



Laboratoriemedicin

Godkänt datum 2025-11-26

Blodgasanalys på ABL 800 Flex

aB-pH (NPU12474)	vB-Oxygenkoncentration (NPU12507)
aB-pCO₂ (NPU01470)	vB-Oxihemoglobin (NPU10265)
aB-pO₂ (NPU08977)	kB-pH (NPU12490)
aB-pH (Pt temp) (NPU02413)	kB-pCO₂ (NPU12481)
aB-pCO₂ (Pt temp) (NPU12526)	kB-pO₂ (NPU12500)
aB-pO₂ (Pt temp) (NPU14104)	kB-Oxygenmättnad (NPU03011)
aB-Oxygenmättnad (NPU03011)	kB-Oxygenkoncentration (NPU12506)
aB-Oxygenkoncentration (NPU03849)	kB-Oxihemoglobin (NPU10754)
aB-Oxihemoglobin (NPU03013)	cvB-pH (NPU28824)
vB-pH (NPU03995)	cvB- pCO₂ (NPU28820)
vB-pCO₂ (NPU10029)	cvB-pO₂ (NPU28829)
vB-pO₂ (NPU12501)	cvB-Oxygenmättnad (NPU28828)
vB-pH (Pt temp) (NPU12492)	cvB-Oxygenkoncentration (NPU28832)
vB-pCO₂ (Pt temp) (NPU12529)	Ecv-Basöverskott (NPU03815)
vB-pO₂ (Pt temp) (NPU18399)	
vB-Oxygenmättnad (NPU03011)	

Bakgrund, indikation och tolkning

I blodgasanalysen ingår pO_2 , pCO_2 , pH, Oxygenmättnad (sO_2) och Laktat samt den beräknade parametern basöverskott. Analys av dessa komponenter ger en bild av kroppens grundläggande respiratoriska och metabola tillstånd samt hur olika kompensationsmekanismer aktiveras för att normalisera rubbningarna. De säger dock sällan något om grundorsaken till rubbningar. Analyserna kan därför användas inom många olika kliniska sammanhang, inklusive toxikologi. Komponenterna är ofta inbördes beroende så att förändringar exempelvis i pCO_2 leder till förändringar i pH och den metabola markören basöverskott. Övriga parametrar på blodgasinstrumentet som också kan vara betydelsefulla vid bedömning av patientens syrabasstatus är standardbikarbonat, ctO_2 , $p50$ och PaO_2/FiO_2 . Dessa parametrar finns valbara på blodgasinstrumenten.

Syrgasomsättningen kan uppdelas i fyra faser: upptag, transport, avgivning och vävnadssyresättning. Upptaget kan mätas med pO_2 , transporten med ctO_2 , sO_2 och $p50$ medan avgivning följs genom beräkning av syreavgivning (oxygen extraction ratio, OER) som är skillnaden mellan arteriellt och centralvenöst pO_2 .

Vävnadssyresättningen kan följas med laktat som stiger vid vävnadshypoxi [1, 2].

Indikation

Analys är indicerad för att klarlägga och följa patientens respiratoriska och metabola tillstånd. Blodgasen ingår i en panel av olika och varierande utredningar och analyser.

Tolkning

aB-pH: Arteriellt pH återspeglar kroppens sammantagna syrabasstatus, som främst påverkas av respiratoriska (pCO_2) och metabola (endogena eller exogena) komponenter, men säger ensamt

inget om orsaken till förskjutningen i syrabasbalansen. Acidosis med sänkt pH ses vid försämrad utandning av koldioxid (mätt med $p\text{CO}_2$) och vid anrikning av sura metaboliter (t ex vid cirkulationssvikt och diabetesacidosis) eller förekomst av exogena substanser som sänker pH (t ex alkoholmetaboliter och läkemedel) [1].

aB-pO₂: Syrgastrycket bedöms tillsammans med de övriga parametrarna för att påvisa ventilations-/perfusionsrubbning och övriga syrabasrubbningar. Analysen är också indicerad vid behandling av akuta och kroniska lungsjukdomar för att rätt styra syrgas- eller respiratorbehandling. Samtidigt sänkt $p\text{O}_2$ och förhöjt $p\text{CO}_2$ talar för hypoventilation, som kan vara primär eller en kompensation för en metabol alkalos [1].

aB-pCO₂: Koldioxid bildas vid metabolism i kroppens celler och transporteras i flera olika former via buffertsystemen i blodet till lungorna, där elimination sker. Den största delen transporteras i form av bikarbonatjon i plasma plus vätejonbunden till erythrocytens och extracellulärrummets buffertar, främst hemoglobin. Sänkta $p\text{CO}_2$ värden ses vid hyperventilation t ex vid kompensation av en metabolisk acidosis [1].

aB-Oxygenmättnad (sO₂): Utgör ett direkt mått på hur stor del av hemoglobinet syrebindande kapacitet som är utnyttjad.

Ecv-Basöverskott (cBase(ecf)): Analysen är ett mått på förändringar i samtliga buffertar i blodet. Det definieras som den mängd syra (mmol/L) som måste tillföras en liter blod för att förskjuta pH till 7,4 vid 37° C, aktuell syrgasmättnad och $p\text{CO}_2 = 5,3$ kPa. Basöverskott beräknas från pH, $p\text{CO}_2$ och ett standardiserat Hb [1].

Laktat: Se metodbeskrivning för P-/aB-/Csv-Laktat på ABL 800 Flex, [C-7490](#).

Övriga blodgasparametrar

P-Standardbikarbonat ($c\text{HCO}_3\text{-(P,st)}$): Standardbikarbonat kan användas som mått på metaboliska förändringar i blodets syrabasbalans. Parametern, som är oberoende av patientens respiratoriska status, definieras som koncentrationen av bikarbonat i plasma efter ekvibrering av helblod in vitro vid 37° C, med syrgas innehållande koldioxid med normalt partialtryck in vivo (5,3 kPa). Bikarbonat svarar för ca 2/3 av den totala buffertkapaciteten i blod. Bestämning av Totalkolsyra kan användas som alternativ om patienten saknar tecken på respiratorisk rubbning. Sänkta värden föreligger vid metabolisk acidosis och förhöjda värden vid metabol alkalos [1].

aB-Oxygenkoncentration ($ct\text{O}_2$): Totalkoncentrationen, d.v.s. summan av hemoglobinbunden syrgas samt syrgas fysikaliskt löst i blodet. Variabeln ger upplysning om blodets syrgastransport och ger en integrerad bild av blodets partialtryck av syrgas, den effektiva hemoglobinkoncentrationen och hemoglobinets syrgasaffinitet (uttryckt som $p50$). Sänkta värden kan ses vid bl.a. hypoxemi, anemi och dyshemoglobinemier samt vid högerförskjutning av hemoglobinets syrgasdissociationskurva.

B-p50 ($p50$): Analysen är beräknad på det uppmätta $p\text{O}_2$ -värdet där hemoglobinet är syrgasmättat till 50 %. Analysen avspeglar bindningen mellan O_2 och hemoglobin och därmed hur lätt O_2 dissocierar från hemoglobin och kan göras tillgängligt i vävnaden. Parametern påverkas av andra blodgasparametrar ($p\text{CO}_2$, pH), kroppstemperatur, COHb, MetHb och hemoglobinvarianter som HbF.

PaO₂/FiO₂: PaO₂ = Partialtryck av syrgas i arteriellt blod. FiO₂ = Fraktion syrgas i inandningsluften. Kvoten ger ett mått på hur stor lungfunktionsrubbningen är vid respiratorbehandling.

Analysprincip

ABL 800 Flex är en helt automatiserad och datoriserad blodgasanalysator uppbyggd av två elektrodmoduler, pH/Blodgas och Elektrolyt/Metabolit samt en Oximetr modul med spektrofotometer. Instrumentet kan även vara utrustat med en tredje elektrodmodul för mätning av kreatinin [3].

Tre olika mätprinciper används för analys av blodgasparametrarna.

Potentiometri används för mätning av pH och pCO₂. Med hjälp av jonselektiva elektroder uppmäts skillnaden i potentialen mellan provet och en referens. Potentialskillnaden blir ett mått på provets H⁺-aktivitet (Nernst ekvation). pH-förändringen omvandlas till ett pCO₂-värde med hjälp av sambandet i Hendersson-Hasselbalch ekvation [3].

Amperometri används för mätning av pO₂. I elektroden som består av en anod och en katod sker en redox-reaktion vilken ger upphov till en elektrisk ström. Strömstyrkan som uppmäts är proportionell mot mängden O₂ i provet [3].

Oxygenmättnad mäts i oximetrmodulen, se metodbeskrivning Oximetri på ABL 800 Flex, [C-10592](#).

Basöverskott och Standardbikarbonat är beräknade parametrar [3].

Referensintervall

aB-pH		7,35 – 7,45 [4]
aB-pCO ₂		4,6 – 6,0 kPa [1]
aB-pO ₂	< 50 år	10,0 – 13,0 kPa [2]
	> 50 år	8,0 – 13,0 kPa [2]
aB-Oxygenmättnad (sO ₂)		95 – 98 % [4]
aB-Oxygenkoncentration	kvinnor	7,1-8,9 mmol/L [3]
	män	8,4-9,9 mmol/L [3]

Referensintervall saknas för dessa parametrar i venöst och kapillärt blod.

Nivåer i centralvenöst blod är för pH cirka 0,04 lägre, för $p\text{CO}_2$ cirka 1 kPa högre, för $p\text{O}_2$

cirka 8 kPa lägre och för BE cirka 1 mmol/L högre [5].

Nivåer i centralvenöst blod är för $s\text{O}_2$ cirka 25 % lägre [5].

P-Standardbikarbonat	22 – 27 mmol/L [1]
Ecv-Basöverskott	-3,0 - + 3,0 mmol/L [1]
B-p50	3,2-3,8 kPa [3]
$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$	normalt > 53 kPa [6,7]
	ALI 27-40 kPa
	ARDS < 27 kPa

Referensintervall för Laktat, se metodbeskrivning för P-/aB-/Csv-Laktat på ABL 800 Flex, [C-7490](#).

Metodkaraktistika

Interferenser och felkällor

Inga substanser i normalt helblod är kända för att interferera vid mätning av pH och pCO₂. Gaserna kväveoxid och halotan som används vid narkos kan ge osäkra pO₂ värden genom att påverka pO₂-elektroden. Hyperlipidemi och behandling med fettemulsioner (Intralipid™) kan påverka pH mätningar [3].

Luftbubblor i spruta eller kapillär kan ge förhöjda pO₂- och sO₂-värden [1, 8, 9].

Förvaring i rumstemp mer än 30 min ger lägre pO₂ och högre pCO₂ pga cellmetabolismen [1, 8, 9, 10].

Otillräcklig blandning efter provtagning kan orsaka koagel och otillräcklig blandning före analys ger ett inhomogent prov och därmed felaktiga resultat [9].

Mätområde

pH	6,300 - 8,000 [3]
pCO ₂	0,67 - 33,33 kPa [3]
pO ₂	0,0 - 107 kPa [3]
Laktat	0,0 - 30 mmol/L [3]

Mätosäkerhet

Grundar sig på 3-månadersstatistik av internkontroll Autocheck 5+ från Radiometer, analyserat på ett instrument (ABL 800 Flex, KLU-BLG2) under perioden 200601-200731.

pH			pCO ₂ kPa			pO ₂ kPa		
Nivå	CV%	n	Nivå	CV%	n	Nivå	CV%	n
6,81	0,030	74	2,9	1,6	70	9,4	1,7	70
7,10	0,040	82	5,4	0,9	67	13,6	1,3	67
7,40	0,020	67	9,0	1,3	82	19,1	1,1	82
7,57	0,030	70	12,8	1,0	75	36,7	1,2	75

Mätosäkerhet för Laktat, se metodbeskrivning för P-/aB-/Csv-Laktat på ABL 800 Flex, [C-7490](#).

Spårbarhet

Spårbarheten avseende pH går till pH-skalan från International Union of Pure and Applied Chemistry via Radiometers ackrediterade referenslaboratorium (DANAK ackreditering 119) [3, 11].

pCO₂ och pO₂ är spårbara mot certifierade referensgaser (NIST SRM) [3, 11].

För fastställande av kalibratorvärde för Laktat används Lactic Acid Lithium Salt. SIGMA L-2250. [11] Certifierat referensmaterial för Laktat saknas.

Metodernas riktighet kontrolleras fortlöpande med hjälp av externa kontroller

(EQUALIS Blodgas/Elektrolyter, Sverige).

Ackreditering

Blodgasparametrarna **pO₂**, **pCO₂** och **pH** är ackrediterade.

Referenser

1. Nilsson-Ehle P, Berggren Söderlund M, Theodorsson E. Laurells Klinisk kemi i praktisk medicin. Lund. Studentlitteratur 2012, 9:e upplagan sid 82-107.
2. Lindoff B, Brauer K. Klinisk Gasanalys. Lund: KF-SIGMA, 1988. ISBN 91 - 7970-183-3.
3. Radiometer, Referensmanual ABL 800 Flex, aktuell version.
4. Tietz, Fundamentals of Clinical Chemistry, Saunders 1999, 3:e upplagan.
5. Higgins C, Central venous blood gas analysis.
www.acutecaretesting.com july 2011.
6. Vincent JL et al. The SOFA (Sepsis-related Organ Failure Assessment) score to describe organ dysfunction/failure. On behalf of the Working Group on Sepsis-Related Problems of the European Society of Intensive Care Medicine. Intensive Care Med. 1996 Jul;22(7):707-10.
7. Karbing DS et al. Variation in the PaO₂/FiO₂ ratio with FiO₂: mathematical and experimental description, and clinical relevance. Critical Care 2007 11:R118.
8. Burnett RW et al. Recommendations on Whole Blood Sampling, Transport and Storage for Simultaneous Determination of pH, Blood Gases and Electrolytes. JIFCC 1994, vol 6, no 4, 115-120.
9. Instrumenthandledning, ABL 800 Flex, aktuell version.
10. Skurup A. Storage recommendations for blood gas samples. Bulletin Radiometer, Copenhagen No 31 – 2005.
11. Kristensen HB, Traceability to the primary standards at Radiometer. Broschyr AS 117, January 2006, Radiometer.
12. Higgins C, Pneumatic tube transport of samples for blood gas analysis, Jan 2005, Radiometer.

13. Examensarbete Högskolan Kristianstad VT 2016: En undersökning av rörpostens effekt på parametrar som provtas med blodgasspruta.
14. Hållbarhetsstudier, Provförvaring venöst basöverskott, utförda i Lund 2005 och 2007.
15. Säkerhetsdatablad från Triolab.