

Laboratoriemedicin

Godkänt datum 2025-11-14

B-Hemoglobin (Hb), B-Erytrocyter, Erc-MCV, Erc-MCH, Erc-MCHC, B-EVF, Erc-RDW-CV, Erc-RDW-SD, B-Retikulocyter, Rtc-MCH

Bakgrund

Produktionen av erytrocyter, erytropoesen, är en av kroppens mest prioriterade uppgifter. Erytropoesen är känslig för olika bristtillstånd t. ex. brist på järn, vitaminerna B12, B6 och folsyra vilket leder till minskad koncentration av hemoglobin i blodet (B-Hb). Även inflammation vid många sjukdomar och sjukdomstillstånd leder till sänkt halt av B-Hb. Normal livslängd för erytrocyter är ca 120 dagar. Förkortad livslängd (hemolys) eller ökad elimination i mjälten ger sänkt antal erytrocyter och därmed sänkt hemoglobinhalt. Förskjutningar av vatten över kapillärmembran vid byte av kroppsställning gör att B-Hb i medeltal är 5–10 % högre hos uppegående än hos liggande individer [5].

Svar/Tolkning/Bedömning

Mätning av hemoglobinhalten i blod (B-Hb) är en av de vanligaste undersökningar inom sjukvården och används bland annat för att påvisa anemi [5]. För bedömning av röda blodkroppar används förutom hemoglobinkoncentrationen även så kallade erythrocytindis, erythrocyternas medelvolym (MCV), medelhemoglobinnehåll (MCH) och medelhemoglobinkoncentration (MCHC). För att beräkna samtliga erythrocytindis krävs förutom hemoglobinkoncentrationen i blodet räkning av antalet erythrocyter (B-Erythrocyter) och mätning av erythrocyternas volymfraktion (B-EVF), tidigare även kallat hematokrit. Erythrocyternas storleksvariation kan även beskrivas kvantitativt med red cell distribution width (RDW).

Vid utredning av anemi kan anemier delas in i makro-, normo- och mikrocytära former baserat på MCV. Bland de makrocytära anemierna återfinns de som uppkommer till följd av vitamin B12- eller folsyrabrist. Även vid leversjukdomar, ökat alkoholbruk och hemolytiska anemier ses makrocytära anemier. Normocytära anemier kan vara följden av blödningar, njurinsufficiens eller ett antal andra benigna eller maligna sjukdomar med mindre uttalad inflammatorisk aktivitet. Hemolytiska anemier av måttlig grad är i regel också normocytära. Mikrocytära anemier ses framför allt vid järnbrist men även vid thalassemi [5].

Retikulocytantalet i perifert blod är en indikator på den erytropoetiska aktiviteten i benmärgen. Utmognaden av erythrocyter i benmärgen tar 5-7 dygn och under denna tid förlorar cellen sin kärna varefter den släpps ut i cirkulationen som en retikulocyt och dessa celler innehåller förutom hemoglobin en del mitokondrier, golgiapparat, ribosomer och ribosomalt RNA. Retikulocytos vid anemi är ett tecken på att benmärgen fungerar tillfredsställande och att erythropoesen inte hämmas av brist på t. ex. järn.

Låga retikulocytvärden talar för minskad nybildning av erythrocyter och ses vid benmärgsskada och bristsyndrom [5].

Rtc-MCH är ett direkt mått på retikulocyternas hemoglobininnehåll. Analysen kan användas för att detektera järnbrist i ett tidigt stadium, men framför allt för att diagnostisera s.k. funktionell järnbrist, ett tillstånd då järnet i kroppen inte är tillgängligt trots goda depåer [6].

En absolut ökning av B-Hb och B-EVF ses vid polycytemia vera. Ökat B-Hb och B-EVF ses också vid långvarig hypoxemi som vid lunginsufficiens, vissa medfödda hjärtfel och hos storrökare.

Metodik/mätprincip

Analys sker med impedansmetod. Blod späds och cellerna transporteras i en vätskestråle mellan elektroder. När en cell passerar elektroderna förändras det elektriska motståndet, vilket ger en puls. Antalet pulser motsvarar antalet celler och pulsens storlek speglar cellens volym.

MCV beräknas genom att summera cellernas pulsstorlek och sedan dividera den totala volymen med antalet celler.

EVF beräknas genom att summera erythrocyternas pulsstorlek, omräknad till volym med en korrigeringsfaktor för "trapped plasma". Resultat på MCH och MCHC beräknas via ekvationer utifrån resultat på Hb, erythrocyter, MCV och EVF.

$$\text{MCV} = \text{EVF} / \text{ERC}$$

$$\text{MCH} = \text{Hb} / \text{ERC}$$

$$\text{MCHC} = \text{Hb} / \text{EVF}$$

En del av det spädda EDTA-blodet används för att mäta hemoglobinkoncentrationen och behandlas med SLS-reagens som lyserar erythrocyter, frigör hemoglobin och oxiderar Fe^{2+} till Fe^{3+} . Ett stabilt SLS-hemoglobin bildas, vars absorption mäts vid 555 nm.

Retikulocyter analyseras genom att blod späds och färgas med ett fluorescerande ämne. I flödescellen belyses cellerna med laser, och ljusspridning samt fluorescens mäts. Cellstorlek, hemoglobinnehåll och RNA-nivåer gör att retikulocyter kan skiljas från andra celler. Retikulocyternas hemoglobinnehåll (Ret-He) beräknas optiskt av en patenterad Sysmex-ekvation.

Flera av parametrarna kan mätas med olika metoder och vid interferens t.ex. vid förekomst av köldagglutiner, lipemi, hemolys och ikteri kan alternativa parametrar användas. Vid kraftig lipemi beräknas en intracellulär hemoglobinkoncentration och ersätter ordinarie B-Hb som blir falskt för hög.

Interferenser och felkällor

B-Hemoglobin: Falskt för högt vid mycket höga leukocyter, lipemi och abnormala proteiner.

B-Erytrocyter: Falskt för lågt vid erythrocytaggregation, mikroerytrocyter och fragmenterade erytrocyter. Falskt för högt vid mycket höga leukocyter och vid mycket höga trombocyter i samband med stora trombocyter.

B-EVF: Falskt för lågt vid erythrocytaggregation, mikroerytrocyter och fragmenterade erytrocyter. Falskt för högt vid mycket höga leukocyter, svår diabetes, uremi och sfärocytos.

Falskt för höga retikulocyter vid erythrocytaggregation, stora trombocyter, trombocytaggregat, fragmenterade leukocyter, malaria och Howell-Jollykroppar [4].

Mätområde

B-Hemoglobin: 0 - 260 g/L [7].

B-Erytrocyter: 0 - $8,60 \times 10^{12}$ /L [7].

B-EVF: 0 - 0,75 [7].

B-Retikulocyter %: 0.00 - 30.00% [7].

B-Retikulocyter #: 0 - 720×10^9 /L [7].

Detektionsgräns

B-Hemoglobin: 2 g/L [7].

B-Erytrocyter: $0,01 \times 10^{12}$ /L [7].

B-EVF: 0,01 [7].

B-Retikulocyter %: 0 [7].

B-Retikulocyter #: $<1 \times 10^9$ /L [7].

Spårbarhet till referensmetod

Som referensmetod för fastställande av kalibratorvärde används:

B-Hemoglobin – ICSH standard 1995 och specifikation för internationell hemoglobincyanidstandard (4:e upplagan), ICSH expertpanel på hemoglobinometri, J Clin Pathol 1996;49:271-274, CLSI H15-A3 Third edition, fotometri på 1:250-lösningar med lämpligt reagens (rekommenderas av van Kampen, Zijlstra).

B-Erytrocyter – ICSH expertpanel på Cytometri, Clin Lab Hematol. 1994;16:131-138. Räkningar på 1:500 spädningar utförda på SCC (Semi-automatiserad elektronisk impedans cellräknare) [9].

B-EVF – ICSH Standard, ICSH Expertpanel på cytometri, Clin Lab Hematol. 2001;7:148-170. CLSI H7-A3: Microhematokritmetod, 3:e upplagan.

Retikulocyter: Som referensmetod för fastställande av kalibratorvärde används cellräknare, flödescytometri och supravitalfärgning, Guideline- andra upplagan manuell metod CLSI H44-A2.

DokumentID 88174733

Dokumentnamn B-Hemoglobin (Hb), B-Erytrocyter, Erc-MCV, Erc-MCH, Erc-MCHC, B-EVF, Erc-RDW-CV, Erc-RDW-SD, B-Retikulocyter, Rtc-MCH

Original lagras elektroniskt. Användaren ansvarar för att gällande version används.

Mätosäkerhet

Sammanställning av mätosäkerhet för Skåne 2024, inkluderande nio laboratorier och 23 instrument. Medelvärde av CV (%) för sju loter av kontroller redovisas i tabellen.

	Nivå (cirka) ($\times 10^9/L$)	CV (%)	Antal (n)
B-Hemoglobin (Hb) (g/L)	64 116	1,4 1,6	Ca 18 000
B-Erytrocyter ($\times 10^{12}/L$)	2,6 4,3	1,4 1,3	Ca 18 000
Erc-MCV (fL)	72,2 78,9	1,3 1,2	Ca 18 000
Erc-MCH (pg)	24,2 27,1	1,5 1,7	Ca 18 000
Erc-MCHC (g/L)	336 343	2,0 2,2	Ca 18 000
B-EVF	0,19 0,34	2,0 1,8	Ca 18 000
Erc-RDW-CV*	18,4 16,6	0,7 0,7	Ca 60 Ca 60
Erc-RDW-SD*	47,3 46,9	1,5 1,5	Ca 60 Ca 60
B-Retikulocyter ($\times 10^9/L$)	150 99	4,3 4,7	Ca 10 000
Rtc-MCH (pg)	23,5 24,2	1,9 2,0	Ca 10 000

***Mätosäkerhet för Erc-RDW-CV och Erc-RDW-SD är beräknade från ett instrument i Helsingborg (XN3) under augusti 2025.**

Referenslitteratur

1. Rustad P, Simonsson P, Felding P, Pedersen M. Nordic Reference Interval Project Bio-bank and Database (NOBIDA): a source for future estimation and retrospective evaluation of reference intervals. Scand J Clin Lab Invest. 2004; 64(4):431-8.
2. Hematology: Basic Principles and Practice, 5th ed. On-line version 2008 av Hoffmann.
3. van Pelt J, Klatte S, Hwandih T, Barcaru A, Riphagen I et al. Reference intervals for Sysmex XN hematological parameters as assessed in the Dutch Lifelines cohort. Clin Chem Lab Med. 2022; 60(6):907-920.
4. Thomas C, Thomas L. Biochemical markers and hematologic indices in the diagnosis of functional iron deficiency. Clin Chem. 2002; 48(7):1066-76.
5. Theodorsson E, Berggren Söderlund M, red. Laurells Klinisk kemi i praktisk medicin, 10:e upplagan. Lund: Studentlitteratur 2018,
6. Mast A, Blinder M and Dietzen D. Reticulocyte hemoglobin content, test of the month. Am J Hematology 2008;83:307-310.
7. Automated Hematology Analyzer XN series, Bruksanvisning, för senaste version se Sysmex hemsida/IPU.