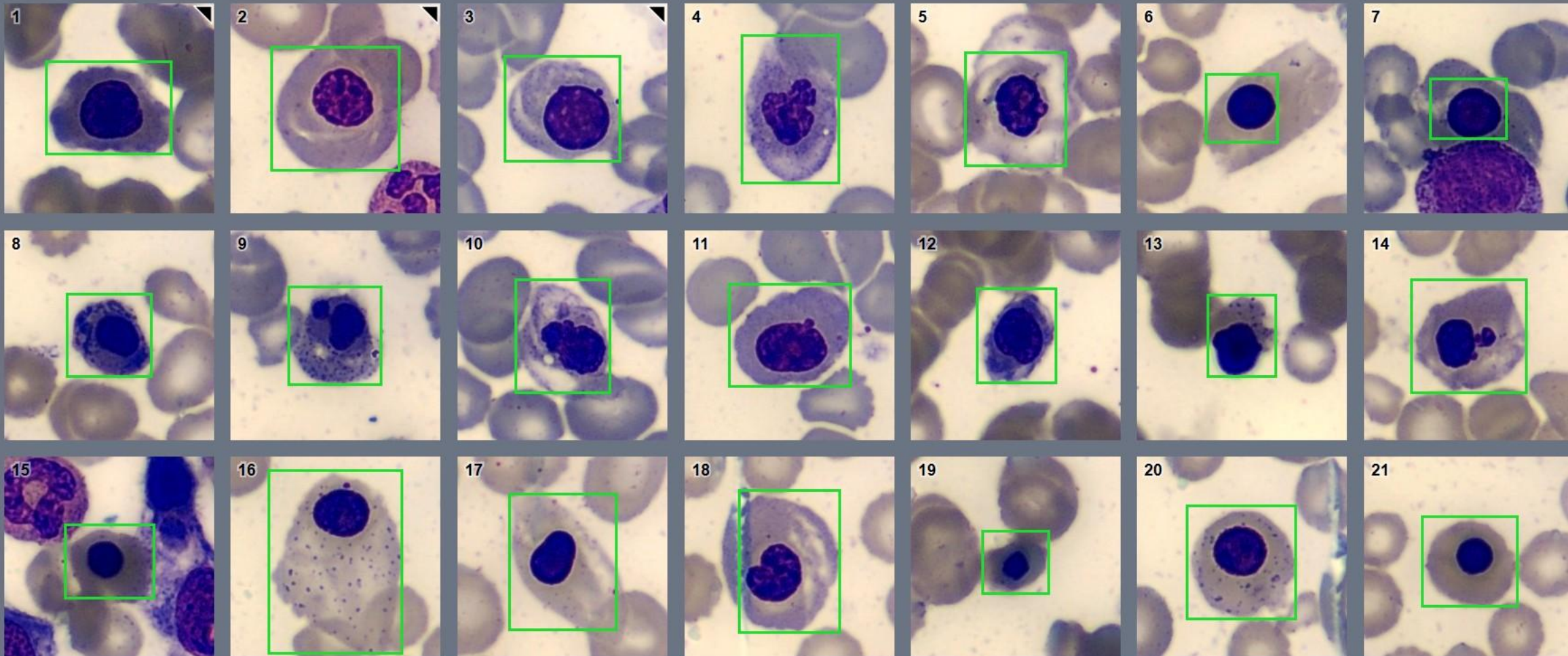
13 NC classes pending review

Blast

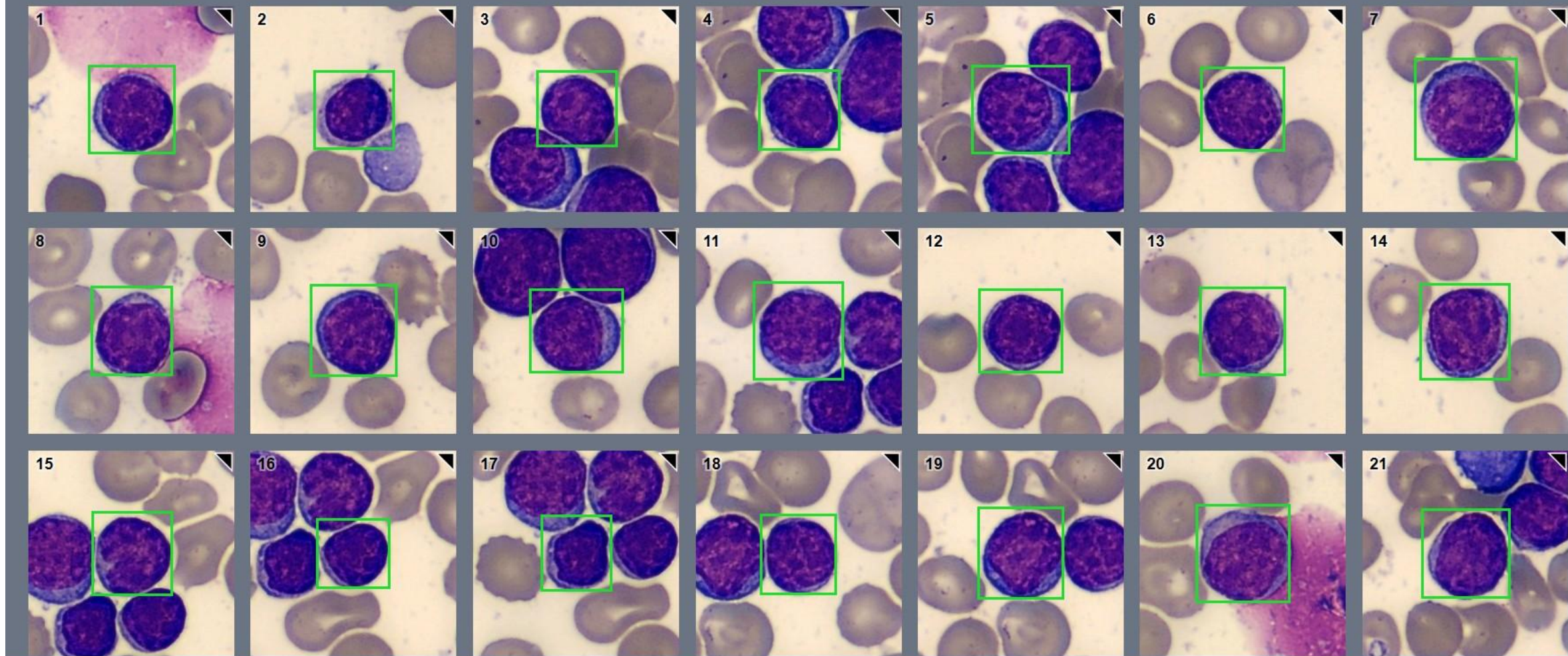
Total count: 296 (74%)  
Marked as abnormal: 0 (0%)



Orthochromatic erythroblast 6,4 % +



Atyp. lymfoid. bunka I. 77,2% 



Magnification 17.1

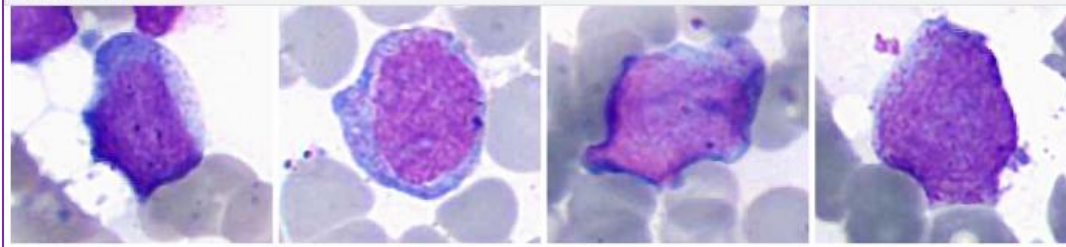
EBL-POLY

- Open... Enter
- Delete Del
- Add to Atlas
- Marker
- Show on Slide
- Cervena mitoza
- Proerythroblasts
- Basophilic erythroblasts
- Polychromatic erythroblasts
- Orthochromatic erythroblasts
- Erythroblasts
- Bila mitoza
- Myeloblast
- Promyelocytes
- Myelocytes
- Metamyelocytes
- Band neutrophils
- Segmented neutrophils
- Eosinofil myelocyt
- Eosinofil metamyelocyt
- Eosinofil tyc
- Eosinofil segment
- Basofil myelocyt
- Basofil metamyelocyt
- Basofil tyc
- Basofil segment
- Monocytes
- Promonocytes
- Monoblasty
- Histiocyt
- Lymphocytes
- LGL
- Atypicke lymphocyt I
- Atypicke lymphocyt II
- Lymfoblast
- Plasma cells
- Blast nezaraditelne
- Atyp bunky
- Artefacts
- Other
- Unknown

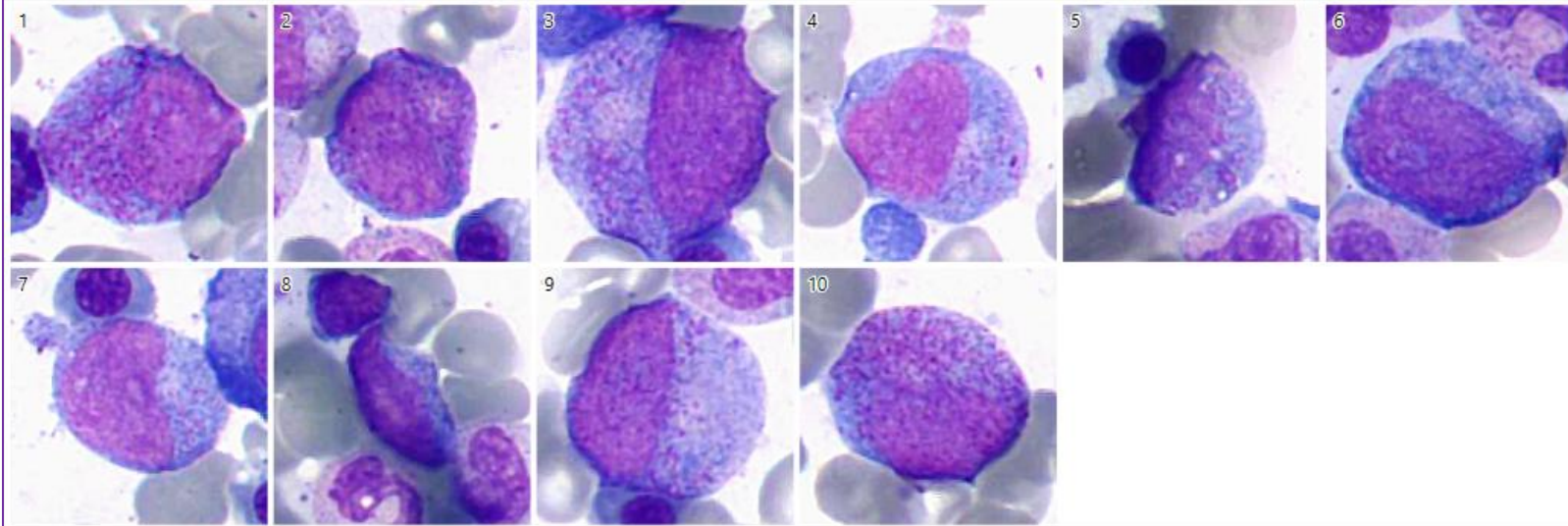
100 µm

1  2  3  4  7

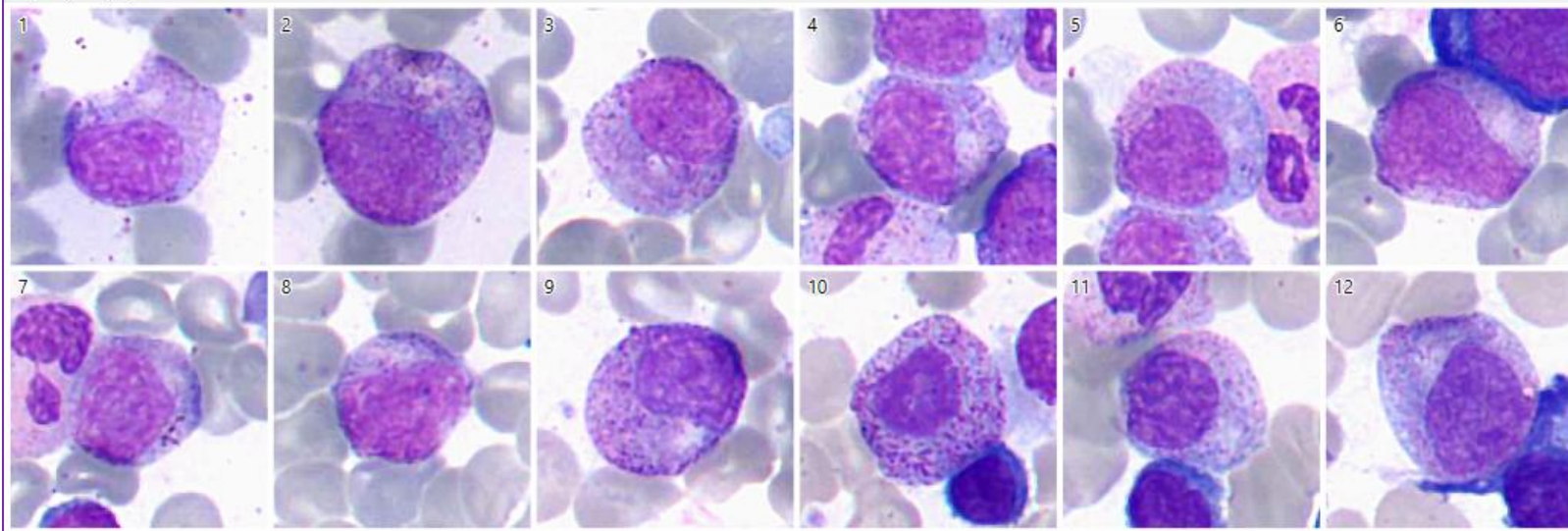
Myeloblast (4)

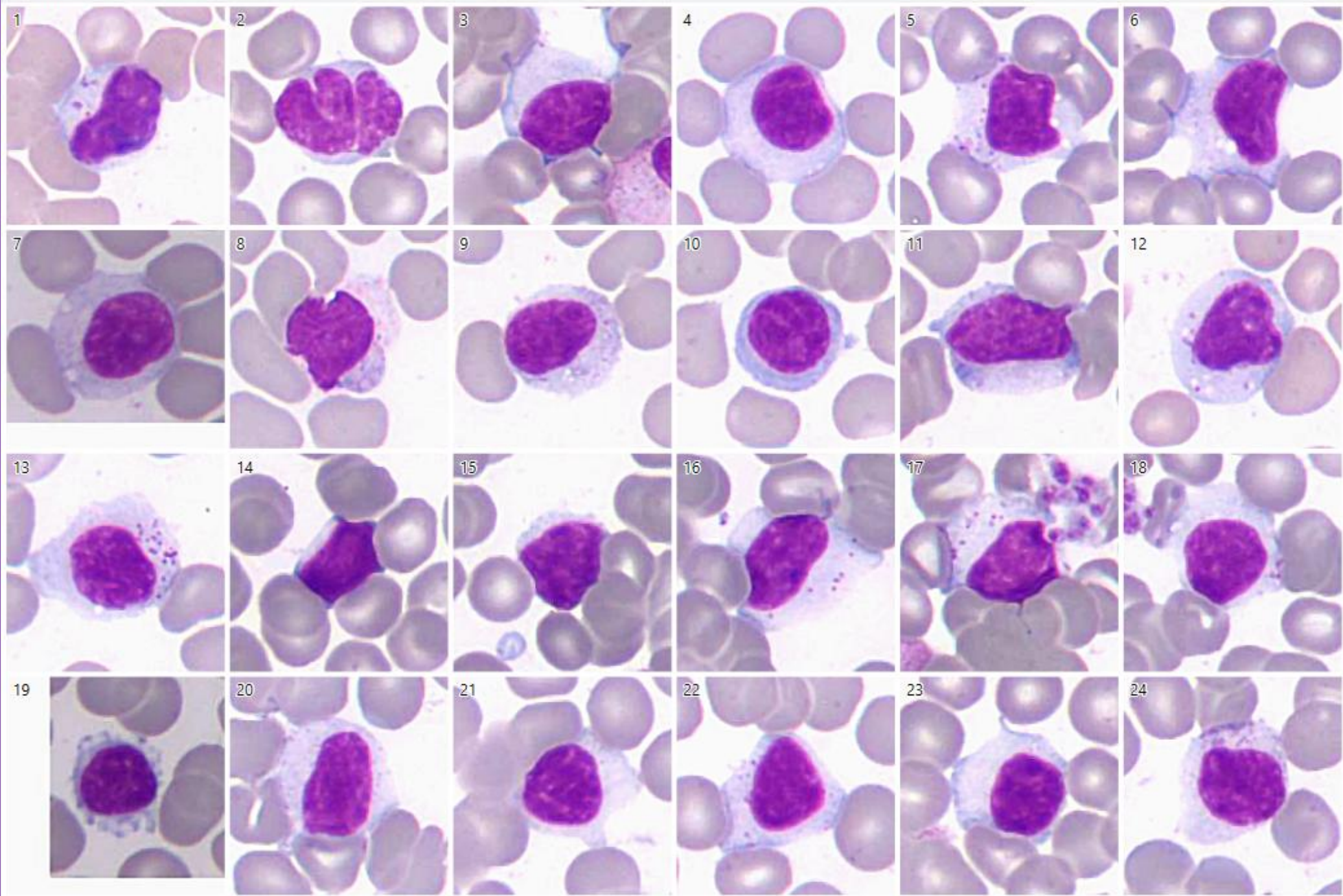


Promyelocytes (10)



Myelocytes (33)





# VII. Vyhodnocení a výsledková zpráva

- údaj o počtu hodnocených buněk,
- procentuální rozpočet buněk (myelogram),
- stručný a jednoznačný popis jednotlivých vývojových řad (jejich přítomnost či nepřítomnost),
- jejich morfologické změny,
- popis přítomných patologických buněk.

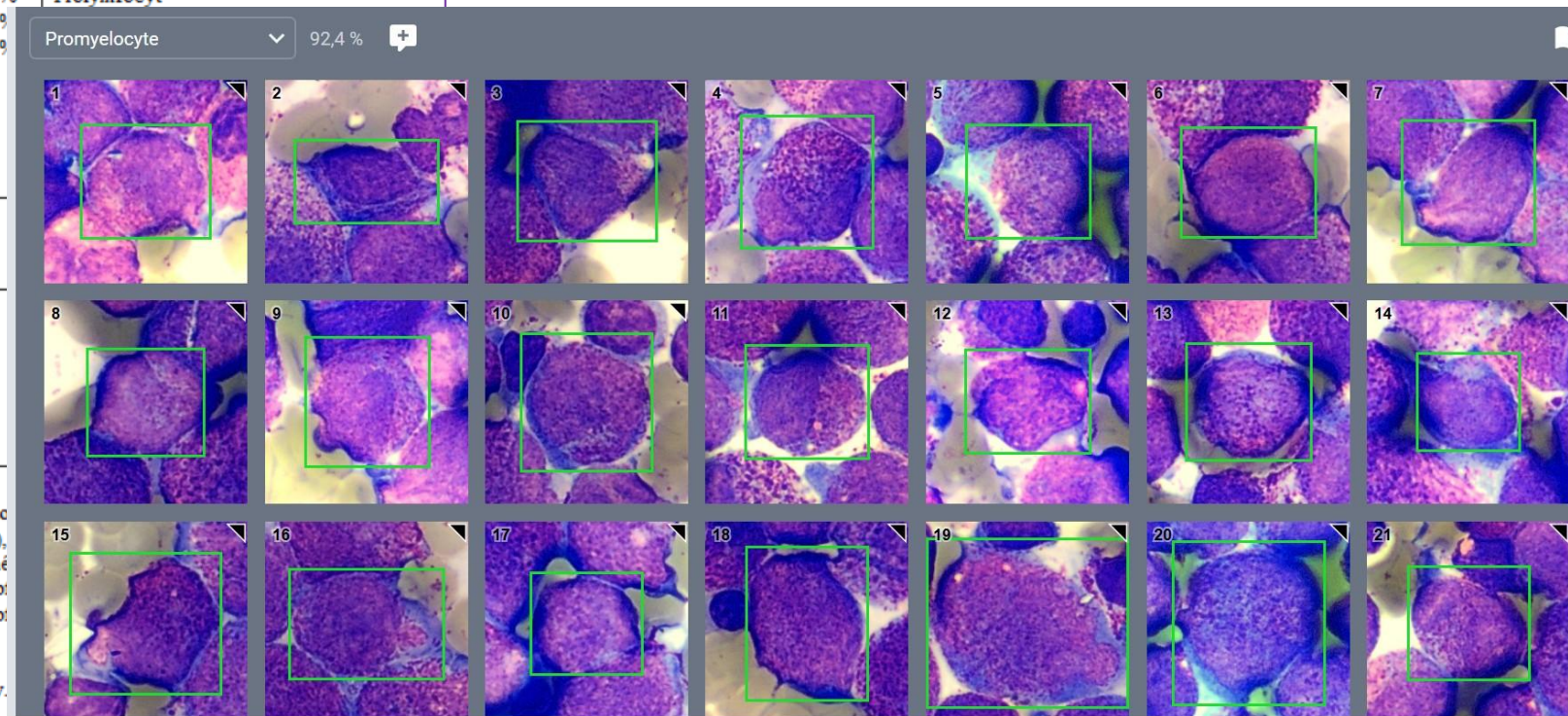
## Závěr:

- diagnóza, podezření na diagnózu, či diferenciálně diagnostická rozvaha,
- případně doporučení na provedení dalších laboratorních vyšetření (průtoková cytometrie, histopatologický rozbor kostní dřeně, genetická vyšetření aj.).



# VII. Vyhodnocení a výsledková zpráva

Granulopoeza	69.6 %	Erytropoeza	13.6 %	Lymfopoeza	14.4 %
Myeloblast	2.4 %	Proerytroblast	0.4 %	Lymfoblast	-
Promyelocyt	64.8 %	Erytroblast bazofilní	2.8 %	Prolymfocyt	-
Neutr. myelocyt	2.4 %	Erytroblast polychr.	5.2 %		
Neutr. metamyelocyt	0.8 %	Erytroblast oxyfilní	5.2 %		
Neutr. tyč	-	Promegaloblast	-		
Neutr. segment	1.6 %	Megaloblast bazofilní	-		
Eo. myelocyt	-	Megaloblast polychr.	-		
Eo. metamyelocyt	-	Megaloblast oxyfilní	-		
Eo. tyč	-	Mitosis	-		
Eo. segment	-				
Bazo. myelocyt	-	Megakaryocyt	nezachyce		
Bazo. metamyelocyt	-	Promegakaryocyt	-		
Bazo. tyč	-	Megakaryoblast	-		
Bazo. segment	-	Jiné buňky:			
Promyelomonocyt	-	Blast nezadatelný	-		
Myelomonocyt	-	Atypická buňka 1	-		
Atyp. granulocyt	-	Atypická buňka 2	-		
Mitosis	-	Mastocyt	-		
		Nehemopoet. maligní buňka	-		



## ZHODNOCENÍ NÁLEZU:

Nátěry jsou buněčně mimě chudší, s četnějšími rozpadajícími se patolog. promyelo. V nátěrech převažují patolog. promyelocyty (69,6 %). Jsou různě velké (15-22  $\mu$ m), jádro je častěji nepravidelně tvarované (bilobami, ledvinovitě, laločnatě, přeložené). Cytoplazma tvoří různě široký lem, je různě sytě bazofilní, s různě početnou azuro. početná - místy překrývají jádro či vyplňují celou cytoplazmu, místy jsou až bazo. mají vys. N/C.  
Zrající granulopoeza a megakaryocyty téměř či úplně chybí.  
Erytropoeza je méně početná, makronormoblastová, s atypiiemi jader a cytoplazmy.  
Lymfocyty nejsou zmnožené, monocytů nezastiženy.

## ZÁVĚR:

V buněčně spíše chudších nátěrech aspirátu KD od pacientky se susp. na APL (WBC 0,50 G/L, HGB 59 g/L, PLT 32/L), v periférii oj. zastíženy leukem. promyelocyty, jsou přítomny leukemické promyelocyty (64,8 %). Granulopoeza a megakaryocyty téměř či úplně chybí, erytropoeza je atypická.  
Cytologický nále v aspirátu KD svědčí pro přítomnost PML/RARA pozitivní akutní leukemie - dle FAB APL hypergranulární forma.

# Závěr – pomůže nám AI?

- Hlavním důvodem pro zavedení AI do hodnocení KD bude nedostatek zkušených morfologů
- AI si postupně najde své místo stejně jako předchozí metody vyšetření kostní dřeně
- Vstupní preklasifikace AI → hodnocení SŠ/VŠ → hodnocení lékařem
- Přínosem je především automatizace rutinních, časově a fyzicky náročných mikroskopických hodnocení
- Mylná představa o vyškolení AI dle přirozeného know-how



**Děkuji  
za pozornost**