یا رافع الدرجات

Laboratory Tests Interpretation

Complete Blood Count Test (CBC)

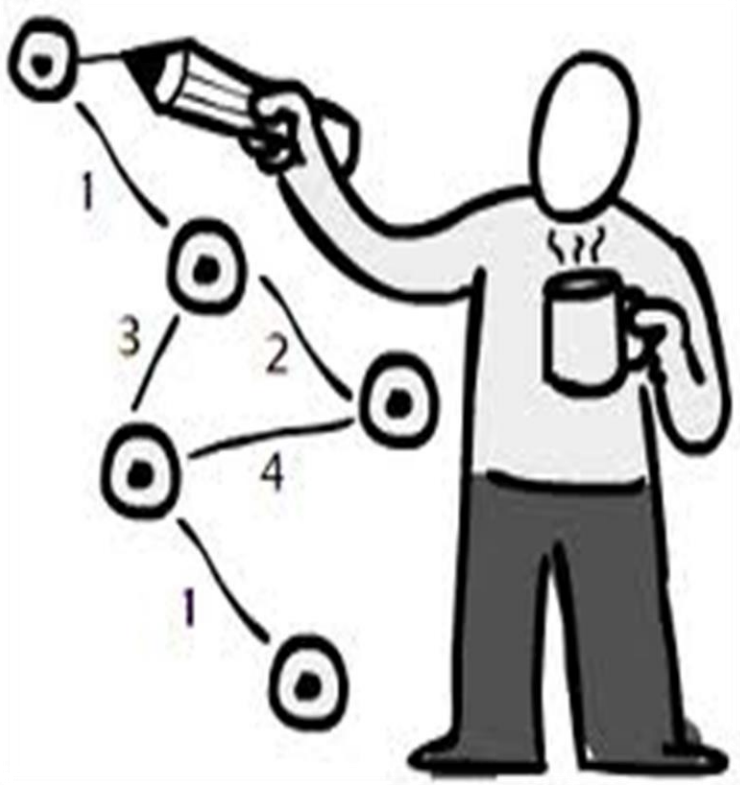
Presented by

Dr. Fatemeh Roshanzamir

Faculty member of Hormozgan University of Medical Sciences, Department of Laboratory Sciences

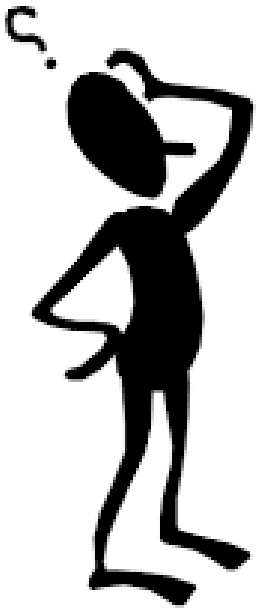
Overview

- Introduction to the context
- Introduction to cell counters
- CBC results
- RBC parameters
- Platelet parameters
- WBC parameters
- New parameters in CBC results

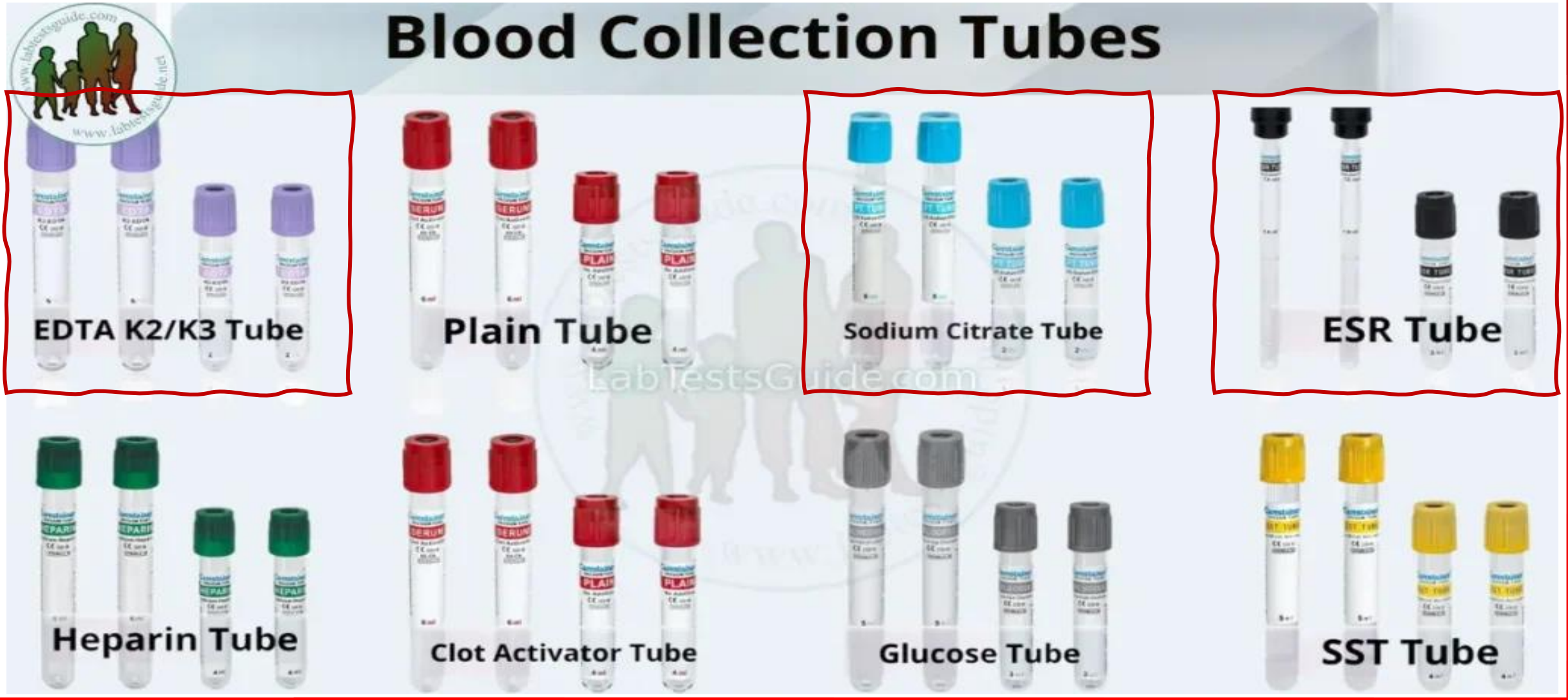


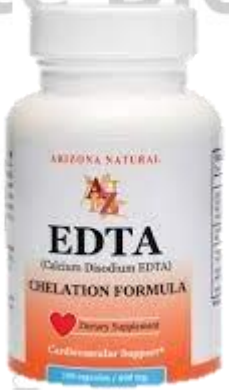
- To wash our eyes to CBC test
- To look more closely to the test
- To get to know the cell counters
- To learn how to interpret RBC indices and graphs
- To learn how to interpret platelet indices and graphs
- To learn how to interpret WBC indices and graphs

Why do we need laboratory examinations?

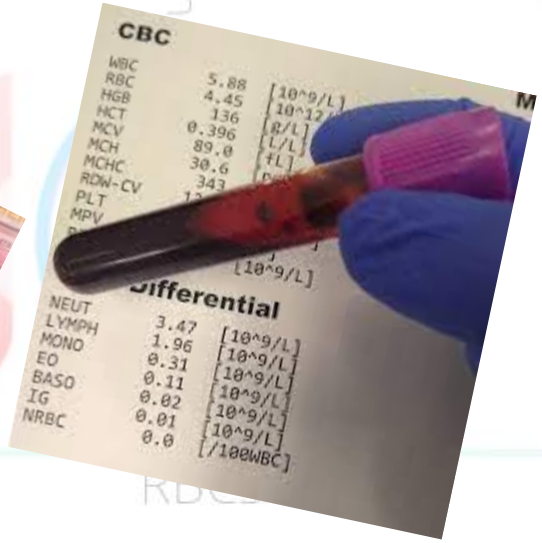


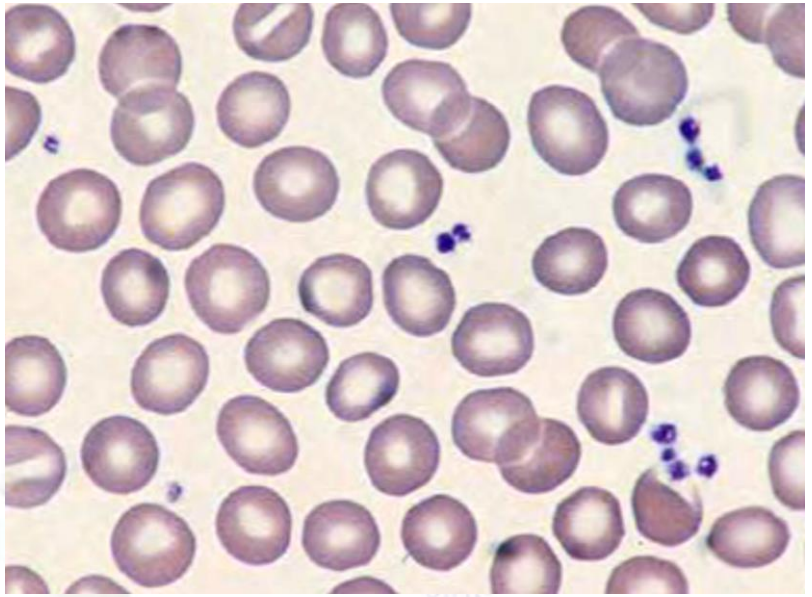
what do we need for the tests?



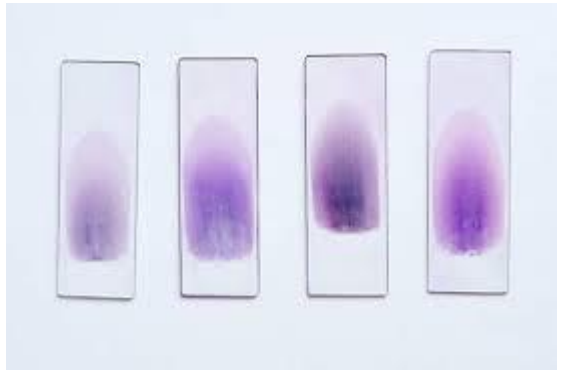


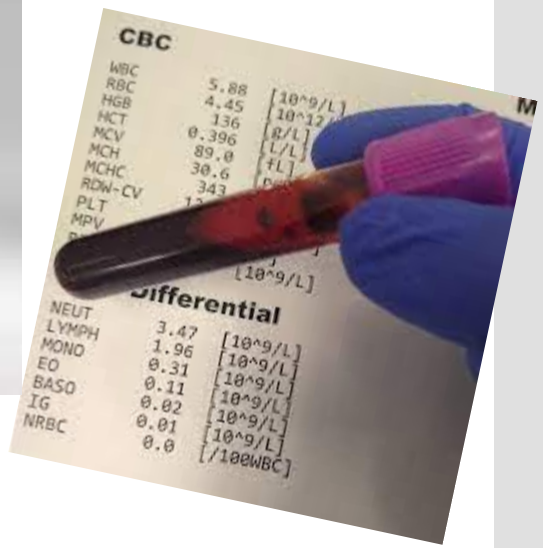
EDTA K2/K3 (1.8 mg/mL)	
Pros.	Good morphology
Cons.	- Reduced cell volume - Platelet activation - Leucoagglutination - Irreversible - Auto-antibody against platelet

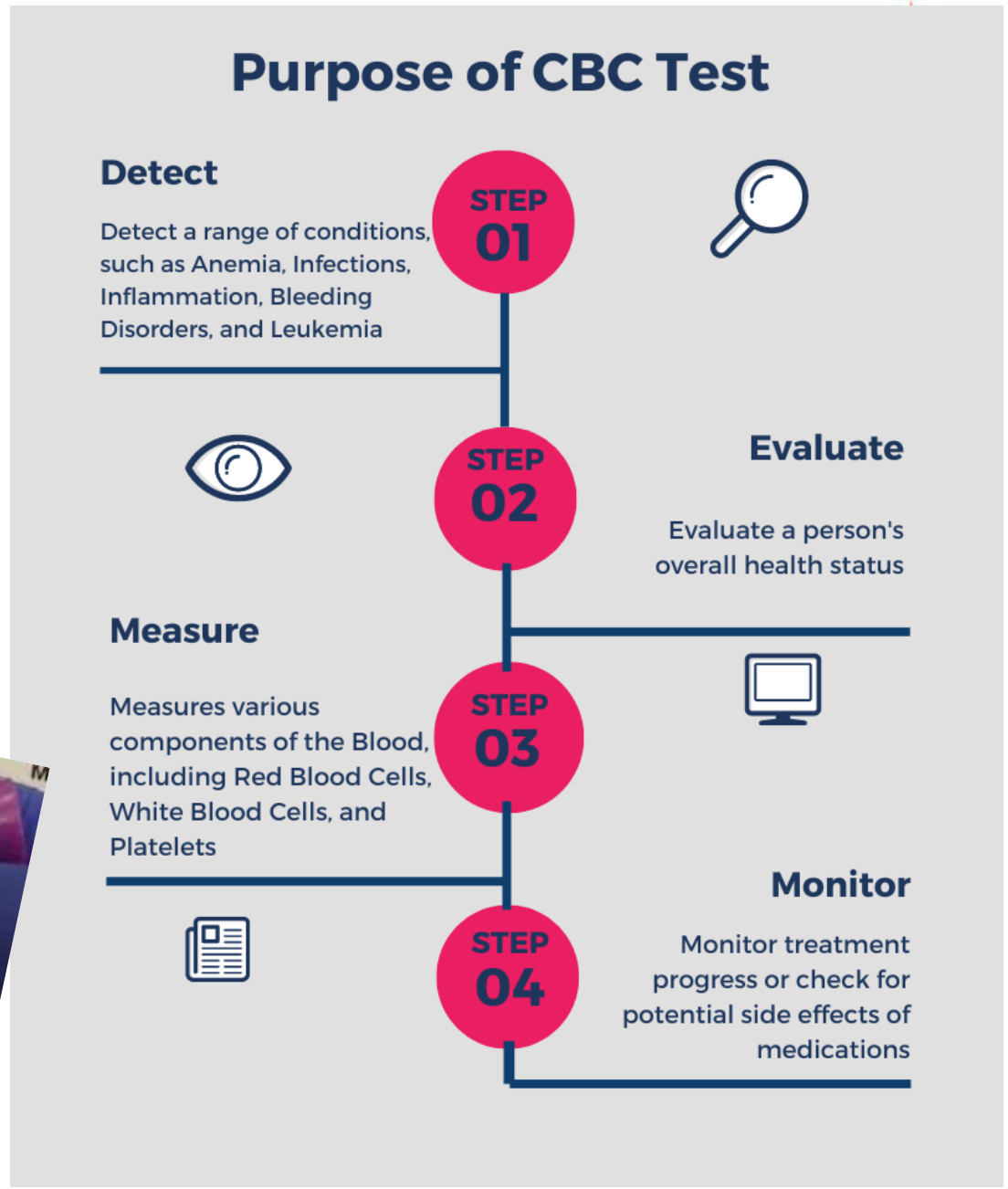




CBC/ CBC-diff/ CBC-blood smear







International Council for Standardization in Haematology (ICSH)

REFERENCE TECHNIQUES

Used by manufacturer

exclusively manual techniques or semi-automated techniques

How can we do the test?

fastidious and time consuming

Imprecise (hemocytometer)

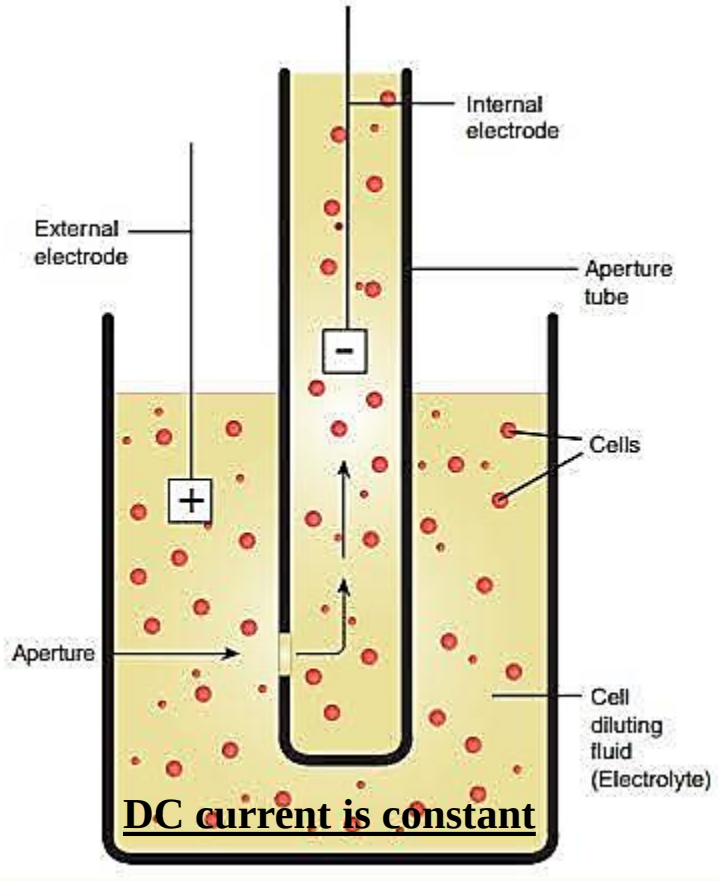
Brief history

In 1953, Wallace and Joseph Coulter proposed the most classic principle in blood cell counting, the principle of electrical impedance.

In the 1970s, emerging of light scatter technique (Ortho ETL-8)

In the 1980s, the introduction of cytochemical counter (Technicon H6000 Bayer, now Siemens) and five parts differential

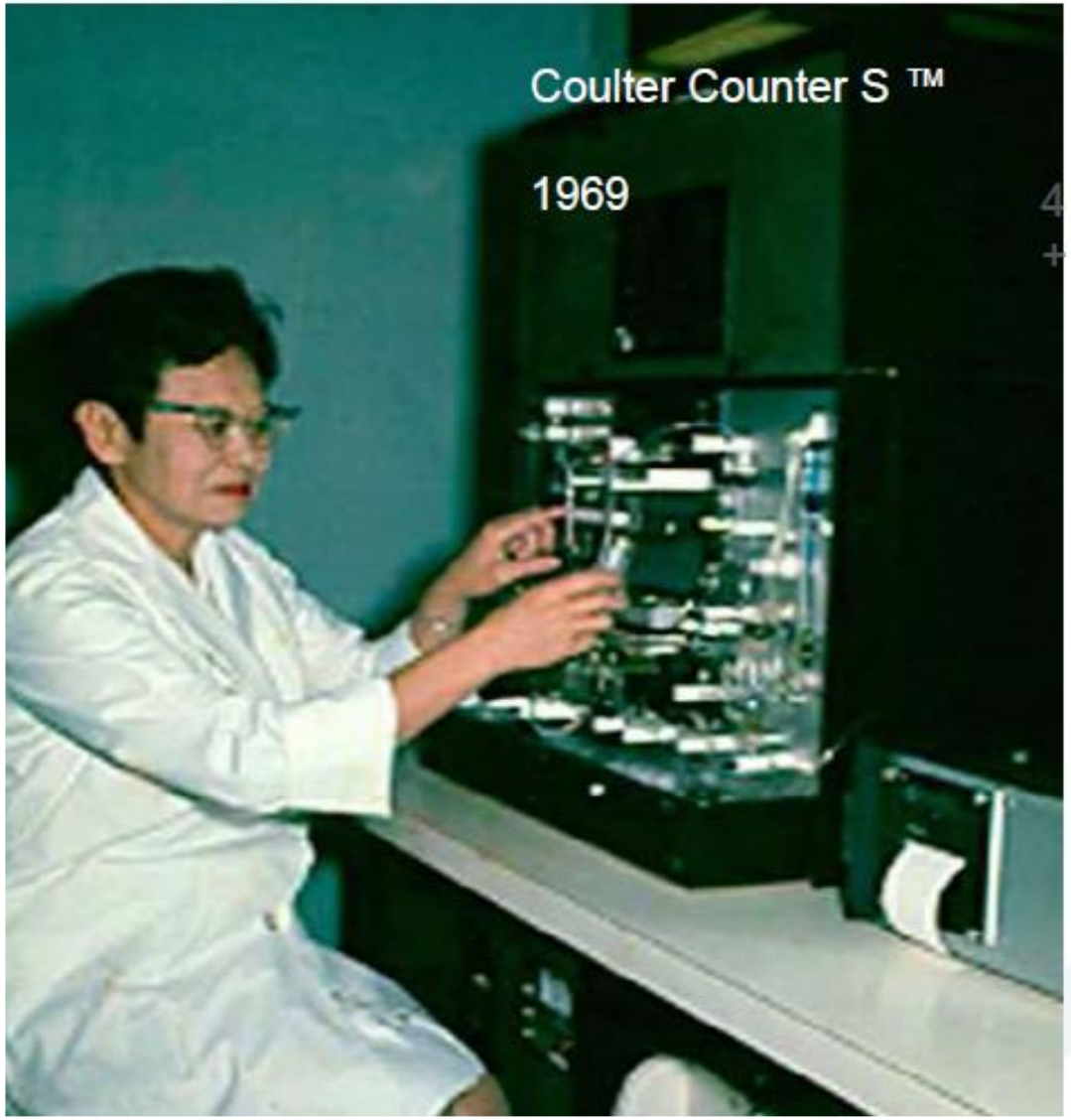
In the 1990s, the VCS technology of Coulter



In 1997, the American company Beckman acquired Coulter Corporation and changed its name to Beckman Coulter Corporation, and then it changed to Danaher Beckman Corporation

the first counter 1954

Blood counter evolution



4 parameters:RBC , WBC , Hb , HT
+ 3 calculated MCV MCH MCHC

An evolutionary perspective says:

We have three types of cell counters:

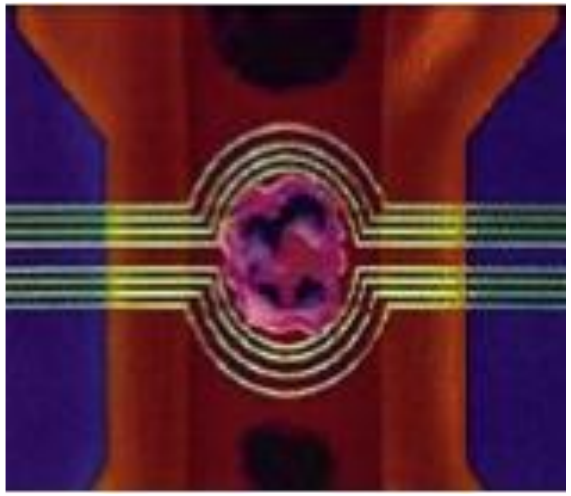
1- Semi-automated: The dilution step is done outside the device

2- Automated: 8-18 parameters, three parts leukocyte differential count, H-cell, Helena, Sysmex K series

3- Fully automated: up to 32 parameters, 5-7 parts leukocyte differential count, Technicon H1 and H2 and H3, Avida 120, Sysmex series XS, XT and XN

COULTER® 3-D VCS TECHNOLOGY

VCS Technology is the most powerful tool available for blood cell analysis. An acronym for Volume, Conductivity, and Scatter, this proprietary technology offers the greatest sensitivity, specificity, and efficiency of any cell analysis system available today.

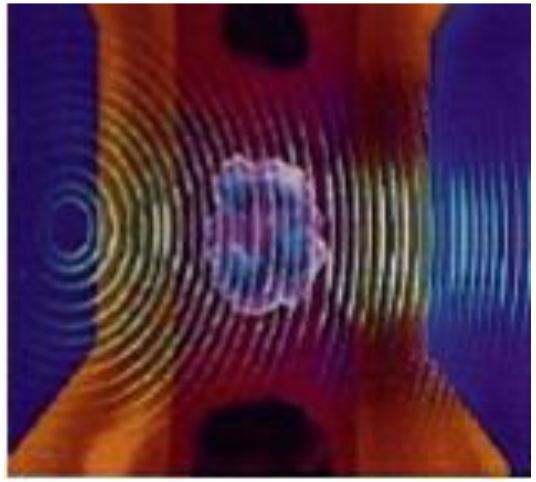


VOLUME

VCS utilizes the Coulter Principle of (DC) Impedance to physically measure **the volume that the entire cell** displaces in an isotonic diluent. This method accurately sizes all cell types regardless of their orientation in the light path.

COULTER® 3-D VCS TECHNOLOGY

VCS Technology is the most powerful tool available for blood cell analysis. An acronym for Volume, Conductivity, and Scatter, this proprietary technology offers the greatest sensitivity, specificity, and efficiency of any cell analysis system available today.

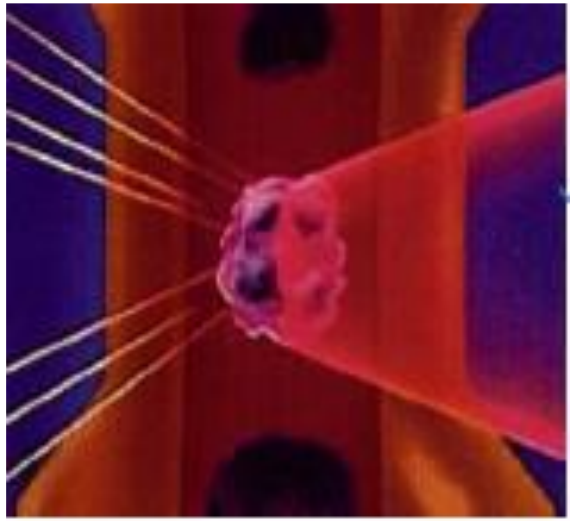


CONDUCTIVITY

Alternating current in the radio frequency (RF) range short circuits the bipolar lipid layer of a cell's membrane, allowing the energy to penetrate the cell. This powerful probe is used to collect information about **the internal structure of the cell**, **including chemical composition and nuclear volume**.

COULTER® 3-D VCS TECHNOLOGY

VCS Technology is the most powerful tool available for blood cell analysis. An acronym for Volume, Conductivity, and Scatter, this proprietary technology offers the greatest sensitivity, specificity, and efficiency of any cell analysis system available today.

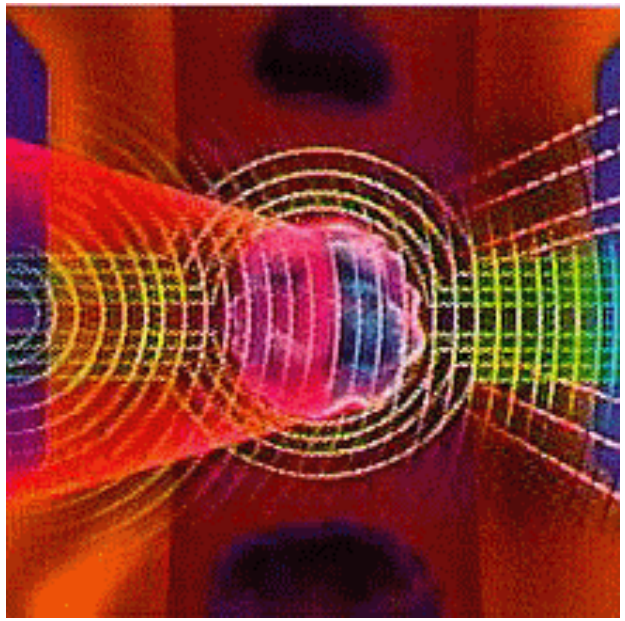


SCATTER

When a cell is struck by the coherent light of a LASER beam, the scattered light spreads out in all directions. Using a proprietary new detector, median angle light scatter signals are collected to obtain information about **cellular granularity**, **nuclear lobularity and cell surface structure.**

COULTER® 3-D VCS TECHNOLOGY

VCS Technology is the most powerful tool available for blood cell analysis. An acronym for Volume, Conductivity, and Scatter, this proprietary technology offers the greatest sensitivity, specificity, and efficiency of any cell analysis system available today.

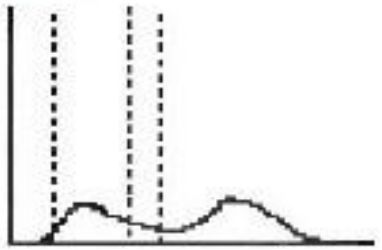


SIMULTANEOUS MEASUREMENTS

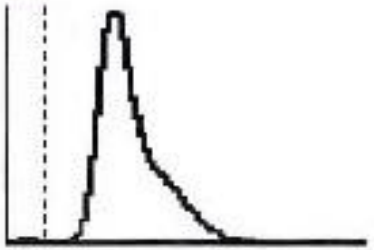
CBC results

Parameter		Result	Unit
RBC		4.34	10^{12}/l
MCV		81.6	fl
RDW%	H	13.7	%
RDWa		53.6	fl
HCT		0.354	l/l
PLT	L	35	10^9/l
MPV		8.9	fl
PDW		13.4	fl
PCT		0.03	%
LPCR		24.2	%
WBC		3.6	10^9/l
HGB		13.0	g/dl
MCH		29.9	pg
MCHC		36.7	g/dl
LYM		1.2	10^9/l
GRAN		2.1	10^9/l
MID		0.3	10^9/l
LYM%		33.1	%
GRA%		58.4	%
MID%		8.5	%

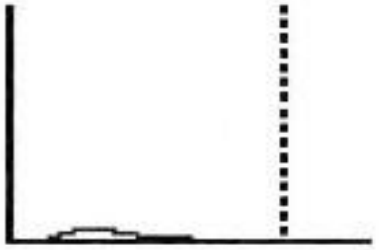
WBC



RBC



PLT



DREW-MEDICAL

Presentation Results

DALLAS TEXAS

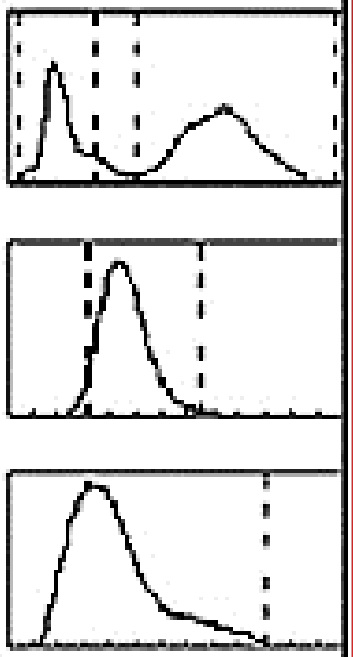
Patient Id: STANDARD

Id Number: 00004 02-11-2004

Name: 13:15:00

Seq#: 582

-	WBC	2.1	K/uL	4.0	12.0
	LYM#	1.0	K/uL	1.0	5.0
	MID#	0.3	K/uL	0.1	1.0
L	GRA#	0.8	K/uL	2.0	8.0
	LYM%	49.9	%	25.0	50.0
H	MID%	12.9	%	2.0	10.0
L	GRA%	37.2	%	50.0	90.0
L	RBC	2.25	M/uL	4.00	6.20
L	HGB	6.0	g/dl	11.0	17.0
L	HCT	16.6	%	35.0	55.0
-	MCV	73.7	fl	80.0	100.0
	MCH	26.6	pg	26.0	34.0
+	MCHC	35.8	g/dl	31.0	35.5
	RDW	13.7	%	10.0	16.0
-	PLT	72	K/uL	150	400
	MPV	8.4	fl	7.0	11.0
+	PCT	0.50	%	0.20	0.50
-	PDW	9.5	%	10.0	18.0



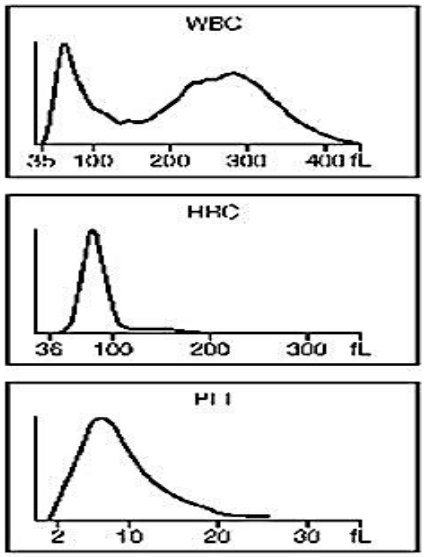
FLAGS:L1L2L3

INS-T

Beckman Coulter UniCel DxH 800

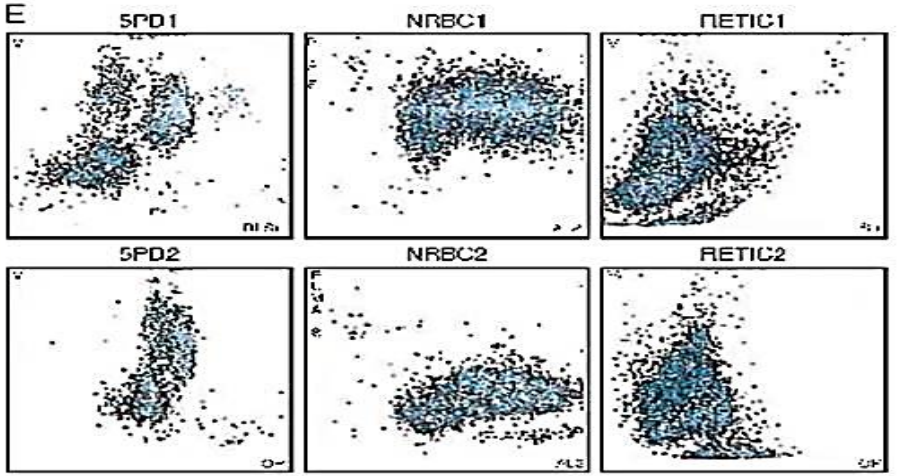
	Test	Result	Flags	Units
A	WBC	9.143		10^3/uL
	UWBC	9.143		10^3/uL
	RBC	3.931		10^6/uL
	HGB	11.17		g/dL
	HCT	32.96		%
	MCV	83.85		fL
	MCH	28.41		pg
	MCHC	33.88		g/dL
	RDW	14.32		%
	RDW-SD	40.69		fL
	PLT	223.0		10^3/uL
	MPV	9.46		fL
B	NE	67.14		%
	LY	21.77		%
	MO	9.57		%
	EO	0.78		%
	BA	0.74		%
	NE#	6.140		10^3/uL
	LY#	1.990		10^3/uL
	MO#	0.875		10^3/uL
	EO#	0.071		10^3/uL
	BA#	0.067		10^3/uL
	NRBC	0.10		/100WBC
	NRBC#	0.009		10^3/uL
C	RET	1.858		%
	RET#	0.07305		10^6/uL
	MRV	100.72		fL
	IRF	0.387		

D



F Suspect

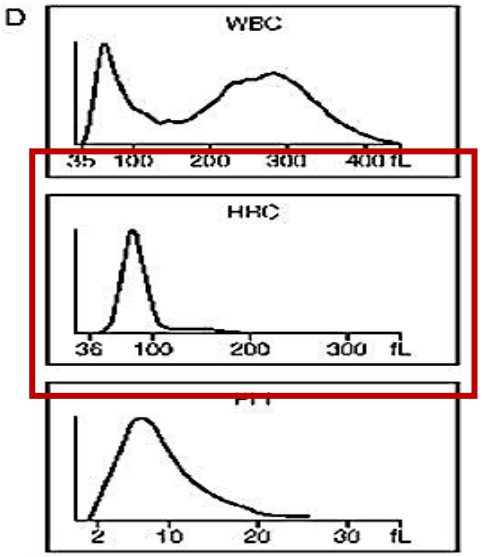
E



Beckman Coulter UniCel DxH 800

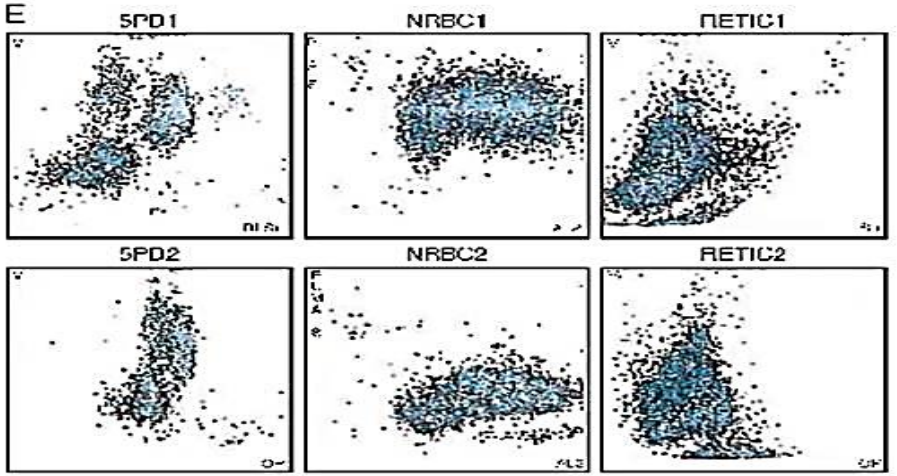
	Test	Result	Flags	Units
A	WBC	9.143		10^3/uL
	UWBC	9.143		10^3/uL
	RBC	3.931		10^6/uL
	HGB	11.17		g/dL
	HCT	32.96		%
	MCV	83.85		fL
	MCH	28.41		pg
	MCHC	33.88		g/dL
	RDW	14.32		%
	RDW-SD	40.69		fL
	PLT	223.0		10^3/uL
	MPV	9.46		fL
B	NE	67.14		%
	LY	21.77		%
	MO	9.57		%
	EO	0.78		%
	BA	0.74		%
	NE#	6.140		10^3/uL
	LY#	1.990		10^3/uL
	MO#	0.875		10^3/uL
	EO#	0.071		10^3/uL
	BA#	0.067		10^3/uL
	NRBC	0.10		/100WBC
	NRBC#	0.009		10^3/uL
C	RET	1.858		%
	RET#	0.07305		10^6/uL
	MRV	100.72		fL
	IRF	0.387		

D



F Suspect

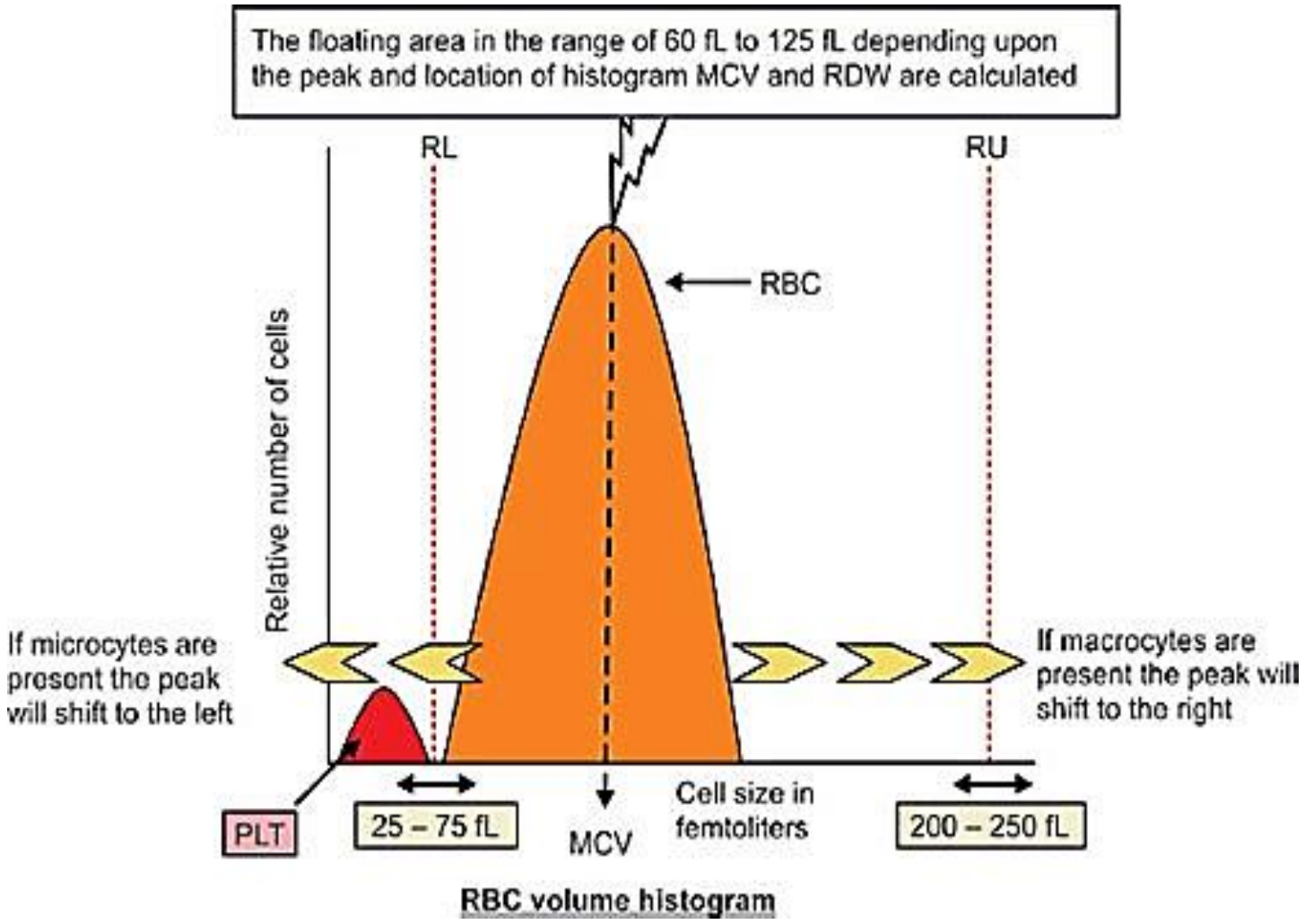
E



RBC indices

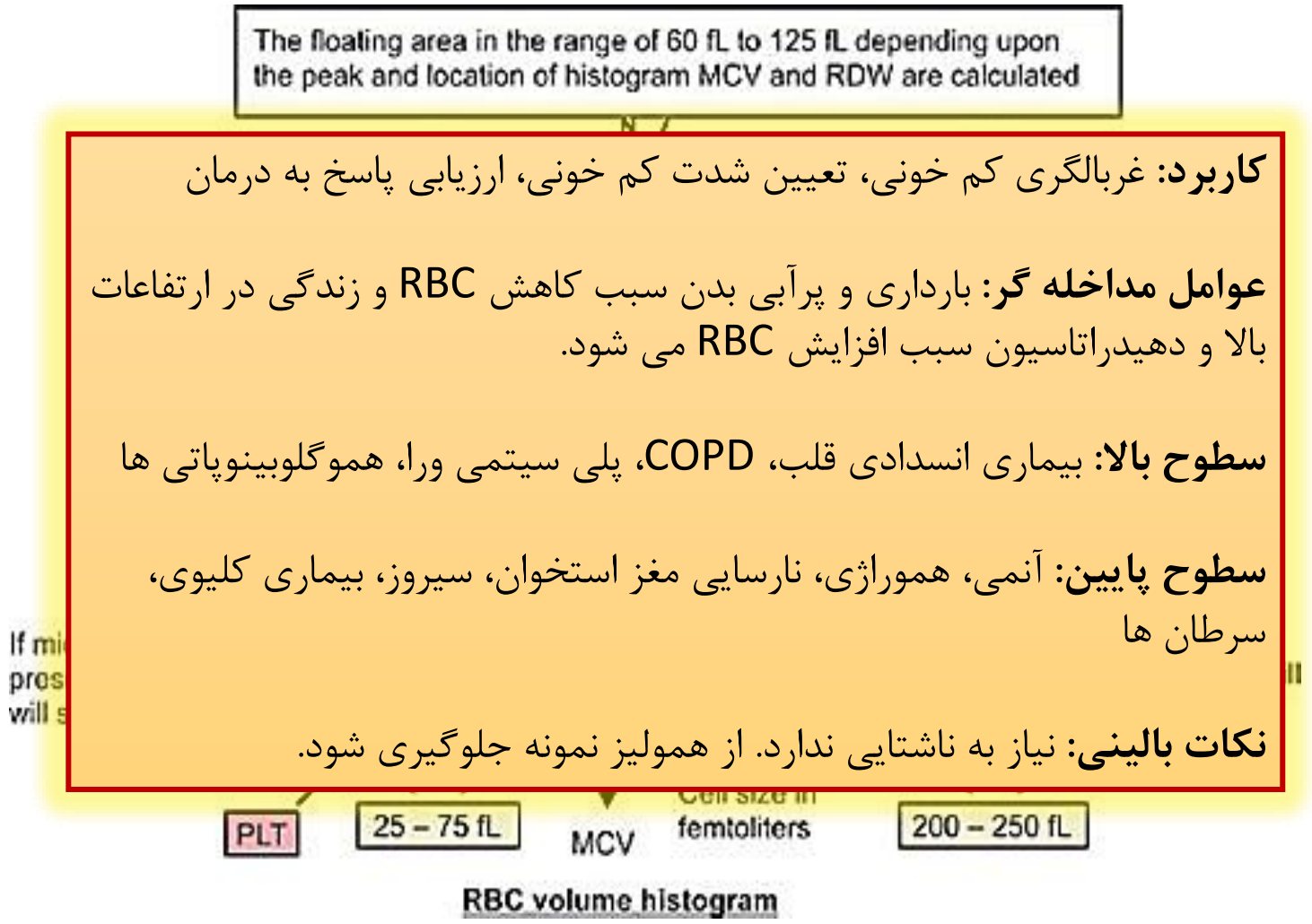
RBC indices (RBC count)

Age	RBC count ($10^6/mm^3$)	
	Mean	- 2SD
Birth (cord blood)	4.7	3.9
1-3 days	5.3	4
1 week	5.1	3.9
2 weeks	4.9	3.6
1 month	4.2	3
2 months	3.8	2.7
3-6 months	3.8	3.1
0.5-2 years	4.5	3.7
2-6 years	4.6	3.9
6-12 years	4.6	4
12-18 years		
Female	4.6	4.1
Male	4.9	4.5
More than 18 years		
Female	**4.6-5.1**	4
Male	**5.2-5.9**	4.5



RBC indices (RBC count)

Age	RBC count ($10^6/mm^3$)	
	Mean	- 2SD
Birth (cord blood)	4.7	3.9
1-3 days	5.3	4
1 week	5.1	3.9
2 weeks	4.9	3.6
1 month	4.2	3
2 months	3.8	2.7
3-6 months	3.8	3.1
0.5-2 years	4.5	3.7
2-6 years	4.6	3.9
6-12 years	4.6	4
12-18 years		
Female	4.6	4.1
Male	4.9	4.5
More than 18 years		
Female	**4.6-5.1**	4
Male	**5.2-5.9**	4.5



کاربرد: غربالگری کم خونی، تعیین شدت کم خونی، ارزیابی پاسخ به درمان

عوامل مداخله گر: بارداری و پرآبی بدن سبب کاهش RBC و زندگی در ارتفاعات بالا و دهیدراتاسیون سبب افزایش RBC می شود.

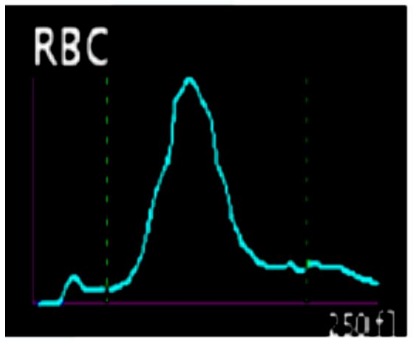
سطوح بالا: بیماری انسدادی قلب، COPD، پلی سیتمی ورا، هموگلوبینوپاتی ها

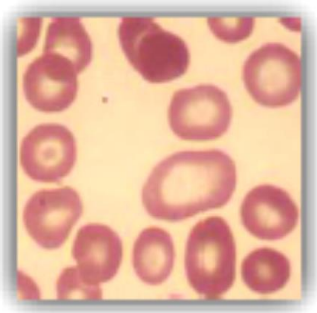
سطوح پایین: آنمی، هموراژی، نارسایی مغز استخوان، سیروز، بیماری کلیوی، سرطان ها

نکات بالینی: نیاز به ناشتایی ندارد. از همولیز نمونه جلوگیری شود.

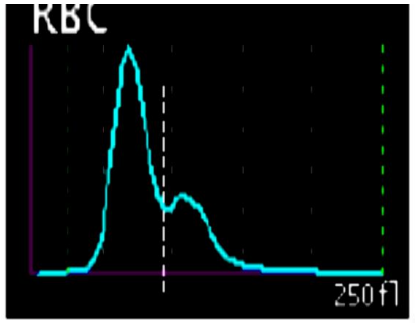
RBC impedance channel interferences:

- Abnormal RBCs (macro- or microcyte), abnormal WBCs (CLL), giant platelet
- Dimorphic cell population (IDA on treatment)
- RBC agglutination (cold agglutination)

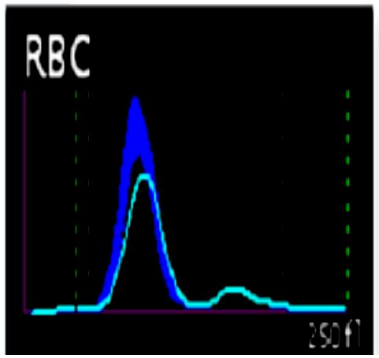


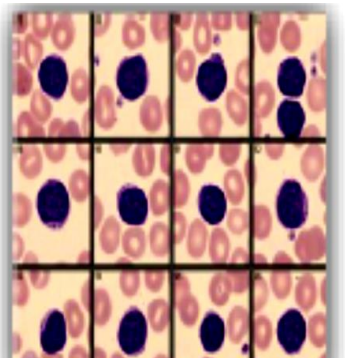


Macrocytes

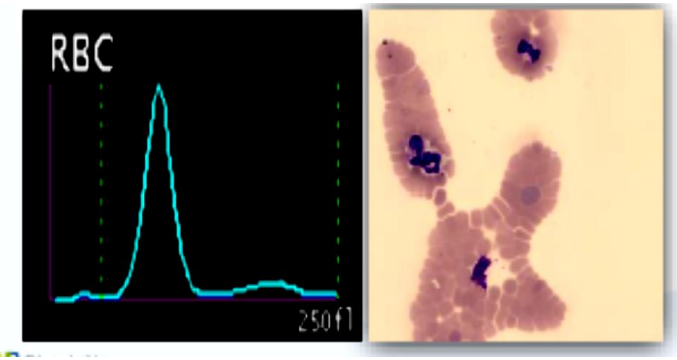


Iron deficiency treated





High WBC count
CLL >200.000 /ul



RBC agglutination

RBC indices (Hemoglobin or Hb)

Age	Hb (g/dL)		Critical values
	Mean	- 2SD	
Birth (cord blood)	16.5	13.5	>22
1-3 days	18.5	14.5	<13
1 week	17.5	13.5	
2 weeks	16.5	12.5	
1 month	14	10	
2 months	11.5	9	
3-6 months	11.5	9.5	
0.5-2 years	12	10.5	
2-6 years	12.5	11.5	
6-12 years	13.5	11.5	
12-18 years			
Female	14	12	>20
Male	15.5	13	
More than 18 years			<5
Female	**14**	12	
Male	**15.5**	13	

کاربرد: غربالگری کم خونی، تعیین شدت کم خونی، ارزیابی پاسخ به درمان

عوامل مداخله گر: بارداری و پرآبی بدن سبب کاهش Hb و زندگی در ارتفاعات بالا و مصرف سیگار باعث افزایش Hb می شود.

سطوح بالا: بیماری قلبی مادرزادی، COPD، کم آبی شدید (اسهال و سوختگی)

سطوح پایین: آنمی، هموگلوبینوپاتی ها، سیروز، کاهش آهن، نارسایی مغز استخوان، بارداری طبیعی، سرطان پیشرفته

نکات بالینی: نیاز به ناشتایی ندارد. از همولیز نمونه جلوگیری شود. مقادیر طبیعی هموگلوبین به سن و جنس فرد بستگی دارد به طوری که در ۱۸ سال اول زندگی متغیر است و در افراد مسن کمی کاهش می یابد.

RBC indices (Hematocrit or HCT or PCV)

Age	HCT (%)		Critical values
	Mean	- 2SD	
Birth (cord blood)	51	42	
1-3 days	56	45	
1 week	54	42	
2 weeks	51	39	
1 month	43	31	
2 months	35	28	
3-6 months	35	29	
0.5-2 years	36	33	
2-6 years	37	34	
6-12 years	40	35	
12-18 years			>60
Female	41	36	<15
Male	43	37	
More than 18 years			
Female	**41**	36	
Male	**47**	41	

کاربرد: غربالگری کم خونی، تعیین شدت کم خونی، ارزیابی پاسخ به درمان

عوامل مداخله گر: ناهنجاری در اندازه RBC، دهیدراسیون، زندگی در ارتفاعات بالا سبب افزایش سطح HCT و افزایش WBC می شود. رقیق شدن خون، بارداری و پرآبی بدن سبب کاهش سطح HCT

سطوح بالا: بیماری قلبی مادرزادی، COPD، اریتروسیتوز، پلی سیتمی ورا، کم آبی شدید (اسهال و سوختگی)

سطوح پایین: آنمی، هموگلوبینوپاتی ها، سیروز، کاهش آهن، نارسایی مغز استخوان، بارداری طبیعی، سرطان پیشرفته

نکات بالینی: نیاز به ناشتایی ندارد. از همولیز نمونه جلوگیری شود. مقادیر طبیعی به سن و جنس فرد بستگی دارد.

RBC indices (calculated indices)

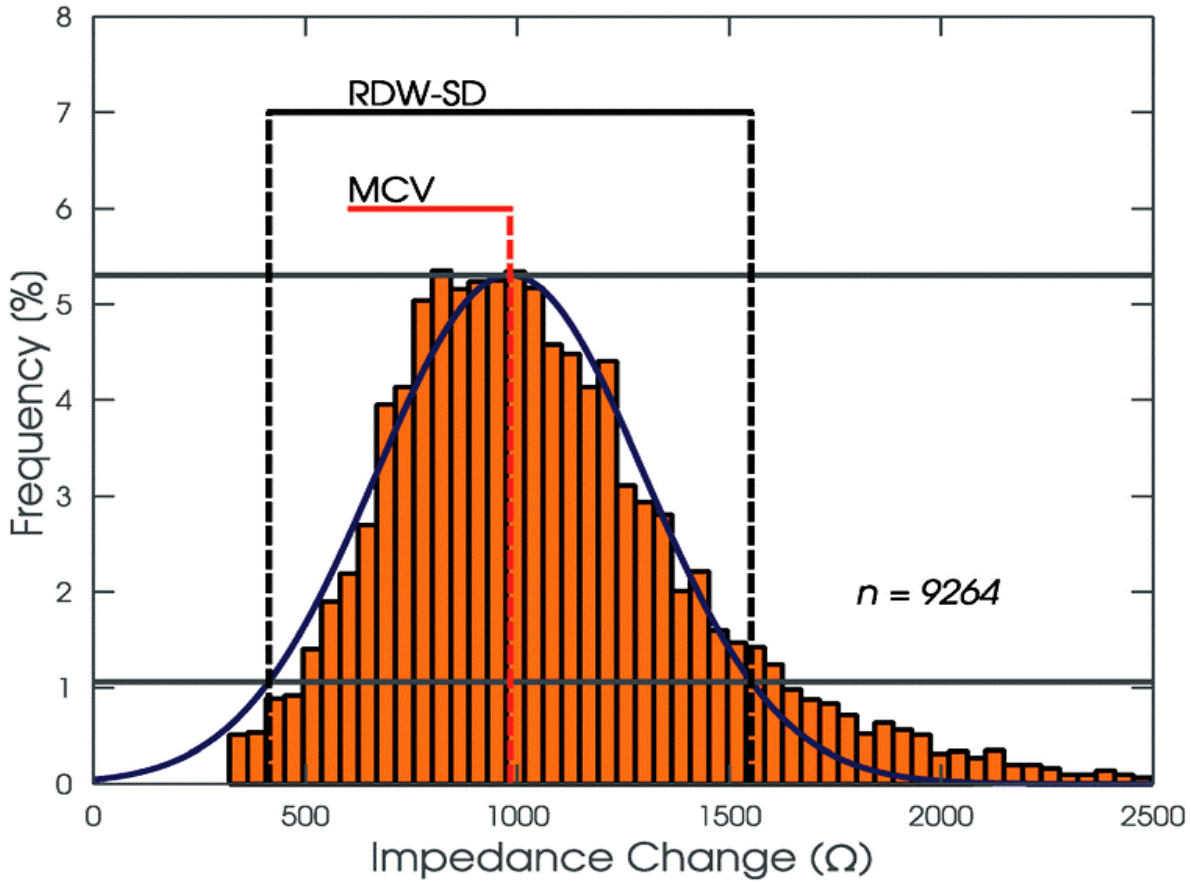
$$\text{MCV (fL)} = \frac{\text{HCT (\%) x 10}}{\text{RBC (millions/µL)}}$$

$$\text{MCH (pg/RBC)} = \frac{\text{HGB (g/dL) x 10}}{\text{RBC (millions/µL)}}$$

$$\text{MCHC (g/dL)} = \frac{\text{HGB (g/dL) x 100}}{\text{HCT (\%)}}$$

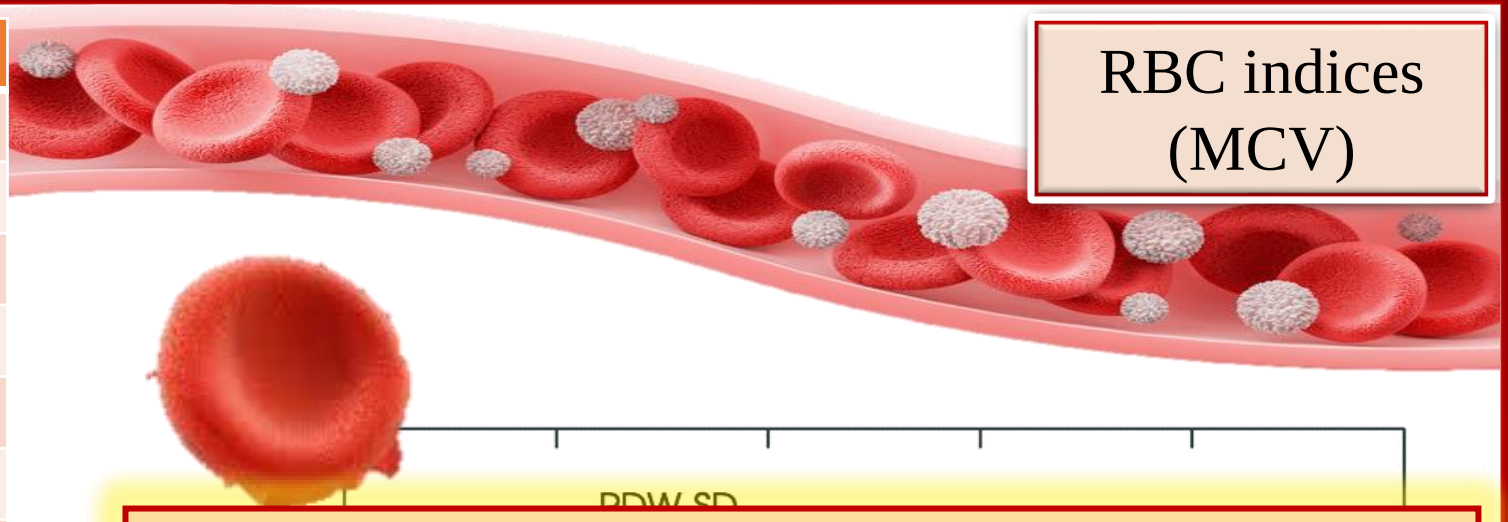
RBC indices (MCV)

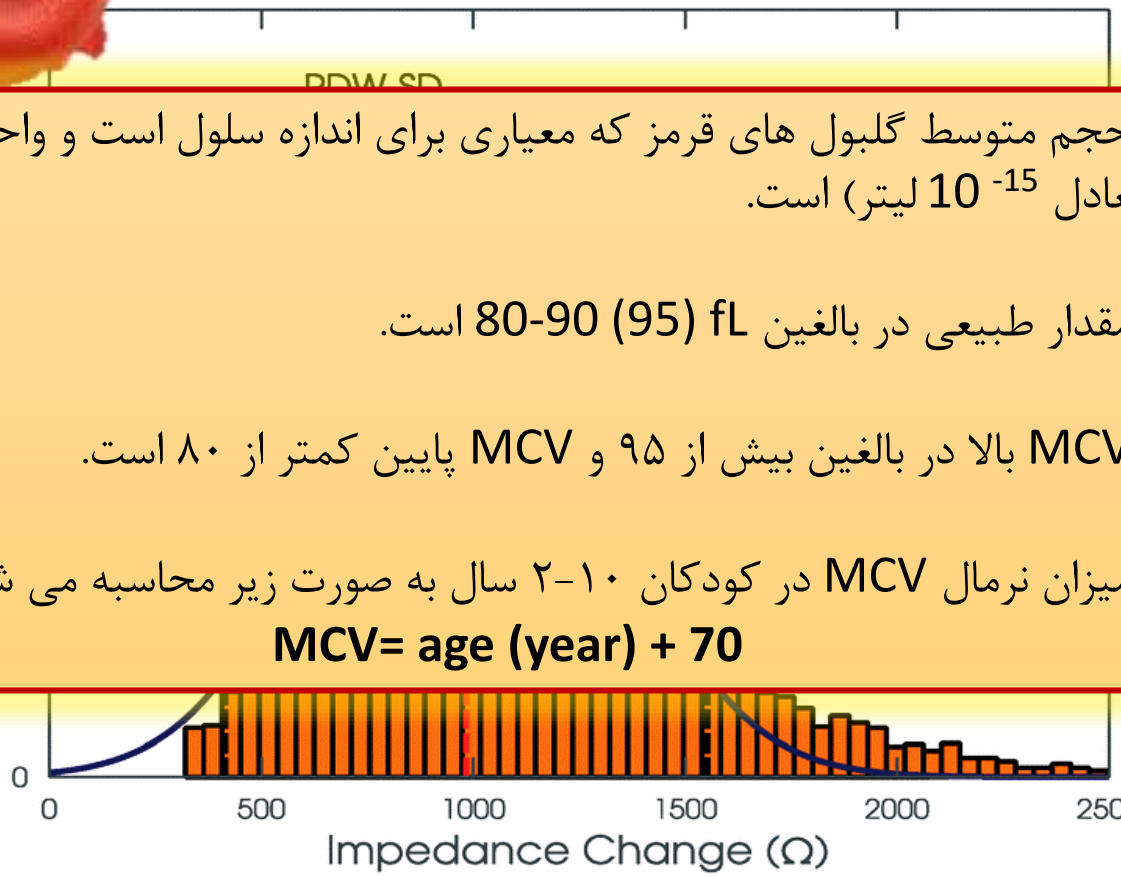
Age	MCV(fL)	
	Mean	- 2SD
Birth (cord blood)	108	98
1-3 days	108	95
1 week	107	88
2 weeks	105	86
1 month	104	85
2 months	96	77
3-6 months	91	74
0.5-2 years	78	70
2-6 years	81	75
6-12 years	86	77
12-18 years		
Female	90	78
Male	88	78
More than 18 years		
Female	**90**	80
Male	**90**	80



RBC indices (MCV)

Age	MCV(fL)	
	Mean	- 2SD
Birth (cord blood)	108	98
1-3 days	108	95
1 week	107	88
2 weeks	105	86
1 month	104	85
2 months	96	77
3-6 months	91	74
0.5-2 years	78	70
2-6 years	81	75
6-12 years	86	77
12-18 years		
Female	90	78
Male	88	78
More than 18 years		
Female	**90**	80
Male	**90**	80





- حجم متوسط گلبول های قرمز که معیاری برای اندازه سلول است و واحد آن fL (معادل 10^{-15} لیتر) است.

- مقدار طبیعی در بالغین fL (95) 80-90 است.

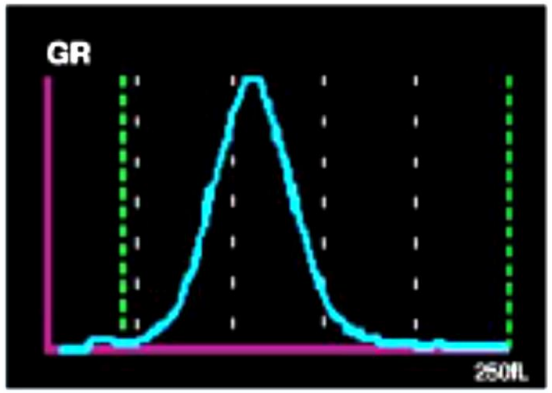
- MCV بالا در بالغین بیش از ۹۵ و MCV پایین کمتر از ۸۰ است.

- میزان نرمال MCV در کودکان ۱۰-۲ سال به صورت زیر محاسبه می شود:

MCV= age (year) + 70

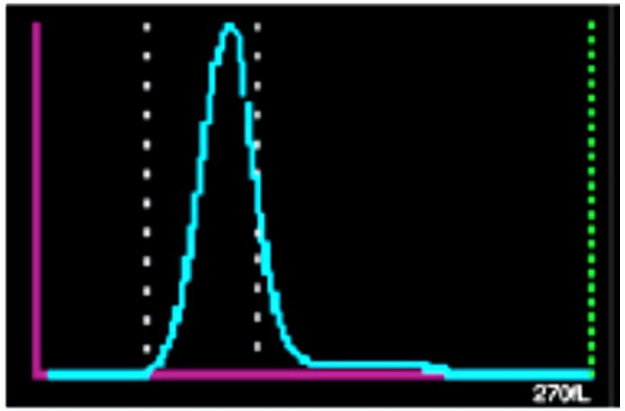
Falsely elevated MCV

- Reticulocytosis
- Leucocytosis (if same channel)
- cold agglutinines
- Myeloma (with rouleaux)
- Hyperglycemia (diabetis , perfusion)
- Old sample (>3 day)

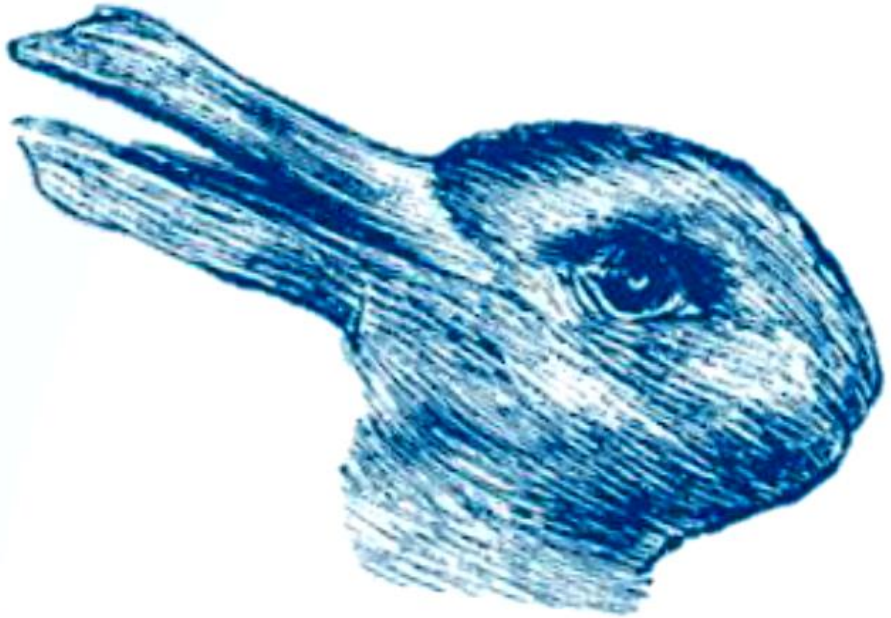


1st sample
taken near a glucose perfusion

induces an increase of MCV and a reduction of MCHC



2nd sample
control



Wrong patient
Is it a duck or
a rabbit?

MCV Delta check

$$\frac{|\text{Current} - \text{Previous result}|}{\text{Average}} > 5\%$$

Change in MCV indicates

- Transfusion
- Sample mishandling
- Sample mix-up

Example
(93 – 87) / 93 = 7%

RBC indices (MCH)

Age	MCH(pg)	
	Mean	- 2SD
Birth (cord blood)	34	31
1-3 days	34	31
1 week	34	28
2 weeks	34	28
1 month	34	28
2 months	30	26
3-6 months	30	25
0.5-2 years	27	23
2-6 years	27	24
6-12 years	29	25
12-18 years		
Female	30	25
Male	30	25
More than 18 years		
Female	**30**	26
Male	**30**	26

- وزن متوسط هموگلوبین در هر گلبول قرمز است.

- واحد آن پیکوگرم و معادل 10^{-12} گرم است.

- بسیار حائز اهمیت است و در مواردی که MCV بالاتر از ۸۰ ولی MCH کمتر از ۲۷ pg باشد، در نظر گرفتن MCH به تشخیص افتراقی بیشتر کمک می کند.

- مقدار نرمال در بالغین 26-32 pg است. اگر کمتر از 26 pg باشد به هیپوکرومیا مشکوک شده و نشان دهنده کاهش هموگلوبین در گلبول ها است.

- **علل کاهش MCH**: آنمی میکروسیتیک و آنمی نورموسیتیک

- **علل افزایش MCH**: لکوسیتوز شدید، همولیز، آگلوتینین سرد، وجود پروتئین های مونوکلونال در خون، لیپمیا، غلظت بالای پروتئین، آنمی ماکروسیتیک، در شیرخواران و نوزادان به طور نرمال بالا است.

RBC indices (MCHC)

Age	MCH(pg)	
	Mean	- 2SD
Birth (cord blood)	33	30
1-3 days	33	29
1 week	33	28
2 weeks	33	28
1 month	33	29
2 months	33	29
3-6 months	33	30
0.5-2 years	33	30
2-6 years	34	31
6-12 years	34	31
12-18 years		
Female	34	31
Male	34	31
More than 18 years		
Female	**34**	31
Male	**34**	31

- غلظت متوسط هموگلوبین موجود در حجم معینی از گلبول قرمز، غلظت هموگلوبین در گلبول نماینده و تابعی از Hb و HCT است.

- نشان می دهد که آیا گلبول به اندازه حجم خود هموگلوبین دارد یا خیر

- واحد MCHC همانند هموگلوبین g/dL است.

- مقدار طبیعی ۳۲-۳۶ گرم درصد است. مقادیر کمتر از ۳۲ نشان می دهد که گلبول به میزان کافی و متناسب با حجم خود، هموگلوبین ندارد و اصطلاحا رقیق است. این حالت در کم خونی ها به ویژه کم خونی فقر آهن دیده می شود. مقادیر بالاتر از ۳۶ بسیار حائز اهمیت است چون نشان می دهد گلبول غلیظ شده و مقدار هموگلوبین بیشتر از ظرفیت گلبول است. به طور حقیقی این مورد فقط در آنمی اسفیروسیتوز ارثی رخ می دهد. در سایر موارد، افزایش زیاد MCHC ناشی از خطا یا کاذب است و باید به دنبال رفع مشکل باشیم.

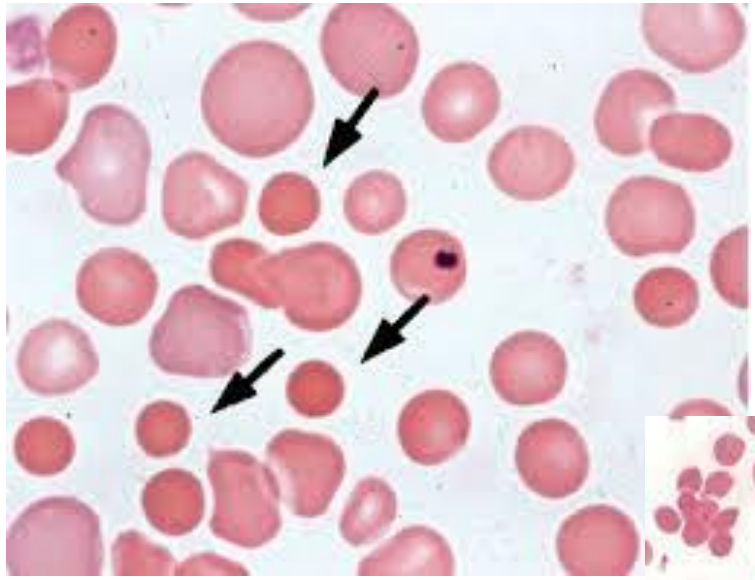
علل افزایش MCHC: اسفروسیتوز ارثی (بیش از ۳۶)، نوزادان و شیرخواران (افزایش خفیف)، آگلوتیناسیون سلول ها (افزایش کاذب)، همولیز (در آنمی سیکل سل و آنمی های همولیتیک ایمیون)

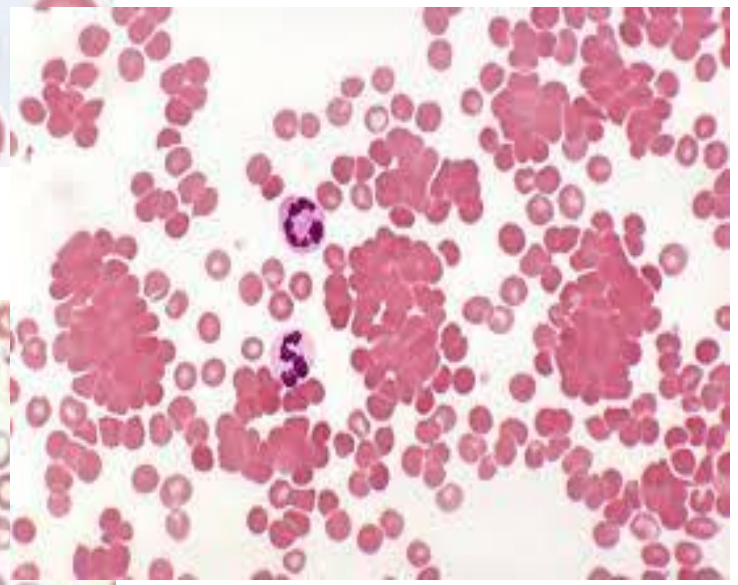
- **علل کاهش MCHC**: لکوسیتوز شدید، آنمی هیپوکرومیک

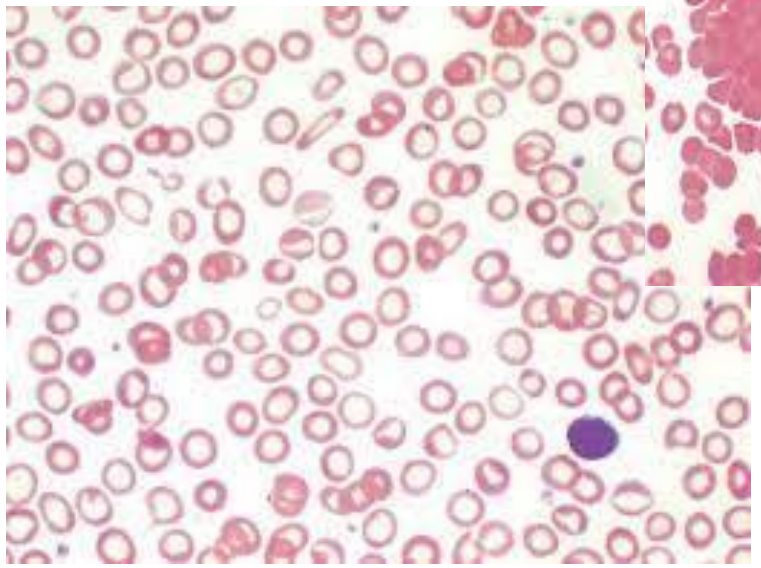
RBC indices (MCHC)

MCHC >36g/dl (hyperchromia?)

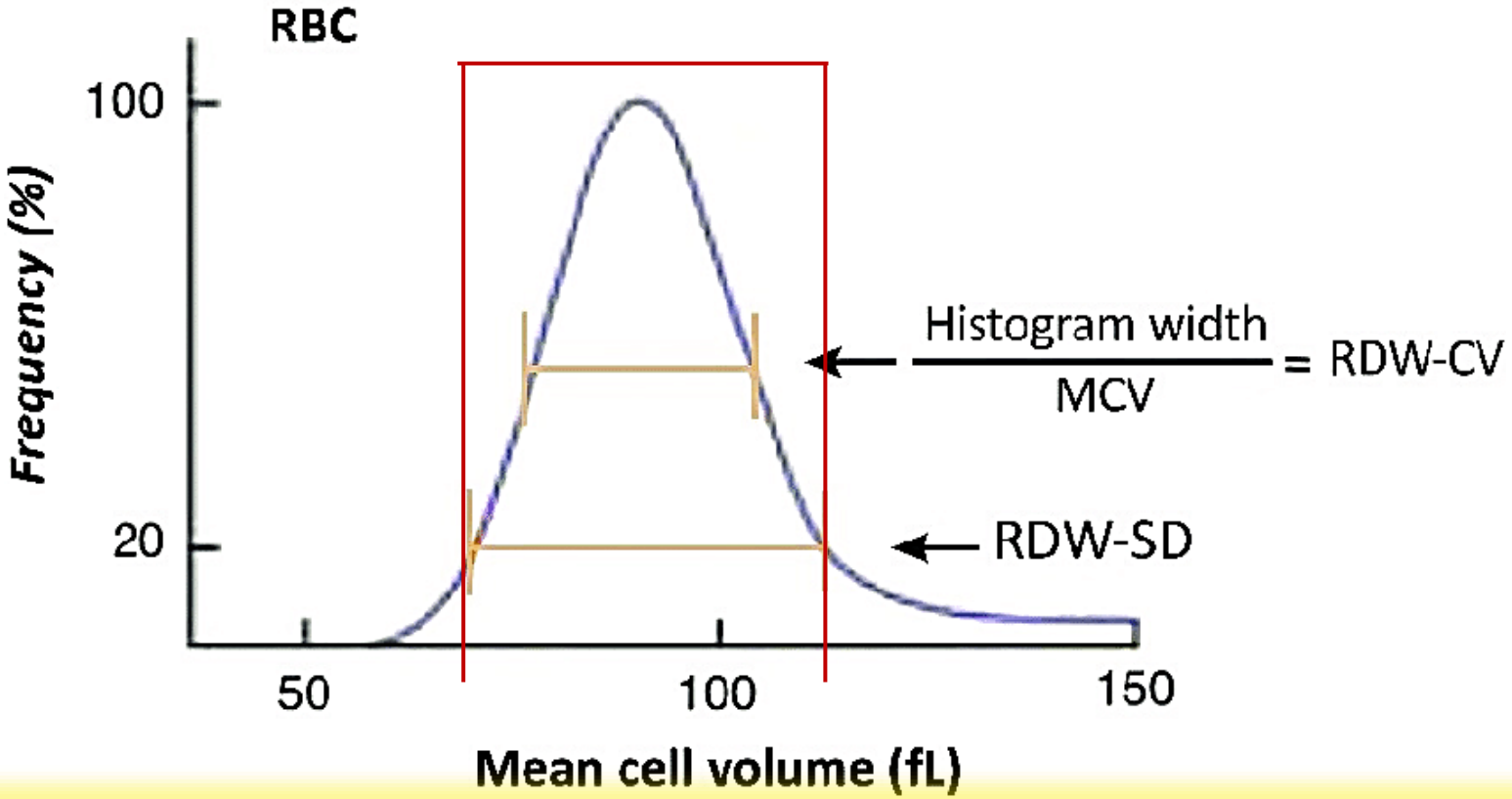
- Lipemia/ turbidity
- Hemolysis
- cold agglutinines
- RBC disorders (spherocytosis, ...)





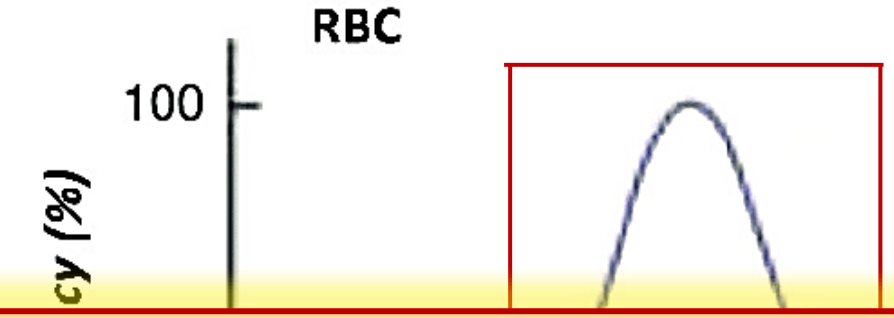


RBC indices (RDW & HDW)



- تغییرات حجم گلبول های حول میانگین به صورت RDW گزارش می شود و میزان آنیزوسیتوزیس را نشان می دهد.
- این پارامتر اختلاف اندازه کوچکترین و بزرگترین سلول را در ۸۰ درصد فراوانی جمعیت سلول ها نشان می دهد. یعنی ۲۰ درصد داده های بالا و پایین را حذف کرده و پراکندگی را در ۸۰ درصد باقی مانده محاسبه می کند.
- RDW به دو صورت SD با واحد fL و CV با واحد درصد گزارش می شود. RDW-SD کل پراکندگی را به طور کلی نشان می دهد در صورتی که RDW-CV دامنه پراکندگی نسبت به MCV سلول نماینده نشان می دهد.
- نرمال RDW در بالغین 46-39 fL و یا 11.5-14.5 درصد است.
- این شاخص در افتراق کم خونی فقر آهن از بتا تالاسمی مینور می تواند کمک کننده باشد.
- امروزه به عنوان یک شاخص مهم در پروگنوز بیماری های مزمن مطرح می شود.

RBC indices (RDW & HDW)



HDW

- پراکندگی هموگلوبین در گلبول های قرمز که توسط برخی دستگاه ها شمارشگر سلولی محاسبه می شود با HDW گزارش می گردد.
- HDW نشان دهنده میزان آنیزوکرومیا یا میزان تغییرات رنگ پذیری گلبول های قرمز است.
- نرمال آن در بالغین 1.8-2.6 g/dL است.

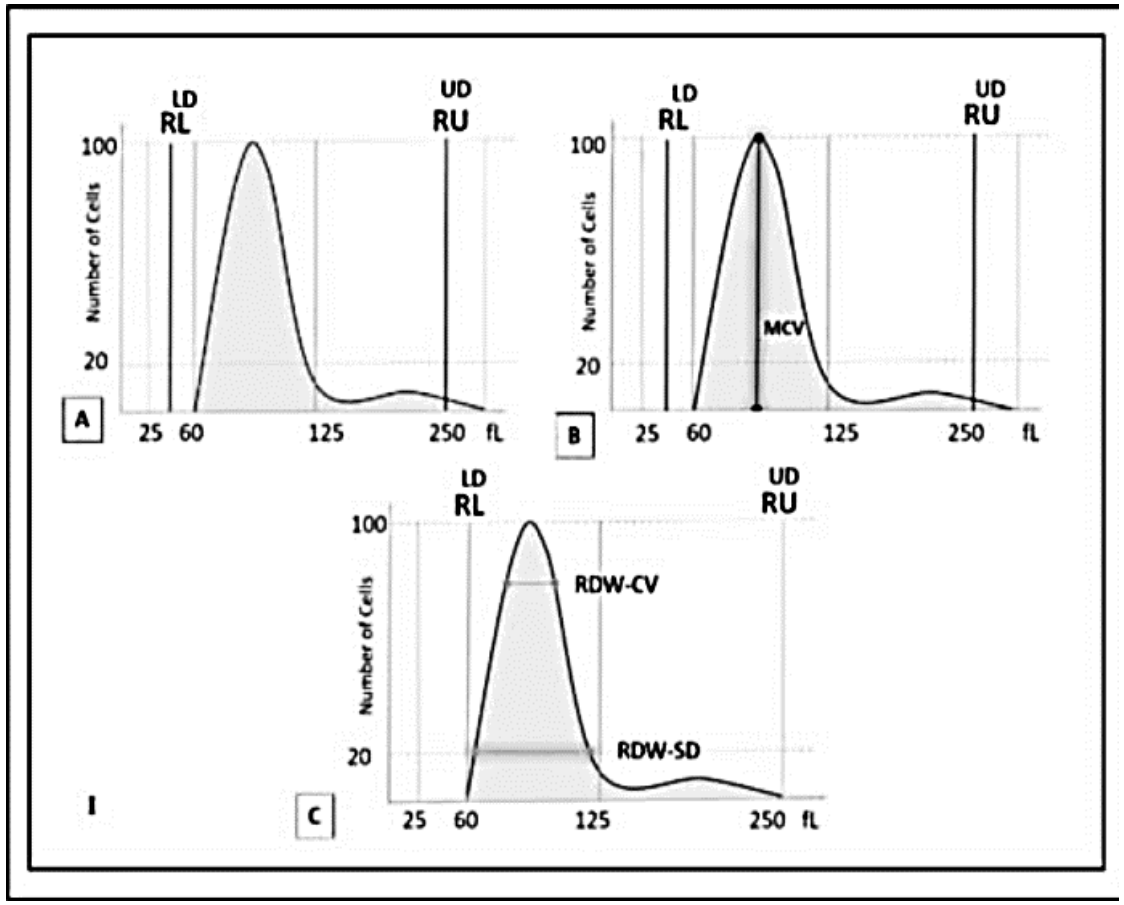
HDW و RDW اولین پارامترهایی هستند که در کم خونی فقر آهن افزایش می یابند.

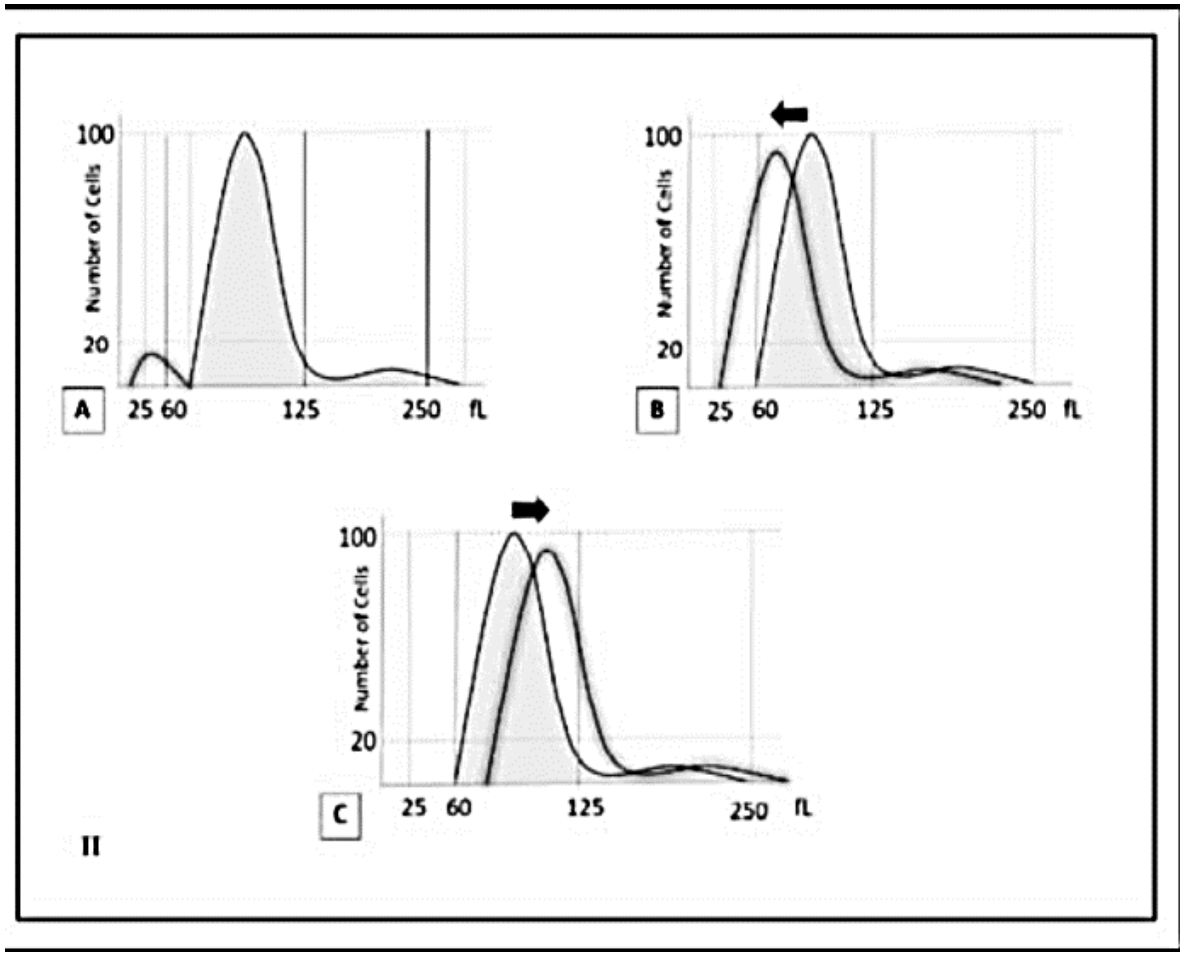
- علل افزایش HDW: بتا تالاسمی، بیماری HbH، کم خونی داسی شکل، HbC، کم خونی مگالوبلاستیک، اسفروسیتوز ارثی، الیپتوسیتوز ارثی، استوماتوسیتوز ارثی

- تغییرات حجم گلبول های حول میانگین به صورت RDW گزارش می شود و میزان آنیزوسیتوزیس را نشان می دهد.
- این پارامتر اختلاف اندازه کوچکترین و بزرگترین سلول را در ۸۰ درصد فراوانی جمعیت سلول ها نشان می دهد. یعنی ۲۰ درصد داده های بالا و پایین را حذف کرده و پراکندگی را در ۸۰ درصد باقی مانده محاسبه می کند.
- RDW به دو صورت SD با واحد fL و CV با واحد درصد گزارش می شود. RDW-SD کل پراکندگی را به طور کلی نشان می دهد در صورتی که RDW-CV دامنه پراکندگی نسبت به MCV سلول نماینده نشان می دهد.
- نرمال RDW در بالغین 39-46 fL و یا 11.5-14.5 درصد است.
- این شاخص در افتراق کم خونی فقر آهن از بتا تالاسمی مینور می تواند کمک کننده باشد.
- امروزه به عنوان یک شاخص مهم در پروگنوز بیماری های مزمن مطرح می شود.

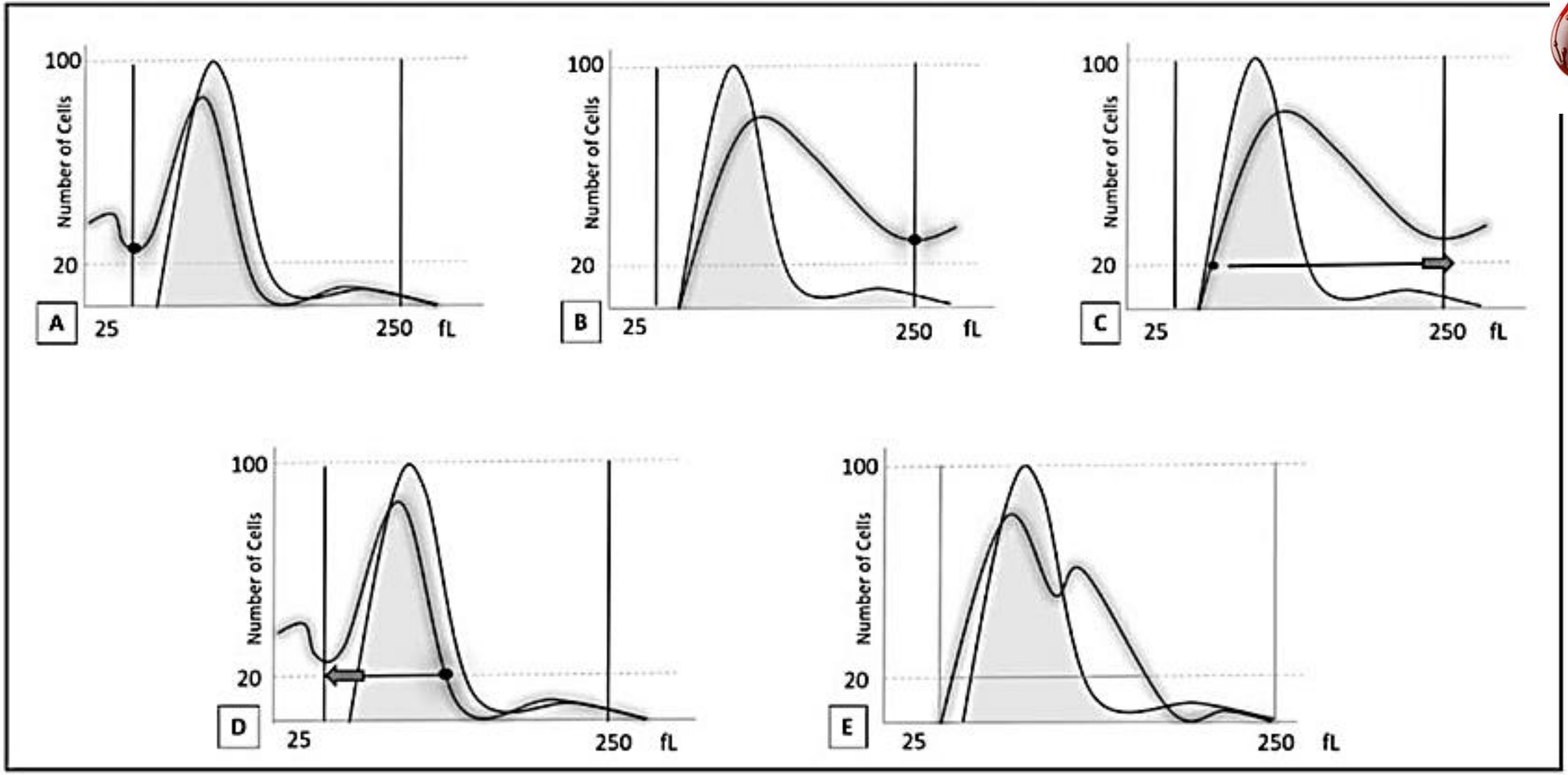
Interpretation of RBC Histograms

Normal RBC curve (A), calculation of MCV (B) and RDW (C)





Shift in the curve of RBC Histogram (II): extension of lower end of curve as seen in case of normal MCV with flagging (A), leftward shift of curve as seen in the presence of microcytic RBCs (B), and rightward shift of curve as seen in the presence of macrocytic RBCs (C).

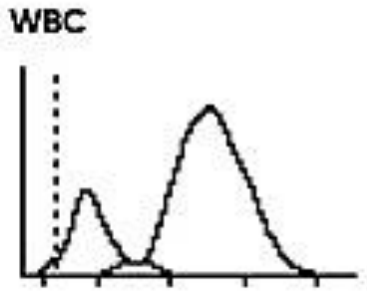


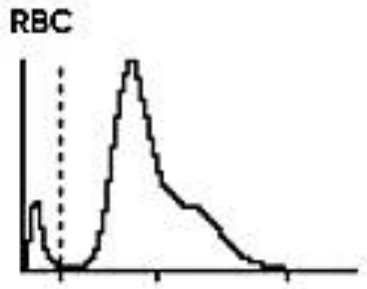
Flags encountered in RBC histograms: RL Flag (A), RU Flag (B), RDW Flags (C and D) and MP Flag (D)

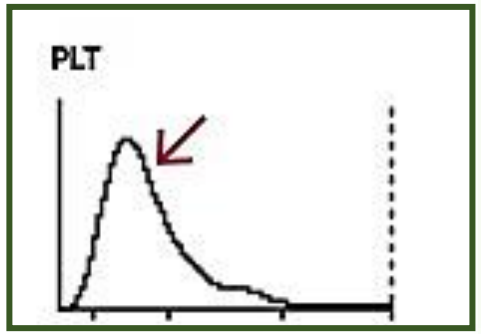
Platelet parameters

E)

Parameter	Result	Unit
RBC	3.6	10^{12}/l
MCV	96.3	fl
RDW%	15.6	%
RDWa	81.4	fl
HCT	0.355	l/l
PLT	337	10^9/l
MPV	8.5	fl
PDW	12.1	fl
PCT	0.28	%
LPCR	16.9	%
WBC	9.1	10^9/l
HGB	12.0	g/dl
MCH	32.5	pg
MCHC	33.8	g/dl
LYM	1.7	10^9/l
GRAN	6.9	10^9/l
MID	0.5	10^9/l
LYM%	18.9	%
GRA%	75.8	%
MID%	5.3	%







	Age	Normal value	Critical value
Platelet count	All	150000-450000 (mm^3)	<50000 mm^3 >1000000 mm^3

کاربرد: کنترل دوره بیماری یا درمان ترومبوسیتوپنی یا نارسایی مغز استخوان

عوامل مداخله گر: ورزش شدید و زندگی در ارتفاعات بالا سبب افزایش پلاکت می شود. در حالیکه در دوره قبل از یائسگی، شمارش پلاکت کاهش می یابد.

سطوح بالا: اختلالات بدخیم (لوسمی، لنفوم)، پلی سیتمی ورا، سندرم پس از اسپلنکتومی

سطوح پایین: هایپراسپلنیسم، بیماری گریوز، اختلالات ارثی، آنمی، شیمی درمانی، عفونت

نکات بالینی: نیاز به ناشتایی نیست. بیمار از نظر نشانه های خون ریزی، کبودی، پورپورا و پتشی، خون دماغ و درد در ناحیه پایین کمر چک شود.

Platelet indices

Parameter	Description	Unit
Mean platelet volume (MPV) **(7-11 fL)**	Analyser-calculated measure of thrombocyte volume	femtoliters (fL)
Platelet volume distribution width (PDW) **(8.5-56.6%)**	Indicator of volume variability in platelets size	percentage (%)
Plateletcrit (PCT) **(0.22-0.24 %)**	Volume occupied by platelets in the blood	percentage (%)
Mean platelet component (MPC)	Measure of mean refractive index of the platelets	gram/decilitre (g/dL)
Mean platelet mass (MPM)	MPM is calculated from the platelet dry mass histogram	picogram (pg)
Platelet component distribution width (PCDW)	Measure of the variation in platelet shape	gram/decilitre (g/dL)
Platelet larger cell ratio (P-LCR) **(> 12 fL, 15-35%)**	Indicator of larger (> 12 fL) circulating platelets	percentage (%)
Immature platelet fraction (IPF)	Percentage of immature platelets	percentage (%)

Platelet indices

	Significance in Anemia
Platelet volume distribution width (PDW): Variation in platelet size	Raised when platelet anisocytosis present.
Mean platelet volume (MPV): Thrombocyte volume	Act as acute phase reactant;High in anemias associated with myeloproliferative neoplasms and chronic disease, e.g., type I diabetes mellitus; Predictor of higher risk of stroke or myocardial infarction particularly in children with type I diabetes mellitus.
Plateletcrit (Pct): Volume of circulating platelets in unit volume of blood	High in active stages of certain chronic diseases (e.g., Crohn disease)
[a]Reticulated platelets or immature platelet fraction (IPF): Immature platelets	Recovery of thrombopoiesis (dengue);Peripheral destruction of platelets (autoimmune conditions, malaria)
Platelet large cell ratio (P-LCR): Large circulating platelets	Reactive thrombocytosis (IDA, viral infections); Peripheral destruction of platelets (DHF)
Platelet component distribution width (PCDW)	Raised when variation in platelet shape is present (e.g., giant platelets in reactive thrombocytosis)
Mean platelet mass (MPM) or mean platelet component (MPC)	Raised in reactive thrombocytosis (IDA, thalassemia)

Platelet indices

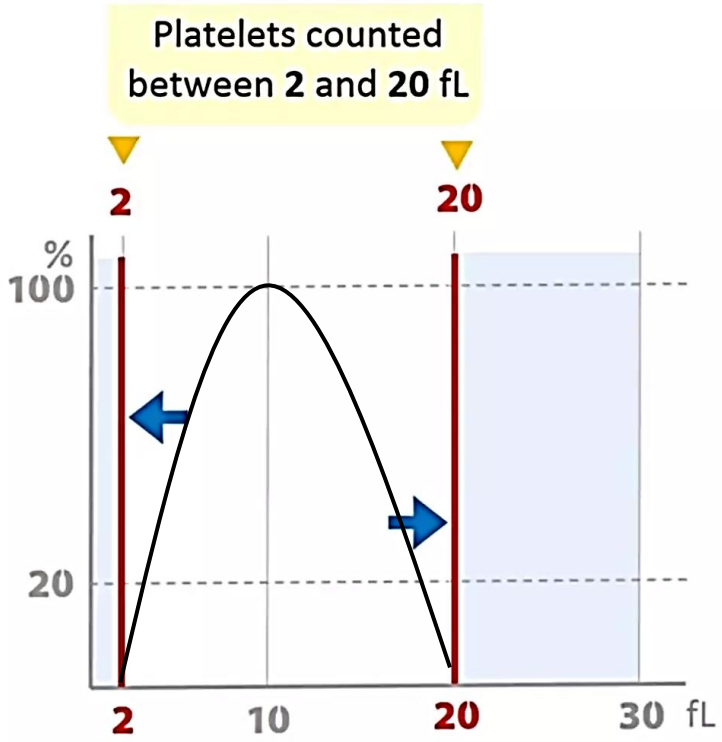
	Significance in Anemia
Platelet volume distribution width (PDW): Variation in platelet size	Raised when platelet anisocytosis present.
Mean platelet volume (MPV): Thrombocyte volume	Act as acute phase reactant;High in anemias associated with
Plateletcrit (Pct): Volume of circulating platelets in unit volume of blood	
[a]Reticulated platelets or immature platelet fraction (IPF): Immature platelets	
Platelet large cell ratio (P-LCR): Large circulating platelets	
Platelet component distribution width (PCDW)	Raised when variation in platelet shape is present (e.g., giant platelets in reactive thrombocytosis)
Mean platelet mass (MPM) or mean platelet component (MPC)	Raised in reactive thrombocytosis (IDA, thalassemia)

شمارش بالا، پلاکت ریز: پلاکت به عنوان سلول فاز حاد عمل کرده و نشان دهنده التهاب فعال مثلا در بیماران روماتیسم است.

شمارش بالا، پلاکت بزرگ: اختلالات میلوپرولیفراتیو، پلی سیتمی ورا

شمارش پایین، پلاکت بزرگ: پلاکت ها در خون محیطی تخریب می شوند (ITP)
مواردی مثل لوپوس، هلیکوباکتر، هپاتیت C، کم کاری تیروئید و HIV باید بررسی شوند.

شمارش پایین، پلاکت ریز: سندرم ویسکوت آلدریچ



Platelet Histogram

Platelets counted
between **2** and **20** fL.

2 fL interference

- **Dust**
- **EDTA** particles
- **Air** bubbles

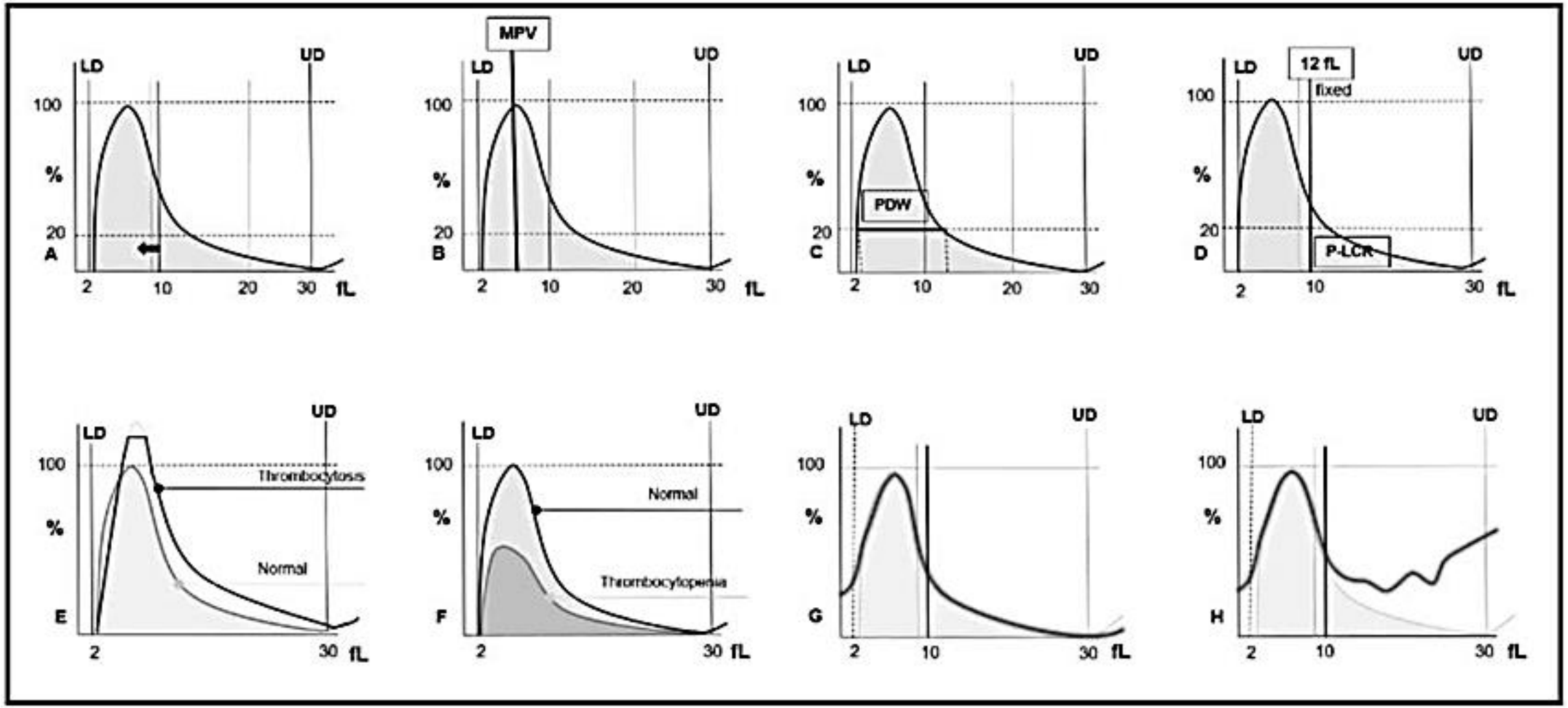
20 fL interference

- **RBCs** fragments
- **WBCs** fragments

Abu Jad Caesar

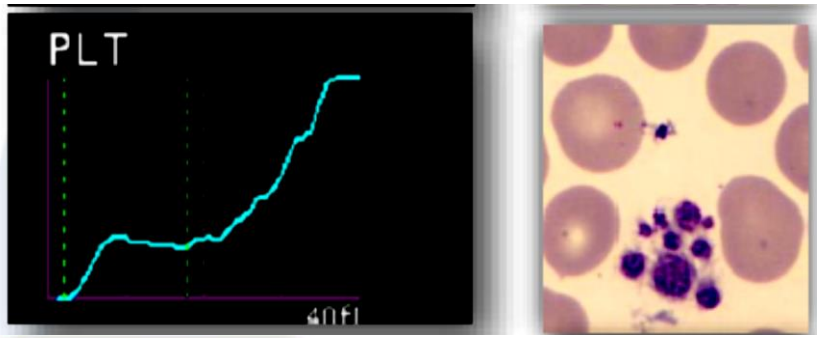
Interpretation of platelet histogram

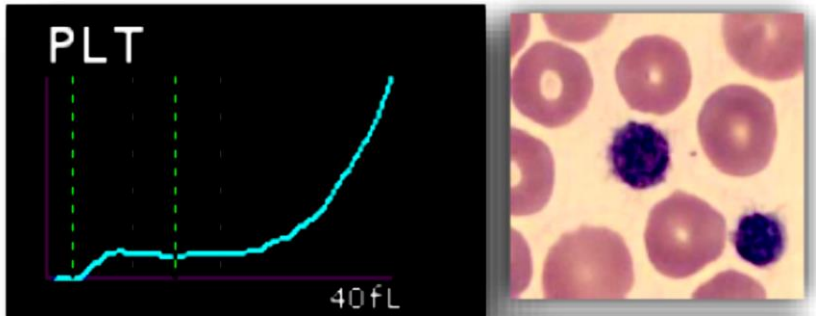
Normal platelet histogram is left skewed (A), MPV calculation (B), PDW calculation (C), P-LCR population (D), thrombocytosis vs normal curve (E), thrombocytopenia vs normal curve (F), PL flag (G) and PU flag (H).

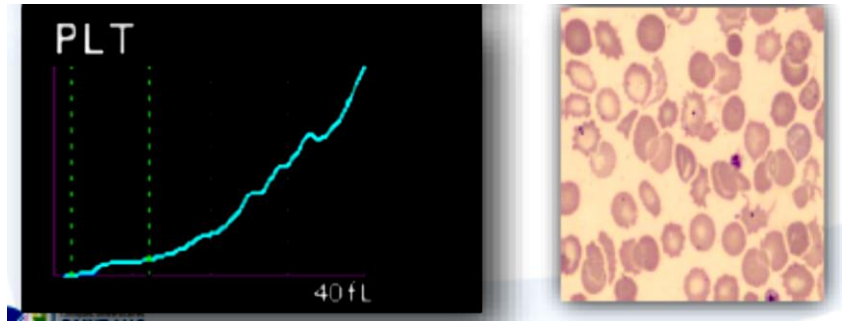


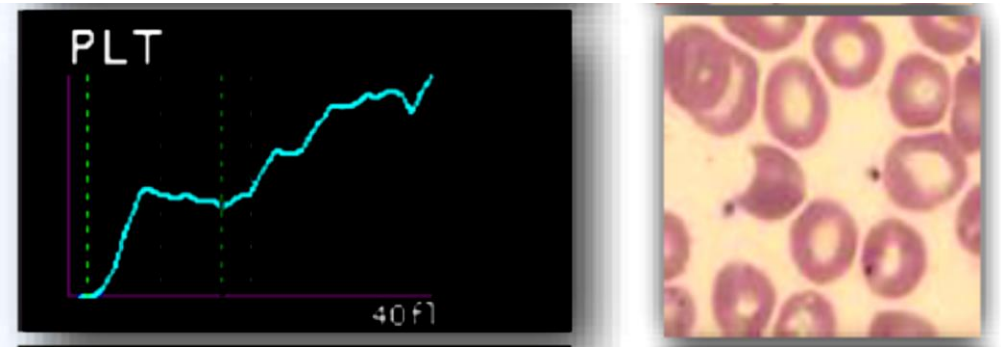
Platelet impedance channel interferences:

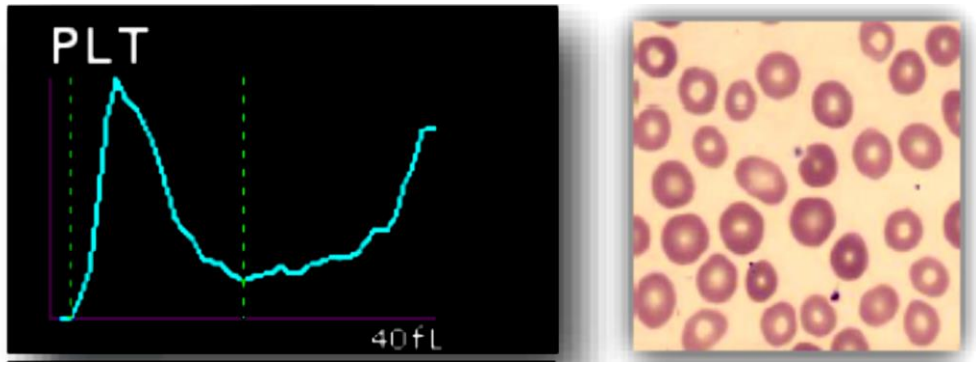
- Microcyte <36-40 fL
- Platelet clumps (various size)
- Fragmented RBCs
- Dyserythropoesis
- Giant platelet

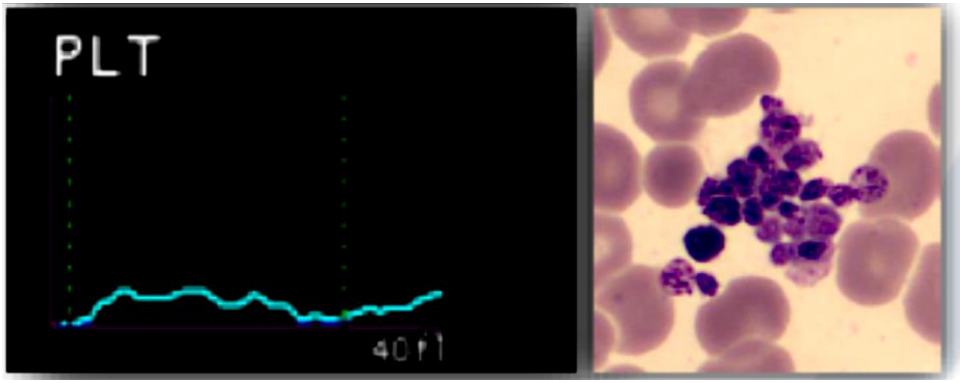




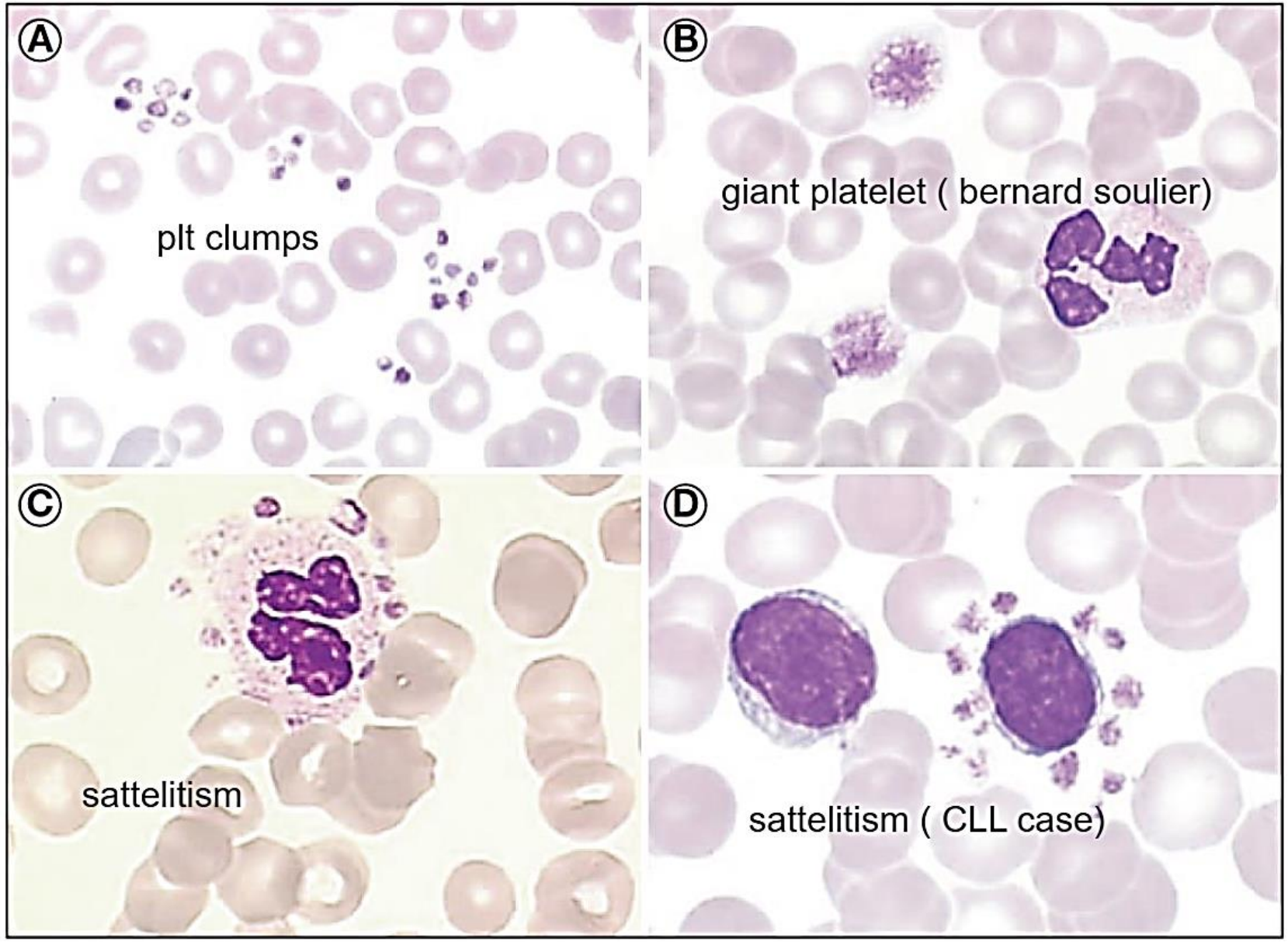








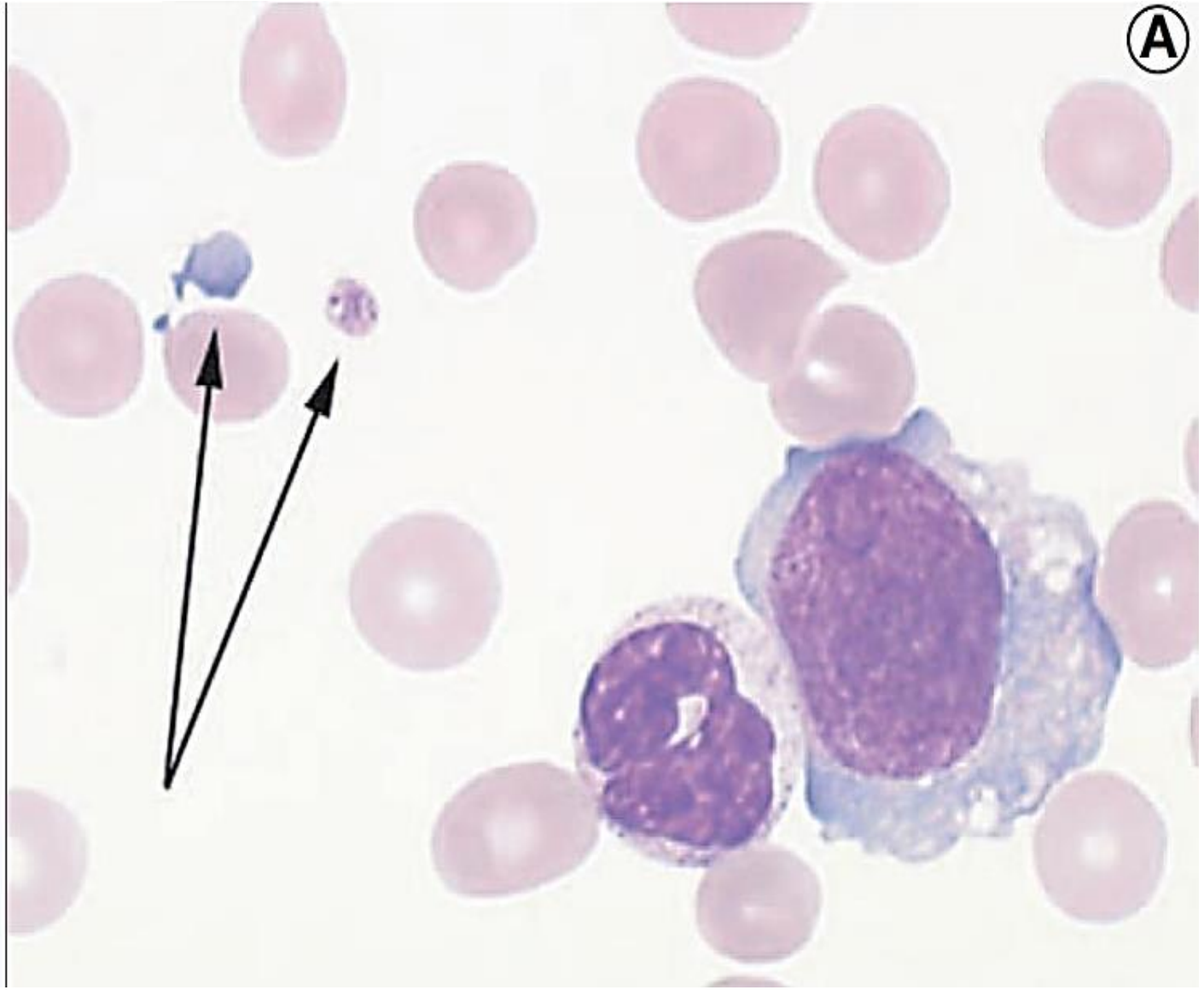
Pseudo thrombocytopenia



Pseudo thrombocytosis

Beside RBC fragments or schistocytes, part of the cytoplasm of abnormal cells was reported as leading to the elevation of PLT counts, including leukemic blasts, monoblasts, or lymphoblasts

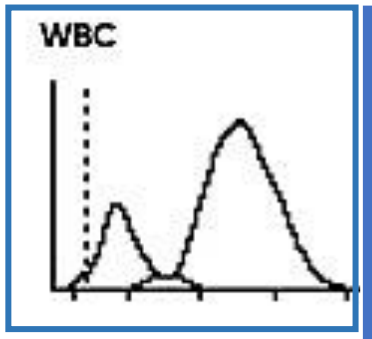
NB: Candida, bacteria, plasmodium can do the same

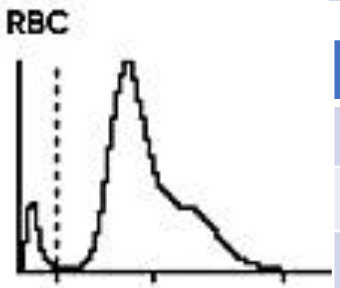


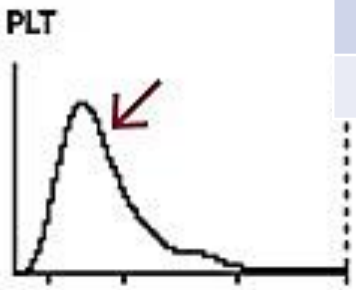
WBC parameters

E)

Parameter	Result	Unit
RBC	3.6	10^{12}/l
MCV	96.3	fl
RDW%	15.6	%
RDWa	81.4	fl
HCT	0.355	l/l
PLT	337	10^{9}/l
MPV	8.5	fl
PDW	12.1	fl
PCT	0.28	%
LPCR	16.9	%
WBC	9.1	10^{9}/l
HGB	12.0	g/dl
MCH	32.5	pg
MCHC	33.8	g/dl
LYM	1.7	10^{9}/l
GRAN	6.9	10^{9}/l
MID	0.5	10^{9}/l
LYM%	18.9	%
GRA%	75.8	%
MID%	5.3	%







WBC count	Age	Normal value	Critical value
	At the birth	9000-30000/mm3	< 2500
	One month	5000-19500/mm3	
	2 years	6000-17000/mm3	> 30000
	Children	6200-12000/mm3	
	Adults	4400-11000/mm3	

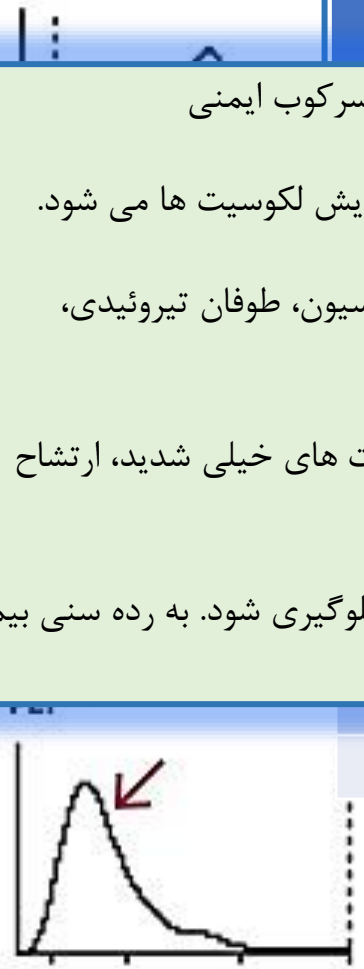
WBC count in adults: 4400-11000

	Cell size	Normal range	Absolute Count
Neutrophil (segment)	10-12µm	50-70%	3000-7000/mm3
Eosinophil	10-12 µm	1-4%	50-600/mm3
Basophil	9-10 µm	0.5-1%	25-100/mm3
Lymphocyte	7-8 µm	25-40%	1700-4000/mm3
Monocyte	14-17µm	2-8%	200-800/mm3

WBC parameters

E)

Parameter	Result	Unit
RBC	3.6	10^{12}/l
MCV	96.3	fl
RDW%	15.6	%
RDWa	81.4	fl
HCT	0.355	l/l
PLT	337	10^9/l
MPV	8.5	fl
PDW	12.1	fl
PCT	0.28	%
LPCR	16.9	%
WBC	9.1	10^9/l
HGB	12.0	g/dl
MCH	32.5	pg
MCHC	33.8	g/dl
LYM	1.7	10^9/l
GRAN	6.9	10^9/l
MID	0.5	10^9/l
LYM%	18.9	%
GRA%	75.8	%
MID%	5.3	%



Age	Normal value	Critical value
At the birth	9000-30000/mm3	< 2500 > 30000
	)-19500/mm3	
	)-17000/mm3	
	)-12000/mm3	
	)-11000/mm3	

کاربرد: بررسی مبتلایان به عفونت، نئوپلاسم، آلرژی یا سرکوب ایمنی

عوامل مداخله گر: استرس و فعالیت فیزیکی سبب افزایش لکوسیت ها می شود.

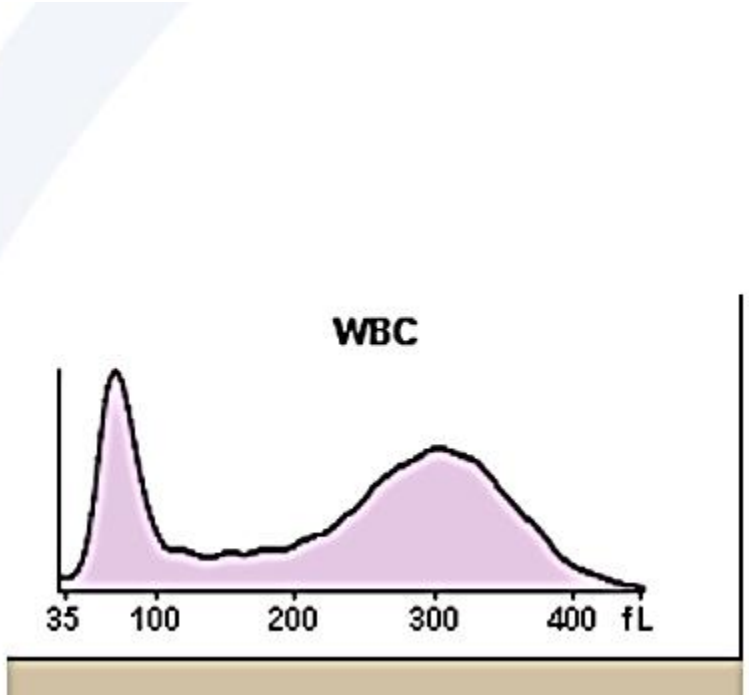
سطوح بالا: عفونت و التهاب، هموراژی، تروما، دهیدراتاسیون، طوفان تیروئیدی، بدخیمی

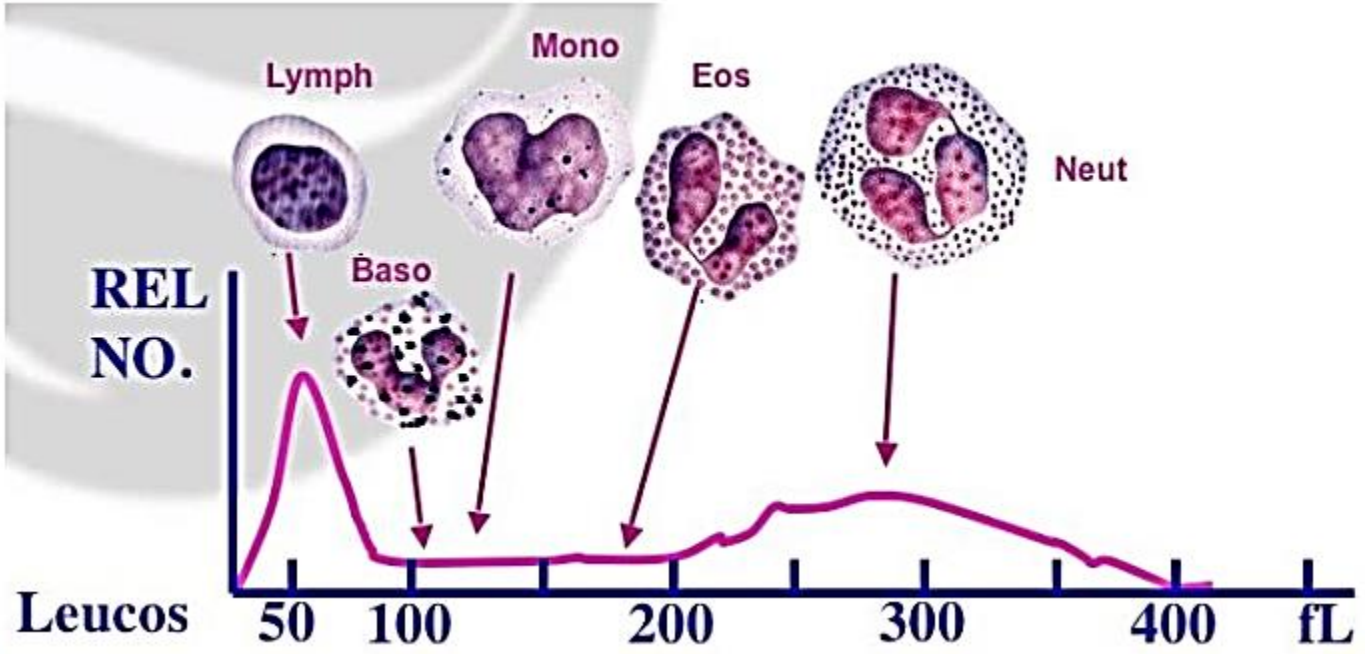
سطوح پایین: سوء تغذیه، نارسایی مغز استخوان، عفونت های خیلی شدید، ارتشاح مغزاستخوان، داروهای شیمی درمانی

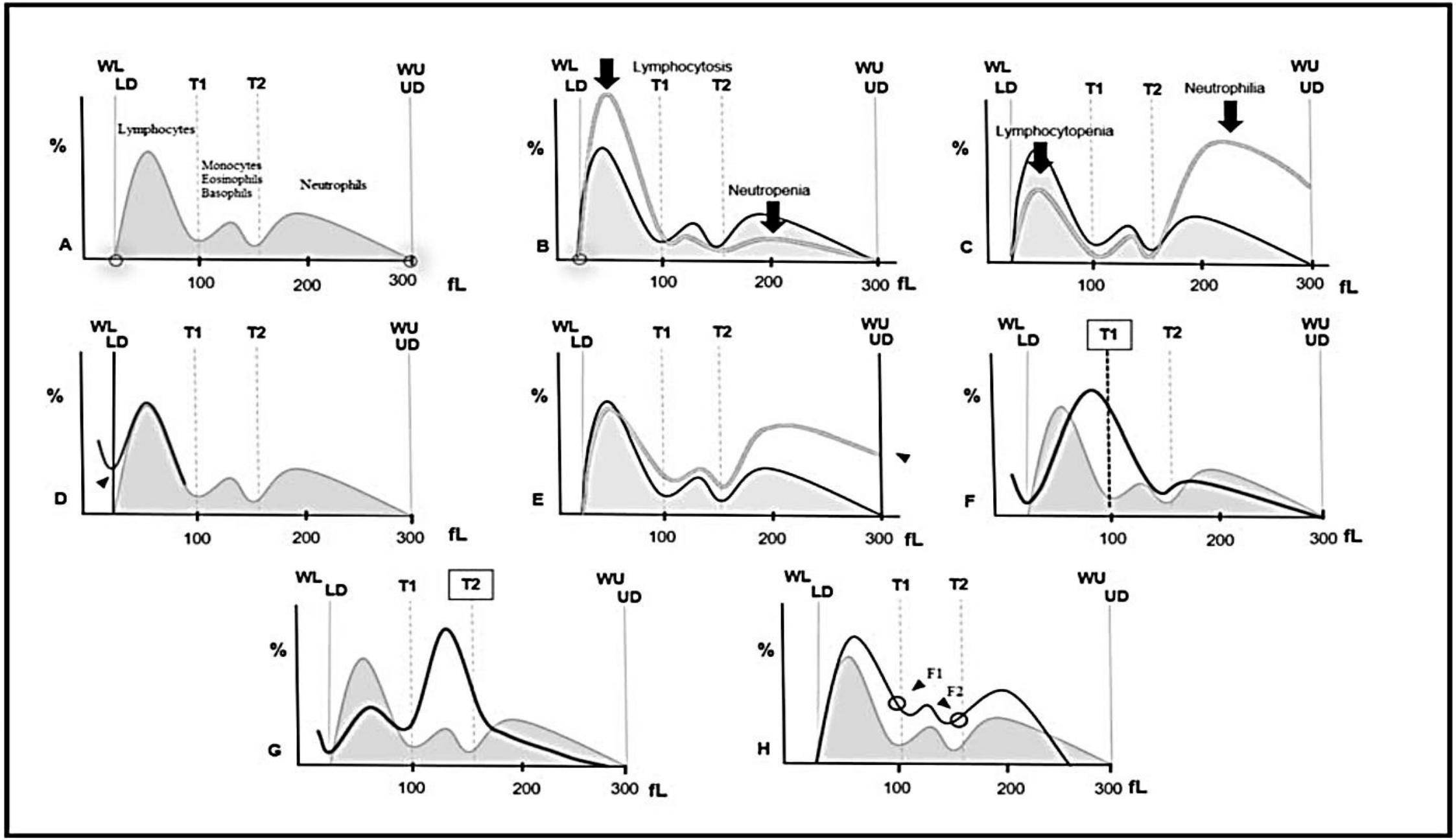
نکات بالینی: نیاز به ناشتایی نیست. از همولیز نمونه جلوگیری شود. به رده سنی بیمار توجه شود.

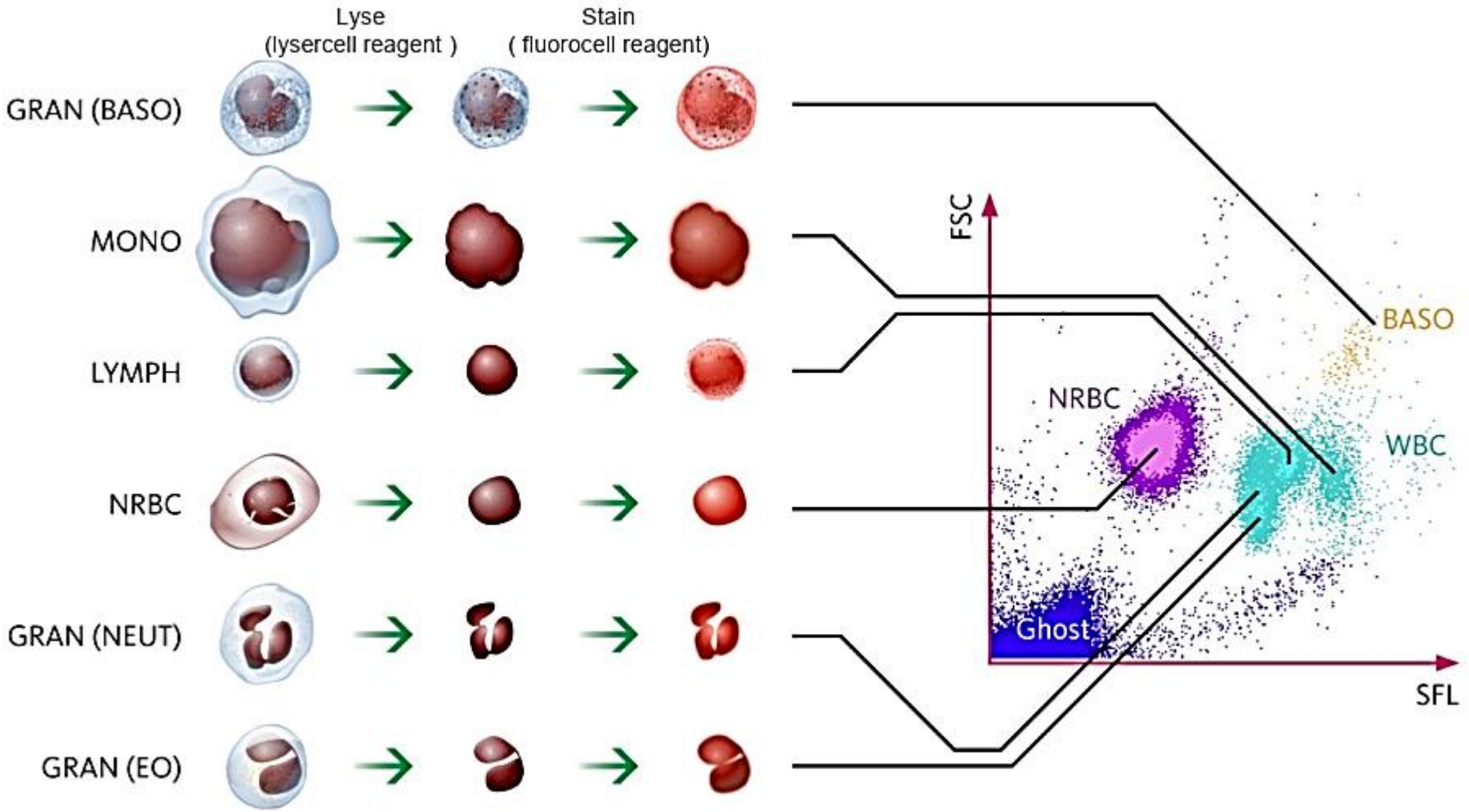
		ormal range	Absolute Count
		50-70%	3000-7000/mm3
		1-4%	50-600/mm3
		0.5-1%	25-100/mm3
Lymphocyte	7-8 µm	25-40%	1700-4000/mm3
Monocyte	14-17µm	2-8%	200-800/mm3

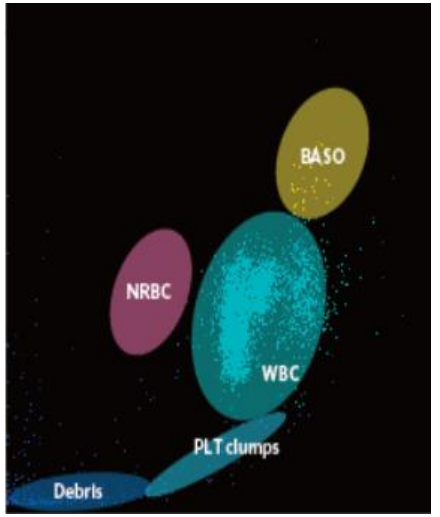
Three diff. instruments
(e.g; Sysmex XN10)



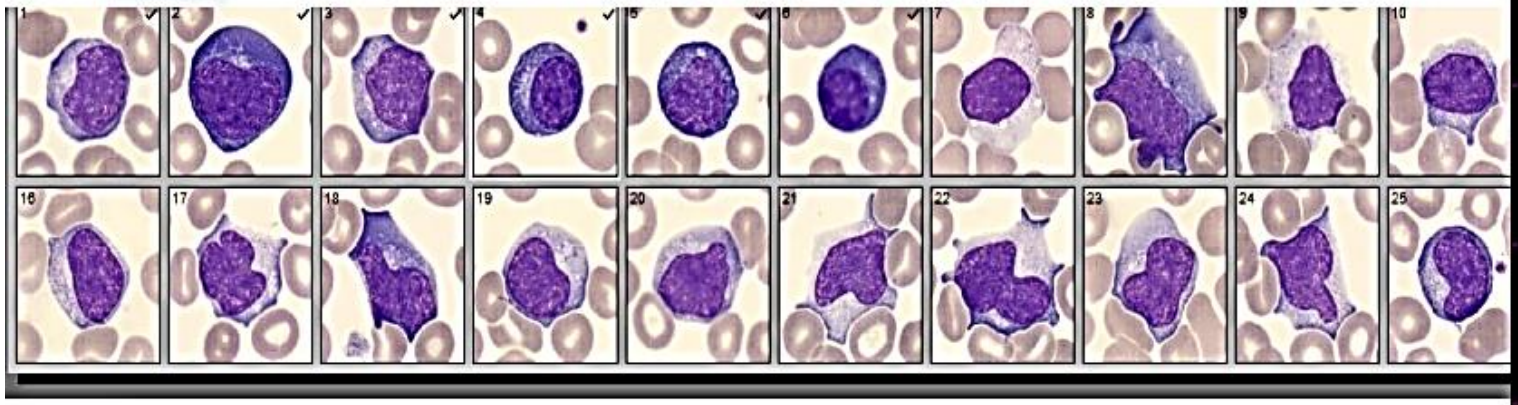


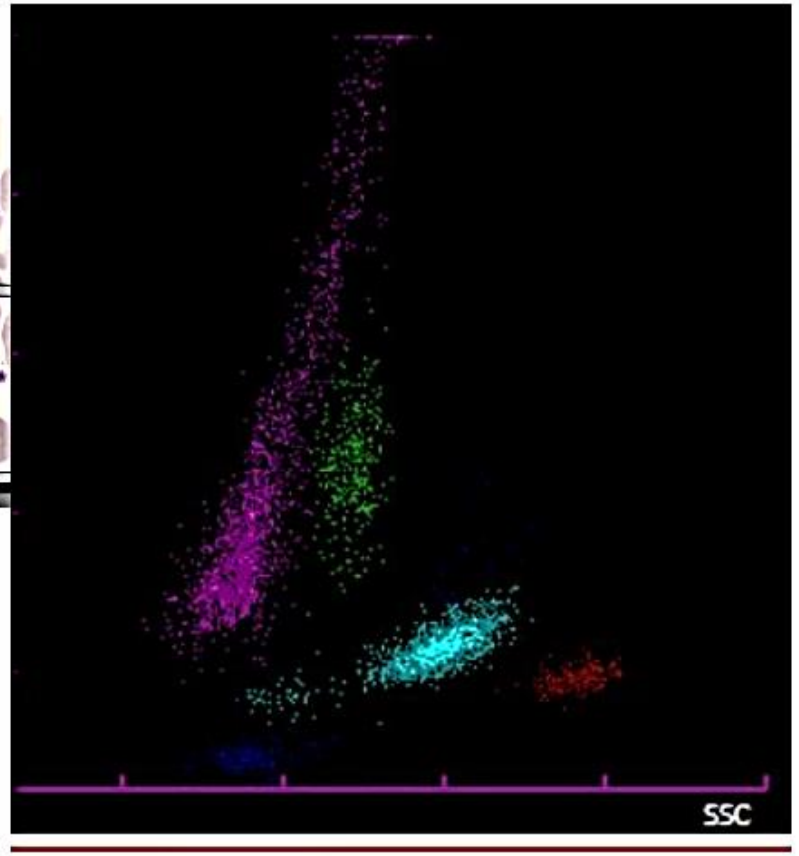

WL
LD
T1
T2
WU
UD
Lymphocytes
Monocytes
Eosinophils
Basophils
Neutrophils
%
A
100
200
300
fL
Lymphocytosis
Neutropenia
B
Lymphocytopenia
Neutrophilia
C
D
E
F
G
H
F1
F2


Lyse
(lysercell reagent)
Stain
(fluorocell reagent)
GRAN (BASO)
MONO
LYMPH
NRBC
GRAN (NEUT)
GRAN (EO)
FSC
SFL
BASO
NRBC
WBC
Ghost


BASO
NRBC
WBC
PLT clumps
Debris

Reactive lymphocytes.





CD3+ / CD8+ / CD38+ / HLA-DR+

EBV / CMV

New parameters of RBCs and reticulocytes

RBC parameter	*Significance in anemia*
RBC hemoglobin equivalent (RBC-He): Hemoglobin content of all mature RBCs	Along with RET-He helps in detecting onset of anemia and also improvement in erythropoiesis
Fragmented red cell count (FRC): Fragmented RBCs	In detection of microangiopathies, DIC, infections, sepsis, immune disorders, etc.
Red cell size factor (RSf): Cellular hemoglobin content of RBCs and reticulocytes	• Low in IDA • Can be used for IDA screening in pediatric population
Percentage hypochromic cells (%HC) or equivalent low hemoglobin density (LHD%): hypochromic RBCs (%)	• Low in IDA • Can be used for IDA screening in pediatric population • Iron restricted erythropoiesis marker
Percentage unghosted cells: Target cells in peripheral blood	Screening of thalassemia
RBC-Y: Size and contents of the RBCs	Can help distinguish between hemoglobinopathies and IDA.
Reticulocyte hemoglobin equivalent (Ret-He) or Mean Reticulocyte Hemoglobin Content (CHr): Mean content of hemoglobin within reticulocytes	• Differentiate between IDA and FID • Iron restricted erythropoiesis marker
Low fluorescence reticulocyte (LFR), Medium fluorescence reticulocyte (MFR), High fluorescence reticulocyte (HFR): Maturity stages of reticulocytes	• Differentiate between IDA and FID • Iron restricted erythropoiesis marker
Immature reticulocyte fraction (IRF): Sum of HFR and MFR	• Assesses effectiveness of erythropoiesis • Assessment of response to iron or vitamin-B12/folate supplementation in nutritional anemias • Monitoring EPO therapy response
Reticulocyte-Y (RET-Y): Size and contents of the reticulocyte	• Low in IDA and AI

New parameters of WBCs

WBC parameters	*Significance in anemia*
Immature granulocyte count (IMG): Immature myeloid cells	Systemic inflammation, sepsis, hematological disorders (MPN, AML, bone marrow infiltrative disorder).
High fluorescent lymphocytes (HFL) or Atypical lymphocytes, ALY% or Large unstained cells, %LUC	Reactive lymphocytes, lymphoma cells, blasts; Helps in sepsis monitoring.
Neutrophil granulation (NEUT-X/NEUT-Y): Granularity/nucleic acid and protein content	Raised in sepsis; Low in MDS or MDS/MPN.
Malaria factor (Mf)	More than 3.7 in the absence of a WBC peak in malaria.

Other causes of abnormal values in CBC reports

Table IV Other Causes of Abnormal Values in Complete Blood Count (CBC) Reports

Factor	*CBC report*
Nucleated RBCs (nRBCs)	High WBCs, R1 flag
Cryoglobulins	High WBCs, High platelets, High MCV
Hyperlipidemia	High MCHC, High hemoglobin
Hyperbilirubinemia	High MCHC, High hemoglobin
Cold agglutinins	Low RBCs, high MCV. high MCH, high MCHC
Schistocytes	Low RBCs, High platelets, left shift in RBC histogram, Platelet histogram not touching baseline
Fragmented WBCs	High platelets
Large platelet clumps	High WBCs, High RBCs, low platelets, R1 flag, Platelet histogram not touching baseline
Unlysed RBCs	High WBCs, high lymphocytes, R1 flag
Clotted sample	Low counts
Heparinized sample	High WBCs
Very high WBCs	High hemoglobin, High MCHC
Smudge cells	Low WBCs

Let's begin our work week thinking about our power to do awesome things.

Thank You!