مدیریت امور آزمایشگاه‌های معاونت درمان دانشگاه علوم پزشکی اردبیل

نشریه علمی آزمایشگاه- نوبت هشتم (فروردین1402)

اندازه گیری گاز خون شریانی (ABG)

این تست از بسیاری جهات حائز اهمیت می باشد:

1- برای بیمارانی درخواست می‌شود که در وضعیت تهدید کننده حیات قرار دارند و نیاز به اقدام فوری پزشکی می باشند مثل مسمومیت دارویی، اختلالات تنفسی و ...
2- نمونه گیری خون شریانی یک روش تهاجمی است که با خطراتی مانند کبودی، خونریزی، عفونت و ترومبوز شریانی همراه است.
3- پارامترهای خون شریانی پایداری بسیار محدودی دارند. حتی تفاوت های کوچک در سنجش های متوالی می تواند از نظر بالینی معنی دار باشد.

بنابراین باید به موارد مهم زیر در این زمینه توجه شود.

وضعیت بیمار:

نمونه گیری خون باید در وضعیت استراحت و حالت پایدار بیمار انجام شود. علاوه بر این، زمان دقیق جمع آوری خون باید همیشه ثبت و گزارش گردد. عوامل تعیین کننده وضعیت بیمار (در زمان جمع آوری خون) شامل موارد زیر است: وضعیت استراحت، ورزش، گریه (کودکان)، اضطراب/ وضعیت تنفس (تنفس خود به خود یا کمکی، تهویه مکانیکی)، تعداد تنفس (هیپرونتیلاسیون، هیپوونتیلاسیون)، دمای بدن.

اگر وضعیت بیمار در حال تغییر است، باید اجازه داد تا شرایط بیمار تثبیت شود. برای مثال، گریه منجر به کاهش سریع اشباع اکسیژن می شود. حتی یک پیاده روی کوتاه یا ورزش سبک ممکن است منجر به کاهش قابل توجه اشباع اکسیژن در بیمارانی شود که از انسداد مزمن بیماری ریوی رنج می برند. هیپوونتیلاسیون و افزایش دمای بدن با افزایش کلسیم یونیزه و pCO_2 و کاهش pH همراه است.

نوع نمونه:

به طور طبیعی میزان اکسیژن در خون شریانی بیشتر از خون وریدی است. ترکیب خون شریانی در سراسر بدن ثابت بوده اما محتویات خون وریدی با توجه به زمان نمونه گیری، وضعیت گردش خون موضعی، فعالیت متابولیکی عضوی که از آن نمونه گیری شده، متفاوت می باشد. بنابراین تفاوت عمده خون شریانی و وریدی در میزان اکسیژن می باشد اما در سایر پارامترها مثل PO_2 و pH نیز ممکن است متفاوت باشند. اگرچه خون وریدی گزینه مناسبی برای تست های روتین آزمایشگاهی است اما برای بررسی وضعیت اکسیژن خون مناسب نمی باشد. اگر خون شریانی در دسترس نباشد (مانند نوزادان و کودکان کم سن و سال، افراد دچار سوختگی) نمونه مویرگی جایگزینی قابل قبول می باشد. خون مویرگی که با سوراخ کردن لایه زیرجلدی بدست می آید مخلوطی از نسبت های نامشخص خون وریدها ، شریان های کوچک، مویرگ ها و مایعات بین سلولی می باشد و به دلیل اختلاف در میزان اکسیژن، نتیجه آن باید با احتیاط تفسیر شود. علاوه بر این، نمونه گیری خون مویرگی در بیماران مبتلا به شوک یا پرفیوژن ضعیف (سیانوتیک)، یا بافت های عفونی، ملتهب، متورم، ادماتیک توصیه نمی شود.

ضدانعقاد مناسب:

ضدانعقاد مناسب برای این تست استفاده از balanced Li-heparin و به صورت لیوفیلیزه در سرنگ های اختصاصی آماده شده می باشد. استفاده از این ضدانعقاد کمترین تاثیر را بر غلظت الکترولیت ها دارد و همچنین نوع لیوفیلیزه مانع از تاثیر معنی دار ضدانعقاد بر روی پارامترهای گاز خون نسبت به حالت مایع آن می شود. همچنین طبق استاندارد CLSI غلظت نهایی هپارین باید 20 IU/mL باشد زیرا pH هپارین 7.0 (کمی اسیدی) است و در صورتی که غلظت آن بیشتر باشد منجر به تغییر در مقادیر pH، pCO_2 و pO_2 می شود.

شرایط نمونه:

یکی از موارد مهمی که باید به آن توجه شود اشتباه درنمونه گیری ازخون وریدی بجای خون شریانی است که در این صورت pO_2 و sO_2 به طور کاذب کاهش پیدا می کند. همچنین آسپیراسیون هوا در سرنگ باعث تشکیل حباب هوا در داخل سرنگ حاوی خون شده و در عرض 2-1 دقیقه منجر به تغییرات قابل توجهی در پارامترهای خونی ($\uparrow pH, \uparrow pO_2, \uparrow sO_2, \downarrow pCO_2$) می شود. حتی یک حباب به کوچکی 1٪ از کل حجم خون می تواند تاثیر قابل توجهی در میزان اکسیژن داشته باشد.

در صورتی که بعد از خونگیری حباب هوا مشاهده شود، باید بلافاصله قبل از مخلوط کردن، حباب از سرنگ خارج شود. همچنین باید از انجام تست بر روی نمونه حاوی کف اجتناب شود. جهت جلوگیری از نبود حباب هوا استفاده از سرنگ های مخصوصی که حاوی دریچه اختصاصی هستند و هوای اضافی را خارج می نمایند؛ توصیه می شود.

همولیز یکی دیگر از مواردی است که منجر به کاهش کاذب pO_2 و افزایش کاذب pCO_2، غلظت الکترولیت ها (پتاسیم و کلسیم) می شود. اما تشخیص همولیز در این نوع نمونه ها بسیار دشوار می باشد. برای به حداقل رساندن همولیز باید به موارد زیر توجه شود:

1-اجتناب از مخلوط کردن شدید نمونه 2- عدم کشیدن پیستون سرنگ با فشار زیاد 3- قرار ندادن نمونه بر روی یخ به طور مستقیم یا قرار ندادن در فریزر.

باید از هرگونه تاخیر در انجام تست خودداری شود . در صورتی که انجام تست بلافاصله و در مکان نمونه گیری صورت نپذیرد، حین انجام تست، نمونه داخل سرنگ را باید به خوبی مخلوط کرد تا یکدست شود. اگر مدت زمان خونگیری تا انجام تست بیش از 20-30 دقیقه باشد، جهت همگن شدن نمونه قبل از دادن به دستگاه حداقل 2 دقیقه نمونه را مخلوط کنید. طبق استاندارد CLSI، نمونه گرفته شده با سرنگ پلاستیکی را باید در دمای اتاق نگه داری و حمل نمود و حداکثر ظرف 30 دقیقه پس از جمع آوری آنالیز کرد. در مواردی که زمان مورد انتظار دادن نمونه به دستگاه بیش از 30 دقیقه باشد، باید از سرنگ های شیشه ای استفاده نموده و برای کاهش سرعت متابولیسم و تبادل گازها برروی یخ حمل شود.

تفسیر نتایج:

دستگاه آنالایزر گازهای خونی pH، فشار اکسیژن (pO_2) و فشار دی اکسیدکربن (pCO_2) را اندازه گیری و بی کربنات (HCO_3^-) را نیز از روی این مقادیر محاسبه می نماید. بالا و پایین بودن pH به ترتیب نشان دهنده آلکالوز و اسیدوز می باشد و در صورتی که بدن این اختلالات را جبران نماید pH در محدوده نرمال قرار می گیرد.

pCO_2 وضعیت تهویه آلوئولی را نشان می دهد. یک افزایش یا کاهش در pCO_2 به ترتیب نشان دهنده هیپوونتیلاسیون و هیپرونتیلاسیون آلوئولی می باشد. تغییرات حاد در pCO_2، منجر به تغییر در pH می شود. به طور کلی:

pH ↓ و pCO_2 ↑ : اسیدوز تنفسی

pH ↓ و pCO_2 ↓ : اسیدوز متابولیک

رنج نرمال گاز خون شریانی		
pH	7.35-7.45	
pO2	80-100 mmHg	10.6-13.3 kPa
pCO2	35-45 mmHg	4.7-6.0 kPa
HCO3-	22-26 mmol/L	
BE	-2 - +2	
رنج نرمال گاز خون وریدی		
pH	7.32-7.43	
pO2	25-40 mmHg	
pCO2	41-50 mmHg	
HCO3-	23-27 mmol/L	

وضعیت اکسیژن رسانی خون شریانی توسط pO_2 مشخص می شود که نشان دهنده تبادل گاز در ریه می باشد و با افزایش سن کاهش می یابد. در صورتی که pO_2 کاهش یابد نشان دهنده هیپوکسی بوده و ناشی از عدم تناسب تهویه و خون رسانی در ریه است. بی کربنات نیز یک باز ضعیف است که در هموستاز اسید و باز بدن توسط کلیه تنظیم می شود.

یکسری مکانیسم جبرانی در بدن وجود دارد که به منظور حفظ هموستاز بدن در زمان تغییر در تعادل سیستم اسید-بازی بدن عمل می نمایند. در یک اختلال متابولیک که کلیه بی کربنات را بیش از حد طبیعی دفع می نماید، سیستم تنفسی جهت حفظ هموستاز و جبران وارد عمل شده و CO_2 را بیشتر دفع می کند. برعکس آن زمانی که سیستم تنفسی مختل شود و نتواند CO_2 را دفع کند، سیستم متابولیک از طریق کلیه بی کربنات را حفظ می نماید. به طور کلی زمانی که نتیجه مقادیر هر دو HCO_3^- و pCO_2 خارج از رنج نرمال باشد می توان به فعال بودن مکانیسم جبرانی آگاه گشت (اسیدوز یا آلکالوز جبران شده) و اولین سر نخ جهت تشخیص عدم تعادل، اختلال در pH است.

Base excess (BE): مقدار اسید مورد نیاز است تا pH خون را به pH نرمال برساند. پارامتری جهت بازتاب وضعیت تعادل بین اسید-باز توسط سیستم متابولیک بدن می باشد.

شکاف آنیونی: یک مفهوم مصنوعی بوده و ممکن است نشان دهنده علت اسیدوز متابولیک باشد. شکاف آنیونی تفاوت یا شکاف بین الکترولیت های دارای بار منفی و بار مثبت در خون را بیان می کند. اگر شکاف آنیون خیلی زیاد باشد، خون اسیدی تر از حد معمول است. مقدار آن معمولا بین 8-16 mmol/L می باشد. افزایش شکاف آنیونی در افزایش غلظت لاکتات، کتون یا اسیدوز کلیوی، گرسنگی طولانی مدت و اورمی مشاهده می شود.

اختلالات ترکیبی اسید- باز: گاهی ممکن است اختلال تنفسی و متابولیک به طور مختلط اتفاق بیفتد که تفسیر نتایج را دشوار می نماید. در یک قاعده کلی زمانی که pH طبیعی همراه با pCO_2 یا HCO_3^- غیر طبیعی وجود داشته باشد اختلال به صورت ترکیبی می باشد. به عنوان مثال در بیمار مبتلا به نارسایی کلیه که از استفراغ شدید غیرقابل درمان رنج می برد. به گونه ای است که نارسایی مزمن کلیه باعث اسیدوز متابولیک بخاطر اورمی و ناتوانی در دفع اسید می باشد. از طرفی استفراغ موجب آلکالوز متابولیک ناشی از کاهش ذخایر H^+ و Cl^- در بدن از می شود.

گاز خون وریدی: نمونه گیری از ورید آسانتر از شریان می باشد و در برخی شرایط تجزیه و تحلیل خون وریدی می تواند اطلاعات کافی جهت تصمیم گیری بالینی ارائه دهد. تقریبا مقادیر pH، pCO_2 و HCO_3^- در هر دو مشابه می باشد و تفاوت قابل توجه در pO_2 وجود دارد که برای ارزیابی آن نباید از خون وریدی استفاده شود.

رابطه بین نتیجه ABG و شرایط بالینی

	اختلال متابولیک		اختلال تنفسی	
	اسیدوز متابولیک	**آلکالوز متابولیک**	**اسیدوز تنفسی**	**آلکالوز تنفسی**
pH	↓	↑	↓	↑
pCO2	نرمال (جبران نشده) ↓ (جبران شده)	نرمال (جبران نشده) ↑ (جبران شده)	↑	↓
$HCO3^-$	↓	↑	نرمال (جبران نشده) (جبران شده)↑	نرمال (جبران نشده) ↓ (جبران شده)
Base excess	↓	↑	↑/ نرمال	↓/ نرمال
ویژگی های بالینی	تنفس عمیق تر و سریع تر، شوک ، کما	پاراستازیا، اسپاسم عضلات، ضعف	حاد: عطش هوا، گیجی مزمن: هیپوونتیلاسیون، هیپوکسی، سیانوز	حاد: هیپرونتیلاسیون، پاراستازیا، سبکی سر مزمن: هیپرونتیلاسیون،
دلایل شایع	**شکاف آنیونی افزایش یافته:** کتواسیدوز دیابتی، اسیدوز لاکتیک، سموم (به عنوان مثال اتیلن گلیکول)، مصرف بیش از حد دارو (پاراستامول، آسپرین، ایزونیازید، الکل) **شکاف آنیونی طبیعی:** اسهال، آدنوم های ترشحی، مسمومیت با کلرید آمونیوم ، نفریت بینابینی اسیدوز توبولار کلیه، تجویز استازولامید	استفراغ، درمان طولانی مدت با دیورتیک های دفع کننده پتاسیم یا استروئیدها، بیماری کوشینگ، بلع/ مصرف بیش از حد سدیم بی کربنات (به عنوان مثال آنتی اسیدها)	هیپوونتیلاسیون :بیماری مزمن ریه با احتباس CO2، به عنوان مثال بیماری انسداد مزمن ریوی، دپرسیون تنفسی ناشی از داروها (مانند اپیوئیدها، آرام بخش)، آسم شدید، ادم ریوی	هیپرونتیلاسیون :اضطراب، درد، بیماری تب دار، هیپوکسی، آمبولی ریه، بارداری، سپسیس