

## Provtagningsanvisning Blodgaser

### Utförs på:

Kliniskt kemiska laboratoriet Ljungby  
Kliniskt kemiska laboratoriet Växjö



### 1 Indikation

Analys av blodgaser är indicerad vid misstanke på respiratoriska eller metabola rubbningar, samt terapiuppföljning vid sådana rubbningar. Man kan också beskriva det som att man kan använda analyserna för att titta på syresättningsprocessen respektive syra-basstatus.

Syresättningsprocessens tre delar mäts bäst med: 1. syrgasupptag:  $pO_2$ , 2. syrgastransport: oxygenmättnad (och syrgasinnehåll) samt 3. syrgasfrisättning: oxygen  $p50$ .

Blodgas och pH-analys i arteriellt blod ger den bästa informationen om syreupptagning i lungorna och oxygentransport. Venösa prover bör inte användas för bedömning av oxygenstatus, men kan däremot användas för syra-basstatus (pH,  $pCO_2$ , Basöverskott, Hb, COHb, MetHb).

**$pO_2$  och oxygenmättnad** är kliniskt värdefulla vid diagnos, bedömning och monitorering av patienter med allvarlig akut eller kronisk lungsjukdom eller vid allvarlig respirationsinsufficiens sekundära till annan sjukdom, inkl monitorering av oxygenbehandling.

Vid monitorering av akut sjuka patienter kan  $pO_2$  följas arteriellt, men även från tex central venkateter för att beräkna cardiac output. Venösa och arteriella prover tagna samtidigt kan användas för beräkning av arteriovenösa shuntar.

**Oxygen  $p50$**  kan vara värdefullt vid utredning av oklar erythrocytos (ökad erythrocytproduktion), oklar cyanos med eller utan anemi, bedömning av syrgasfrisättning i vävnaderna hos kritiskt sjuka patienter, diagnos av vävnadshypoxi pga hög syrgasaffinitet hos hemoglobinet och för att belysa orsaken till oförenliga värden på  $pO_2$  och oxygenmättnad.

**pH,  $pCO_2$ , standardbikarbonat eller basöverskott** används för att diagnosticera och följa syrabasrubbningar.  $pCO_2$  speglar den respiratoriska komponenten. Både standardbikarbonat och basöverskott speglar den metabola komponenten. Skillnaden är att standardbikarbonat enbart har med vätekarbonatbuffeten i mätningen, medan basöverskott har med alla buffertsystemen i kroppen. Syrabasstatus är indicerat vid bedömning av allvarliga akuta eller livshotande tillstånd samt hos traumapatienter.

**Anjongap( $K^+$ )** kan analyseras för få kompletterande information kring orsaken till metabol acidosis.

### 2 Patientförberedelse

Förberedelse krävs för arterialiserad kapillärprovtagning (kapillärprov, blodgas), se [Kapillärprovtagning, Blodgas](#). På små barn tas hellre kapillära prover än arteriella, eftersom de har små artärer och därmed större risk för komplikationer. Barn har liten kapillärbädd och om kärlen dilateras med värme ökar genomblödningen och blodet närmar sig arteriell sammansättning.

### 3 Provtagning och provhantering

#### Blodgaser (pO<sub>2</sub>, oxygenmättnad, pCO<sub>2</sub>, pH) oxygen p50, anjongap

**Venprov:** Li-heparinbalanserad spruta utan lufttillträde. Ev. luft avlägsnas omgående och sprutan blandas direkt därefter.

**Förvaring:** Rumstemperatur. Analyseras inom 30 min.

**Provmängd:** Minsta provmängd i heparinbalanserad spruta (Smith Medical) 300 µL i en 1 mL spruta och 800 µL i en 3 mL spruta.  
Minsta provmängd i blodgasspruta Safe Pico Aspirator med blandningskula (Radiometer) 700 µL i en 1,5 mL spruta.  
Kan även förekomma sprutor med annan minsta mängd.  
Se laboratoriemeddelande: Minsta mängd blod i blodgassprutor.

**Artärprov:** Li-heparinbalanserad spruta utan lufttillträde. Ev. luft avlägsnas omgående och sprutan blandas direkt därefter.

**Förvaring:** Rumstemperatur. Analyseras inom 30 minuter.

**Provmängd:** Minsta provmängd i heparinbalanserad spruta (Smith Medical) 300 µL i en 1 mL spruta och 800 µL i en 3 mL spruta.  
Minsta provmängd i blodgasspruta Safe Pico Aspirator med blandningskula (Radiometer) 700 µL i en 1,5 mL spruta.  
Kan även förekomma sprutor med annan minsta mängd.  
Se laboratoriemeddelande: Minsta mängd blod i blodgassprutor.

**Kapillärprov:** Li-heparinbalanserade kapillärrör, Clinitubes (100 µL).  
Provet tas i kapillärrör med järnstift utan lufttillförsel.  
För blandning av kapillärröret används särskild magnet.  
För provtagning se [Kapillärprovtagning, Blodgas](#)  
För beställning se [Beställning av provtagning](#).

**Förvaring:** Rumstemperatur. Provet ska analyseras inom 10 min. Om patienten förväntas ha höga pO<sub>2</sub>-värden ska kapillära prover analyseras inom 5 min. Kapillärrör förvaras horisontellt.

**Provmängd:** 100 µL.

#### Standardbikarbonat och basöverskott

**Venprov:** Standardbikarbonat och basöverskott kan förutom i blodgasspruta även analyseras i Li-heparinrör utan gel (grön kork).

**Förvaring:** Rumstemperatur. Provet i Li-heparinrör ska analyseras inom 4 timmar, i spruta inom 30 min.

**Provmängd:** Li-heparinröret ska vara helt fyllt med blod.  
Minsta provmängd i heparinbalanserad spruta (Smith Medical) 300 µL i en 1 mL spruta och 800 µL i en 3 mL spruta.  
Minsta provmängd i blodgasspruta Safe Pico Aspirator med blandningskula (Radiometer) 700 µL i en 1,5 mL spruta.  
Kan även förekomma sprutor med annan minsta mängd.  
Se laboratoriemeddelande: Minsta mängd blod i blodgassprutor.

Vid venös och arteriell provtagning i spruta aspireras blodet varpå luft omedelbart avlägsnas och sprutan blandas därefter noga (luft i provet och otillräcklig blandning påverkar resultaten).

På vuxna bör kapillärprovtagning undvikas pga den stora kapillärbädden.  
Röret ska fyllas helt och får ej öppnas eller korkas av innan analys.  
Blodgassprutor får inte skickas i rörpost. Säg till labpersonal när provet lämnas.  
För analyser med kort hållbarhet måste även hänsyn tas till tid för hantering och analys på laboratoriet.

**OBS!** Analyserna oxygen p50 och anjongap ingår inte i den vanliga blodgasbeställningen, utan beställs separat vid behov.

## 4 Remiss

Cambio COSMIC / REMISS KEMI

## 5 Analysfrekvens

Akut/Dagligen

## 6 Referensintervall, beslutsgräns

|   |            |              |        |
|---|------------|--------------|--------|
| P(aB)-pO <sub>2</sub> (37°C)  |            | 11,0 - 14,4  | kPa    |
| Värden sjunker successivt då > 60 år. Även lägre värden hos barn <2 d |            |              |        |
| P(kB)-pO <sub>2</sub> (37°C)  |            | saknas       |        |
| P(vB)-pO <sub>2</sub> (37°C)  |            | saknas       |        |
| Hb(aB)-Oxygenmättnad  |            | 94 - 98      | %      |
|   | ≤ 4 veckor | 40 - 90      | %      |
| Hb(kB)-Oxygenmättnad  |            | saknas       |        |
| Hb(aB)-Oxygen p50, akt  | Kvinnor    | 3,2 - 3,7    | kPa    |
|   | Män        | 3,2 - 3,8    | kPa    |
|   | 0-1 dagar  | 2,5 - 3,2    | kPa    |
| P(aB)-pH (37°C)   |            | 7,35 - 7,45  |        |
| P(kB)-pH (37°C)   |            | 7,35 - 7,45  |        |
| P(vB)-pH (37°C)   |            | 7,32 - 7,43  |        |
| Nyfödda och gamla kan ha lägre värden                                 |            |              |        |
| P(aB)-pCO <sub>2</sub> (37°C)   | Kvinnor:   | 4,3 - 6,0    | kPa    |
|   | Män:       | 4,7 - 6,4    | kPa    |
| Nyfödda och spädbarn har lägre värden                                 |            |              |        |
| P(kB)-pCO <sub>2</sub> (37°C)   |            | saknas       | kPa    |
| P(vB)-pCO <sub>2</sub> (37°C)   |            | 5,6 - 7,0    | kPa    |
| P-Standardbikarbonat  |            | 22 - 27      | mmol/L |
| Ecv-Basöverskott  |            | -3,0 - + 3,0 | mmol/L |
| Anjongap (K <sup>+</sup> )  |            | 10 - 20      | mmol/L |

## 7 Bedömning

En blodgasanalys ger information om två principiellt olika fysiologiska system/processer, nämligen syresättningsprocessen och syra-basstatus. För att kunna bedöma resultaten rätt måste

man vara medveten om att syrgastrycket, koldioxidtrycket och pH skiljer sig åt beroende på om provet är taget arteriellt, kapillärt eller venöst. Nyföddas värden skiljer sig åt från vuxna.

### Syresättningsprocessen

Syresättningsprocessens tre delar mäts bäst med: 1. syrgasupptag:  $pO_2$ , 2. syrgastransport: oxygenmättnad samt 3. syrgasfrisättning: oxygen  $p50$ .

$pO_2$  är partialtrycket för syrgas,  $O_2$  i blod. Högt värde i arteriellt blod indikerar hyperoxi, lågt värde hypoxi. Hypoxemi (minskat oxygeninnehåll i blodet) ses vid försämrad syresättning av blod i lungorna (lågt  $pO_2$ ) och vid anemi (lågt Hb). Hypoxemi kan ses vid kraftig anemi, kolmonoxidförgiftning och methemoglobinemi trots normalt  $pO_2$ . Hypoxi är ett tillstånd då oxygenleveransen till vävnaderna är otillräcklig för att upprätthålla aerob metabolism, laktat produceras vilket ger en metabol acidosis och kan leda till vävnadscelldöd. Hyperoxi ses vid överbehandling med oxygen. Akut toxisk effekt av syre ses vid  $pO_2 > 50$  kPa och om  $pO_2$  ökar till 150 kPa blir symtomen livshotande (t.ex. hyperbar behandling, dykning).

Ett lågt  $pO_2$ -värde kan bero på hypoxisk svikt, ventilationssvikt eller kardiovaskulära högervänstershuntar.

Ett högt  $pO_2$ -värde ses vid inandning av gas med hög syrgashalt eller ventilation under tryck. Den vanligaste orsaken är dock luft i blodgassprutan.

**Oxygenmättnad** är kvoten mellan koncentrationerna av oxihemoglobin och funktionellt hemoglobin (dvs minus dyshemoglobinerna) och speglar alltså användningen av den tillgängliga oxygentransportkapaciteten.  $FO_2Hb$  är fraktionen av  $O_2Hb$  av totalt Hb, dvs inkl dyshemoglobinerna. Vid höga halter dyshemoglobiner blir oxygenmättnaden opåverkad men  $FO_2Hb$  låg. Kliniskt är dock  $FO_2Hb$  mindre intressant. Oxygenmättnad lägre än 80% är livshotande hos vuxna. Sänkt oxygenmättnad indikerar försämrat oxygenupptag som bla kan orsakas av mekaniska orsaker, neuromuskulära sjukdomar, läkemedel, droger (ex morfin) och lungemboli.

**Oxygen  $p50$**  är syrgastrycket vid 50% oxygenmättnad, ett mått på syrgasfrisättning från blod till vävnaderna. Det är en beräknad parameter som ger en övergripande bild av hemoglobinetts affinitet till  $O_2$ . Används för bedömning om syrgas kan frisättas i tillräckligt stor mängd till vävnaderna. Ett annat sätt att uttrycka det på, är att oxygen  $p50$  speglar hemoglobinetts syrgas-dissociationskurva. Kurvan och oxygen  $p50$  (aktuellt, in vivo) påverkas av 2, 3-DPG, temperatur,  $pCO_2$ , pH, COHb, MetHb, HbF. Ett förhöjt värde talar för minskad hemoglobinaffinitet för syrgas, och därmed för ökad oxygenfrisättning i vävnaden, men också för ett minskat upptag av syrgas i lungorna och kommer vid acidosis, förhöjt  $pCO_2$ , förhöjd temperatur och ökad 2, 3-DPG-halt. Förhöjda värden ses alltså vid akut acidosis, hyperkapni, feber, hemoglobinopatier (med låg affinitet för oxygen), sepsis. Ett sänkt värde talar för förhöjd hemoglobinaffinitet för syrgas vilket leder till sänkt oxygenfrisättning i vävnaderna. Sänkt oxygen  $p50$  ses vid alkalos, sänkt  $pCO_2$ , sänkt temperatur eller sänkt 2, 3-DPG-halt, dvs som normalt i lungorna. Sänkta värden ses vid akut alkalos, hypokapni, hypotermi, närvaro av HbF, COHb, MetHb, hemoglobinopatier (med hög oxygenaffinitet) eller vid ärftlig brist på 2, 3-DPG.

**Syrabasrubbingar** orsakas av nedsatt lung- eller njurfunktion, ökad produktion av organiska syror eller ackumulering av toxiska syror (metanol) eller som en följd av medicinsk terapi (respirator, läkemedel).

En första bedömning av syrabasstatus görs i tre steg: Först bedöms pH-värdet, för att se om acidosis eller alkalos föreligger. Andra steget är att titta på  $pCO_2$  som ger underlag för bedömning om respirationen. Ett ökat  $pCO_2$  innebär en primär respiratorisk acidosis eller en kompenserad

metabol alkalos. Sänkt  $p\text{CO}_2$  innebär istället en primär respiratorisk alkalos eller en kompenserad metabol acidosis. I sista steget utgår man från basöverskott eller standardbikarbonat för att bedöma den metabola rubbningen. Ett sänkt basöverskott/standardbikarbonat ses vid metabol acidosis eller kompenserad respiratorisk alkalos. Ett förhöjt basöverskott/standardbikarbonat ses istället vid en metabol alkalos eller en kompenserad respiratorisk acidosis.

**Respiratorisk acidosis:** sänkt pH, ökat  $p\text{CO}_2$ . Vid primär respiratorisk acidosis är basöverskott normalt. När njurarna kompenserat acidosen får man ett ökat basöverskott. Beror på otillräcklig utvädring av koldioxid. Kan ses vid KOL, lungödem, suppression av andningscentrum i hjärnan, hjärnskada, andningsdepression, akut lungsjukdom, trauma, försvagad andningsmuskulatur mm.

**Respiratorisk alkalos:** ökat pH, minskat  $p\text{CO}_2$ . Vid primär metabol alkalos är basöverskottet normalt. När njurarna kompenserat alkalosen sjunker basöverskottet. Detta är dock ovanligt. Kan ses vid hyperventilation som vid oro och smärtsam provtagning. Även vid viljestyrd hyperventilation. Allvarligare tillstånd är höghöjdsjuka eller överdriven assisterad ventilation.

**Metabol acidosis:** sänkt pH, sänkt basöverskott, sänkt standardbikarbonat. Vid primär metabol acidosis är  $p\text{CO}_2$  normalt. När lungorna kompenserat acidosen genom ökad koldioxidutvädring, sjunker  $p\text{CO}_2$ . Kan orsakas av förlust av bas (kraftig diarré), nedsatt njurfunktion och ökad produktion av icke flyktiga syror (ex.vis laktat vid laktacidosis, ketoner vid ketoacidosis, salicylat, oxalat vid etylenglykolförgiftning och myrsyra vid metanol-förgiftning).

**Metabol alkalos:** ökat pH, ökat basöverskott. Vid primär metabol alkalos är  $p\text{CO}_2$  normalt. När lungorna kompenserar alkalosen ökar  $p\text{CO}_2$ . Kan ses vid kraftiga kräkningar (förlust av saltsyra), stomier och vid överbehandling med diuretika.

**pH** indikerar om provet är surt eller basiskt.

**$p\text{CO}_2$**  är partialtrycket av koldioxid,  $\text{CO}_2$  i blod.  $\text{CO}_2$  är en sur gas. Högt värde i arteriellt blod indikerar hyperkapni och lågt värde hypokapni.  $p\text{CO}_2$  visar huvudsakligen lungornas förmåga att vädra ut koldioxid och därmed respiratoriskt kompensera för koldioxidproduktionen i cellerna.

**Standardbikarbonat** är koncentrationen av bikarbonat i plasma från blod som är ekvibrerat med en gasblandning med  $p\text{CO}_2 = 5,33$  kPa och  $p\text{O}_2 \geq 13,33$  kPa vid  $37^\circ\text{C}$ . Standardbikarbonat används för att bedöma den metabola komponenten i syrabasstatus. Sänkta värden orsakas av metabol acidosis alternativt kompenserad respiratorisk alkalos och ses vid metabol konsumtion av bikarbonat vid höga halter av mjölksyra, ketosyror; förlust av bikarbonat från kroppen; oförmåga att regenerera bikarbonat i njurarna. Vid normal fysiologisk kompensation av respiratorisk alkalos ses också en bikarbonatsänkning. Förhöjda värden ses vid stor förlust av  $\text{H}^+$  och/eller kloridjoner eller vid intag av för stora mängder bikarbonat (läkemedel). Vid normal fysiologisk kompensation av respiratorisk acidosis ses också en bikarbonathöjning. Standardbikarbonat är en robust parameter.

**Basöverskott** används för bedömning av den metabola komponenten i syrabasstatus och indikerar hur stor den metabola alkalosen/acidosen är respektive identifierar om ett primärt respiratoriskt tillstånd är metabolt kompenserat. Ett negativt värde utanför referensintervallet

(överskott av syra) talar för en metabol acidosis eller kompenserad respiratorisk alkalos, medan ett förhöjt värde (brist på syra) talar för metabol alkalos eller kompenserad respiratorisk acidosis. Basöverskott är normalt vid okompenserad respiratorisk alkalos/acidosis. Ska alltid bedömas tillsammans med pH och  $p\text{CO}_2$ . Oftast är överensstämmelsen mellan Ecv-Basöverskott och standardbikarbonat god. Sänkt värde (abnormt negativt) på basöverskott ses vid samma tillstånd som vid sänkta bikarbonatvärden. Förhöjda värden på basöverskott ses vid samma tillstånd som förhöjda bikarbonatvärden. Basöverskott, standardiserat, dvs Ecv-Basöverskott beräknar hur mycket syra eller bas som behövs för att återställa pH i plasma in vivo under standardbetingelser (pH 7,40,  $p\text{CO}_2$  5,3 kPa, 37 °C, Hb 50 g/L). Förutom blodet, så tas även extracellulärutrymmet med i beräkningen genom att Hb beräknas utspädd i både blod och extracellulärvätska (50g/L) och värdet blir då mer rättvisande för in vivo-förhållande. Basöverskott påverkas därför även av hyperklorem acidosis som kan ses efter administration av isoton saltlösning, vid njurinsufficiens, diabetisk ketoacidosis och förlängd koldioxidretention. I dessa situationer kan anjongap vara till hjälp.

**Anjongap ( $\text{K}^+$ ).** Flera formler finns för beräkning av anjongap, i vår formel är kaliumjonerna medräknade, vilket ger ett högre värde än då kalium inte är med. Anjongapet är skillnaden mellan omätta anjoner och omätta katjoner. I och med att kalium räknas med, så finns risken att anjongapet blir falskt för litet vid hemolys i provet. Ökat anjongapvärde talar för bikarbonatförlust utan samtidig ökning av klorid. Anjongap ökar kraftigt vid laktacidosis, ketoacidosis och vid akuta organiska acidurier. Vid rubbningar i klorid- och vätekarbonatbalansen ses en mindre uttalad ökning på grund av omfördelning av jonerna mellan det intra- och det extracellulära vätskerummet. Andra orsaker till ökat anjongap är uremi, förgiftning med tex acetylsalicylsyra, metanol (ger myrsyra), etylenglykol och toluen eller ökat plasmaalbumin och IgA-myelom. Ett minskat anjongap är ovanligt men ses vid kraftigt tillskott av katjoner vid exempelvis akut litiumförgiftning, IgG-myelom eller vid förlust av anjoner, till exempel stora albuminförluster.

## 7.1 Felkällor och variation

Luftbubblor påverkar  $p\text{O}_2$ ,  $p\text{CO}_2$ , oxygenmättnad och pH. Koagel i provet påverkar pH.

Sedimenterade prover påverkar  $p\text{O}_2$  och  $p\text{CO}_2$ .

Felaktig provtagningsteknik som resulterar i blandat artär- och venöst blod, ger felaktiga värden på pH,  $p\text{O}_2$ ,  $p\text{CO}_2$  och  $s\text{O}_2$ .

Fördröjd analys påverkar parametrarna så att pH och  $p\text{O}_2$  sjunker medan  $p\text{CO}_2$  ökar.

Farmaka som Halotan (narkosmedel) kan ge otillförlitliga blodgas- och pH-resultat.

Högre koncentrationer av Intralipid påverkar pH-resultatet.

pH och blodgaser påverkas när patientens tillstånd är instabilt och vid oro, ta provet minst 20 min efter ventilationssjustering och försök få patienten lugn.

Oxygenmättnaden ökar om HbF finns i provet (om HbF-korrekturen ej är aktiverad i instrumentet) och blir falskt låg om metylenblått, HiCN eller högre halter av vitamin B12 finns i blodet.

Koncentrationen ( $p\text{O}_2$ ,  $p\text{CO}_2$ ) påverkas också om katetern inte spolats ordentligt innan provtagning, om prov tas i dropparm eller via artärkateter med kvarstående spilllösning.

Vid rörposttransport påverkas  $p\text{O}_2$  tydligt även av små luftbubblor.

Kapillära prover är svåra att ta på ett korrekt sätt och har många preanalytiska felkällor.

Kapillärprovtagning för blodgaser bör endast användas på barn.

## 8 Kommentarer

Analyssvar på blodgasanalyser (pO<sub>2</sub>, pCO<sub>2</sub>, pH, oxygenmättnad, basöverskott, standardbikarbonat, oxygen p50) kan ej lämnas ut om luft finns i spruta eller kapillärrör.

## 9 Kod

|                               |                            |
|-------------------------------|----------------------------|
| P(aB)-pO <sub>2</sub> (37°C)  | NPU08977                   |
| P(kB)-pO <sub>2</sub> (37°C)  | NPU12500                   |
| P(vB)-pO <sub>2</sub> (37°C)  | NPU12501 (ej ackrediterad) |
| Hb(aB)-Oxygenmättnad          | SWE05397                   |
| Hb(kB)-Oxygenmättnad          | SWE05399                   |
| Hb(aB)-Oxygen p50, akt        | FLX00248 (ej ackrediterad) |
| P(aB)-pH (37°C)               | NPU12474                   |
| P(kB)-pH (37°C)               | NPU12490                   |
| P(vB)-pH (37°C)               | NPU03995                   |
| P(aB)-pCO <sub>2</sub> (37°C) | NPU01470                   |
| P(kB)-pCO <sub>2</sub> (37°C) | NPU12481                   |
| P(vB)-pCO <sub>2</sub> (37°C) | NPU10029 (ej ackrediterad) |
| P-Standardbikarbonat          | NPU02410                   |
| Ecv-Basöverskott              | NPU03815                   |