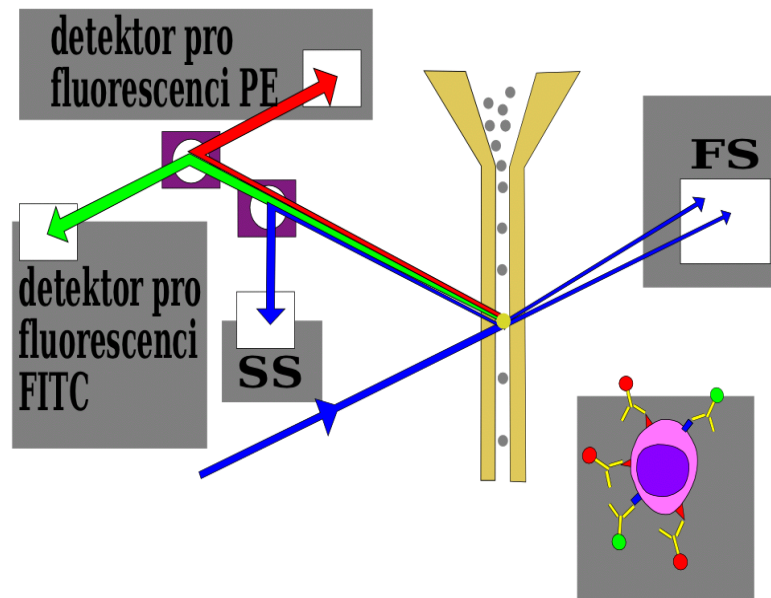


# Průtoková cytometrie

## Flow Cytometry



# PRŮTOKOVÁ CYTOMETRIE

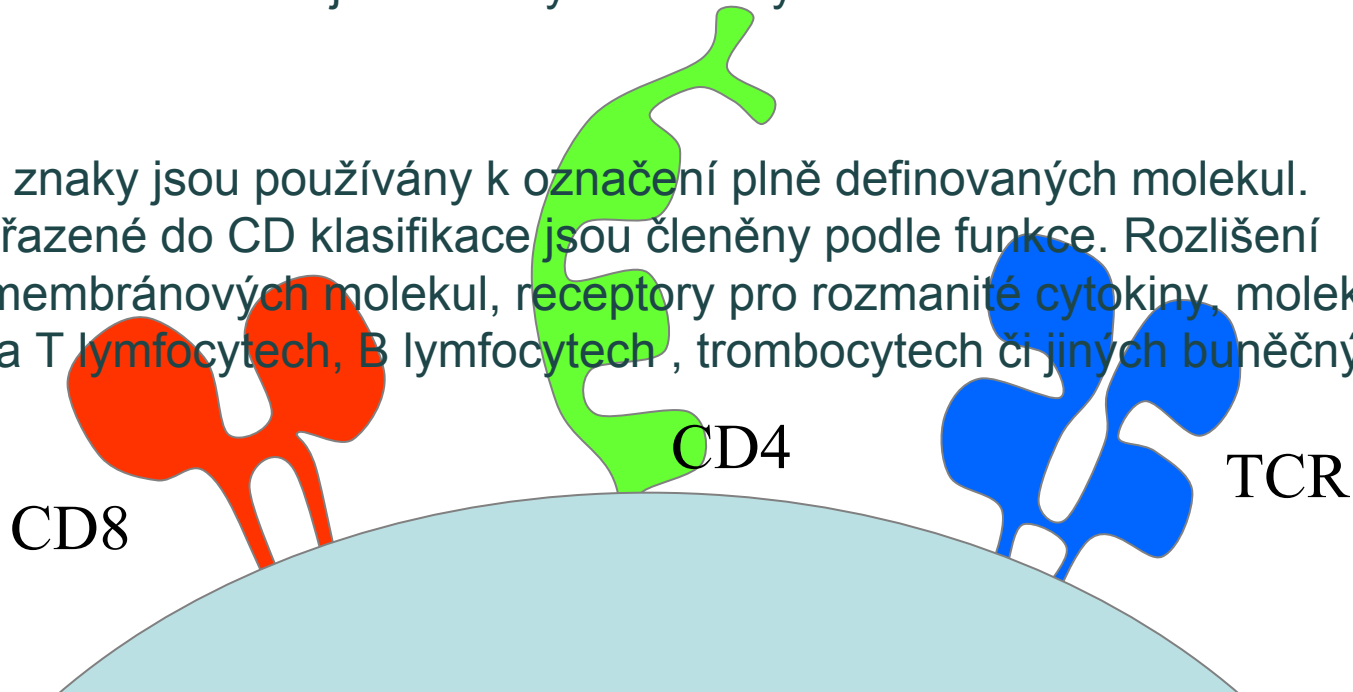
*(fluorescenční metoda)*

- Měření fyzikálně-chemických vlastností buněk během jejich průchodu laserovým paprskem
- Nejčastěji imunofenotypizace krevních leukocytů a buněk kostní dřeně (povrchové znaky i intracelulární)
- Standardní metoda analýzy částic (většinou buněk) v suspenzi
- Rychlá, přesná a reprodukovatelná metoda, umožňuje současné měření několika parametrů na velkém množství částic



# Cluster Designation (Cluster of Differentiation)

- **buňky exprimují (vystavují) na svém povrchu různé specifické molekuly – znaky, které můžeme uspořádat do skupin charakterizujících buněčnou linii, stav diferenciaci jednotlivé buňky a její aktivace**
- **CD klasifikace:** znak definované struktury rozpoznatelný monoklonální protilátkou je zařazen do skupiny diferenciačních CD znaků a označen číslem (CD1, CD2, CD3,...). V současné době je na lidských leukocytech charakterizováno asi 400 znaků.
- **Využití:** CD znaky jsou používány k označení plně definovaných molekul. Molekuly zařazené do CD klasifikace jsou členěny podle funkce. Rozlišení adhezních membránových molekul, receptory pro rozmanité cytokiny, molekuly vyjádřené na T lymfocytech, B lymfocytech, trombocytech či jiných buněčných populacích.



**Znak:**

**buněčná populace:**

CD3

T-lymfocyty

CD4, CD8

CD19, CD20, CD21

B-lymfocyty

CD16/CD56

NK buňky

CD14/HLA-DR

Monocyty

HLA-DR; CD25; CD69

Aktivační znaky

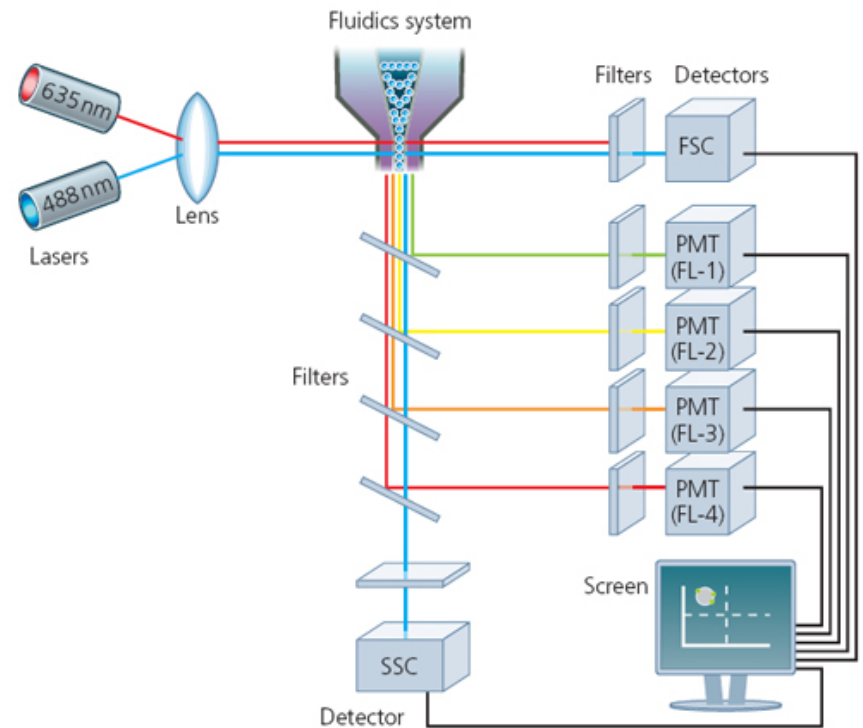


# Průtokový cytometr

1. FLUIDNÍ SYSTÉM

2. OPTIKA

3. ELEKTRONIKA

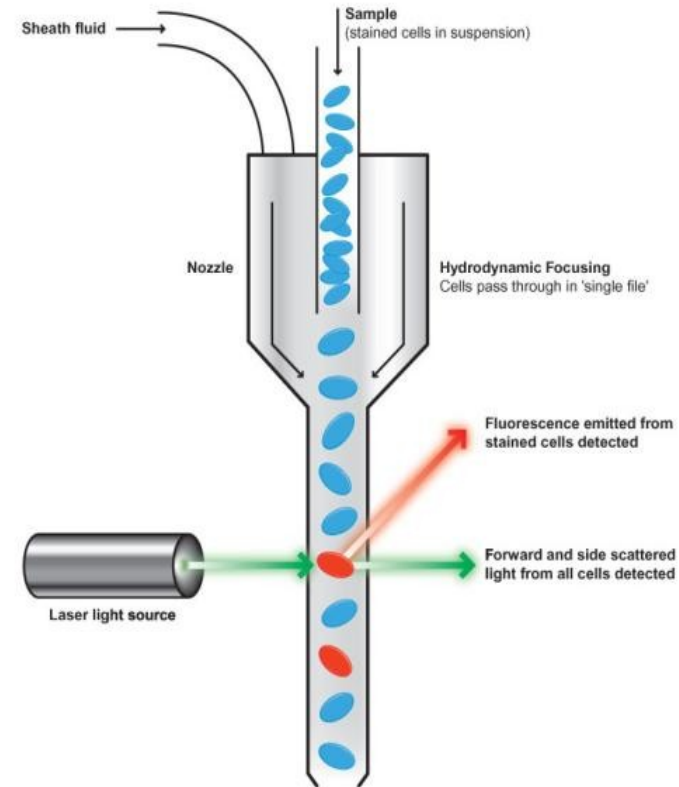


# 1. FLUIDNÍ SYSTÉM

Zajišťuje transport bb.  
v nosné tekutině (pod tlakem)  
do průtokové komory. Buňky se  
pohybují jedna za druhou

**na základě hydrodynamické fokusace** - nosná tekutina

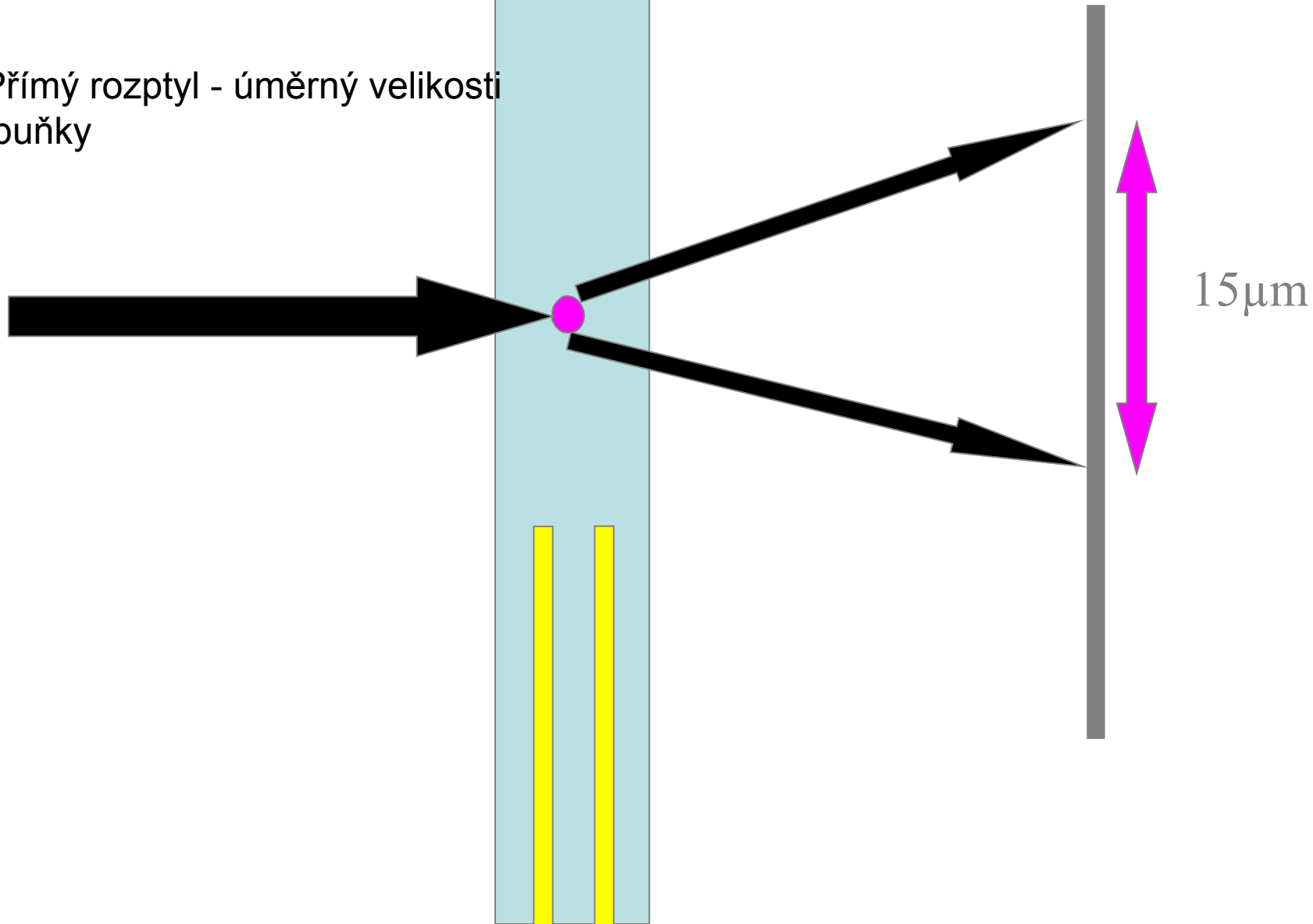
(destil. voda, komerční tekutiny) bývá do komory přinášena tenkou Kapilárou pod větším tlakem než suspenze částic, které jsou tak udržovány jen v úzké centrální části proudu. Zrychlení vznikající při výstupu vodního paprsku z komůrky nutí částice pohybovat se jedna za druhou.



<http://withfriendship.com/user/mithunss/flow-cytometry.php>

# Velikost buněk: Forward Scatter

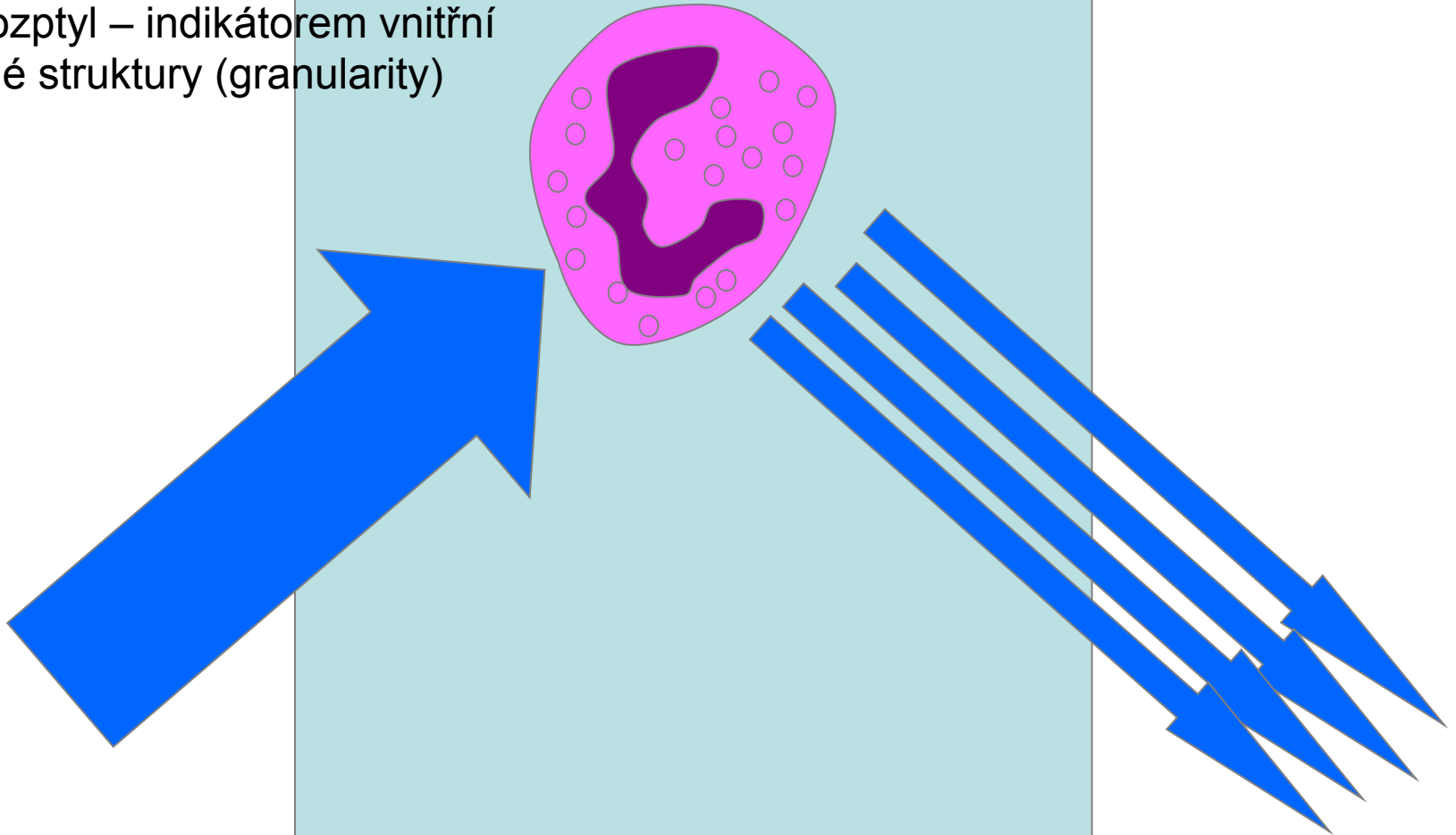
Přímý rozptyl - úměrný velikosti  
buňky





# Granularita buněk: Side Scatter

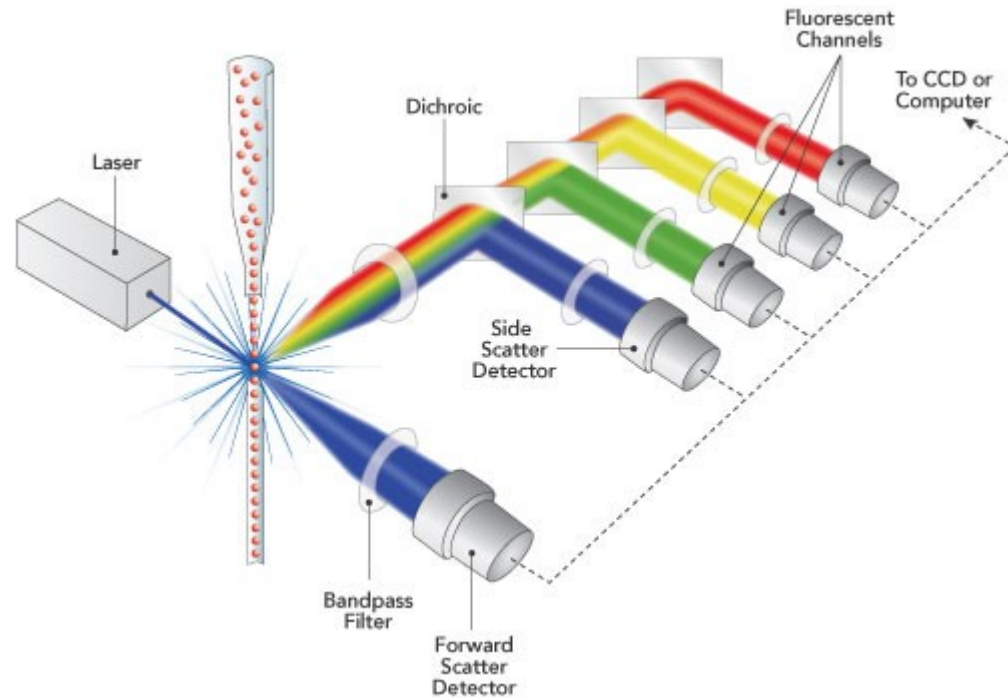
Boční rozptyl – indikátorem vnitřní buněčné struktury (granularity)



## 2. OPTIKA

Excitační část – laser

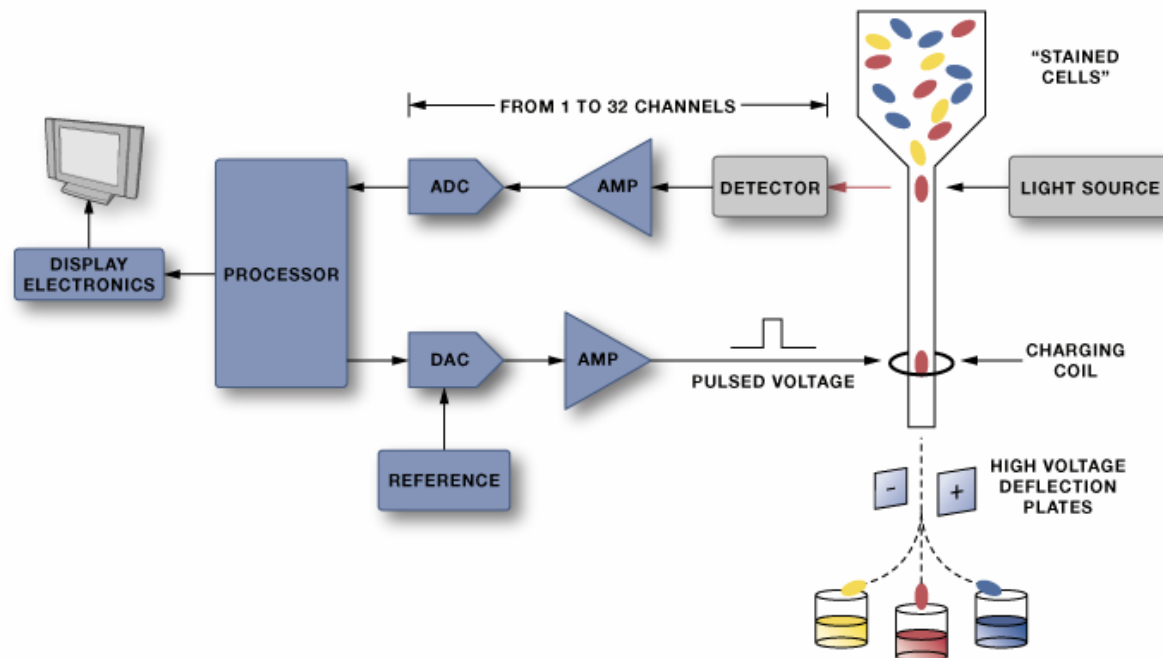
Sběrná část – systém čoček, zrcadel a optických filtrů zachycující fluorescenci částic vyzářenou po jejich projití světelným paprskem



### 3. ELEKTRONIKA

Převádí optické signály (fluorescenci) na signály elektronické (fotonásobiče, fotodiody).

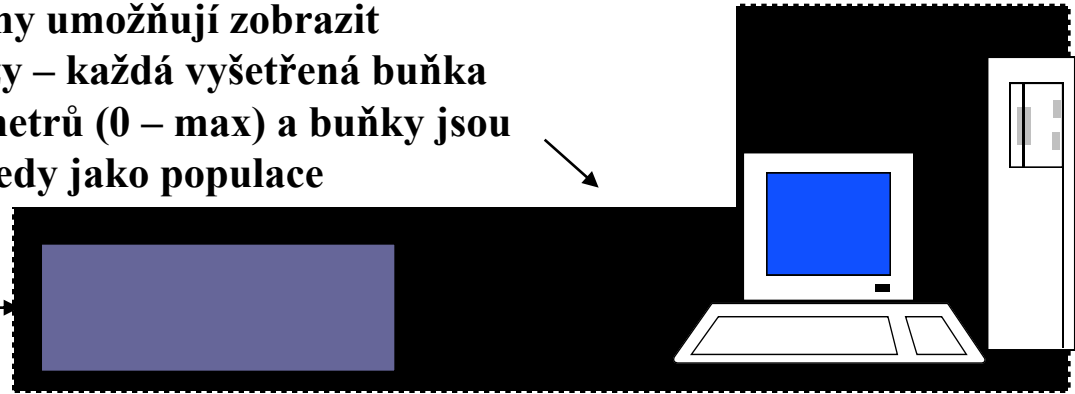
Po zesílení signálu a dalším zpracování dojde k jeho digitalizaci pro počítačovou analýzu



# Průtokový cytometr

Speciální počítačové programy umožňují zobrazit a vyhodnotit výsledky analýzy – každá vyšetřená buňka má přiřazené hodnoty parametrů (0 – max) a buňky jsou vyhodnocovány kolektivně, tedy jako populace

(Opto)elektronika převádí optický signál na elektrický, ten zpracovává a údaje jsou posílány do počítače

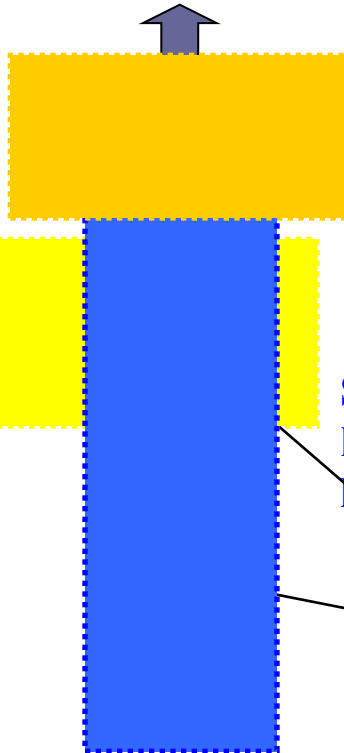


Sběrná optika (čočky, zrcadla, filtry, světlovodná vlákna) třídí světelný signál Podle barvy se světlo a přivádí ho na jednotlivé detektory

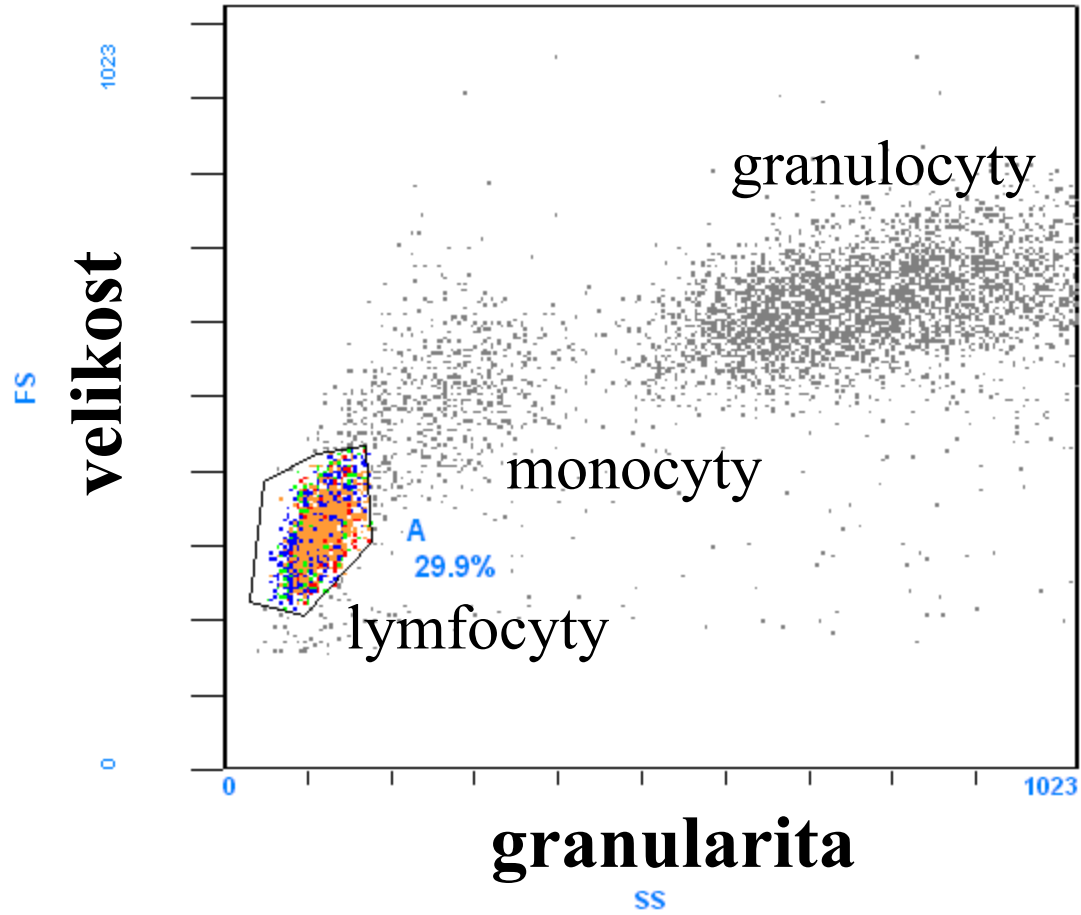
Excitační optika (lasery, světlovodná vlákna, zaostřovací a tvarovací prvky) přivádí budící záření do komory

System hnací tekutiny přináší vzorek do komory kde jsou buňky jedna po druhé vyšetřovány laserovým paprskem

Zkumavka se suspenzí buněk



(F1)[Ungated] Z0051674.LMD : SS/FS



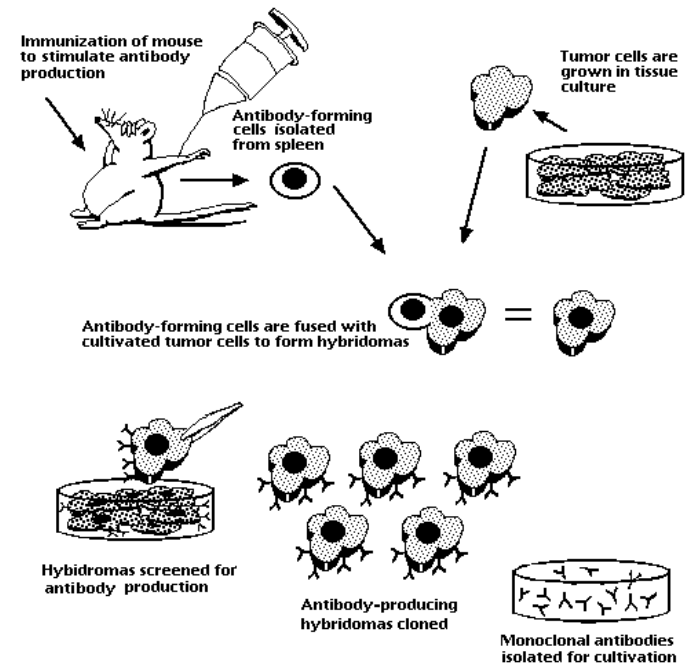
# POLYKLONÁLNÍ PROTILÁTKY

- protilátky vznikající při přirozené odpovědi imunity na antigen jsou polyklonální.
- jsou zaměřené proti různým epitopům antigenu a tvořeny mnoha klony B lymfocytů - na rozdíl od monoklonálních nejsou zcela totožné

# MONOKLONÁLNÍ PROTILÁTKY

- protilátky jsou produktem jediného klonu B lymfocytů (klony vzniklé fúzí buněk produkujících protilátky a myelomových buněk, jež schopnost produkce svého vlastního imunoglobulinu ztratily)
- jsou naprosto totožné a jsou přísně specifické proti jedinému epitopu

## Monoclonal Antibody Production



# Fluorescence

## Fluorochromy:

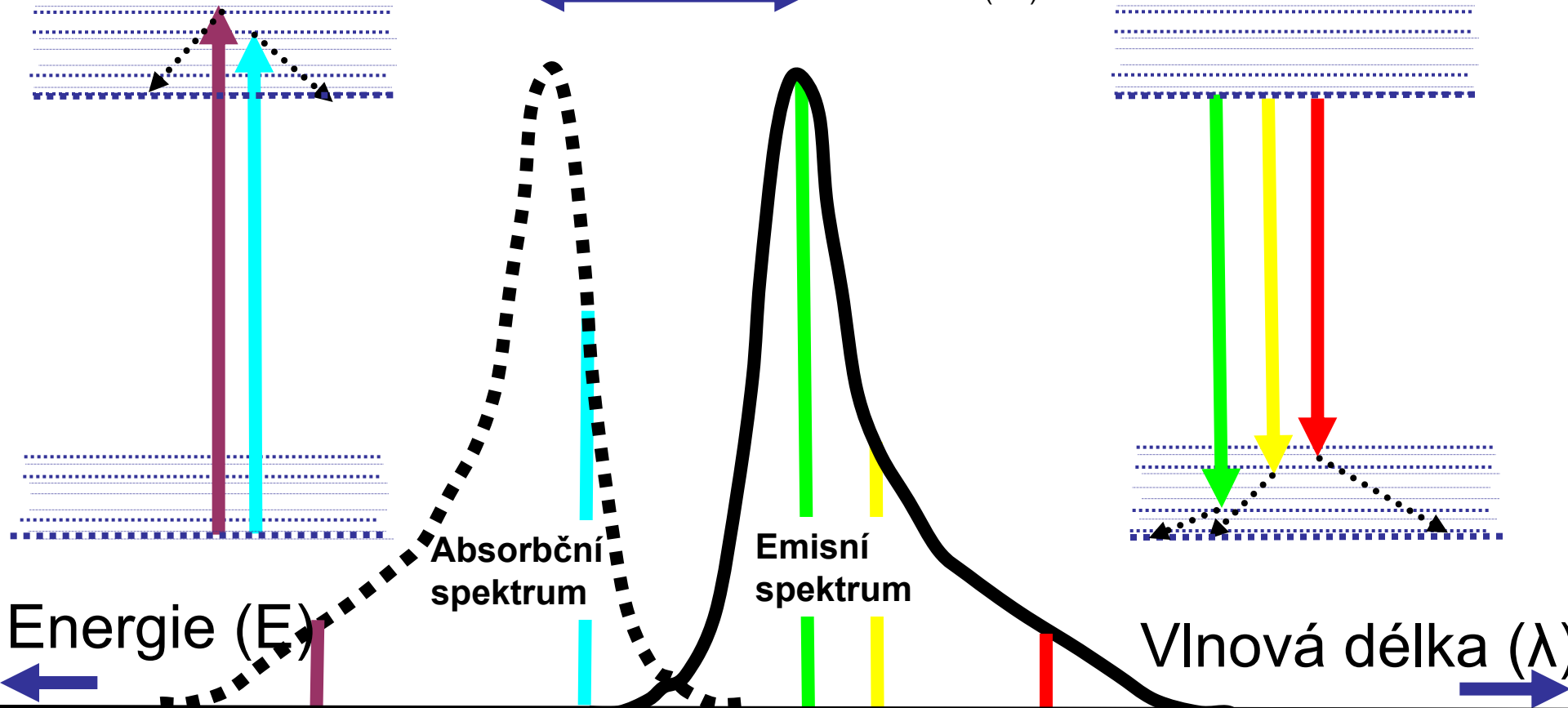
- Polycyklické organické molekuly a jejich deriváty  
**FITC**, Cyaniny, Texas Red, řada Alexa, řada Pacific and Cascade,  
AmCyan, *Propidium iodide*, *7-AAD*, *CFSE*,
- Fluorescenční proteiny  
**Phycoerythrins** (B, R), Allophycocyanin, PerCP,  
GFP a jiné fluorescenční proteiny

***Schopné absorbovat fotony budícího záření (např. 488 nm)  
a následně ( $10^{-8}$  s) emitovat fotony s  
delší vlnovou délkou (v tomto případě 500 – 800 nm).  
Fluorescenční světlo má tedy jinou barvu***

# Fluorescence

Barva pohlceného a vyzářeného světla se liší

Stokesův posuv - rozdíl mezi vlnovými délkami emisního a excitačního maxima (nm)



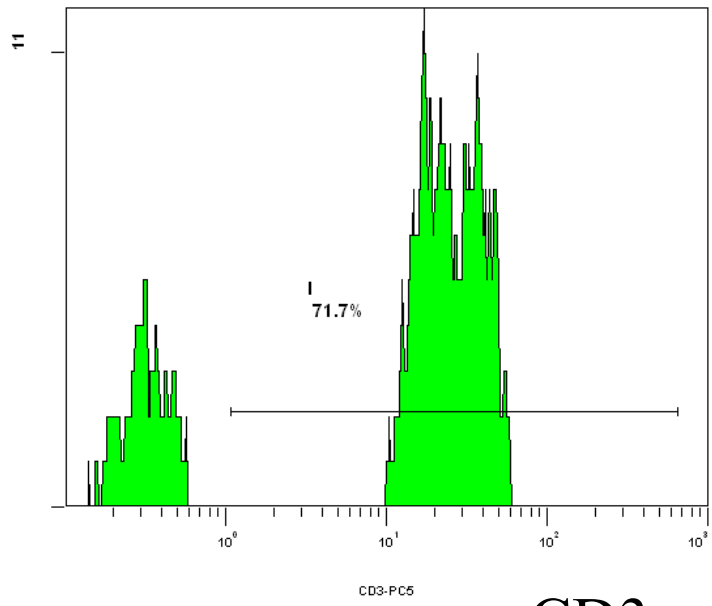
Část energie se přemění na energii vibrační

Emitované záření má větší vlnovou délku a tudíž nižší energii

$$E = h \cdot c / \lambda$$

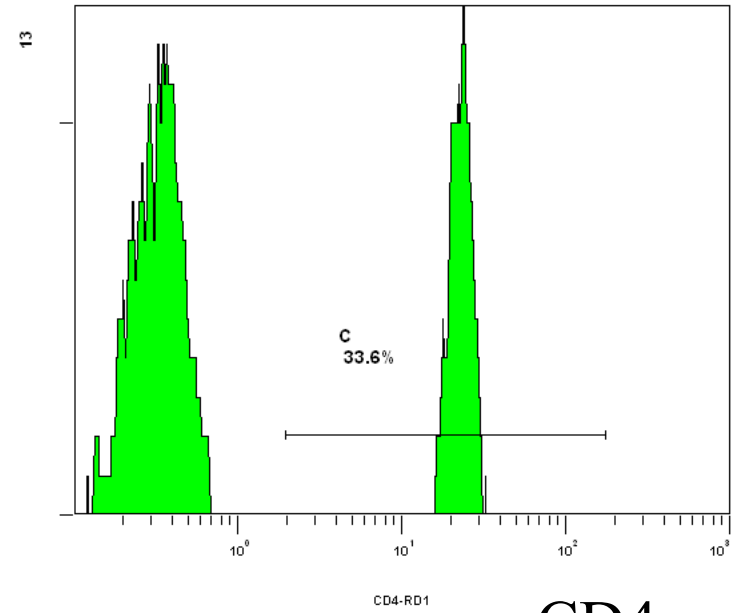


[F1][A] 20051674.LMD : FL4 LOG

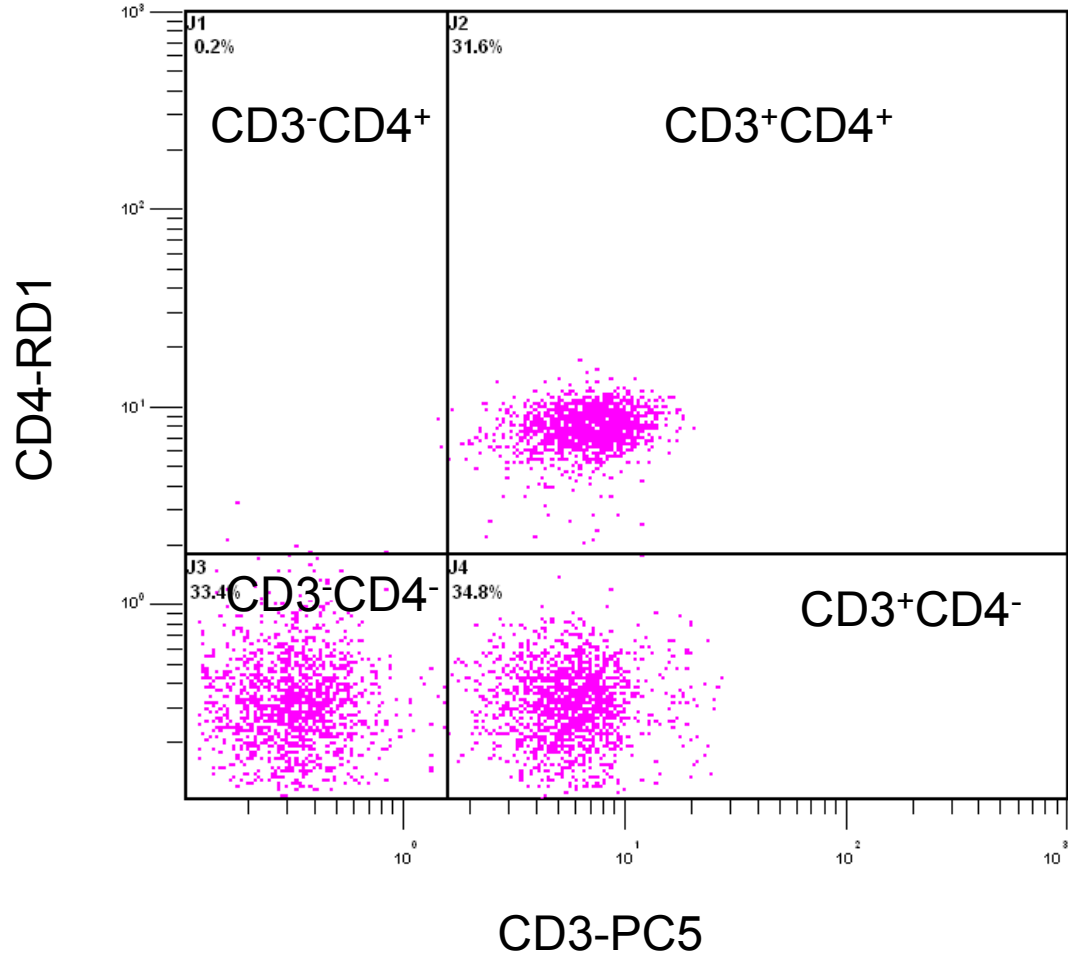


CD3

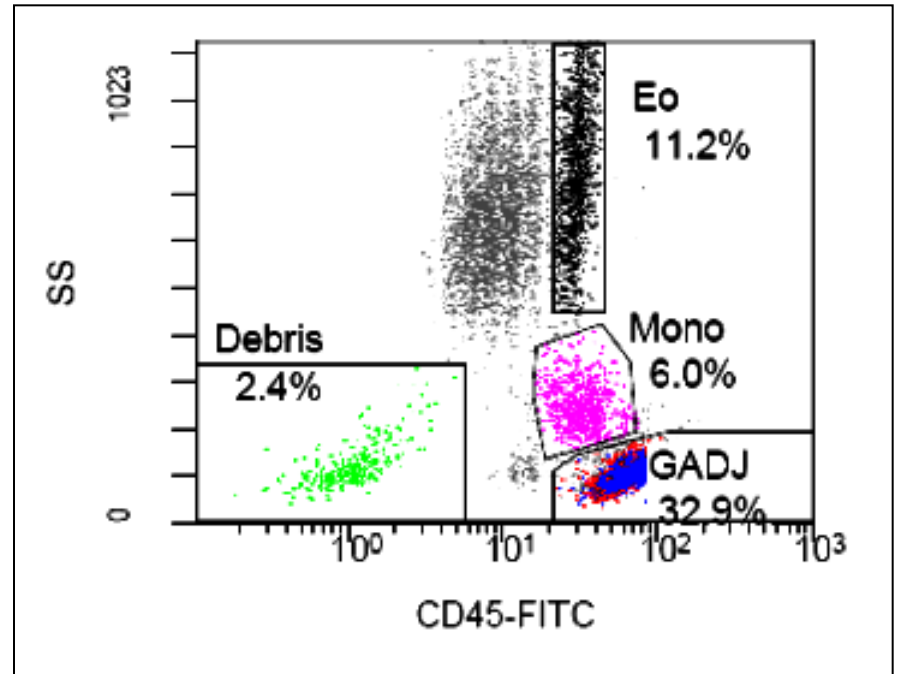
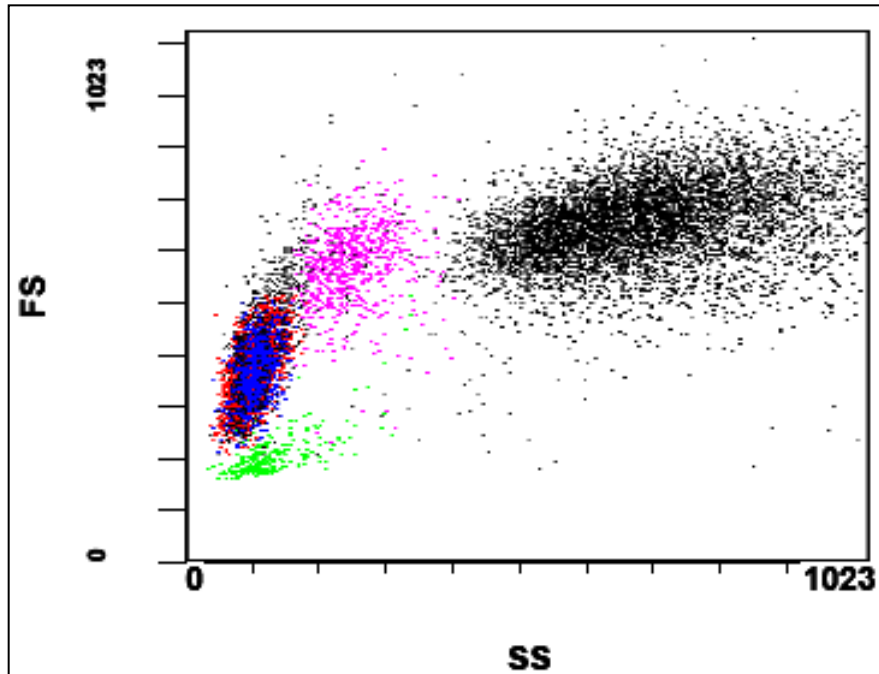
[F1][A] 20051674.LMD : FL2 LOG



CD4



# Krevní diferenciál



Eo - eozinofily  
Mono – monocyty  
GADJ - lymfocyty

CD45  
= znak pro leukocyty

# Vyšetření lymfocytů periferní krve

ZNAK	EXPRESE	FUNKCE	ZASTOUPENÍ NA LYMFOCYTECH PERIFERNÍ KRVE (%)
CD3	všechny T-lymfocyty	asociován s TCR, přenos signálu	58-85
CD4	pomocné T-lymfocyty	receptor pro MHC II, aktivace	30-60
CD8	cytotoxické T-lymfocyty	receptor pro MHC I, aktivace	15-35
CD19	B-lymfocyty	regulátor aktivace	7-23
CD16/CD56	NK-buňky	FcR pro IgG/mediátor adheze	6-20
HLA-DR	B-lymfocyty, monocyty, aktivované T-lymfocyty	MHC II, prezentace Ag	B-lymfocyty konstitutivně (na všech B-lymfocytech), T-lymfocyty 3-7 (na aktivovaných T-lymfocytech)

# Hodnocení nálezu jednotlivých subpopulací

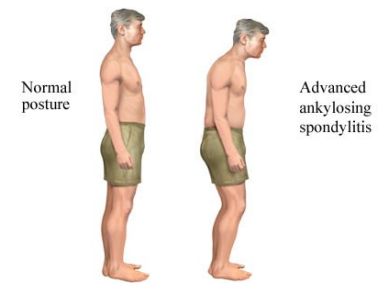
Snížení/ zvýšení	subpopulace	onemocnění
↓	CD19+, CD3+, CD4+, CD8+	při imunosupresi – např. cyklosporin (způsobuje lymfopenii)
↓	CD19+	u některých pacientů s CVID
↑	CD19+	B – buněčná leukémie
↓	CD3+	při expozici člověka toxickými chemikáliemi
↑	CD3+	T – buněčná leukémie
↓	CD4+	u některých pacientů s CVID (běžný variabilní imunodeficit – <u>c</u> ommon <u>v</u> ariable <u>i</u> mmunode <u>f</u> iciency) - virové infekce (EBV, CMV, HIV)
↑	CD4+	autoimunity, alergie
↓	CD8+	autoimunity (roztroušená skleróza, <u>s</u> ystematický <u>l</u> upus <u>e</u> rythematodes-SLE)
↑	CD8+	u některých pacientů s CVID - virové infekce (EBV, CMV, HIV)

# Příklady klinických a experimentálních aplikací průtokové cytometrie

## Vyšetření:

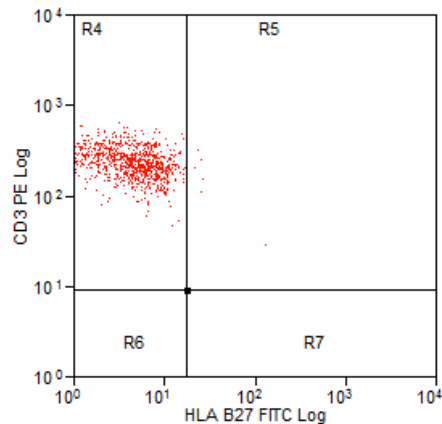
<b>Povrchových antigenů</b>	imunofenotypizace, HLA-B27, receptory pro cytokiny...
<b>Intracelulárních antigenů</b>	myeloperoxidáza
<b>Buněčná DNA</b>	kinetika buněčného cyklu, hodnocení apoptózy nekrózy....
<b>Protilátky</b>	stanovení hladin terapeutických protilátek
<b>Funkcí</b>	test blastické transformace lymfocytů, fagocytóza a oxidační vzplanutí, NK-cytotoxicita
<b>Aktivita enzymů, vnitřní prostředí buněk....</b>	

# HLA-B27

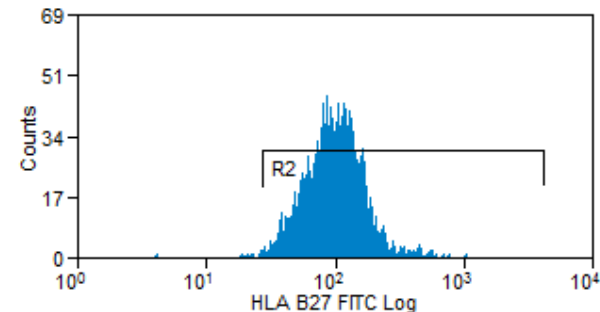
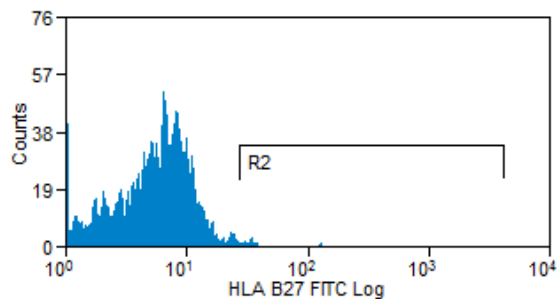
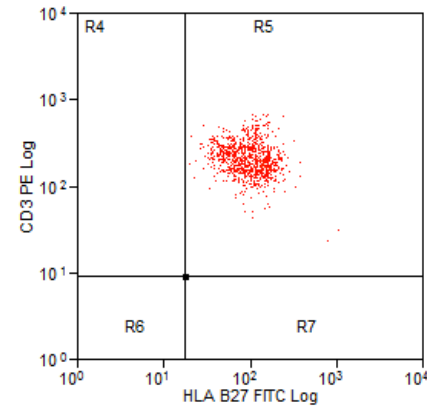


asociace HLA-B27 s řadou nespecificky zánětlivých onemocnění, jako jsou záněty kloubů, vnitřních struktur oka (uveitida), krátkých kostí rukou, nohou a šlach, dále lupénka (psoriasis), vyrážek, chronické bolesti spodní části zad a spondyloarthropatie, z nichž nejznámější je ankylozující spondylitida (zánětlivé systémové onemocnění osového skeletu a kloubů - **Bechtěrevova nemoc**).

negativní



pozitivní

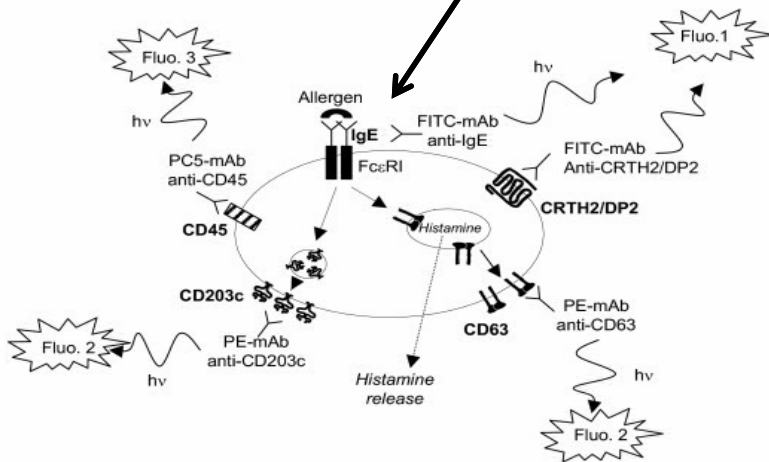


# Test aktivace bazofilů (bazotest)

funkční test umožňující vyšetření aktivace basofilů po setkání se s určitým alergenem in vitro

**založen na expresi aktivačního znaku (CD63) na povrchu periferních bazofilů po jejich expozici alergenem in vitro**

na povrchu **bazofilů** - FcεRI (receptor pro **IgE**)  
- CD203c



Reakce přecitlivělosti jsou podstatou alergických onemocnění. Reakce přecitlivělosti I. typu neboli **IgE** **mediovaná alergie** - je zprostředkována protilátkami IgE. IgE se naváže na bazofily ve fázi senzibilizace. Při dalším setkání s alergenem – alergen přemostí IgE, to vede k aktivaci bazofilů - masivnímu uvolnění produktů degranulace bazofilů a mastocytů → **zvýšená exprese CD63 a CD203c** na aktivovaných bazofilech.

ohraničíme **subpopulaci bazofilů** (IgE pozitivní)  
- sledujeme expresi CD63 (viz.obr.) a CD203c (není uvedeno)

Sledujeme expresi **CD63** na povrchu bazofilů

