

## تفسیر گازهای خونی (Arterial Blood Gas ABG)

ABG یکی از تست های تشخیصی جهت بررسی تعادل اسید و باز، اکسیژناسیون خون شریانی، تبادل گازی و تهویه آلوئولی می باشد. در ABG معمولا پارامتر های زیر بررسی می شود.

**PH:** بیانگر قدرت و غلظت یون هیدروژن است. هر چه غلظت یون  $H^+$  زیاد شود، میزان اسیدیته خون بیشتر شده و PH کمتر می شود. هنگامی که غلظت یون  $H^+$  کمتر شود، خون بازی شده و PH بالا می رود. از روی PH اختلالات اسید و باز (اسیدوز و آلکالوز) تشخیص داده می شود. مقدار طبیعی خون  $7/35-7/45$  شریانی می باشد. اسیدوز حالتی است که PH خون شریانی کمتر از  $7/35$  و آلکالوز حالتی است که PH خون شریانی بیشتر از  $7/45$  باشد.

**PaO<sub>2</sub>:** فشار سهمی اکسیژن شریانی است و نشانگر درجه اکسیژناسیون خون شریانی می باشد. میزان طبیعی آن برابر  $80-100$  mmHg است. اگر از  $80$  mmHg کمتر شود فرد مبتلا به هیپوکسی خفیف، اگر از  $60$  mmHg کمتر شود، فرد مبتلا به هیپوکسی متوسط، و اگر از  $40$  mmHg کمتر شود فرد مبتلا به هیپوکسی شدید است.

باید توجه داشت که در افراد بالای  $60$  سال، میزان PaO<sub>2</sub> طبیعی کمتر از  $80$  mmHg می باشد. در این افراد به ازاء هر سال سن بالای  $60$  سال،  $1$  mmHg از  $80$  mmHg کم شده و به این ترتیب میزان طبیعی PaO<sub>2</sub> در افراد بالای  $60$  سال بدست می آید. مثلا در یک فرد  $80$  ساله PaO<sub>2</sub> طبیعی مورد انتظار، حدود  $60$  mmHg می باشد.

**PaCO<sub>2</sub>:** فشار سهمی CO<sub>2</sub> خون شریانی است که معیاری جهت بررسی کفایت تهویه آلوئولی می باشد. میزان نرمال PaCO<sub>2</sub> برابر  $35-45$  mmHg است. اگر از  $35$  mmHg کمتر شود فرد مبتلا به آلکالوز تنفسی می شود و اگر از  $45$  mmHg بیشتر شود فرد مبتلا به اسیدوز تنفسی می گردد. عواملی مانند هیجان، درد و اضطراب باعث افزایش تنفس و هیپرونتیلیسیون شده، و سبب دفع مقادیر زیادی CO<sub>2</sub> از بدن و ایجاد آلکالوز تنفسی می شوند. مصرف داروهای مخدر و آرام بخش یا داروهای بیهوشی باعث کاهش تنفس یا هیپوونتیلیسیون می شود که خود منجر به احتباس CO<sub>2</sub> در بدن و ایجاد اسیدوز تنفسی می شود.

**O<sub>2</sub>Sat:** درصد اشباع هموگلوبین با اکسیژن را نشان می دهد. حد طبیعی در حدود  $96-99$  درصد است. O<sub>2</sub>Sat در ارتباط مستقیم با PaCO<sub>2</sub> است. اگر PaCO<sub>2</sub> کمتر از  $50$  mmHg شود O<sub>2</sub>Sat با سرعت خیلی زیاد کاهش میابد.

**HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>:** بیانگر میزان یون بیکربنات در خون است. میزان طبیعی برابر با  $22-26$  meq/Lit می باشد. افزایش HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> بیانگر آلکالوز متابولیک و کاهش آن بیانگر اسیدوز متابولیک است.

**BE (Base Excess)**: افزایش یا کاهش سطح بافری است. **BE** روش دیگری برای توصیف وضعیت متابولیک بجای  $\text{HCO}_3^-$  بوده که دقیق تر از  $\text{HCO}_3^-$  برای بررسی وضعیت متابولیک می باشد. میزان نرمال آن  $-2$  تا  $+2 \text{ meq/Lit}$  می باشد. اگر از  $+2$  بالاتر باشد نشانه آلكالوز متابولیک، و اگر از  $-2$  پایین تر باشد، نشانه اسیدوز متابولیک است.

**Total BB (Total Buffer Base)**: مجموع غلظت های همه آنیون های بافری ( $\text{HCO}_3^-$ ، فسفات، پروتئین و هموگلوبین) در خون می باشد. در موارد آلكالوز متابولیک میزان آن افزایش یافته و در اسیدوز متابولیک میزان آن کاهش می یابد. میزان نرمال آن  $40-44 \text{ mmol/Lit}$  است. رابطه ساده ای بین **Total BB** و **BE** وجود دارد، بدین صورت که با جمع کردن میزان **BE** با عدد  $42$ ، به میزان **Total BB** می رسیم.

$$\text{Total BB} = \text{BE} + 42$$

**O<sub>2</sub> Cont**: ظرفیت حمل  $\text{O}_2$  بوسیله  $100$  سی سی خون می باشد. مقدار نرمال آن  $21-15 \text{ ml}$  است.

تفسیر **ABG**:

چهار گام جهت تفسیر **ABG** باید طی شود که به ترتیب زیر است:

مرحله اول: بررسی وضعیت هیپوکسمی: چون هیپوکسمی بسیار خطرناک است باید در مرحله اول بررسی شود. بهترین پارامتر جهت بررسی وضعیت هیپوکسمی  $\text{PaO}_2$  می باشد.

مرحله دوم: بررسی وضعیت تهویه آلوئولی: بهترین وضعیت جهت بررسی وضعیت تهویه آلوئولی  $\text{PaCO}_2$  می باشد. کاهش تهویه آلوئولی و یا نارسایی تهویه، زمانی مشخص می شود که  $\text{PaCO}_2$  بیش از  $50 \text{ mmHg}$  باشد. افزایش تهویه آلوئولی همراه با  $\text{PaCO}_2$  کمتر از  $30 \text{ mmHg}$  در نتیجه تنفس بیش از حد است.

مرحله سوم: بررسی تعادل اسید و باز: ارزشیابی این مرحله در ارتباط با **PH** و یا تعادل اسید و باز است. در تفسیر اختلالات اسید و باز معمولاً چهار اختلال خواهیم داشت که شامل: اسیدوز تنفسی، آلكالوز تنفسی، اسیدوز متابولیک و آلكالوز متابولیک است. در تفسیر **ABG** برای تشخیص اختلالات فوق توجه به نکات کلیدی زیر ضروری است.

۱- برای تشخیص نوع اختلال اسید و باز به وسیله **ABG**، معمولاً سه پارامتر **PH**،  $\text{PaCO}_2$ ،  $\text{HCO}_3^-$  کافی است.

۲- در اسیدوز **PH** از  $7/35$  پایین تر و در آلكالوز از  $7/45$  بالاتر می رود.

۳- در اختلالات با منشا تنفسی (اسیدوز و آلكالوز) تغییرات در میزان  $\text{PaCO}_2$  داریم. در اختلالات متابولیک تغییرات در میزان  $\text{HCO}_3^-$  داریم.

- ۴- در فاز حاد اسیدوز و آلکالوز ، تغییر در PH و یکی از پارامترها (PH,  $\text{HCO}_3^-$  و  $\text{PaCO}_2$ ) را بر حسب نوع اختلال داریم و دیگری نرمال است. مثلا در اسیدوز تنفسی حاد ، کاهش PH ، افزایش  $\text{PaCO}_2$  ، و  $\text{HCO}_3^-$  نرمال و در آلکالوز تنفسی حاد، افزایش PH ، کاهش  $\text{PaCO}_2$  ، و  $\text{HCO}_3^-$  نرمال داریم. در اسیدوز متابولیک حاد ، کاهش PH ، کاهش  $\text{PaCO}_2$ ،  $\text{HCO}_3^-$  نرمال و در آلکالوز متابولیک حاد، افزایش PH ، افزایش  $\text{HCO}_3^-$ ، و  $\text{PaCO}_2$  نرمال داریم.
- ۵- در فاز جبرانی نسبی اسیدوز و آلکالوز ، تغییر در هر سه پارامتر (PH,  $\text{HCO}_3^-$  و  $\text{PaCO}_2$ ) دیده می شود که در جهت اصلاح اختلال اولیه ( فاز حاد ) می باشد. در این مرحله PH هنوز به حد طبیعی برگشته است.
- ۶- در فاز جبرانی کامل اسیدوز و آلکالوز ، اختلال اولیه ( فاز حاد ) اصلاح شده است، لذا تغییرات اصلاحی در  $\text{PaCO}_2$  یا  $\text{HCO}_3^-$  همراه با برگشت PH به محدوده نرمال دیده می شود.

این تغییرات در جدول زیر به طور کامل نشان داده شده است.

نوع اختلال پارامتر	اسیدوز تنفسی			اسیدوز متابولیک		
	فاز حاد	فاز جبران نسبی	فاز جبران کامل	فاز حاد	فاز جبران نسبی	فاز جبران کامل
PH	کاهش	کاهش	نرمال	کاهش	کاهش	نرمال
$\text{PaCO}_2$	افزایش	افزایش	افزایش	نرمال	کاهش	کاهش
$\text{HCO}_3^-$	نرمال	افزایش	افزایش	کاهش	کاهش	کاهش

نوع اختلال پارامتر	الکالوز تنفسی			الکالوز متابولیک		
	فاز حاد	فاز جبران نسبی	فاز جبران کامل	فاز حاد	فاز جبران نسبی	فاز جبران کامل
PH	افزایش	افزایش	نرمال	افزایش	افزایش	نرمال
$\text{PaCO}_2$	کاهش	کاهش	کاهش	نرمال	افزایش	افزایش
$\text{HCO}_3^-$	نرمال	کاهش	کاهش	افزایش	افزایش	افزایش

مرحله چهارم : بررسی وضعیت اکسیژن رسانی به بافت ها : بوسیله  $\text{PaO}_2$ ،  $\text{O}_2\text{Sat}$  و  $\text{O}_2\text{Cont}$  بررسی می شود.

قوانین طلایی جهت تفسیر ABG : جهت افتراق بین یک اختلال ساده از مرکب ، Sladen قوانین طلایی زیر را ارائه داده است. قانون طلایی اول : در صورت وجود یک اختلال ساده اسیدوز تنفسی ، تغییر در PaCO<sub>2</sub> به میزان 10 mmHg سبب تغییر در PH به میزان 0.08 می شود. برای استفاده از این قانون ابتدا اختلاف بین میزان PH بیمار با حد نرمال یعنی (7/4) را محاسبه می کنیم. با استفاده از فرمول بالا، PH مورد انتظار را محاسبه کرده و با PH ثبت شده در برگه آزمایش مقایسه می کنیم . اگر این دو مقدار مساوی بود تنها یک اختلال ساده تنفسی داریم و اگر یکسان نبود یک اختلال متابولیک نیز (اختلال از نوع MIX) وجود دارد.

مثال : بیمار به وزن 60 کیلو گرم دارای PaCO<sub>2</sub> = 50 mmHg و PH=7/26 است. با توجه به اینکه بیمار با حد نرمال PaCO<sub>2</sub> (40mmHg) 10 mmHg اختلاف دارد، حد مورد انتظار تغییر در PH ( از PH متوسط که برابر است با 7/4) حدود 0.08 می باشد، لذا PH مورد انتظار 7/32 است. با توجه به اینکه در این نمونه PH بیمار حدود 0.06 با PH مورد انتظار اختلاف دارد، اختلال متابولیک علاوه بر اختلال تنفسی وجود دارد که جهت تشخیص آن باید به میزان توجه کرد. قانون طلایی دو : در صورت وجود اسیدوز متابولیک ، کمبود باز ( BD ) را می توان بوسیله قانون طلایی دو محاسبه کرد. برای محاسبه کمبود باز ( BD ) باید توجه داشت که تغییر در PH به میزان 0.15 منجر به تغییر در میزان باز به مقدار mEq/Lit 10 خواهد شد.

بدین ترتیب می توان با استفاده از تناسب میزان کمبود باز در بیمار مثال قبل را تعیین نمود.

10	0.15	
X	0.06	X = 4 mEq/Lit

قانون طلایی سوم : در صورت وجود کمبود باز، دوز بیکربنات مورد نیاز از طریق فرمول زیر محاسبه می گردد:

$$\text{وزن بدن (kg)} \times \text{کمبود باز (BD)} = \text{دوز بیکربنات مورد نیاز}$$

۴

با توجه به اینکه وزن بیمار مثال قبل 60 کیلو گرم بود ، دوز بیکربنات مورد نیاز برای این بیمار به شرح زیر می باشد:

$$\frac{4 \times 60}{4} = 60 \text{ mEq}$$

نصف دوز محاسبه شده بیکربنات ابتدا داده می شود و نصف دوز 20 دقیقه بعد.

نکته : ممکن است بر اساس شرایط بیمار و یا سایر شرایط میزان دوز مورد نیاز تغییر کند و میزان نهایی دوز تزریقی بر اساس دستور پزشک می باشد.

اختلالات مرکب اسیدو باز (MIX):

ممکن است یک فرد هم زمان دچار دو اختلال اسید - باز باشد.

اسیدوز تنفسی (COPD) + الکالوز متابولیک (استفراغ)

اسیدوز تنفسی (ایست قلبی) + اسیدوز متابولیک (اسهال)

اسیدوز متابولیک (CRF) + الکالوز متابولیک (استفراغ)

اگر  $\text{Pa CO}_2$  با  $\text{Hco}_3^-$  در جهت مخالف باشند، بیمار دچار عدم تعادل مرکب است.

نوع اختلال پارامتر	الکالوز تنفسی - الکالوز متابولیک	اسیدوز تنفسی - اسیدوز متابولیک
PH	افزایش	کاهش
$\text{PaCO}_2$	کاهش	افزایش
$\text{HCO}_3^-$	افزایش	کاهش

مثال:

- pH= 7.30
- Pa CO<sub>2</sub> =52mm Hg
- Hco<sub>3</sub><sup>-</sup> =18 meq/lit

اسیدوز تنفسی اسیدوز متابولیک

مثال:

- pH= 7.48
- Pa CO<sub>2</sub> =33mm Hg

—  $\text{Hco}^{-3} = 18 \text{ meq/lit}$

الکالوز تنفسی همراه با اسیدوز متابولیک جبران ناقص

نکته : در بعضی از شرایط به دلیل اقداماتی درمانی یا تشخیصی ممکن است بیمار دچار اختلالات اسید و باز شود به طور مثال ساکشن مداوم معده و یا استفراغ های طولانی مدت به دلیل دفع اسید معده می تواند منجر به بروز آلکالوز گردد. همچنین خروج مداوم ترشحات روده از ایلتوستومی و یا اسهال طولانی مدت می تواند باعث بروز اسیدوز گردد .

تست آلن:

این تست برای اطمینان از باز بودن شریان اولنار در مواردی که سوراخ نمودن شریان رادیال ( برای گرفتن نمونه ABG) ضروری است، کاربرد دارد. بیمار باید در حالت استراحت بوده، دستان خود را بگونه ای که کف دست به سمت بالا باشد روی ران ها بگذارد.

از بیمار بخواهید مشت خود را محکم گره کند. سپس هر دو شریان اولنار و رادیال را با شست و انگشتان محکم فشار دهید. در مرحله بعدی از بیمار بخواهید دست خود را به آرامی باز نماید و به حالت شل و تا حدی خم نگاه دارد. کف دست کمرنگ (PALE) می باشد.

فشار را از روی شریان اولنار بردارید. اگر شریان اولنار باز باشد، کف دست ظرف مدت ۵-۳ ثانیه قرمز می شود. باز بودن شریان رادیال را می توان با برداشتن فشار از روی شریان رادیال در حالی که همچنان روی شریان اولنار فشار وارد می کنیم آزمایش نمود.