

Akutní leukémie

Dr. Kissová Jarmila
Oddělení klinické hematologie
FN Brno

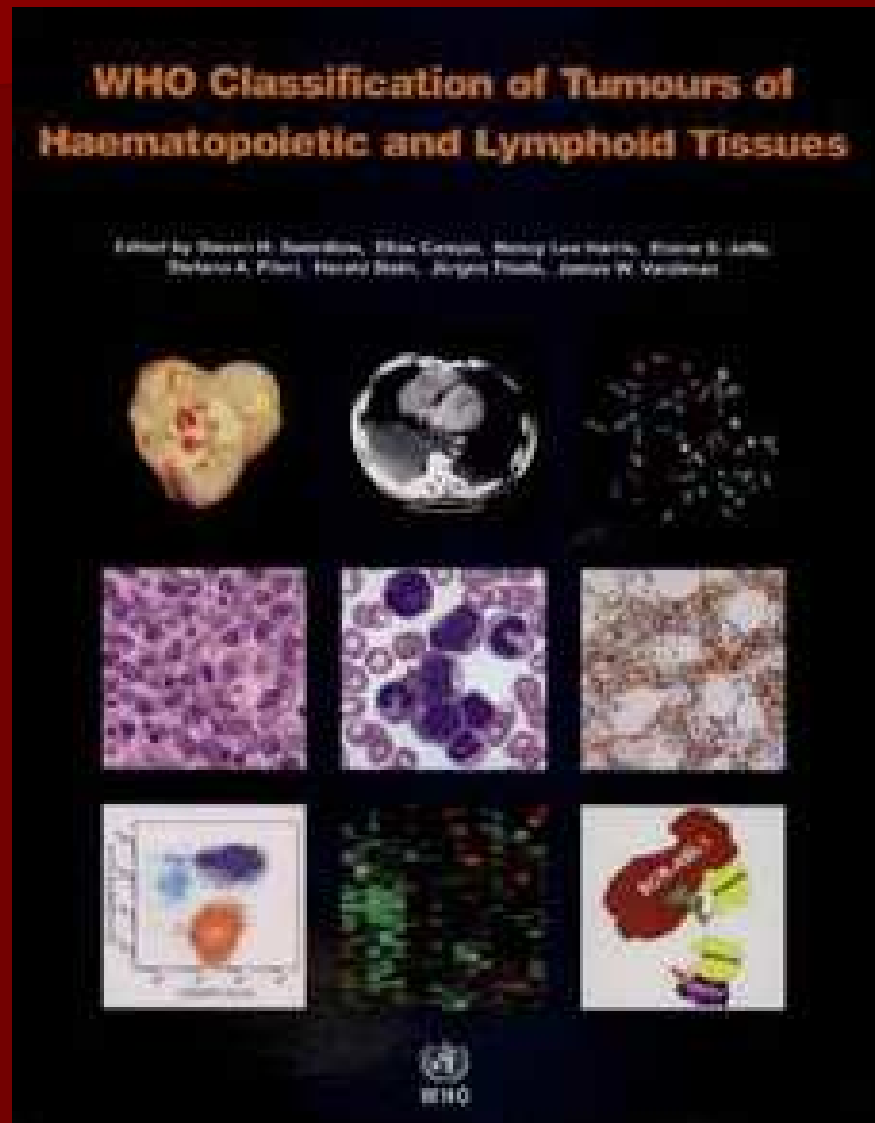
Akutní leukémie

tvorí heterogenní skupinu maligních hematologických onemocnění, v níž je možné z pohledu dnešních poznatků vyčlenit řadu podskupin s různým klinickým i laboratorním nálezem, prognózou a odpovědí na terapii.

Klasifikace akutních leukémií

1. FAB 1976 - založená na morfologii a cytochemii, opakovaně revidována (1982, 1985, 1990)
2. MIC 1985 - Morphology, Immunology and Cytogenetic Cooperative Group
3. REAL 1994 - zařazeny leukémie z lymfatické řady
4. EGIL 1995 - European Group of immunofenotyping leukemia
5. WHO 2001 - revize všech klasifikací
6. WHO 2008 - revize předchozí klasifikace

WHO klasifikace



WHO klasifikace

Revize všech dosavadních klasifikací pod dozorem WHO pro potřeby tzv. „modré knihy“ vznikala od r. 1995 za účasti European of Association Haematopathologists and Society for Haematopathology.

WHO Classification of Tumours of Haematopoietic and Lymphoid Tissues.
IARC Press, Lyon 2001, 2008

Akutní leukémie ve WHO klasifikaci

WHO klasifikace zahrnuje morfologickou, cytochemickou, imunofenotypickou, cytogenetickou a molekulárně genetickou identifikaci leukemických blastů.

Určení homogenních kategorií v heterogenní skupině akutních leukémií má umožnit přesnější nasměrování léčebné strategie.

Akutní myeloidní leukémie

Porovnání FAB a WHO

- *počet blastů* - ve FAB počítán z nonerytroidních buněk, ve WHO ze všech jaderných buněk dřeně (rozpočet na 500 buněk ve dřeni, na 200 buněk v periferní krvi)
- *počet blastů ve dřeni či periferní krvi* - ve FAB nutné 30%, ve WHO 20%
- diagnóza AML může být stanovena i u stavů s méně než 20% blastů ve dřeni či periferní krvi, je-li prokázána *rekurentní genetická abnormalita* (viz dále)

Nálezky v periferní krvi

- obvykle anémie, trombocytopenie
- změny počtu bílých krvinek- leukopenie i leukocytóza
- blasty v periferní krvi

Vyšetření kostní dřeně

- **Aspirační biopsie**- sternální punkce, punkce z lopaty kosti kyčelní → cytologie, cytochemie, imunofenotypizace, cytogenetika, histologie z koagula, molekulární genetik
- **Trepanobiopsie** → kromě výše uvedeného histologie, imunohistochemie, otiskový preparát

Morfologie kostní dřeně

- barvení May-Grünwald-Giemsa
- **myeloblasty**
 - velikost od bb. lehce větších než zralé lymfocyty až po bb. velikosti monocytů nebo i větších
 - bazofilní nebo šedomodrá cytoplazma, úzký lem
 - kulaté nebo oválné jádro s jemným jaderným chromatinem
 - obvykle několik jadérek
 - azurofilní granula (granulované) nebo bez granulí (negrulované myeloblasty)
 - Auerova tyč- specifické pro myeloidní linii

Morfologie kostní dřeně

■ lymfoblasty

- bb. velikosti zralých lymfocytů až k bb. větším než neutrofilny
- min. množství středně bazofilní cytoplazmy, neobsahuje granula
- jaderný chromatin od jemně granulárního až po kondenzovaný
- nenápadná nebo až prominující jádérka

Morfologie kostní dřeně

- **patologické promyelocyty** u APL
(promyelocyty – bb. s excentricky uloženým jádrem, Golgiho zónou, hrubším chromatinem, zachovalé zřetelné jadérko, početné granulace a nižší poměr N/C, cytoplazma vyjma Golgiho zóny je bazofilní)
- **monoblasty a promonocyty** u AML M5
- **megakaryoblasty** u AML M7 jsou považovány za ekvivalenty blastů pro účely stanovení dg. AL
- **erytroblasty** nejsou zahrnovány do počtu blastů

Cytochemické vyšetření

- Průkaz substancí (Fe, glykogen) nebo přítomnosti enzymů pomocí mikroskopicky hodnotitelných reakcí
 - fixace
 - vlastní cytochemická reakce
 - dobarvování jader
- Barvení železa
- Myeloperoxidáza (MPO)
- Sudanová čerň B (SBB)
- Nespecifická esteráza (NSE)
- PAS reakce
- Chloracetátesteráza

Cytochemická vyšetření u AL

- Myeloperoxidáza – odlišení AML od ALL či monoblastické leukémie
- Nespecifická esteráza (s blokádou fluoridem) – k odlišení AML M4-M5
- PAS reakce- k odlišení ALL (hrubší granula až bloková pozitivita bez difuzního pozadí)

Cytochemie- MPO

- specifická pro myeloidní diferenciaci
- myeloperoxidázová aktivita u myeloblastů je granulární a často koncentrovaná v Golgiho zóně
- monoblasty negativní nebo pozitivní s rozptýlenými jemnými granuly
- lymfoblasty a megakaryoblasty- MPO negativní

Cytochemie -NSE

- specifická pro monocyty, makrofágy a krevní destičky- v těchto buňkách reakci inhibuje fluorid sodný (pozitivita je poté nulová nebo snížená)
- monoblasty a lymfoblasty pozitivita bez blokády
- erytroblasty slabě pozitivní reakce

Cytochemie- PAS

- reakce kys.jodisté se Schiffovým činidlem
- pozitivita téměř ve všech krevních buňkách vyjma erytroblastů
- pozitivita difuzní, granulární, blokovaná pozitivita
- lymfocyty mají hrubší granula až blokovanou pozitivitu bez difuzního pozadí

Ostatní laboratorní vyš.metody u AL

- **Imunofenotypizace**- charakterizuje určité populace buněk pomocí jejich specifických membránových či cytoplazmatických antigenů monokl. protilátkami
- **Cytogenetika**- stanovení karyotypu buněk
- **Molekulární genetik**a- patologie na úrovni DNA či RNA buněk

Panel monoklonálních protilátek pro dg. AL

- Hematopoetické prekurzory: CD34, HLA-Dr, TdT, CD45
- B-linie: CD19, CD 20, CD22, CD79a
- T-linie: CD2, CD3, CD5, CD7
- Myeloidní: CD13, CD33, CD15, MPO, CD117
- Megakaryocytární: CD41, CD61

Akutní leukémie -epidemiologie

- incidence AL 4/100 000 obyvatel za rok
- 70% tvoří AML
- převážná většina AML vzniká u dospělých, medián věku 60 let
- ALL predominantně on. dětského věku
- 75% případů ALL obvykle pod 6 let věku

Akutní leukémie - etiologie

- genetické on. u 5% pac. s AL (Downův sy)
- viry- EBV, HIV, HTLV
- ionizační záření
- cytotoxická chemoterapie
- průmyslová expozice-benzen, pesticidy
- jen 1-2% diagnostikovaných je spojeno s těmito agens

Klinické projevy u AL

- krvácivé projevy- trombocytopenie, koagulopatie
- infekční komplikace
- projevy anemického syndromu
- lymfadenopatie
- hepatosplenomegalie
- jiné vyplývající z poruchy funkce postiženého orgánu

Akutní myeloidní leukémie (AML)

- AML s rekurentní genetickou abnormalitou
- AML spojená s myelodysplázií
- AML související s léčbou (therapy-related)
- AML jinak neklasifikovatelné
- Myeloidní sarkom
- Myeloidní proliferace spojené s Downovým syndromem
- Neoplázie z blastických plazmocytoidních dendritických buněk

AML s rekurentní genetickou abnormalitou

- vznik predominantně u mladších nemocných
- všeobecně spojeny s relativně příznivou odpovědí na terapii

AML s rekurentní cytogenetickou abnormalitou

AML s balancovanými translokacemi/inverzemi

- AML s t(8;21)(q22;q22); (*RUNX1-RUNX1T1*)
- AML s inv(16)(p13q22) nebo t(16;16)(p13;q22); (*CBFB-MYH11*)
- Akutní promyelocytární leukémie - AML s t(15;17)(q22;q12); (*PML/RAR α*) a varianty
- AML s t(9,11)(p22,q23), (*MLLT3-MLL*)
- AML s t(6,9)(p23,q34) (*DEK-NUP214*)
- AML s inv(3) nebo t(3,3)(q21,q26,2) (*RPN1-EVI1*)
- AML (megakaryocytární) s t(1,22)(p13,q13) (*RBM15-MKL1*)

AML s rekurentní genetickou abnormalitou

AML s genovými mutacemi

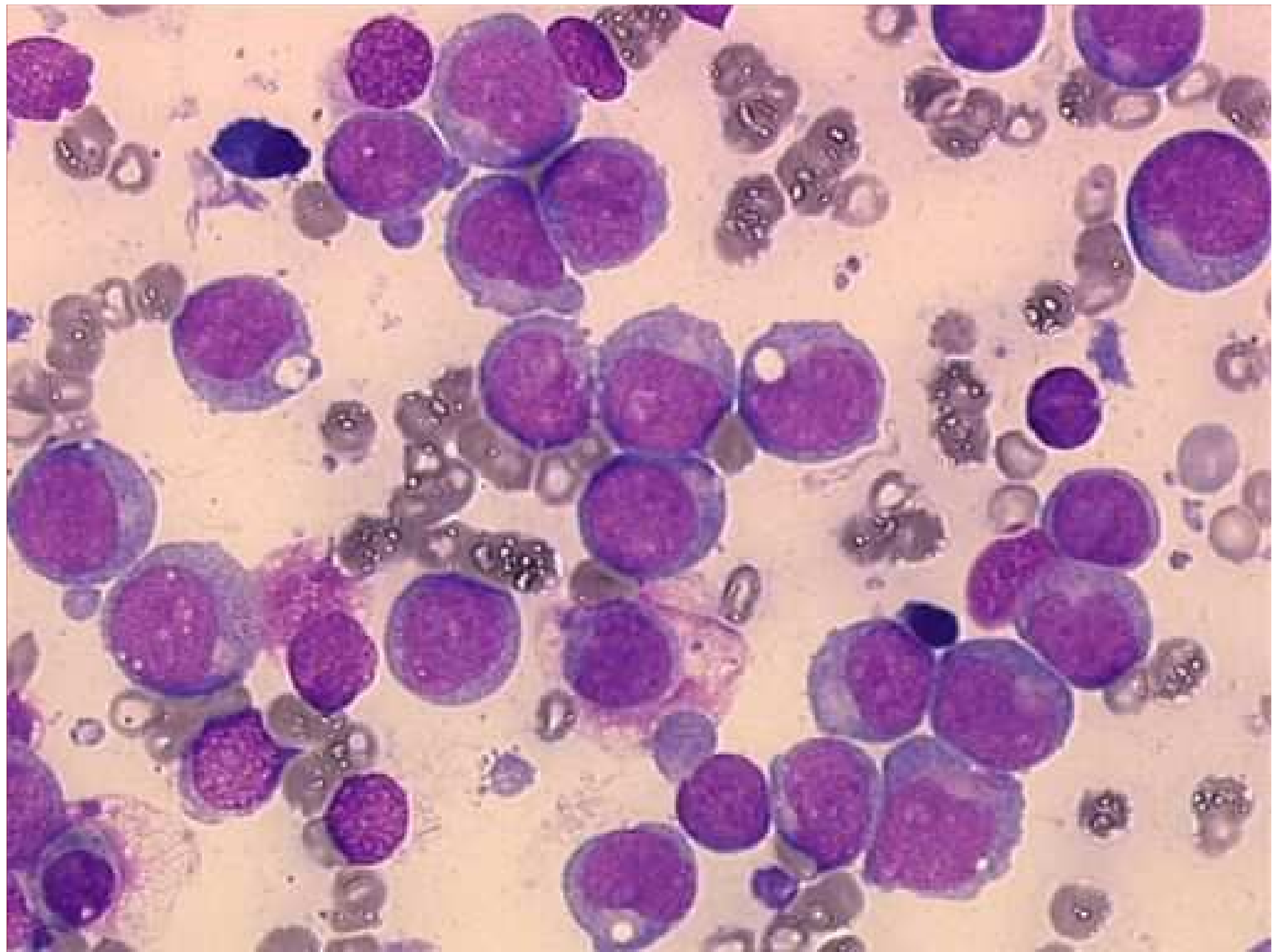
- AML s mutovaným NPM1
- AML s mutovaným CEBPA

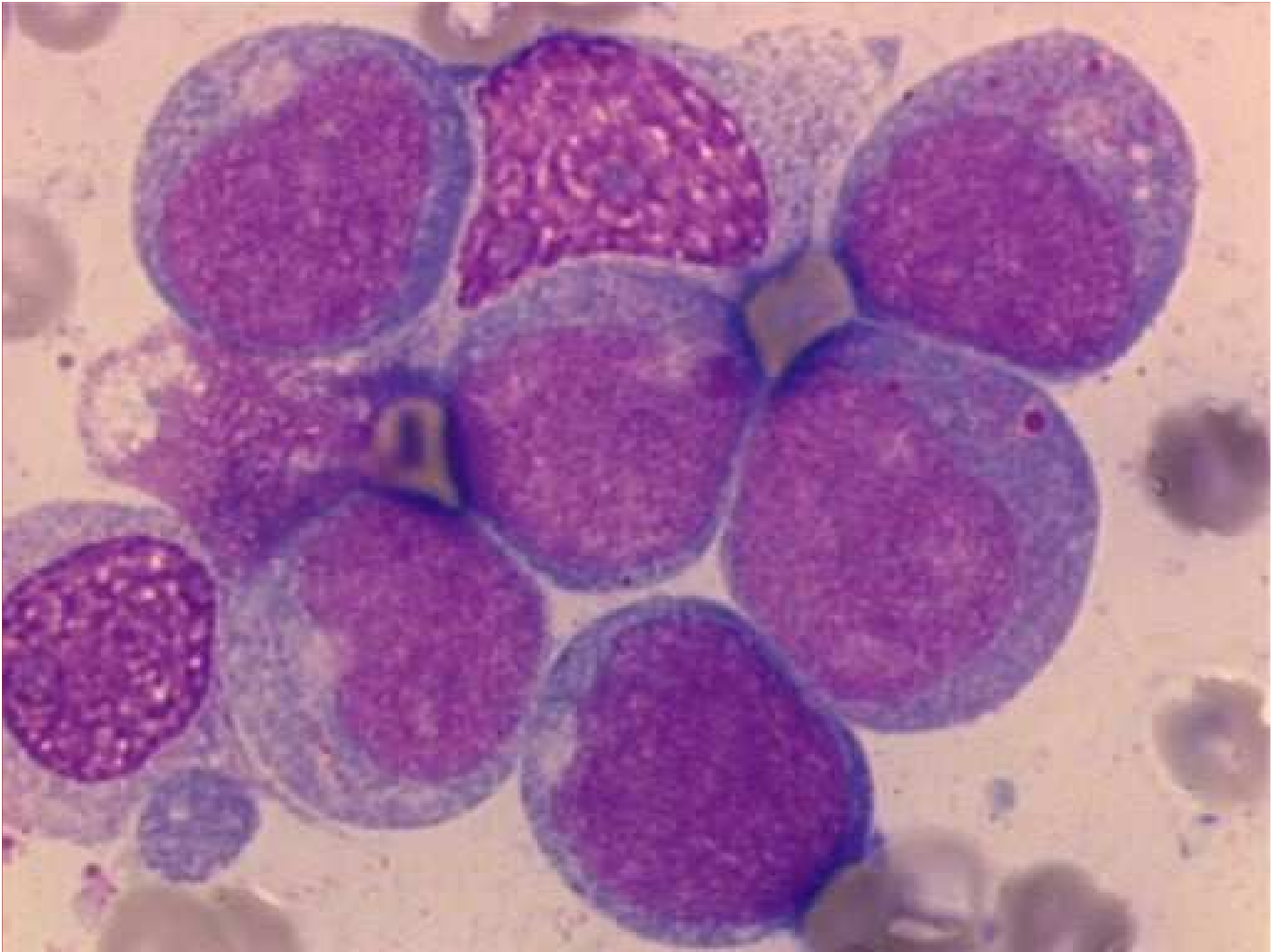
AML t(8;21)(q22;q22)

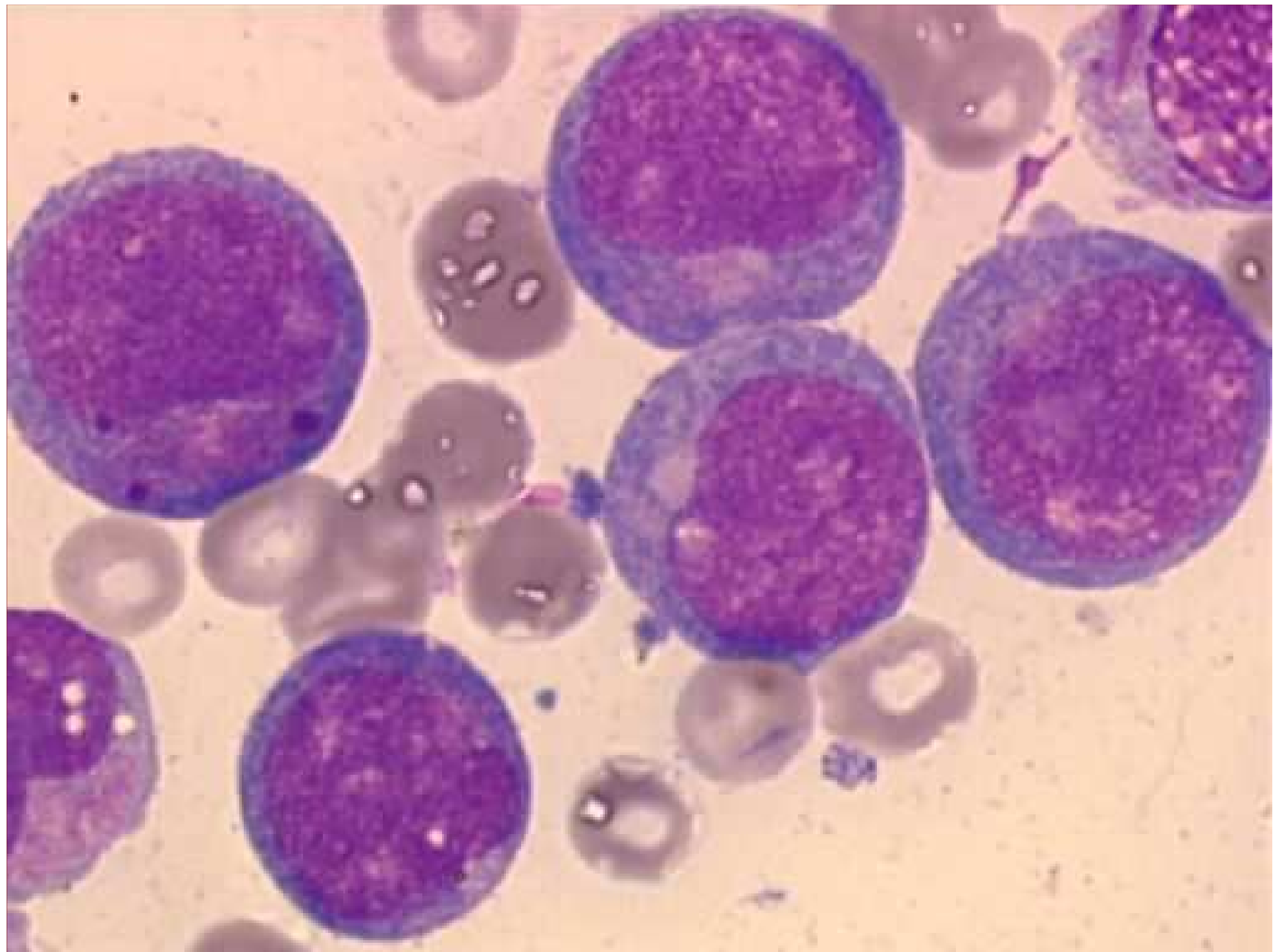
- 5-12% mezi AML
- cca 1/3 mezi AML s vyzríváním
- může být < 20% blastů v kostní dřeni nebo periferní krvi, je-li prokázána cytogenetická odchylka uzavíráme jako AML ne jako RAEB
- někdy pod obrazem myeloidního (granulocytárního) sarkomu

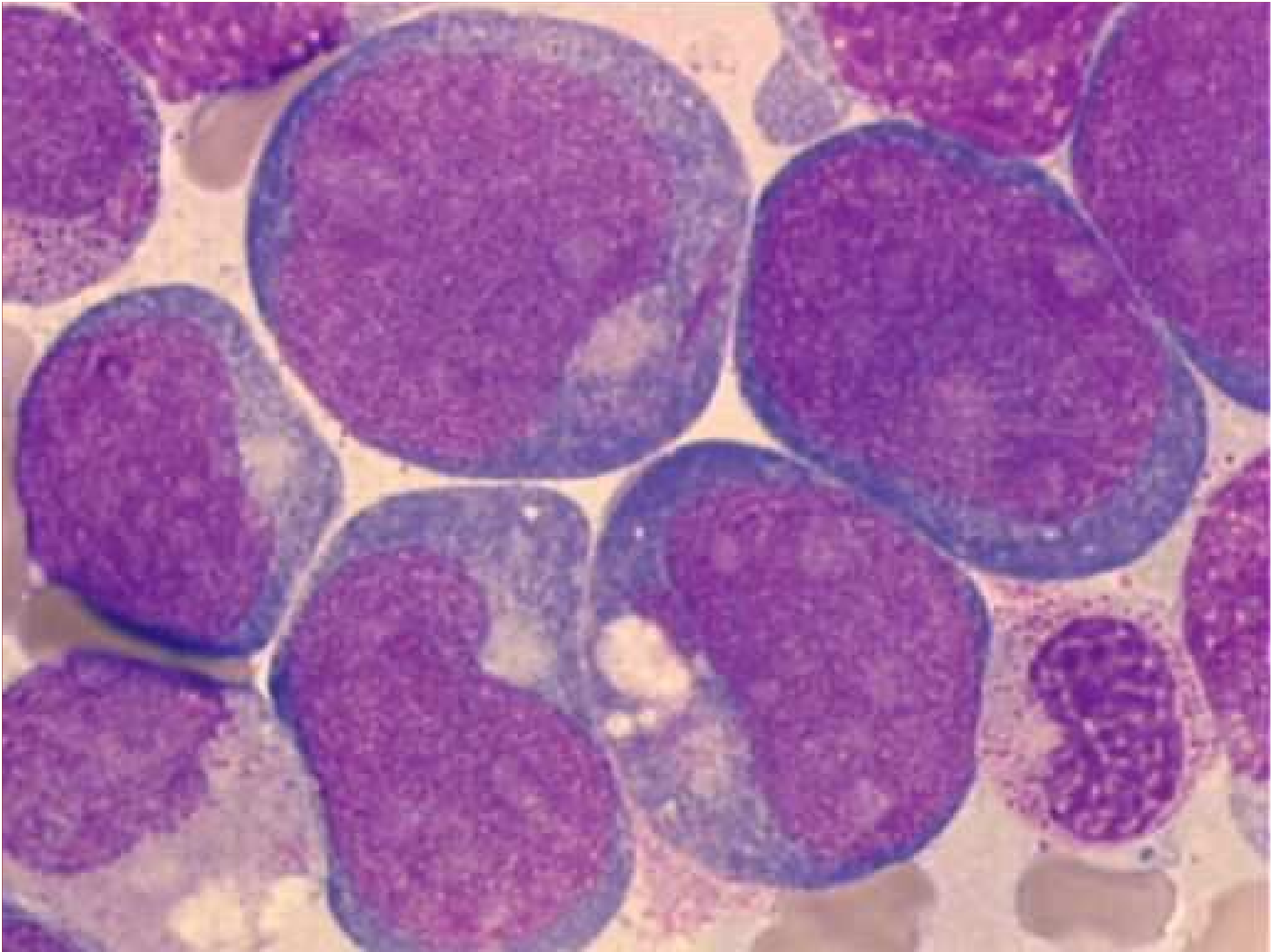
Morfologie – AML s t(8,21)

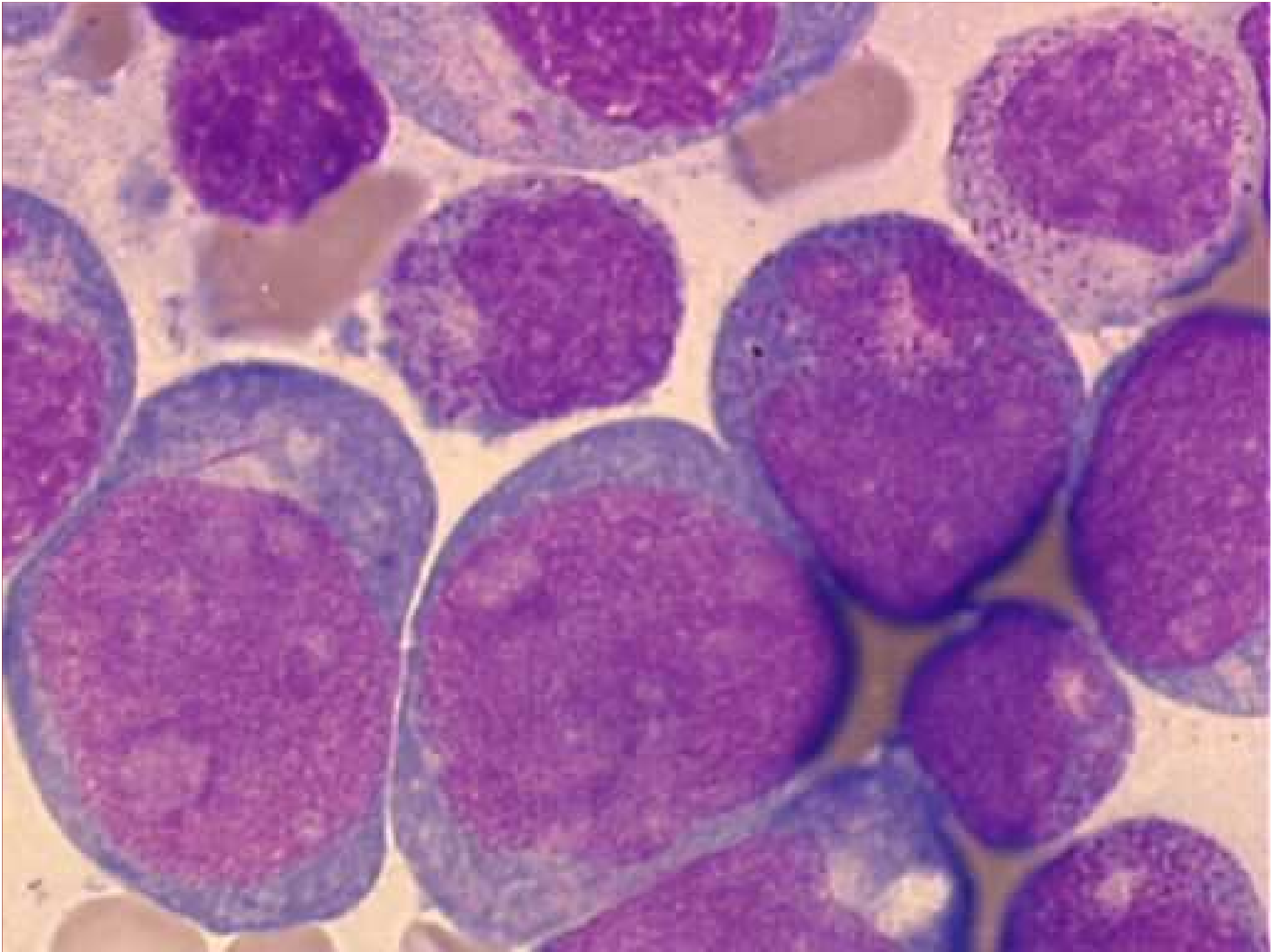
- větší blasty s bazofilní cytoplazmou
- četná azurofilní granula
- velká granula- pseudo Chediak-Higashiho granula
- Auerovy tyče- dlouhé a tenké se zahrocenými okraji (i ve zralých neutrofilech)
- některé malé blasty, hl. v periferní krvi
- dysplazie granulopoezy- pseudopelgeroidní anomálie, abnormality barvení cytoplazmy
- někdy zvýšení eozinofilů

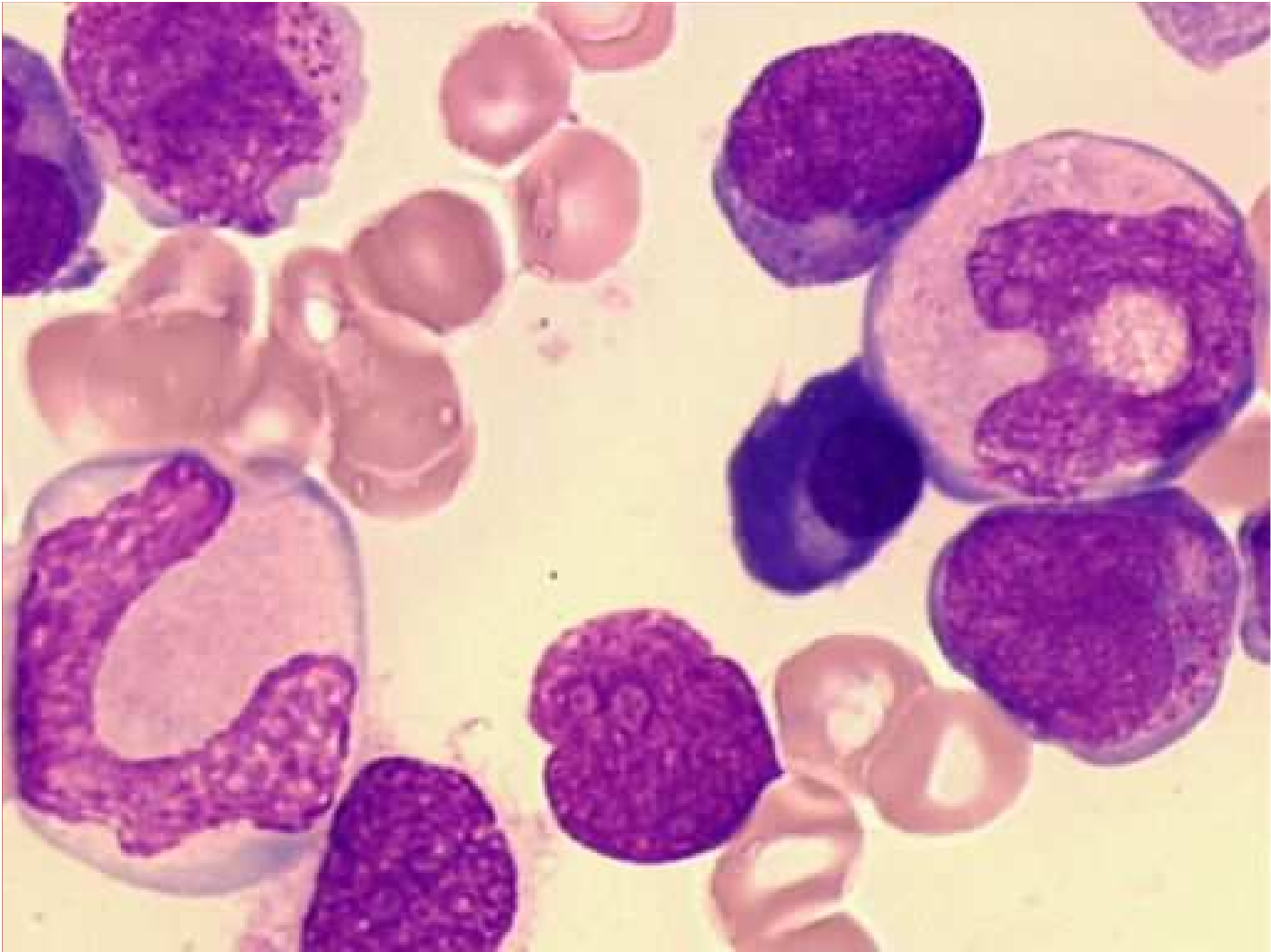


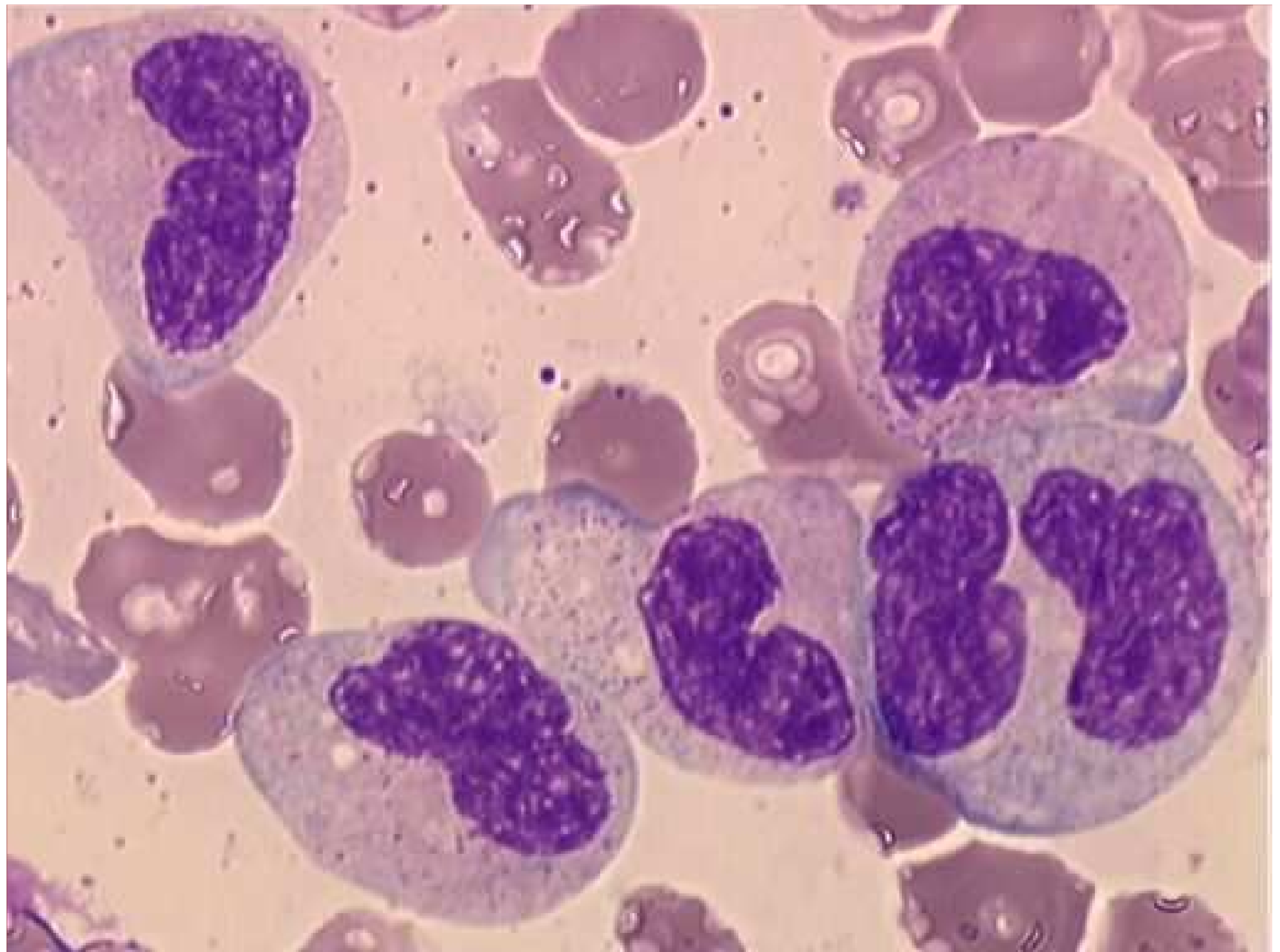


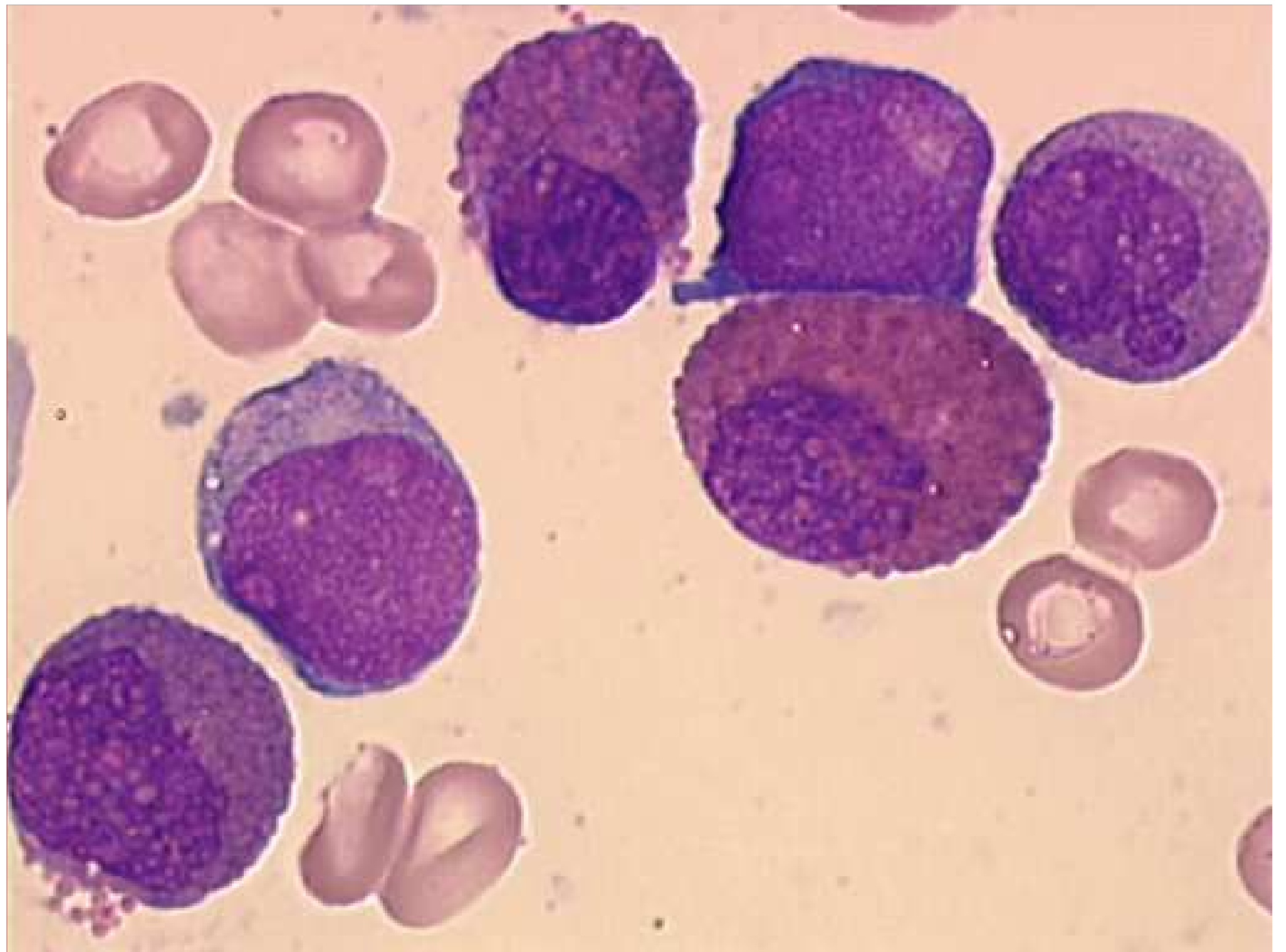






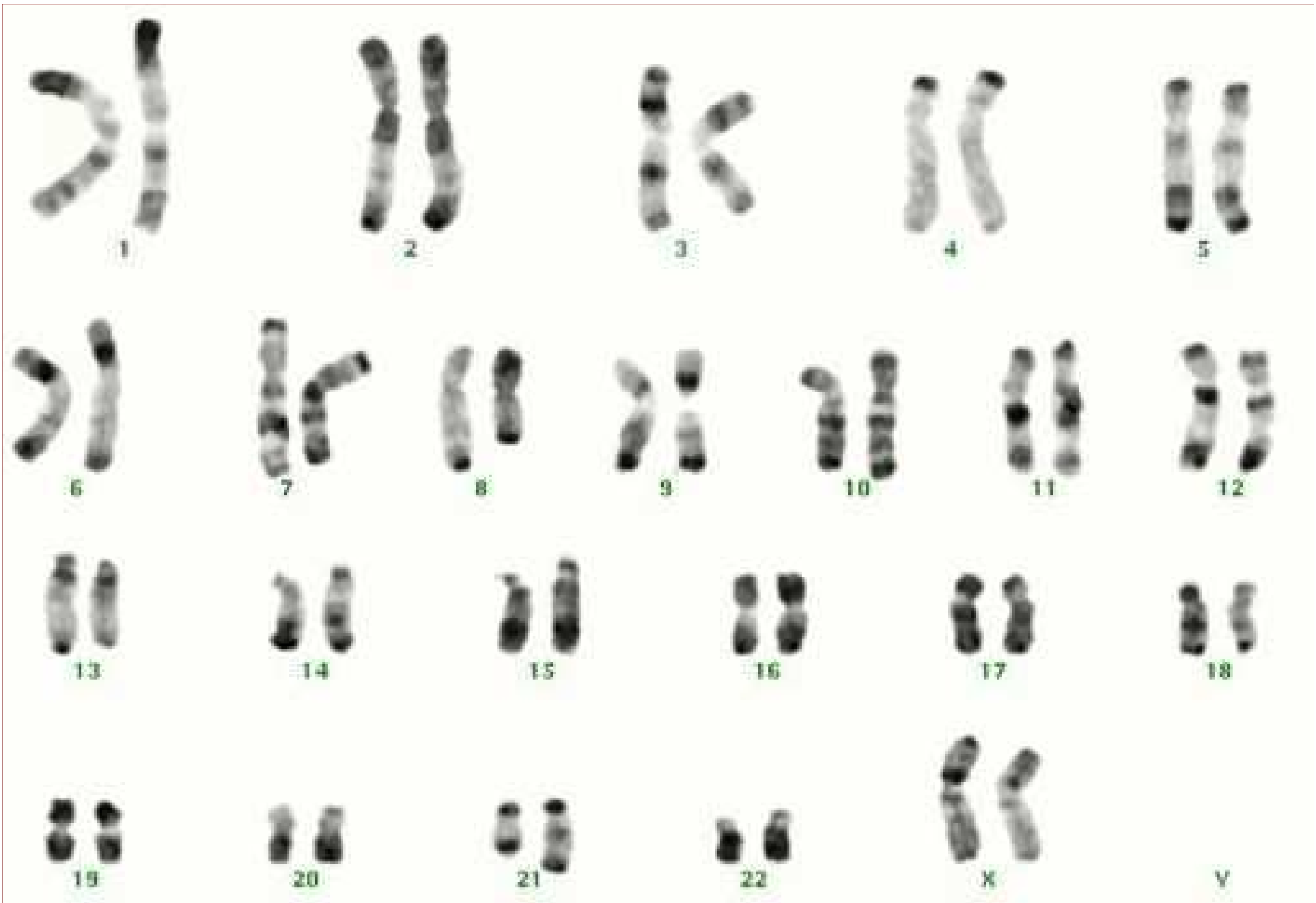






Imunofenotypizace

- pozitivita myeloidních markerů
 - CD34 a CD33
- často ko-exprese lymfoidních markerů
 - CD19, méně často CD56



46,XX,t(8;21)(q22;q22)

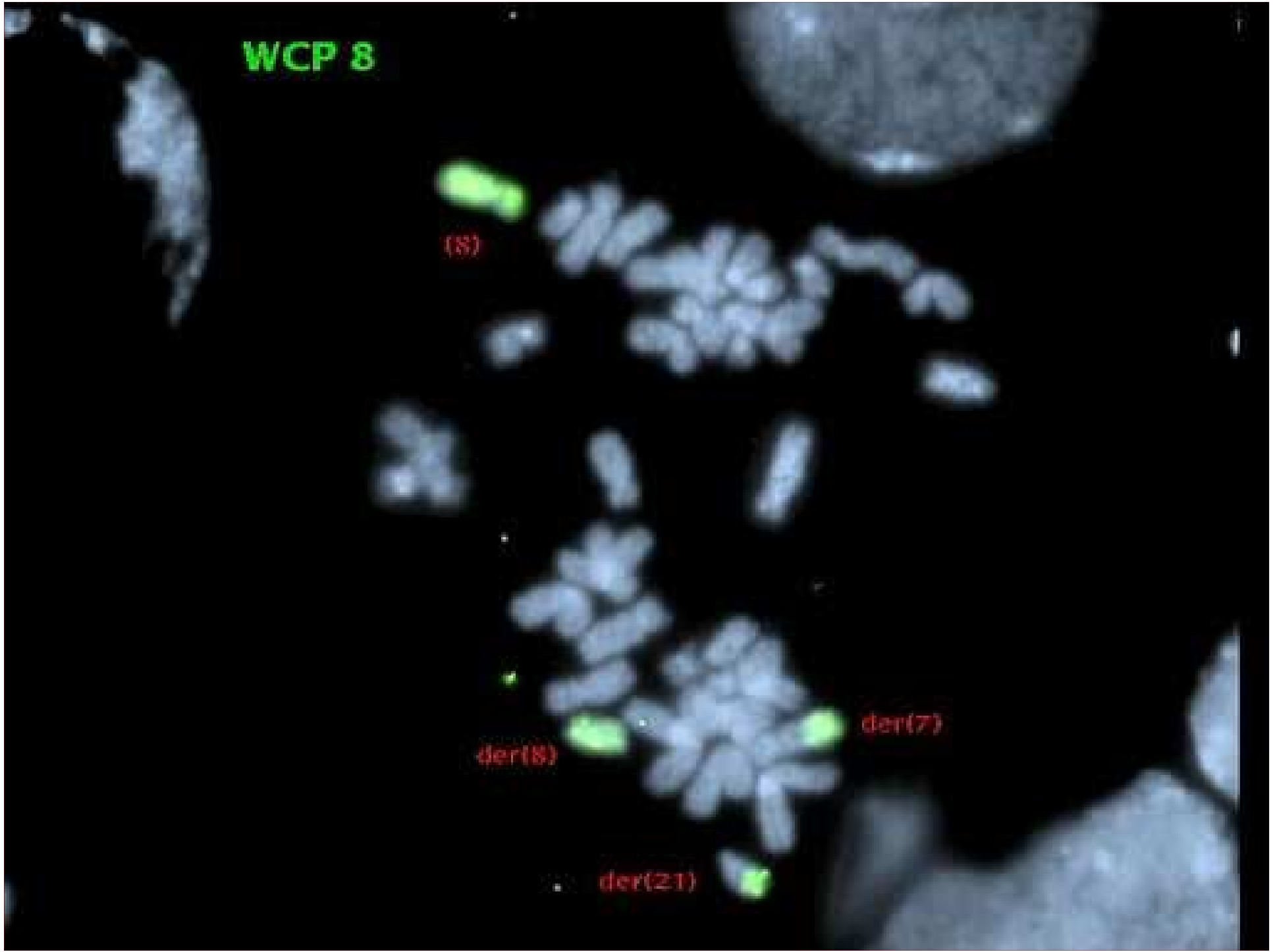
WCP 8

(8)

der(8)

der(7)

der(21)



Molekulární genetika

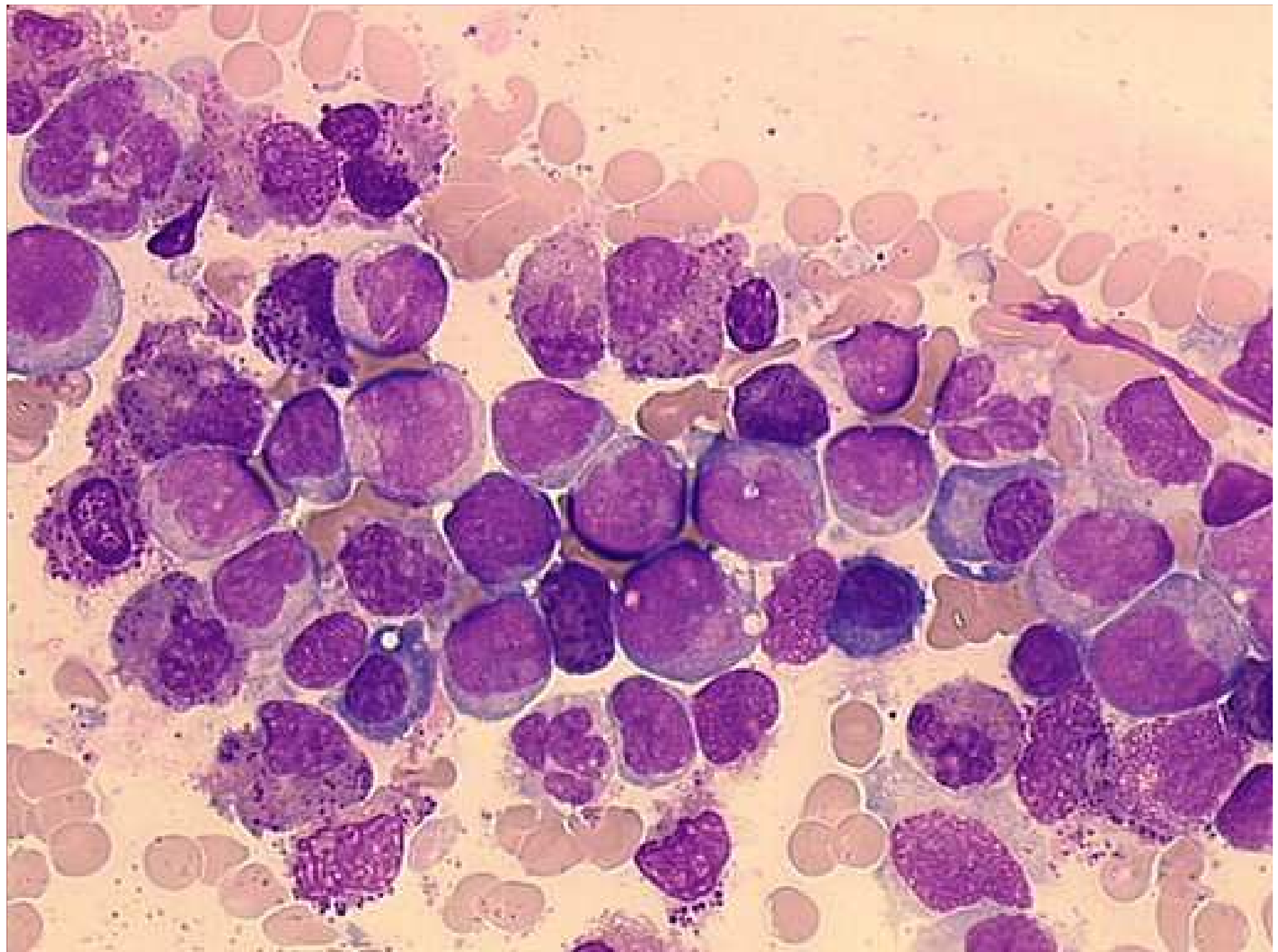
- Detekce fúzního transkriptu AML1/ETO
 - AML1 (nebo též core binding factor - CBF α) lokalizovaný na 21q22
 - ETO lokalizovaný na 8q22

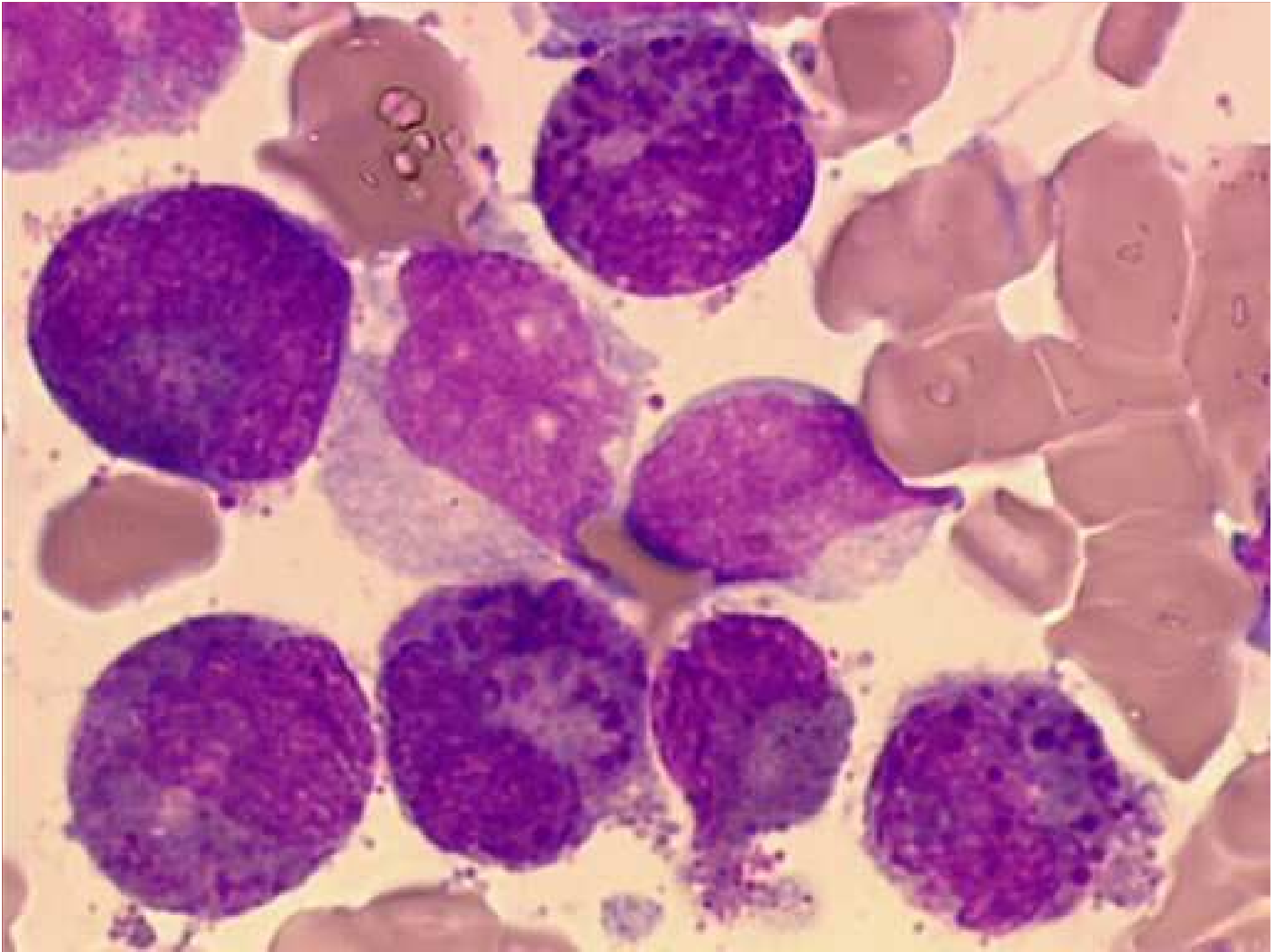
AML s $\text{inv}(16)(\text{p13q22})$ nebo $\text{t}(16;16)(\text{p13;q22})$

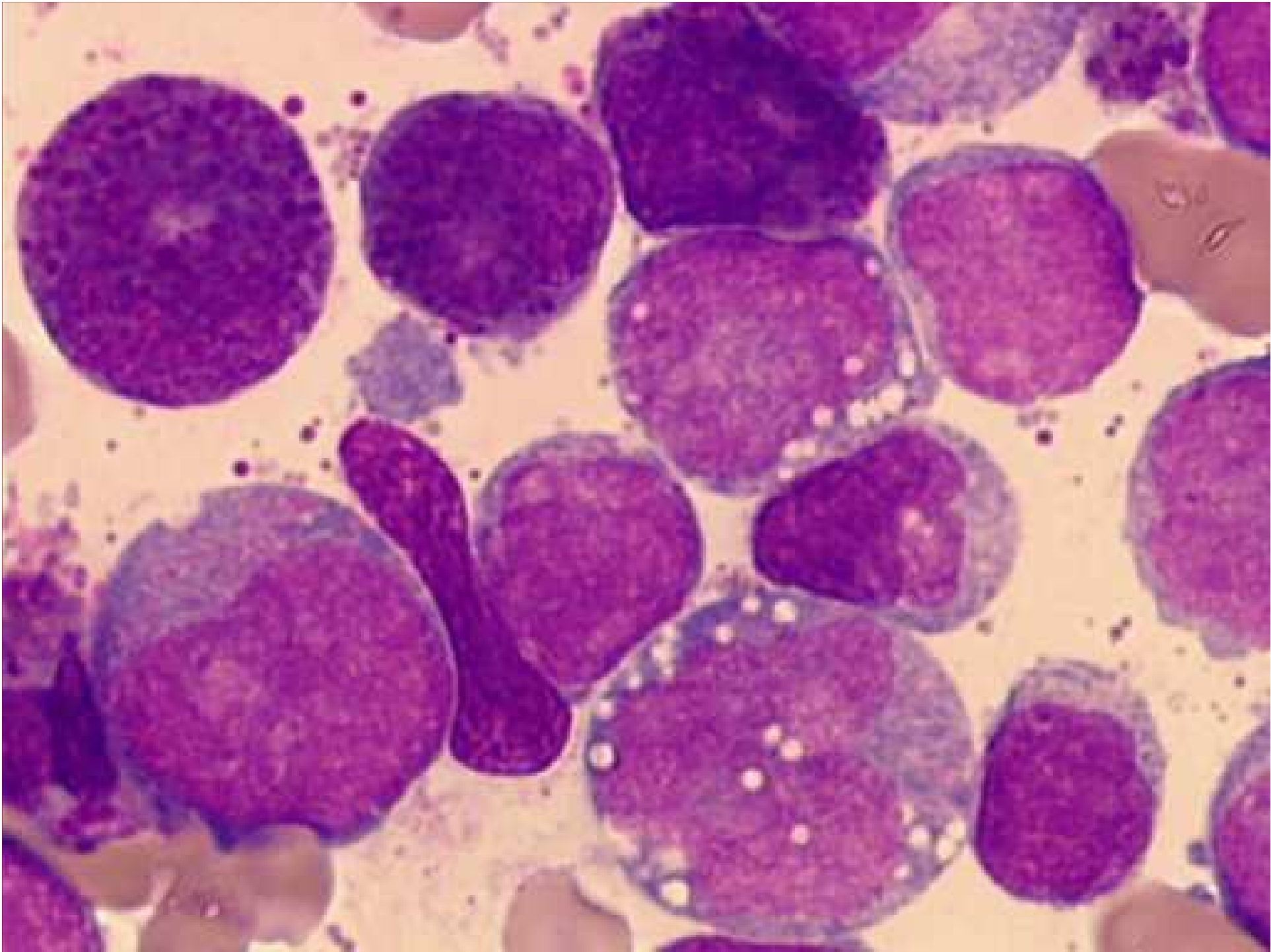
- vyžívá do monocytární a myeloidní linie, je přítomna abnormální eozinofilní komponenta
- nazývána AMML Eo
- 10-12% AML
- predominantně u mladších pacientů

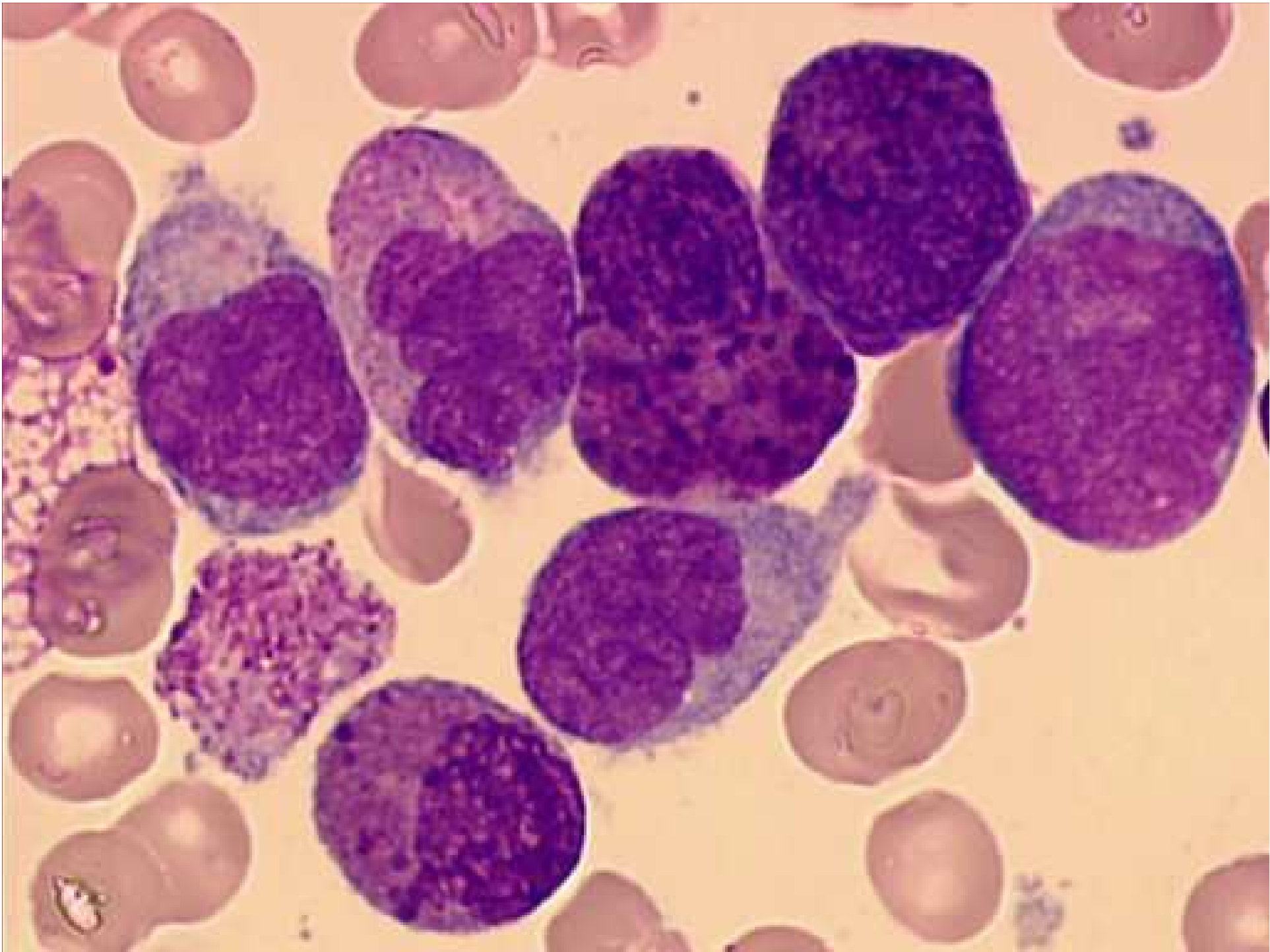
Morfologie AML s inv(16)

- morfologické znaky AML M4
- různý počet eozinofilů ve všech stádiích zrání
- nezralá eozinofilní granula, evidentní hl. u stádia promyelocytů a myelocytů
- eozinofilní granula jsou větší než normálně u nezralých eozinofilů
- zralé eozinofily- hyposegmentace jader







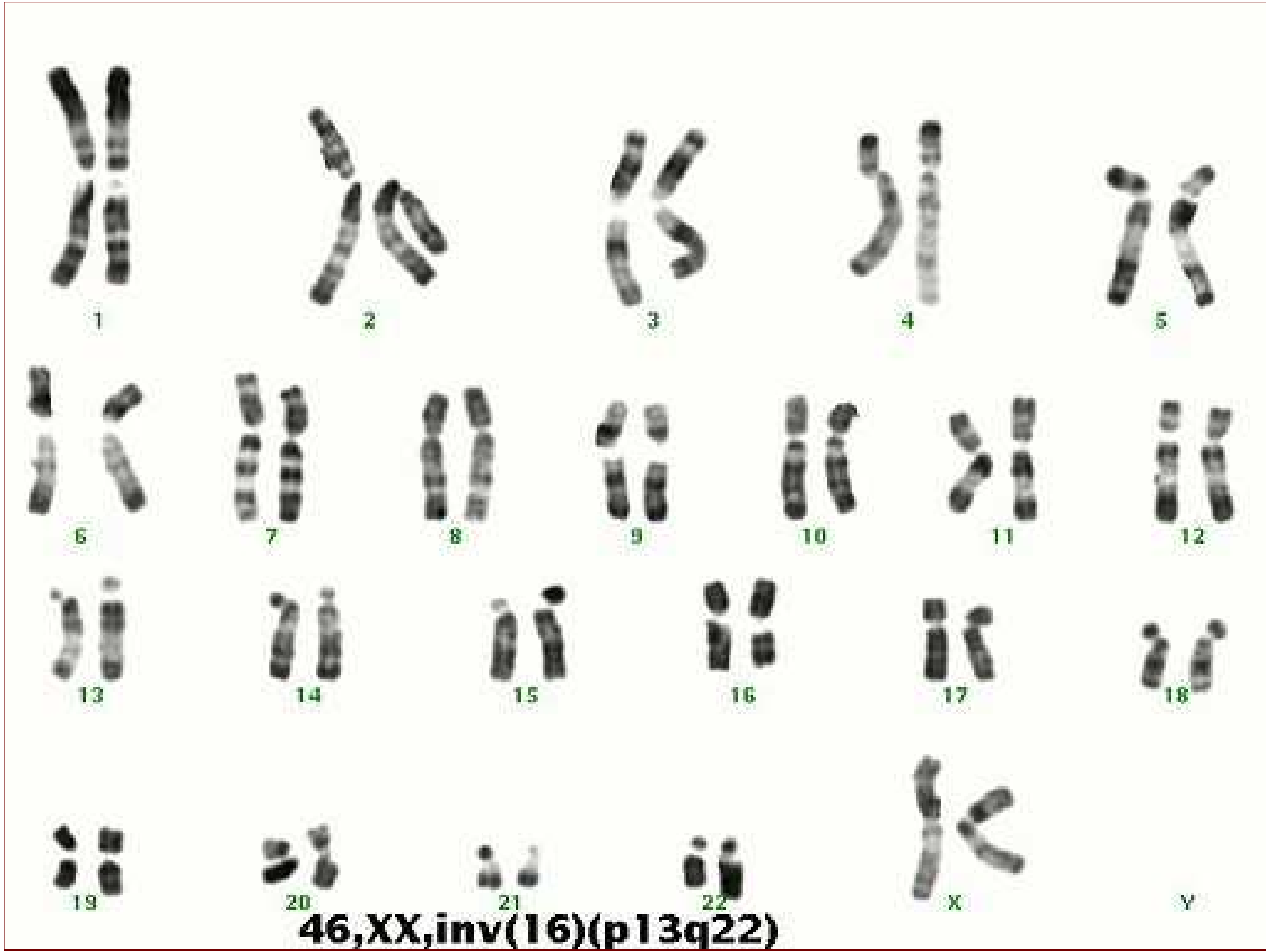


Imunofenotypizace

- pozitivita myeloidních markerů CD 13 a CD33
- není definován specifický marker monocytární linie, ale může být pozitivita CD14, CD15, CD4, CD11b a/nebo CD11c jako indikátor monocytární diferenciaci
- prokázána ko-exprese CD2

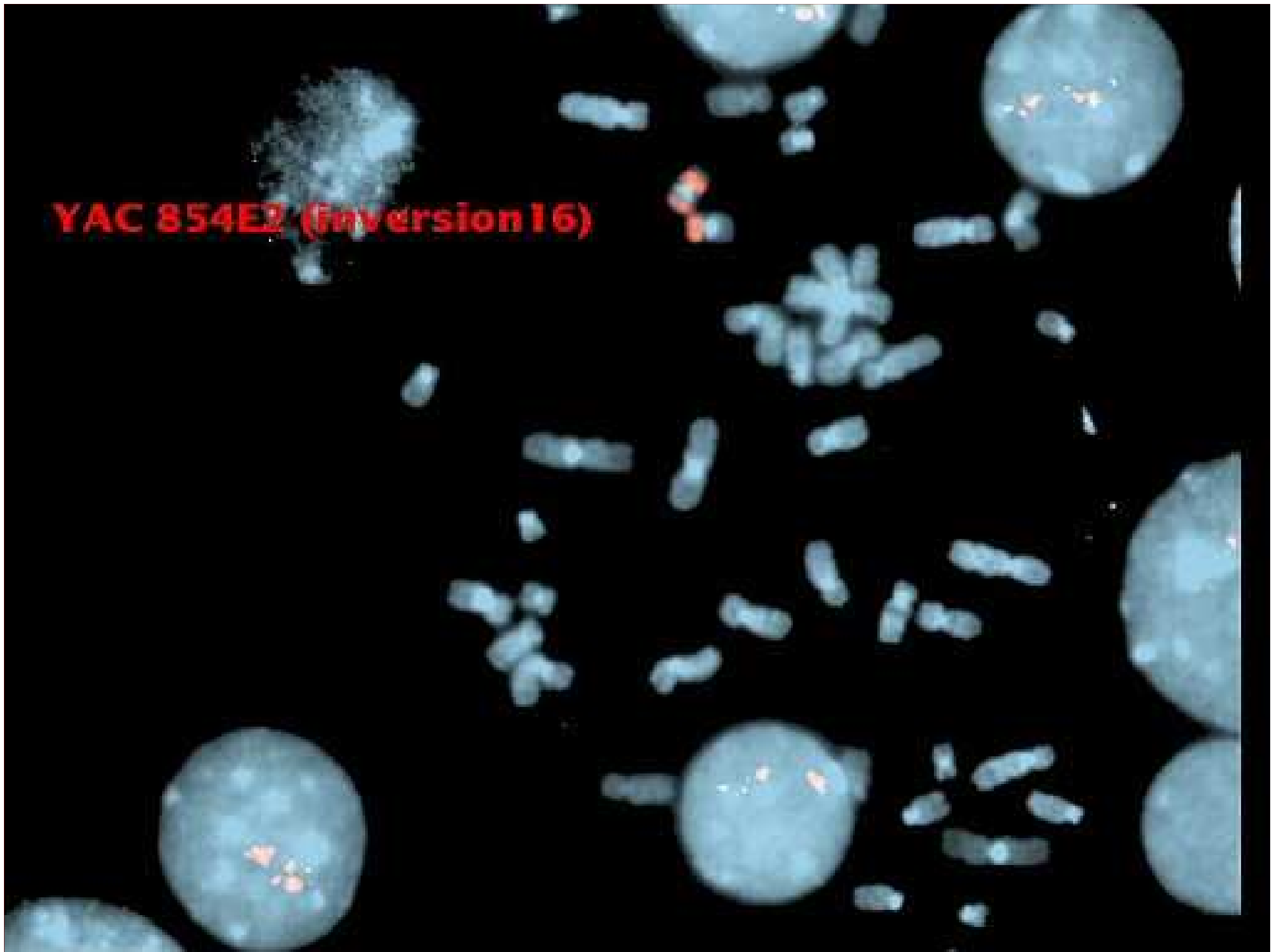
Cytogenetika -inverze

- změna uvnitř jednoho chromozomu, při které dojde ke dvěma zlomům a převrácení daného úseku chromozomu



46,XX,inv(16)(p13q22)

YAC 854E2 (inversion 16)



Molekulární genetika

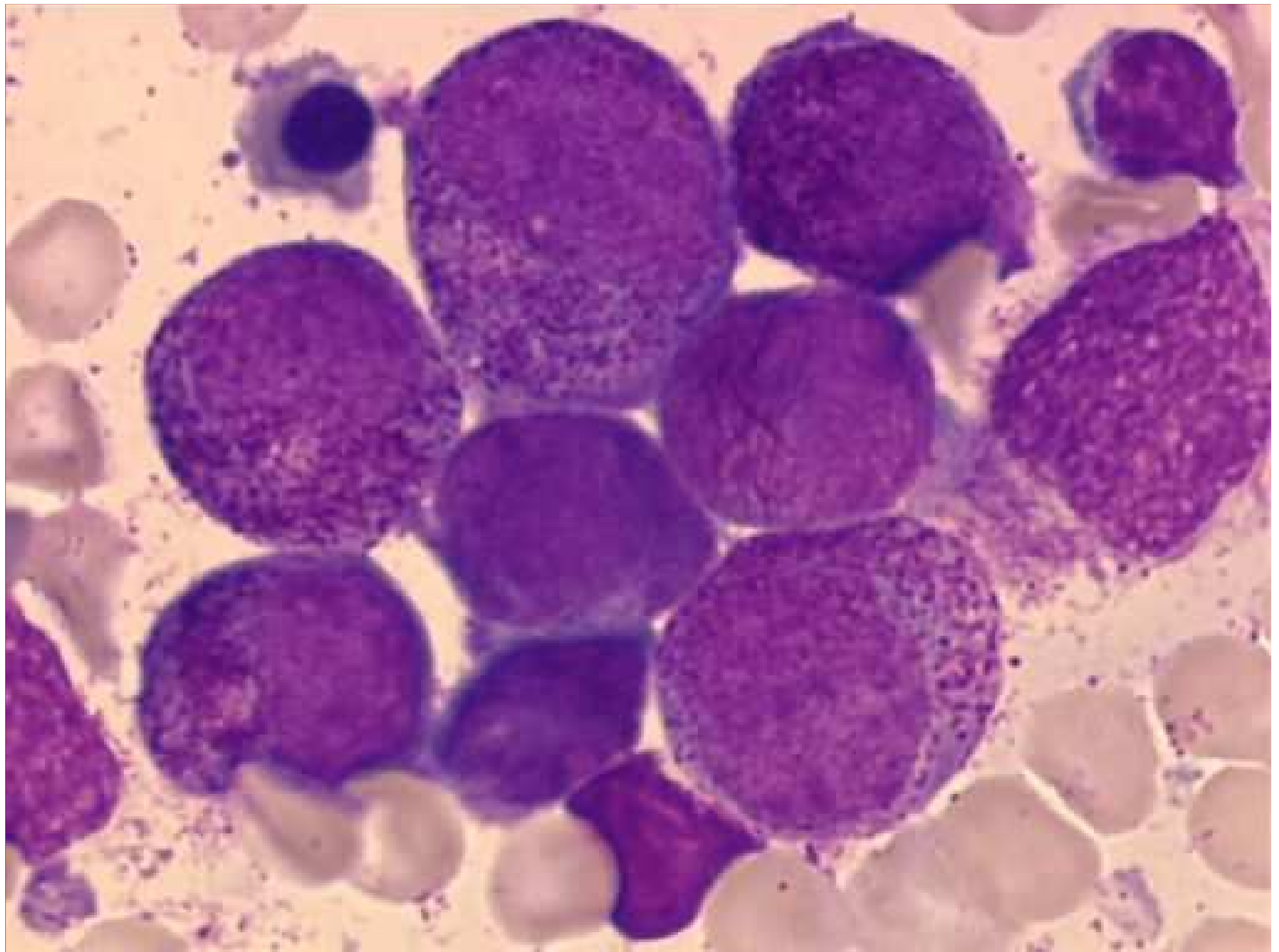
- Průkaz fúzního transkriptu CBF β /MYH11
 - CBF β gen na 16q22 kódující Core Binding Factor beta podjednotku
 - MYH11 - gen pro těžký řetězec myosinu na 16p13

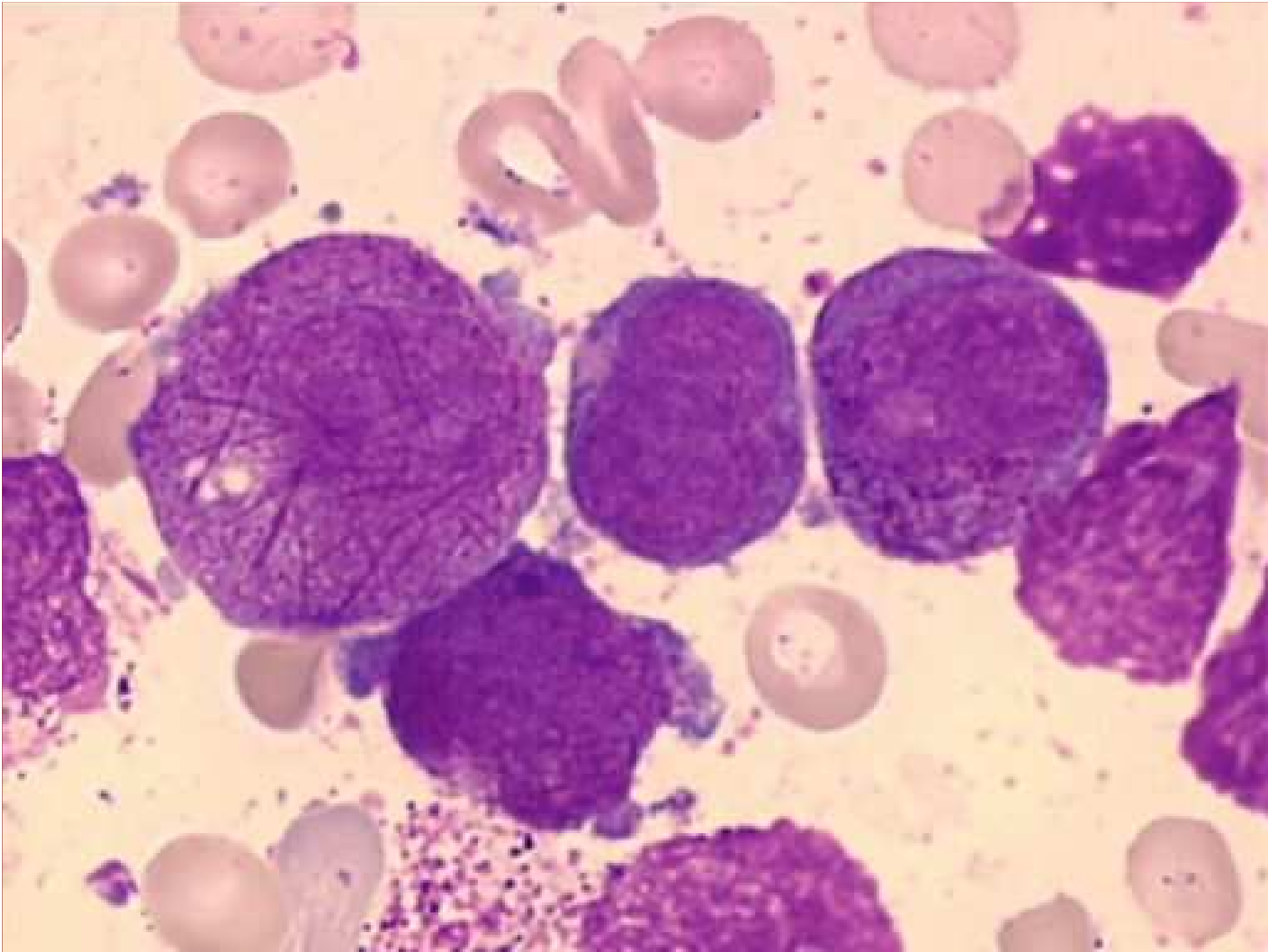
Akutní promyelocytární leukémie

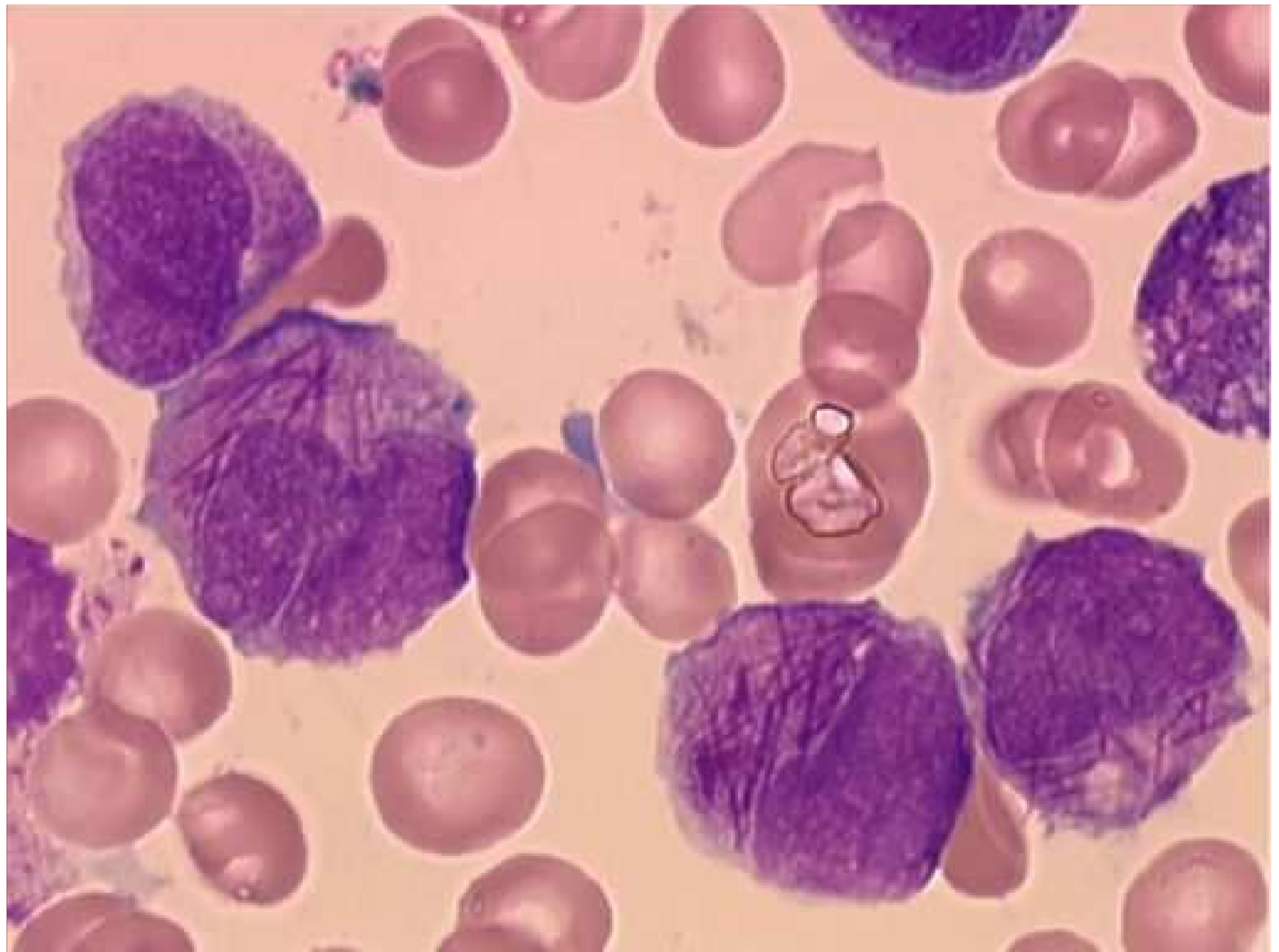
- 5-8% AML
- klasická a mikrogranulární (hypogranulární) varianta $t(15;17)(q22;q12)$
- variantní translokace:
 - $t(11;17)(q23;q21)$
 - $t(5;17)(q32;q12)$
 - $t(11;17)(q13;q21)$

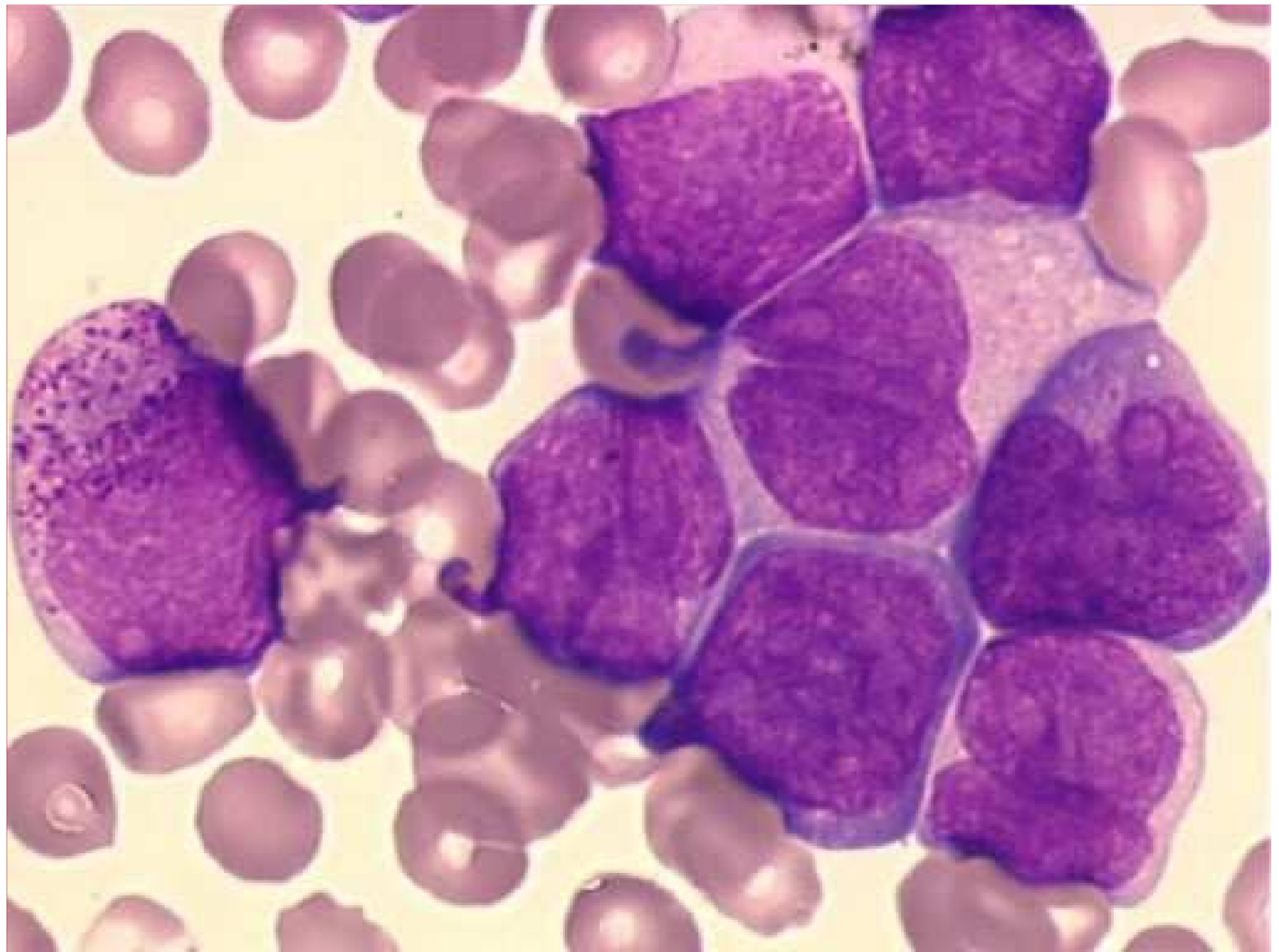
Morfologie APL

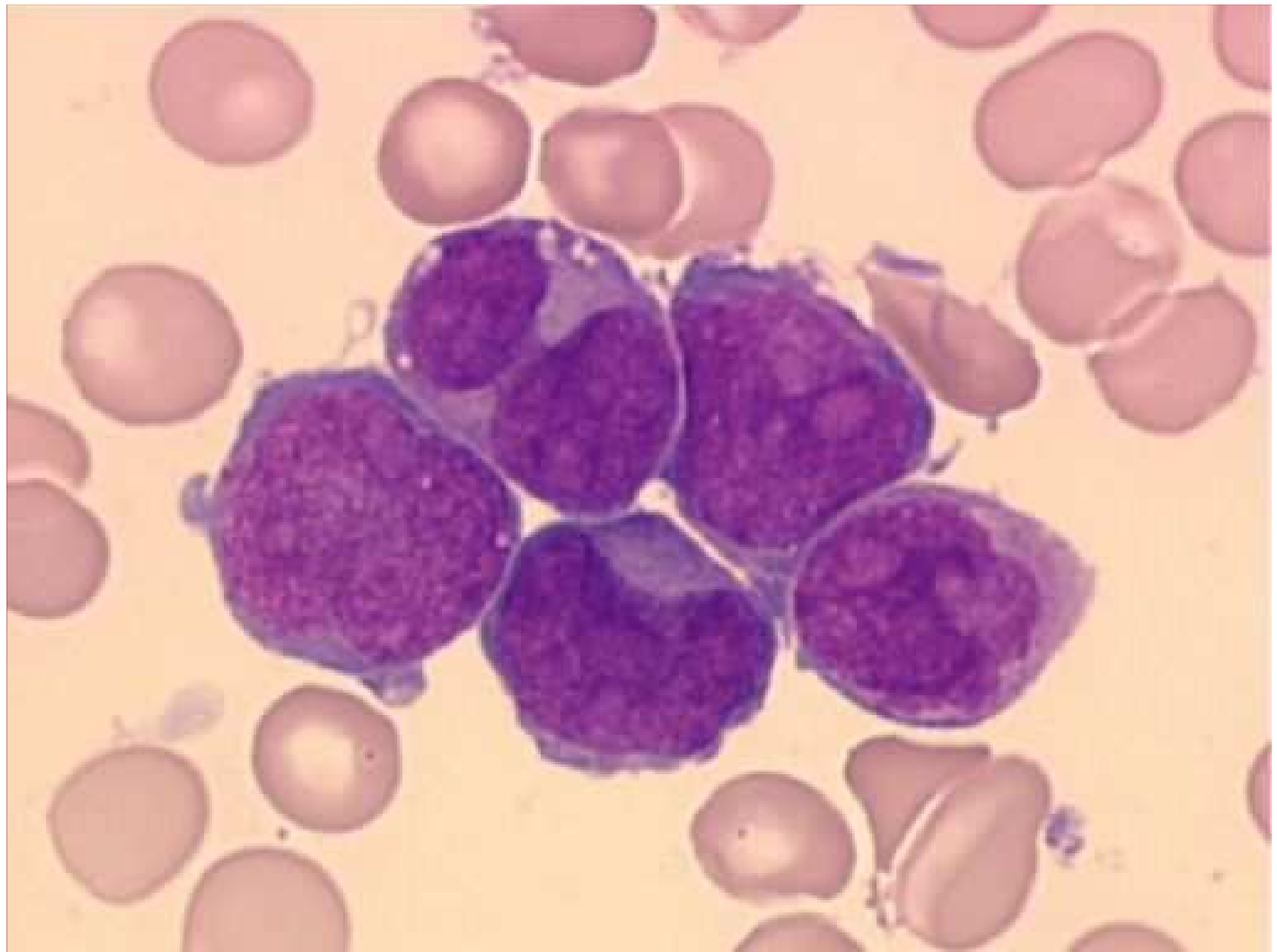
- atypické promyelocyty– velké elementy, jejichž cytoplazma je naplněna tmavě růžovými, červenými či purpurovými granuly
- není patrna Golgiho zóna
- jádro nepravidelné či štěpené
- snopce Auerových tyčí- „faggott cells“
- mikrogranulární varianta-hluboce štěpená jádra, dvoulaločnaté segmenty, cytoplazma až agranulární

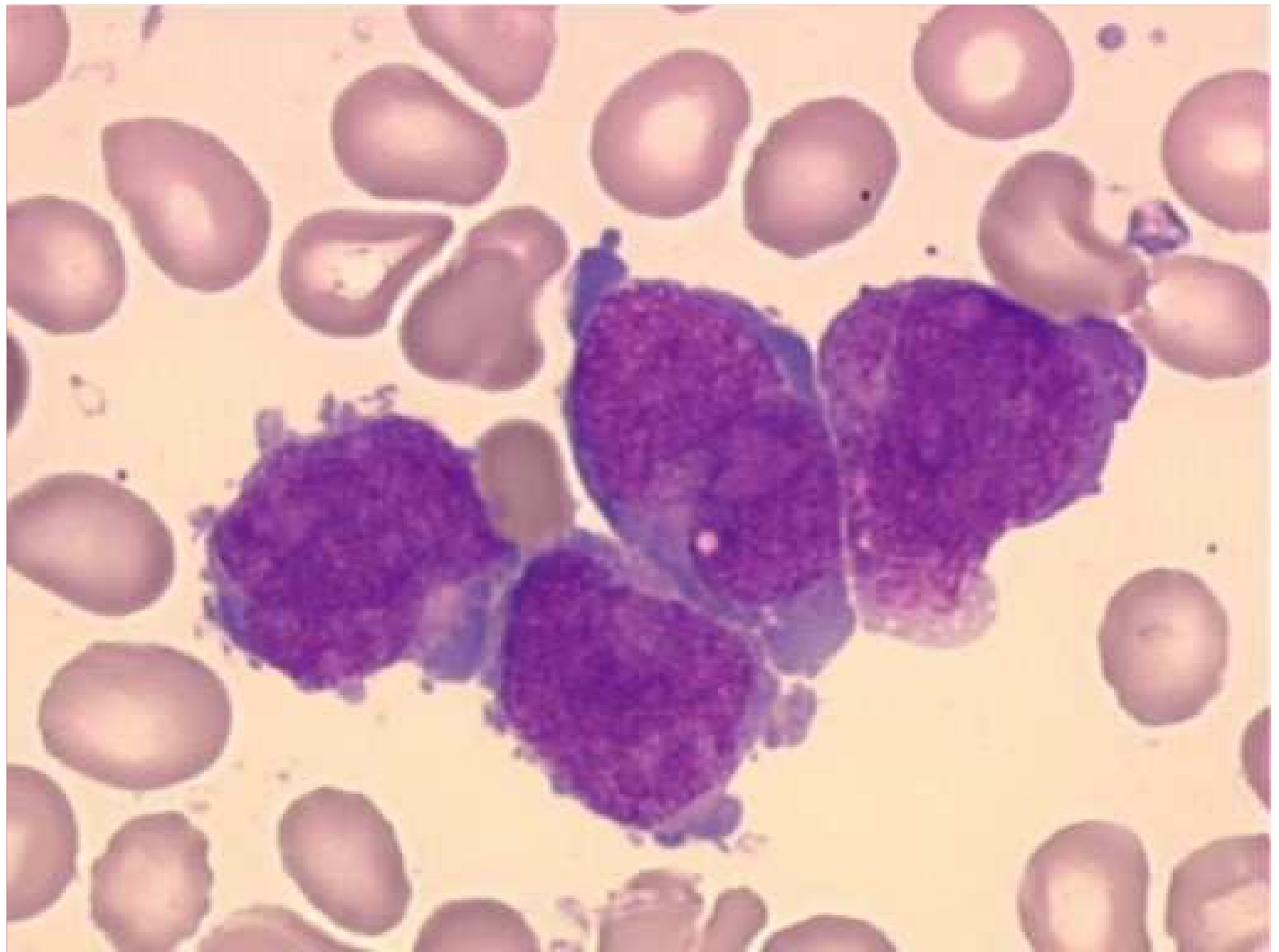






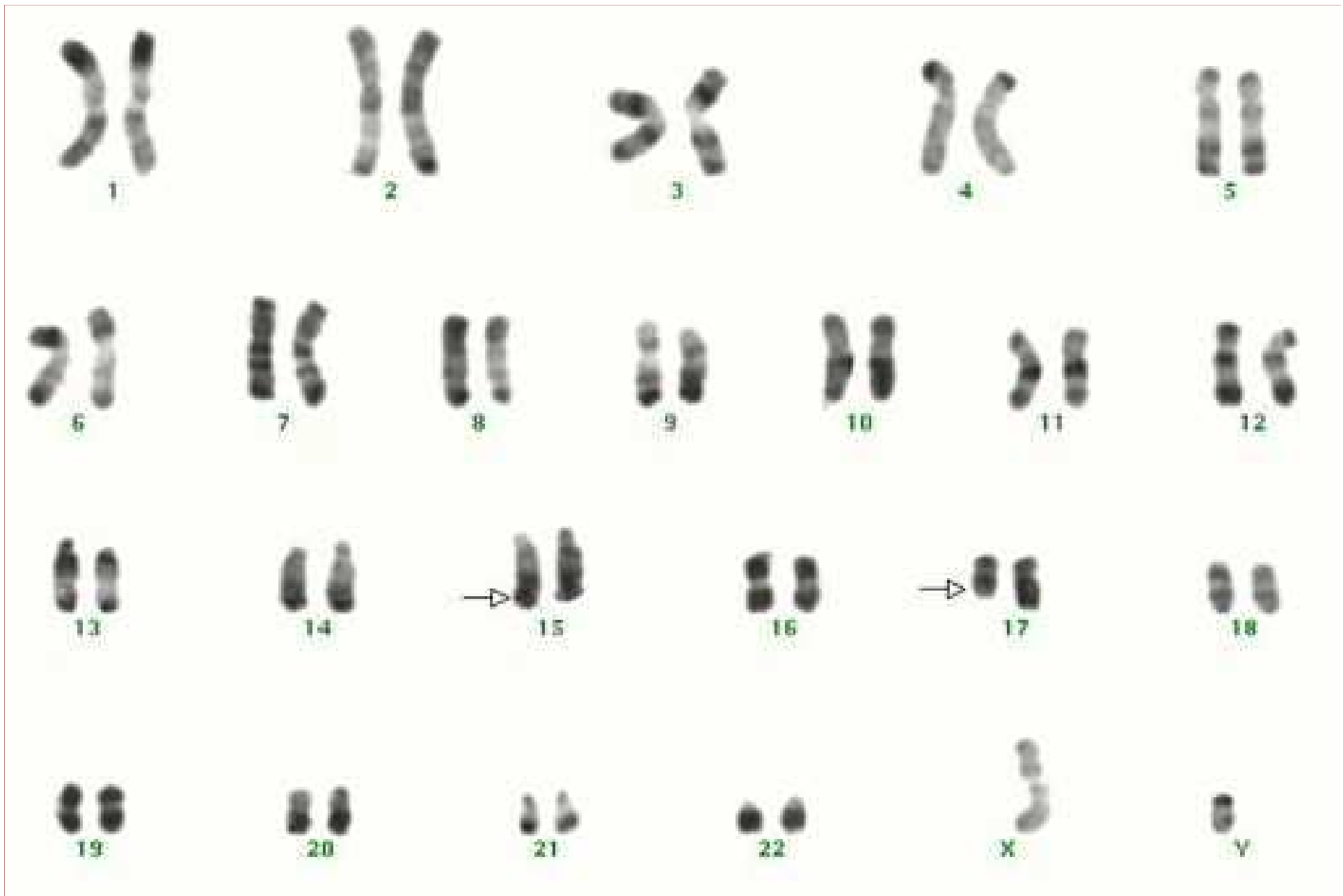






Imunofenotypizace

- pozitivita myeloidních markerů CD13 a CD33 bez nálezu CD34 a HLA-DR u klasické formy, u variantní formy s leukocytózou je CD34 pozitivní
- častý je přídatný náleznostivity lymfoidních markerů CD2 a CD19, méně často CD16, výjimečně CD56



46,XY,t(15;17)(q22;q21)

Molekulární genetik

- Fúzní genový produkt PML/RAR α
 - RAR α gen pro α -receptor kyseliny retinové na 17q21
 - PML - gen promyelocytární leukémie na 15q22

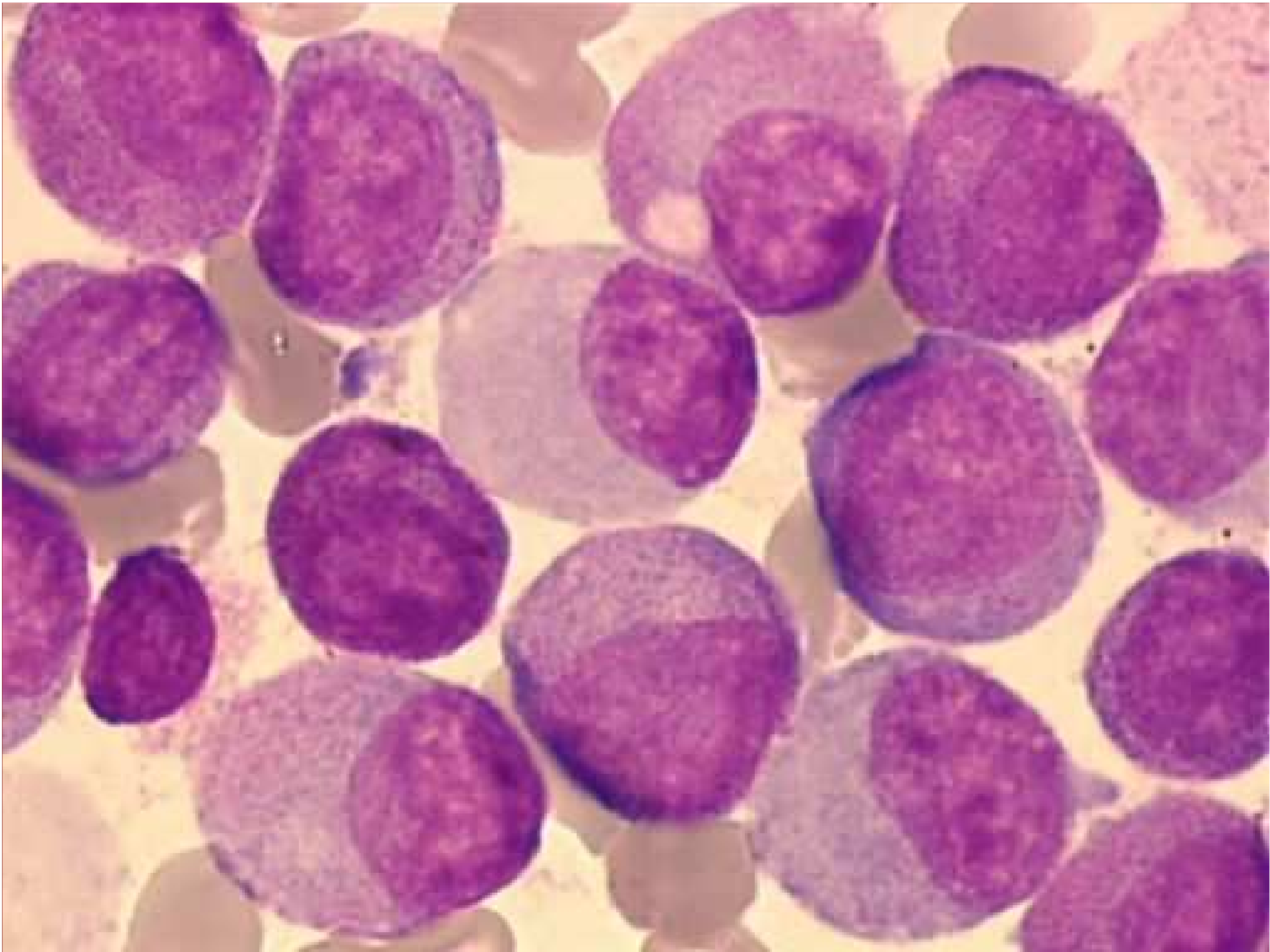
Morfologie variantní APL

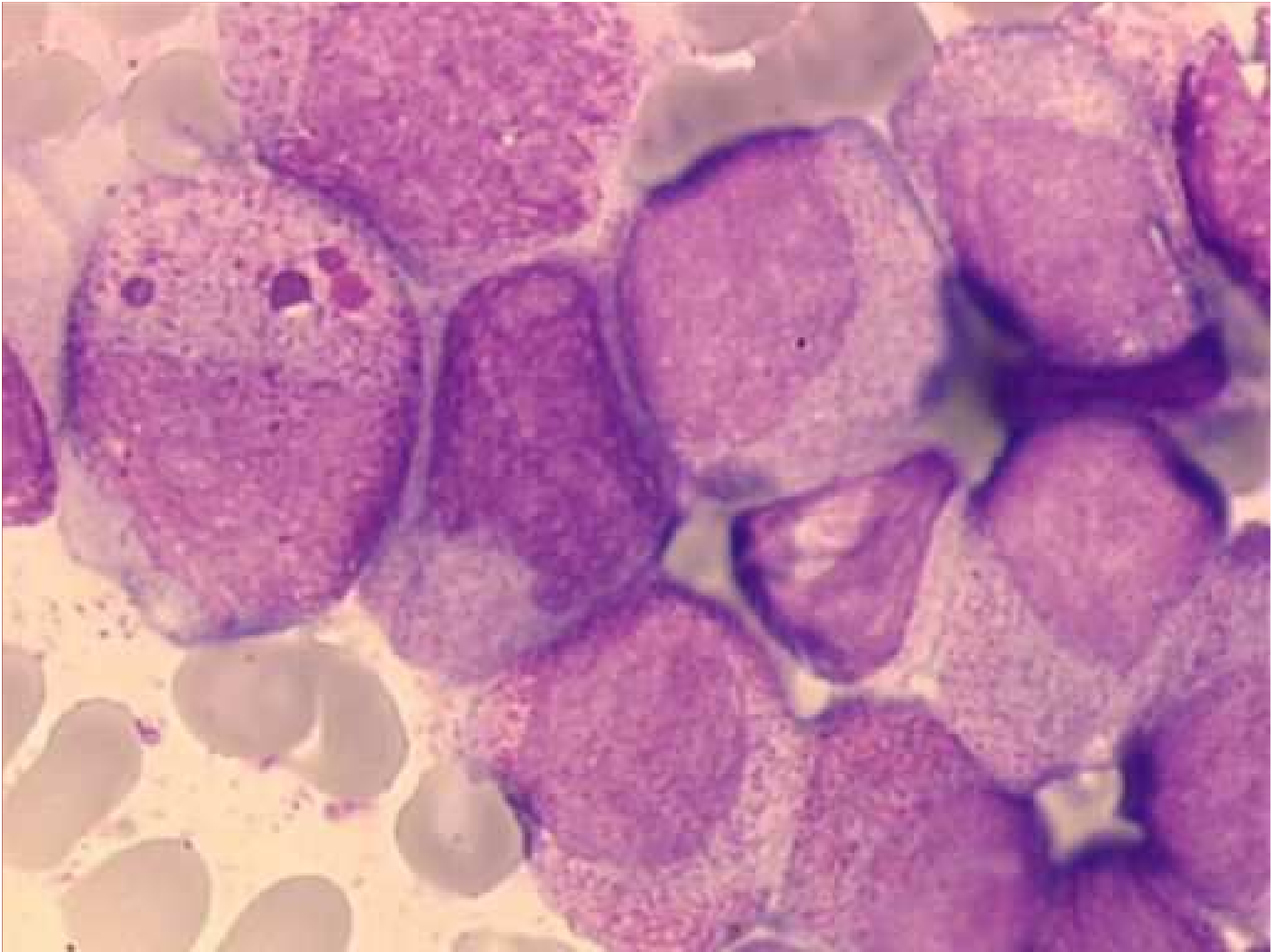
t(11,17)

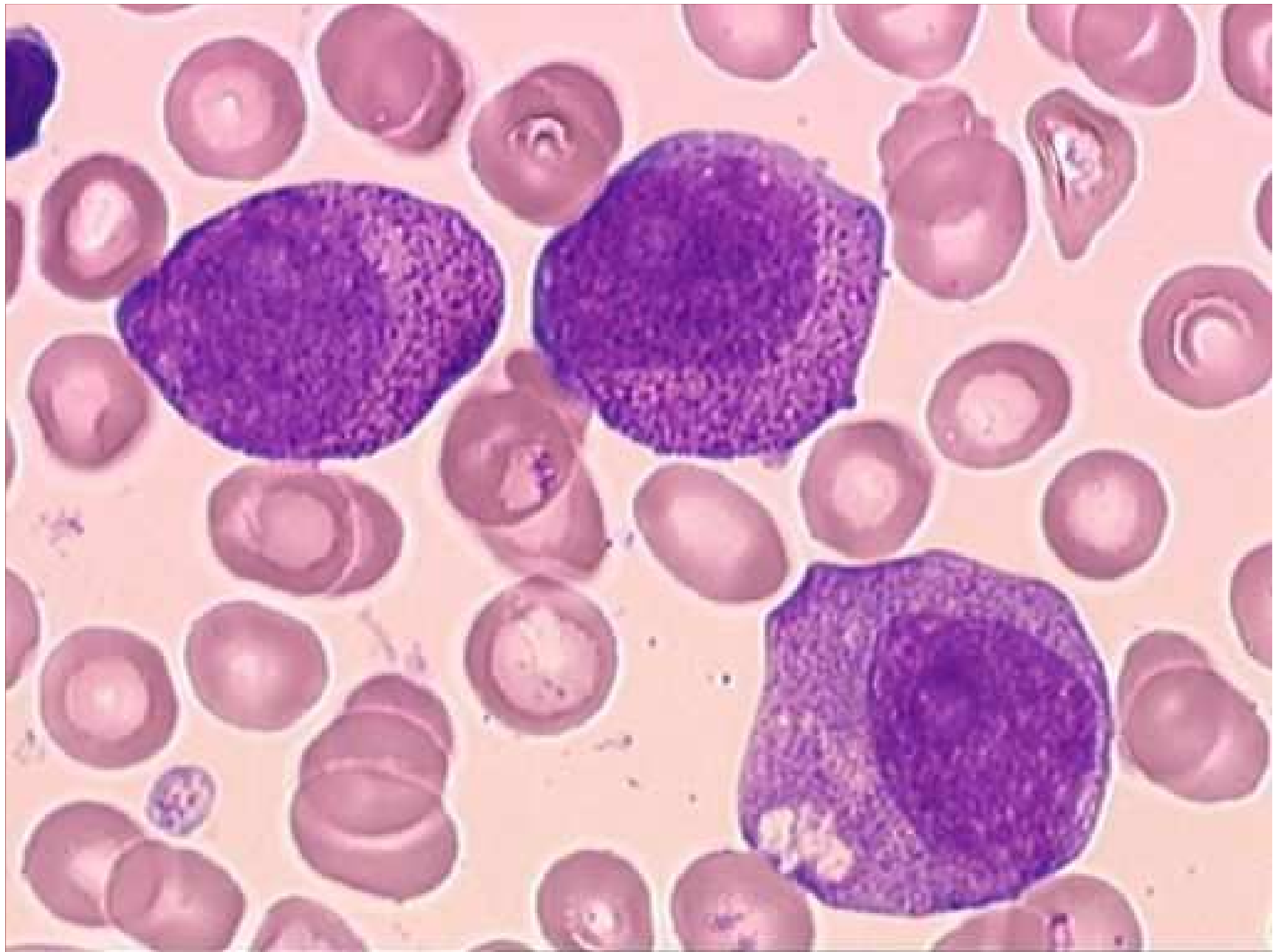
- blasty s pravidelnými jádry, mnoha granuly, obvykle absence Auerových tyčí
- zvýšené množství pseudopelgeroidních změn
- silná pozitivita MPO

t(5,17)

- hypergranulární promyelocyty, menší populace hypogranulárních promyelocytů

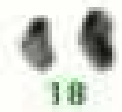
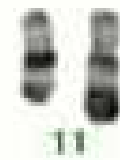
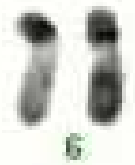
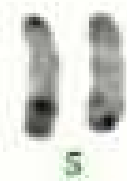
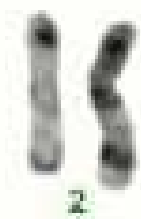






Imunofenotypizace

- pozitivita myeloidních markerů CD 33 a CD13 bez positivity CD34 a HLA Dr
- častá ko-exprese lymfoidních markerů CD56



45,X,-Y,add(2)(q33),t(11;17)(q23;q21)
 monosomy 21: not clonal

Molekulární genetika

■ Fúzní gen PLZF/RAR α

- gen „promyelocytic leukemia zinc finger“ na 11q23
- RAR α gen pro α -receptor kyseliny retinové na 17q21

Tento typ leukémie je rezistentní na ATRA in vitro i in vivo.

AML s abnormitami 11q23 (MLL)

- 5-6% případů AML
- 2 podskupiny
 - u dětí
 - AML se vztahem k léčbě inhibitory topoizomerázy II

Morfologie a cytochemie

- pod obrazem akutní monoblastické leukémie, méně často myelomonocytární leukémie, nebo AML s vyzríváním nebo AML bez vyzrívání
- cytochemie odpovídá výše uvedeným typům, tedy nejčastěji silná pozitivita nespecifické esterázy

Imunofenotypizace

- nejsou imunofenotypizační rysy, které by byly typické pro tuto AML
- případy s morfologií monoblastické leukémie mohou být negativní na CD34 a exprimovat markéry monocytární diferenciace CD 14, CD4, CD11b, CD11c, CD64, CD 36 a lysozym.

Molekulární genetik

- MLL - humánní homolog genu Drosophily HRX, regulátor vývoje
- je zavzat do celé řady translokací s různými partnerskými chromozomy
- u dětských AML: $t(9;11)(p21;q23)$ a $t(11;19)(q23;p13.1)/t(11;19)(q23+p13.3)$ ale až 20 jiných partnerských chromozomů
- u dospělých: tandemové duplikaci MLL genu, někdy +11

Akutní myeloidní leukémie

- AML s rekurentní genetickou abnormalitou
- AML spojená s myelodysplázií (AML s multilineární dysplázií)
- AML související s léčbou (therapy-related)
- AML jinak neklasifikovatelné
- Myeloidní sarkom
- Myeloidní proliferace spojené s Down. syndromem
- Neoplazma z blastických plazmacytoidních dendritických buněk

AML s multilineární dysplázií

- de novo
- vznikající z MDS nebo MDS/MPS
- nejméně 20% blastů a multilineární dysplázie (dysplázie ve dvou nebo více myeloidních liniích včetně megakaryocytů)
- hlavně u starších pacientů, zřídka u dětí

AML spojená s myelodysplázií

- dříve AML s multilineární dysplázií
 - dysplázie > 50% buněk dvou a více hematopoetických linií (universálně akceptovaná známka s myelodysplázií spojených rysů)
 - tito nemocní by měli být vyšetřeni na FLT3, NPM1 a CEBPA mutace
- nově navíc další MDS-like rysy
 - nepříznivý cytogenetický nález
 - vyšší exprese glykoproteinu MDR-1 nebo ABCB1
 - dříve dokumentovaná myelodysplázie

Multilineární dysplázie

Definována dle standardních kritérií (> 50% buněk, nejméně dvě vývojové řady, většinou mgk!)

DysG: porucha granulace, hyposegmentace jader, bizardně segmentovaná jádra

DysE: megaloidie, karyorhexe, jaderná fragmentace a vícejadernost, prstenčité sideroblasty, PAS pozitivita

DysM: mikro-mgk, separovaná vícečetná jádra, nesegmentovaná jádra velkých mgk

Imunofenotypizace

- obvykle CD34+ a pan-myeloidní markéry - CD13,CD33
- častá aberantní exprese CD56 a/nebo markér asociovaný s lymfoidní řadou CD7
- zvýšená incidence „multidrug resistance“ glykoproteinu na blastech - MDR-1

Molekulární genetika

- často přídavné chromozomy nebo ztráty chromozomů: -7/del (7q), -5/del (5q), +8, +9, +11, del(11q), del(12p), -18, +19, del(20q), +21
- méně často specifické translokace t(2;11), t(1;7) a translokace zahrnující 3q21 a 3q26
- inv(3)(q21q26), t(3;3)(q21;q26) nebo ins (3;3) jsou spojeny se zvýšenou tvorbou trombocytů

Akutní myeloidní leukémie

- AML s rekurentní genetickou abnormalitou
- AML spojená s myelodysplázií
- AML související s léčbou (therapy-related)
- AML jinak neklasifikovatelné
- Myeloidní sarkom
- Myeloidní proliferace spojené s Down. syndromem
- Neoplazma z blastických plazmocytoïdních dendritických buněk

AML se vztahem k léčbě (therapy related)

- vznikají jako výsledek cytotoxické léčby nebo radiační terapie
- hlavní typy:
 - alkylační činidla a/nebo radiace
 - inhibitory topoizomerázy II
 - jiné- antimetabolity...

S léčbou spojené myeloidní neoplázie

- nejsou rozlišovány subkategorie dříve určené
 - po alkylačních látkách
 - po inhibitech topoizomerázy II
- obě látky jsou používány v chemoterapeutických režimech současně
- je-li současně zjištěna rekurentní cytogenetická abnormita, mají nemocní horší průběh, proto jsou kategorizovány oběma skutečnostmi např.
 - therapy-related AML s $t(9^{\circ}11)(p22;q23)$

AML po alkylačních činidlech/ozáření

- zahrnuje všechny myeloidní linie
- pelgeroidní anomálie, hypogranulace, dyserythropoéza, prstenčité sideroblasty (60%), zvýšené dysplastické megakaryocyty (25%), zvýšené bazofily (25%)
- obraz AML M2, méně často M4, M5, M6 nebo M7, obraz APL vzácný
- hypercelulární dřev 50%, normo- i hypocelulární po 25%

AML po alkylačních činidlech/ozáření

Imunofenotypizace:

- jako u AML s multilineární dysplázií

Molekulární genetik:

- nebalancované translokace a delece zahrnující chromozom 5 (zde zejména q23 až q32) nebo 7
- jiné postižené chromozomy 1,4,12,14 a 18
- nejčastějším nálezem jsou komplexní chromozomální abnormality

AML po inhibitorech topoizomerázy II

Morfologie:

- AML M5 nebo M4 výjimečně M2, M7 nebo APL
- málo kdy dysplastické rysy
- při $t(4;11)(q21;q23)$ vzniká ALL

Molekulární genetiká:

- nejčastěji balancované translokace zahrnující MLL gen zejména $t(9;11)$, $t(11;19)$ a $t(6;11)$

Akutní myeloidní leukémie

- AML s rekurentní genetickou abnormalitou
- AML s myelodysplasií příbuznými změnami (AML s multilineární dysplázií)
- AML související s léčbou (therapy-related)
- AML jinak neklasifikovatelné
- Myeloidní sarkom
- Myeloidní proliferace spojené s Down. syndromem
- Neoplazma z blastických plazmacytoidních dendritických buněk

AML jinak nekategorizovatelné

- nesplňují kritéria předchozích skupin
- prokázáno nejméně 20% blastů v periferní krvi nebo v kostní dřeni
- abnormální promyelocyty APL a promonocyty AML s monocytární diferenciací jsou počítány jako ekvivalenty blastů
- rozpočet v periferní krvi na 200 buněk, je-li leukopenie, pak z buffy coatu

AML jinak nekategorizovatelné

- AML s minimální diferenciací (AML M0)
- AML bez vyzrávání (AML M1)
- AML s vyzráváním (AML M2)
- Akutní myelomocytární leukémie (AML M4)
- Akutní monoblastické leukémie a akutní monocytární leukémie (AML M5)

AML jinak nekategorizovatelné

- Akutní erytroidní leukémie (AML M6)
 - erytroleukémie (erytroidní/myeloidní) > 50% erytropoézy, nejméně 20% blastů z non erytroidních
 - čistá erytroidní leukémie - nezralé buňky z erytroidní linie > 80% jaderných buněk dřeně
- Akutní megakaryobl.leukémie (AML M7)
- Akutní bazofilní leukémie
- Akutní panmyelóza s myelofibrózou

WHO klasifikace AML dle morfoložických a imunologických kriterií

AML M0	MPEX negativní blasty ve světelném mikroskopu imunofenotyp: negativní lymfoidní markery, pozitivní myeloidní
AML M1	blasty > 90% ANC, > 3% blastů je MPEX pozitivní
AML M2	blasty > 20% < 90% ANC, > 3% blastů je MPEX pozitivní
AML M3	patologické promyelocyty s Auerovými tyčkami variantní forma M3- patologické mikrogranulární promyelocyty
AML M4	podobná M2, ale > 20% buněk je monocytárních a/nebo je více než $5 \times 10^9/l$ z monocytární řady v periferní krvi
AML M5	> 80% NEC je z monocytární řady 1.M5A : nediferencovaná (2.M5B : diferencovaná (monocytární)
AML M6	erytroleukémie: erytroblasty tvoří > 50% ANC, blasty jsou > 20% z NEC čistá erytroleukémie: nezralé bb.erytroidní linie>80%
AML M7	megakaryoblasty tvoří > 30% z ANC

ANC- all nucleated cells (všechny jaderné buňky dřene, NEC- non erythroid cells (buňky nezahrnující vývojová stádia erytroidní řady), MPEX- myeloperoxidáza

Molekulární genetika

- zahrnuje abnormality 12p, vzácně popsána i Ph1 de novo - $t(9;22)(q34;q11)$
- nebo $t(6;9)$ - chimérický fúzní gen DEK/CAN
 - DEK na 6q23
 - CAN na 9q34 je pravděpodobný onkogen, který může být aktivován fúzí na svém 3' konci i jinými geny nežli DEK (např. SET)

Akutní myeloidní leukémie

- AML s rekurentní genetickou abnormalitou
- AML spojená s myelodysplastickými změnami
- AML související s léčbou (therapy-related)
- AML jinak neklasifikovatelné
- Myeloidní sarkom
- Myeloidní proliferace spojené s Down. syndromem
- Neoplazma z blastických plazmocytoïdních dendritických buněk

Akutní leukémie nejasného původu

- akutní leukémie, u kterých morfologické, cytochemie a imunofenotypizační rysy proliferujících blastů nedovolují jasné přiřazení k myeloidní nebo lymfoidní linii
- mají morfologické a imunofenotypizační charakteristiky jak myeloidní, tak lymfoidní linie nebo jak B, tak i T lymfoidní linie

Akutní leukémie nejasného původu

Zahrnují:

- akutní nediferencovaná leukémie
- smíšený fenotyp akutní leukémie s t(9,22) (BCR/ABL1)
- smíšený fenotyp akutní leukémie s t(v,11q23)-MLL genem
- smíšený fenotyp akutní leukémie B/myeloidní, NOS
- smíšený fenotyp akutní leukémie T/myeloidní, NOS
- smíšený fenotyp akutní leukémie, NOS- vzácné typy
- ostatní leukémie nejasného původu

Požadavky na hodnocení více než jedné linie blastické populace

- **Myeloidní linie**

MPO(flowcytometrie, imunohistochemie nebo cytochemie)
nebo

monocytární diferenciaci (nejméně 2 z násled.: NSE, CD11c,CD14,CD64, lysozym)

- **T-linie**

cytoplazm. CD3 (flowcytometrie, imunohistochemie)
nebo

povrchový CD3

- **B-linie** (jsou vyžadovány vícečetné antigeny)

silně CD19 s nejméně 1 z násled. silně exprim.: CD79a, cytopl.CD22, CD10

nebo

slabě CD 19 s nejméně 2 z násled. silně exprimovaných: CD79a, cytoplazm. CD22, CD10

Akutní nediferencovaná leukémie

- Neexprimuje znaky specifické pro lymfoidní nebo myeloidní linii.
- **Morfologie:** blasty nemají morfologii specifickou pro myeloidní linii
- **Cytochemie:** blasty MPO negativní
- **Imunofenotypizace:** chybí specifické markery pro T nebo myeloidní řadu (cCD3 a MPO) a nejsou exprimovány B-znaky (cCD22, cCD79a, CD19), též chybí specifické znaky megakaryocytů nebo plazmacytoidních dendritických buněk.

Akutní lymfoblastické leukémie

- FAB klasifikace L1 - L3 nemá ve WHO klasifikaci žádnou analogii (termíny se ruší)
- jsou současně s lymfomy z prekurzorových buněk považovány za stejná onemocnění s různou klinickou manifestací (lymfomy mají primární manifestaci v lymfatických uzlinách nebo i extranodálně)

Akutní lymfoblastické leukémie

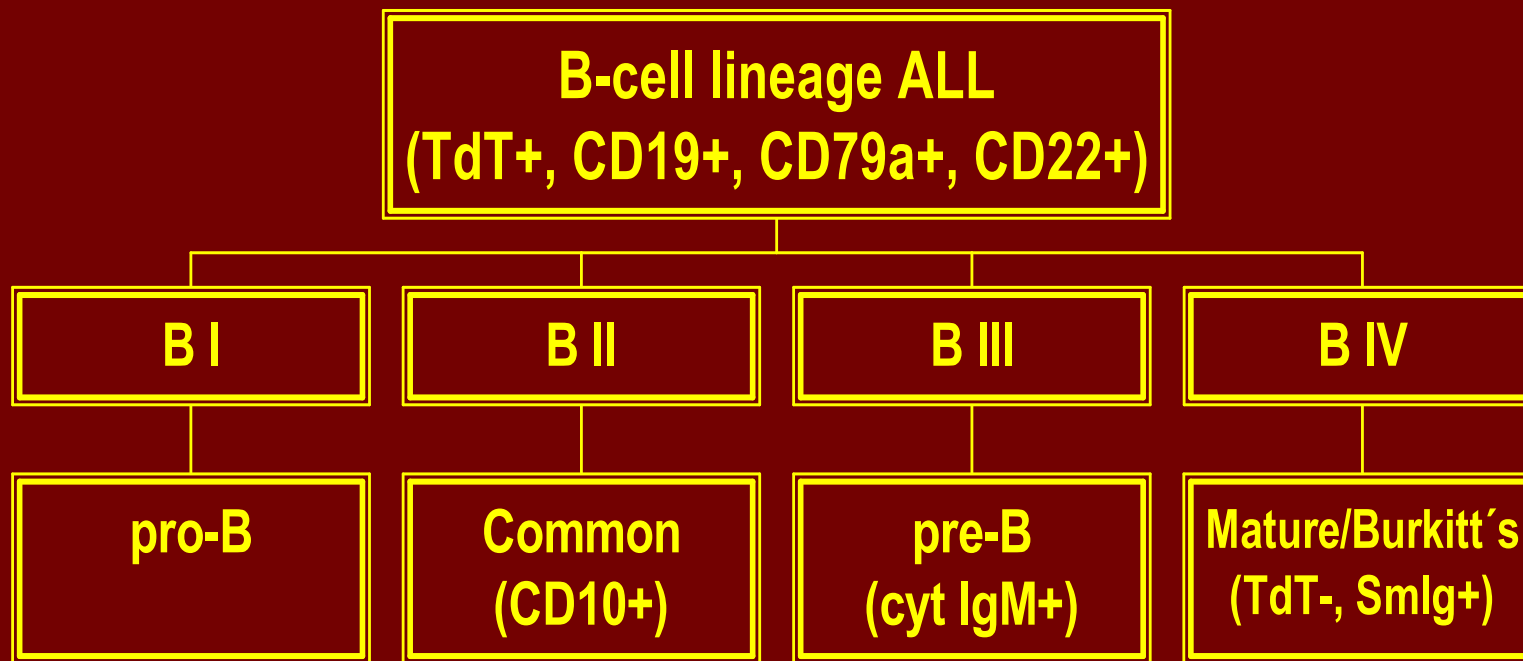
Rozlišujeme:

- B lymfoblastické leukémie resp. lymfoblastické lymfomy , jinak nespecifikované
- B lymfoblastické leukémie/lymfomy s rekurentní genetickou abnormalitou
- T lymfoblastické leukémie resp. lymfoblastické lymfomy

B-ALL/LBL - morfologie a cytochemie

- obraz kolísá od malých blastů s jasnou cytoplazmou, kondenzovaným jaderným chromatinem a nezřetelnými jádérky po velké buňky se středně bohatou světle modrou až šedomodrou cytoplazmou, příležitostně vakuolizovanou
- jemná azurofilní granula jsou přítomna v cytoplazmě u 10% případů
- MPOX je negativní, SBB většinou negativní výjimečně lehce pozitivní (slaběji než myeloblasty)

Imunofenotypizace: Klasifikace EGIL



Molekulární genetik

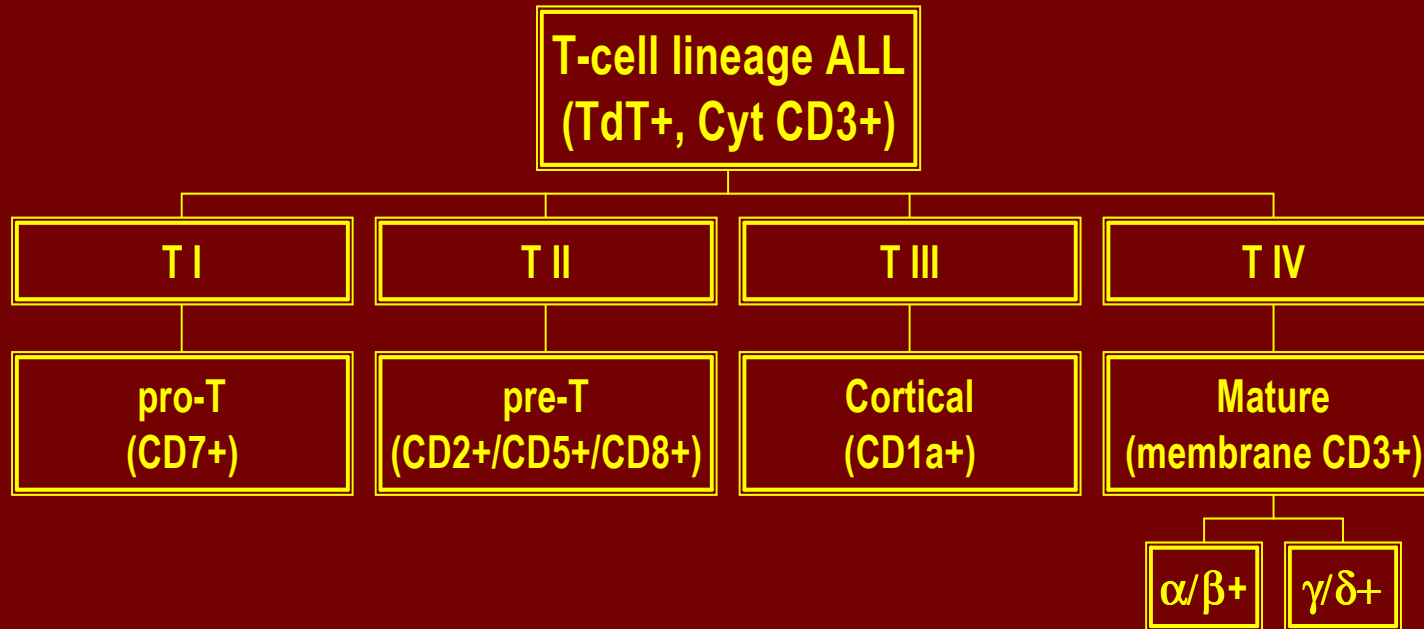
Genetické abnormality jsou důležitým prognostickým faktorem

- | | |
|---------------------------------|-----------------|
| – t(9;22) (q34;q11) - BCR/ABL | 3-4% nepříznivé |
| – 11q23 - MLL | 2-3% nepříznivé |
| – t(1;19) (q23;p13) - E2A/PBX | 6% příznivé |
| – t(12;21) (p13;q22) - TEL/AML1 | 16-29% příznivé |
| – hyperdiploidita > 50 | 20-25% příznivé |
| – hypodiploidita | 5% nepříznivé |

T-ALL/LBL - morfologie a cytochemie

- morfologie je obdobná jako u B-ALL/LBL, část případů je spojeno s eozinofilií a myeloidní hyperplazií
- negativní MPOX, častá je fokální pozitivita kyselé fosfatázy

Imunofenotypizace: Klasifikace EGIL



Molekulární genetika

Asi 1/3 případů T-ALL/LBL zahrnuje změny T buněčného receptoru na :

- α a δ lokusu na 14q11.2
- β lokusu na 7q35
- γ lokusu na 7q14 -15

Do těchto změn jsou zahrnuty různé chromozomy a geny, např. TAL1 nebo CDKN2, změny však nemají specifický význam.

Terapie akutní leukémie

- indukční léčba – úvodní (chemoterapeutické režimy)
- postindukční léčba- s cílem buď vyléčení či dlouhodobého udržení remise
- chemoterapie v konvenčním dávkování
- udržovací chemoterapie
- intenzivní chemoterapie
- vysokodávková chemoterapie s podporou autologními či alogenními křetvornými bb.
- imunoterapie

Kompletní remise

- Periferní krev:

neutrofilů $>1,5 \times 10^9/l$, trombocyty nad $100 \times 10^9/l$, Hb >100 g/l, leukemické blasty nejsou přítomny

- Kostní dřeň:

dostatečná buněčnost,

blasty méně než 5%,

není přítomnost Auerových tyčí

erytropoeza nad 15%, granulopoeza nad 25%

Parciální remise

- jsou naplněna všechna kritéria kompletní remise, ale blasty mezi 5-25%
- blasty pod 5%, ale přítomnost Auerových tyčí

Relaps onemocnění

- Periferní krev:
opětovný výskyt blastů
- Kostní dřeň:
více než 5% blastů, které nelze vysvětlit jiným způsobem (regenerace dřeně)

