



ارزش تشخیصی «کمبود باز» خون شریانی در مقایسه با هیپرلاکتاتمی به عنوان

شاخص کاهش خونرسانی بافتی در جراحی قلب

دکتر رسول آذرفرین^۱، دکتر آذین علیزاده اصل^{۲*}، دکتر امیرعباس کیانفر^۳، دکتر موسی میری نژاد^۴، دکتر عیسی بیلهجانی^۵

^۱ دانشیار بیهوده، فلوشیپ بیهوده قلب، مرکز تحقیقات قلب و عروق، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

^۲ استادیار قلب و عروق، مرکز تحقیقات قلب و عروق، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

^۳ استادیار بیهوده، فلوشیپ بیهوده قلب، مرکز تحقیقات قلب و عروق، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

چکیده

زمینه: هیپرلاکتاتمی شاخص شناخته شده هیپوپفیوژن بافتی است، ولی به صورت روتین در تمام اعمال جراحی اندازه‌گیری نمی‌شود. از طرفی مهم‌ترین اثر کاهش خونرسانی بافتی بروز اسیدوز متابولیک است که در آزمایش گاز خون شریانی (ABG) به صورت افزایش کمبود باز (Base Deficit) خود را نشان می‌دهد. هدف از این مطالعه ارزیابی ارزش تشخیصی کمبود باز در تشخیص هیپرلاکتاتمی و پیش‌بینی عوارض پس از عمل جراحی قلب است.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه مشاهده‌ای آینده‌نگر ۴۸۷ بیمار که تحت جراحی الکتیو با پس عروق کرونر یا تعویض دریچه قرار گرفته وارد مطالعه شدند. مقادیر لاكتات و پارامترهای گاز خون شریانی توسط یک دستگاه ۳-۵ بار حین عمل و هر ۶ ساعت پس از عمل تا ۲۴ ساعت (طبق روتین اتفاق عمل و بخش مراقبت‌های ویژه) اندازه‌گیری شد. تغیرات همودینامیک حین عمل و عوارض مازور (قلبی، ریوی، عصبی، کلیوی، عفونی و مرگ) پس از عمل ثبت شد. معیار هیپرلاکتاتمی، لاكتات مساوی یا بیش از ۳ میلی‌گرم در دسی‌لیتر و معیار اسیدوز متابولیک، کمبود باز بیش از ۵ در نظر گرفته شد. حساسیت، ویژگی، ارزش پیشگویی مثبت (PPV) و نسبت درست نمایی (Likelihood Ratio) برای کمبود باز در تشخیص هیپرلاکتاتمی و پیش‌بینی عوارض پس از عمل محاسبه شد.

یافته‌ها: حین عمل جراحی میزان شیوع حداقل یک اپیزود کمبود باز بیشتر از ۵/۳ درصد و حداقل یک اپیزود افزایش لاكتات بالای ۳ میلی‌گرم در دسی‌لیتر، در ۳/۵۶ درصد بیماران مشاهده شد و برای کمبود باز بیشتر از ۵، حساسیت ۴۸ درصد، ویژگی ۶۸ درصد، ارزش پیشگویی مثبت ۶۶ درصد و نسبت درست نمایی ۱/۴۹ درصدی مشاهده شد. میزان شیوع عوارض مازور پس از عمل ۲۶ درصد و نسبت درست نمایی ۱/۴ درصد محاسبه شد.

نتیجه‌گیری: با توجه به انجام روتین آزمایش گاز خون شریانی حین عمل جراحی قلب، پیش‌بینی ۷۰ درصدی وقوع هیپوپفیوژن بافتی (هیپرلاکتاتمی) با مشاهده کمبود باز بالای ۵ برای متخصصین بیهوده ارزشمند خواهد بود. همچنین قدرت پیش‌بینی کنندگی عوارض پس از عمل کمبود باز و هیپرلاکتاتمی به یک میزان و معادل ۴۰ درصد است که با توجه به اهمیت بالای وقوع عوارض، این میزان از نظر بالینی با اهمیت تلقی می‌شود.

واژگان کلیدی: اسیدوز متابولیک، هیپرلاکتاتمی، جراحی قلب، ارزش تشخیصی

دریافت مقاله: ۸۷/۶/۱۰ - پذیرش مقاله: ۸۷/۸/۷

* تبریز، خیابان دانشگاه، بیمارستان قلب شهید مدنی، مرکز تحقیقات قلب و عروق

مقدمه

برای تشخیص سریع و درمان به موقع هیپوپرفیوژن بافتی استفاده کرد.

هدف از انجام این مطالعه تعیین حساسیت، ویژگی و تعیین ارزش پیشگویی مثبت و منفی و نسبت درست نمایی «کمبود باز» بیشتر از ۵ (base deficit >5) در مقایسه با هیپرلакتاتمی (Lactate $>3\text{ mmol/l}$) به عنوان تست استاندارد (طلایی) در تشخیص هیپوپرفیوژن بافتی، پیش‌بینی بیماری و مرگ و میر پس از جراحی قلب بود.

مواد و روش کار

در این مطالعه آینده‌نگر مشاهده‌ای (هم‌گروهی، Cohort)، بیماران بزرگسال دسته^۱ و ^۲ در دسته بندی شرایط جسمانی ASA^۳، مراجعه‌کننده به اتاق عمل جراحی قلب بیمارستان شهید مدنی تبریز مورد بررسی قرار گرفتند. در این مطالعه، تعداد ۵۰۰ بیمار بررسی شد و برای هر کدام ۹ نوبت گاز خون شریانی (ABG)^۴ سریال حین عمل و تا ۲۴ ساعت پس از عمل در آی‌سی‌یو انجام شد و مقایسه مقادیر «کمبود باز» و لاكتات سرم در واقع در ۴۵۰۰ نمونه ABG و لاكتات سرم در گرفت. داده‌های گردآوری شده در ۱۳ بیمار ناقص بود و در نهایت داده‌های ۴۸۷ بیمار مورد آنالیز آماری قرار گرفت. بیماران دچار نارسایی کلیوی یا کبدی و بیماران مراجعه کننده به اتاق عمل با شوک قلبی یا تهویه مکانیکی و همچنین بیمارانی که تحت جراحی قلب بدون پمپ قلبی ریوی قرار گرفتند، کنار

اسیدوز متابولیک ممکن است به علت افزایش تولید اندوژن اسید (لاکتات یا کتواسیدها)، از دست دادن بی‌کربنات (اسهال)، یا تجمع اسیدهای اندوژن (نارسایی کلیه) رخ دهد. اسیدوز متابولیک اثرات عمیقی روی عملکرد سیستم تنفسی قلبی و عصبی دارد. اسیدوز سبب کاهش قدرت انقباضی قلب و اتساع شریان‌ها و انقباض وریدهای محیطی می‌شود (۱). اسیدوز لاتیک (تیپ A)، عمدتاً ثانویه به کاهش خونرسانی بافتی (شوک، نارسایی قلبی، هیپوتانسیون و آنمی شدید و استفاده از واژوپرسورها) دیده می‌شود (۱). با توجه به شیوع اختلال عملکرد قلبی، استفاده از پمپ قلبی ریوی (CPB) و تغییرات شدید سطوح هموگلوبین حین و پس از CPB، شایع‌ترین نوع اسیدوز متابولیک در حین و پس از جراحی قلب، اسیدوز لاتیک است (۲ و ۳).

با توجه به این‌که پانوفیزیولوژی عمدۀ اسیدوز متابولیک حین و پس از جراحی قلب با استفاده از CPB هیپوپرفیوژن بافتی است، به نظر می‌رسد ویژگی ارزش پیشگویی «کمبود باز» در این گروه از بیماران بیشتر از بیماران بستری در بخش مراقبت‌های ویژه آی‌سی‌یوهای جنرال (با علل مختلف اسیدوز) باشد و در مواردی که اندازه‌گیری لاكتات سرم محدود نیست (مانند اکثر بیمارستان‌های دانشگاه علوم پزشکی تبریز) با کنترل عوامل بالقوه مخدوش کننده مثل قند خون و کراتینین سرم و اکسیژن‌اسیون کافی بیماران، با اطمینان قابل قبولی بتوان از «کمبود باز» به جای لاكتات سرم

¹ patients with mild systemic disease

² patients with severe systemic disease

³ American Society of Anesthesiologists

⁴ arterial blood gas

هیپرلاکتاتمی و «کمبود باز» در پیش بینی بیماری پس از عمل به طور جداگانه محاسبه شد. داده های جمع آوری شده با نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۳ (SPSS Inc, Chicago, IL) آنالیز شدند. متغیر های کمی، بین دو گروه بیماران با و بدون هیپرلاکتاتمی با آزمون تی تست و متغیر های اسمی با تست های مجذور کای یا تست دقیق فیشر بسته به مورد، آنالیز شد. میزان توافق «کمبود باز» ولاکتات در شکل دو حالتی (کمتر یا بیشتر از ۵) با آزمون کاپا (kappa) و میزان همبستگی این دو متغیر در شکل مقادیر اصلی کمی، با آزمون همبستگی پیرسون مورد آنالیز قرار گرفت. مقدار عدد P کمتر از ۰/۰۵ معنی دار در نظر گرفته شد.

یافته ها

در این مطالعه از ۴۸۷ بیمار (۵۶ درصد)، ۲۷۴ بیمار حداقل یک مورد اپیزود لاکتات >۳ میلی گرم در دسی لیتر حین عمل داشتند که نشان دهنده وقوع اپیزودهای هیپوپر فیوزن بافتی حین عمل می باشد. بیماران بر اساس وقوع هیپرلاکتاتمی و عدم وقوع آن حین عمل به دو گروه تقسیم شدند. مشخصات بالینی بیماران در جدول ۲ نشان داده شده است.

بیماران از نظر عوامل زمینه ای در دو گروه هیپرلاکتاتمی (حداقل یک اپی زود لاکتات >۳ میلی گرم در دسی لیتر حین عمل) و گروه بدون هیپرلاکتاتمی (حداقل یک اپی زود لاکتات ≥ 3 میلی گرم در دسی لیتر حین عمل) تفاوت معنی داری نداشتند.

همان طور که در جدول ۳ مشاهده می شود، گرچه وقوع «کمبود باز» بیشتر از ۵ حین عمل حساسیت کمی دارد، ارزش پیشگویی مثبت آن (۶۵/۷ درصد) در حد نسبتاً قابل قبولی می باشد.

گذاشته شدند. روش القاء و نگهداری بیهوشی در تمام بیماران مشابه بود. روش اداره پمپ قلبی ریوی و ترکیب محلول پرایم، کاردیوپلژین و میزان هیپو ترمی در بیماران یکسان بود.

PaCO₂, PaO₂, PH, HCO₃-، از دیاد باز (base excess) و لاکتات، در ابتدای عمل، ابتدای پمپ، وسط پمپ، انتهای پمپ و نیز انتهای عمل اندازه گیری شد. همچنین گاز خون شریانی در بدو ورود بیمار به آی سی یو، ۱۲ و ۲۴ ساعت پس از پذیرش بیمار به آی سی یو اندازه گیری شد. در زمان های فوق درجه حرارت و فشار متوسط شریانی بیمار نیز ثبت گردید. پروتکل های درمان هیپوتانسیون، هیپرگلیسمی و آنمی در تمام بیماران یکسان بود. در اتاق عمل و آی سی یو برای جایگزینی حجم از محلول رینگر استفاده می شد. مقدار «کمبود باز» با ضرب کردن مقدار «از دیاد باز» در ۱- به دست می آید. در انتهای مطالعه حساسیت، ویژگی و ارزش پیشگویی مثبت و منفی «کمبود باز» در مقایسه با هیپرلاکتاتمی با فرمول های اشاره شده در زیر محاسبه شد (جدول ۱).

جدول ۱: نحوه محاسبه حساسیت، ویژگی و ارزش

پیشگویی (مثبت و منفی)

سطح لاکتات سرم			
کمتر از ۳ بیشتر از ۳			
کمبود باز بیشتر از ۵	a	b	a+b
کمبود باز کمتر از ۵	c	d	c+d
	a+c	b+d	a+b+c+d

$$\text{حساسیت} = \frac{a}{a+b+d}, \text{ ویژگی} = \frac{d}{a+b+d}$$

$$\text{ارزش پیشگویی مثبت} = \frac{a}{a+b}$$

$$\text{ارزش پیشگویی منفی} = \frac{d}{c+d}$$

بیماری پس از عمل (قلبی، ریوی، عصبی، کلیوی، عفونی و مرگ) نیز در طی بستری در آی سی یو ثبت شد. مقادیر حساسیت، ویژگی و ارزش پیشگویی

جدول ۲: مشخصات بالینی بیماران

بدون هیپرلاکتاتمی $n=274$ هیپرلاکتاتمی $n=213$			
p	جنس (زن/مرد)	سن (سال)	قد (سانتی متر)
۰/۱۸۶	۱۹۸/۷۶	۵۷±۱۱	۱۶۶/۴۷
۰/۶۱۰	۵۸±۱۰	۱۶۲±۹	۵۸±۱۰
۰/۴۴۰	۱۶۳±۹	۷۲±۱۱	۷۴±۱۳
۰/۰۵۷	۷۴±۸/۴	۲۷/۶±۴/۰	۷۲±۱۳
۰/۱۱۳	۱۹۹/۱۴	۲۴۴/۳۰	۱۹۹/۱۴
۰/۳۹۰	(II/III) *ASA	۴۸/۵±۹/۹	۴۸/۱±۸/۸
۰/۷۰۲	کسر جهشی (درصد)	۴۰/۰۰۱	۱۹/۶±۶/۸
۰/۰۰۰۱	نوع عمل (CABG/Valve)	۷۶(٪۲۸)	۱۹/۷/۱۶
۰/۸۰۰	دیابت	۱۱۳(٪۴۱)	۵۶(٪۲۶)
۰/۶۵۷	صرف سیگار	۱۴۰(٪۵۱)	۹۳(٪۴۴)
۰/۳۵۸	هیپرتانسیون	۱/۰۳±۰/۲۶	۹۹(٪۴۶)
۰/۰۵۲	کراتینین (میلی گرم در دسی لیتر)	۱/۰۸±۰/۳۳	۱/۰۳±۰/۲۶
۰/۵۴۰	هماتوکریت (درصد)	۴۲±۴/۳	۴۱±۴/۱

American Society of Anesthesiologists physical status class *
Coronary artery bypass grafting/ Valve replacement surgery گ

جدول ۳: تعیین ارزش تشخیصی کمبود باز در مقایسه با هیپرلاکتاتمی و ارزش

پیشگویی کنندگی عوارض پس از عمل توسط این دو تست

کمبود باز در مقایسه با هیپرلاکتاتمی در پیشگویی عوارض	کمبود باز در مقایسه پیشگویی عوارض	کمبود باز در هیپرلاکتاتمی در پیشگویی عوارض	حساسیت (%)
۷۱/۳	۵۱/۲	۴۸/۲	ویژگی (%)
۴۹/۲	۶۳/۴	۶۷/۶	ارزش پیشگویی مثبت (%)
۳۳/۶	۳۴/۰	۶۵/۷	ارزش پیشگویی منفی (%)
۸۲/۶	۷۸/۳	۵۰/۳	نسبت درست نمایی برای نتایج مثبت *
۱/۴۰	۱/۴۰	۱/۴۹	نسبت درست نمایی برای نتایج منفی گ
۰/۵۸	۱/۳۶	۰/۷۷	احتمال پیش آزمون (%)
۲۶/۵	۷۳/۵	۵۶/۳	احتمال پس آزمون (%)
۴۰/۰	۸۰/۰	۷۰/۰	Likelihood ratio for positive results *

Likelihood ratio for negative results گ

درصد بود. در مورد حساسیت، ویژگی و ارزش پیشگویی مثبت و منفی کمبود باز بالاتر از ۵ در مقایسه با هیپرلاکتاتمی به عنوان تست استاندارد طلایی در پیشگویی بیماری پس

با توجه به شیوع بالای اپیزودهای هیپرلاکتاتمی حین عمل (۵۶/۳ درصد) و محاسبه نسبت درست نمایی برای نتایج مثبت (۱/۴۹)، احتمال پس آزمون برای هیپرلاکتاتمی در صورت «کمبود باز» بیشتر از ۵/۷۰

بحث

مطالعات متعددی ارتباط هیپرلاکتاتمی حین و پس از عمل را با افزایش بیماری و مرگ و میر پس از جراحی قلب اطفال و بالغین نشان داده است (۲-۵). همچنین اندازه‌گیری و موازنی سطوح لاکتات حین و پس از جراحی قلب برای تشخیص زودرس علل هیپرلاکتاتمی (هیپو پرفیوژن بافتی) ورفع سریع آنها در کاهش بیماری و مرگ و میر مؤثر شناخته شده است (۶). مطالعات دیگری مقادیر بالای «کمبود باز» در آی‌سی‌یو را به عنوان یک عامل پیشگویی کننده بیماری و مرگ و میر در بیماران بدخل ناشی از بیماری‌های طبی، جراحی غیر قلبي، سوختگی و جراحی قلب و عروق دانسته‌اند، ولی در اکثر این مطالعات حساسیت، ویژگی و ارزش پیشگویی سطح لاکتات سرم بیشتر از «کمبود باز» بوده و ارزش پیشگویی این دو آزمایش با هم بیشتر از تک آنها بوده است (۷-۱۱).

برای مثال مارتین (Martin) و همکاران وی دریافتند که افزایش هر دوی لاکتات و «کمبود باز» می‌تواند برای تشخیص اسیدوز لاکتیک بکار رود و اندازه‌گیری آنها هنگام ورود بیمار به آی‌سی‌یو می‌تواند مرگ و میر را پیشگویی کند (۷). همچنین سینگھال (Singhal) و همکارانش به این نتیجه رسیدند که در بیمارانی که تحت ترمیم آنوریسم آورت شکمی قرار گرفته‌اند هردوی لاکتات سرمی بیش از ۴ میلی‌مول در لیتر و «کمبود باز» بیش از ۷ میلی‌مول در لیتر که بلافصله پس از اتمام جراحی اندازه گرفته می‌شود، می‌تواند عواقب پس از جراحی را پیش بینی نماید (۹).

در مورد ارزش پیشگویی «کمبود باز» به عنوان شاخص کاهش خونرسانی بافتی به تنها یک اتفاق نظر وجود ندارد. بعضی از مطالعات آن را به تنها یک کافی دانسته‌اند (۱۲)، ولی برخی دیگر به دلیل متعدد بودن

از جراحی قلب، می‌توان گفت که گرچه وقوع «کمبود باز» بیشتر از ۵ حین عمل حساسیت کمی داشت، اما ویژگی آن $62/4$ درصد و در حد نسبتاً قابل قبولی بود. همچنین ارزش پیشگویی منفی «کمبود باز» بیشتر از ۵ به میزان $78/3$ درصد نیز در حد بالایی بود، به این معنی که اگر بیماری حین عمل «کمبود باز» کمتر از ۵ داشت، احتمال این که پس از عمل دچار عوارض مژوز نشود $78/3$ درصد است.

با توجه به شیوع $26/5$ درصد عوارض مژوز پس از عمل و احتمال $73/5$ درصدی عدم بروز عوارض مژوز پس از عمل و محاسبه نسبت درست نمایی برای نتایج منفی به ایران 136 ، احتمال پس آزمون برای عدم بروز عوارض مژوز پس از عمل در صورت «کمبود باز» کمتر از $80/5$ درصد بود. به عبارت دیگر چنانچه در ABG بیماری در حین عمل «ازدیاد باز» مثبت‌تر از 5 - 5 بود («کمبود باز» کمتر از 5 به احتمال 80 درصد وی دچار عوارض مژوز پس از عمل نخواهد شد (جدول ۳).

لاکتات بیشتر از ۳ حین عمل در پیشگویی عوارض مژوز پس از عمل حساسیت $71/3$ درصد داشت. لاکتات بیشتر از ۳ همچنین ارزش پیشگویی منفی برابر با $82/6$ درصد که در حد بالایی می‌باشد را داشت؛ به این معنی که اگر بیماری حین عمل لاکتات کمتر از ۳ داشته باشد، احتمال این که پس از عمل دچار عوارض مژوز نخواهد شد $82/6$ درصد است.

با توجه به شیوع $26/5$ درصد عوارض مژوز پس از عمل و محاسبه نسبت درست نمایی برای نتایج مثبت به میزان $1/4$ ، احتمال پس آزمون برای عوارض مژوز پس از عمل در صورت لاکتات بیشتر از 3 ، 40 درصد بود. به عبارت دیگر چنانچه لاکتات بیماری در حین عمل بیشتر از 3 باشد به احتمال 40 درصد، وی دچار عوارض مژوز پس از عمل خواهد شد (جدول ۳).

عارضه فوق انجام دهد. در نتیجه در مراکزی که امکان اندازه‌گیری لاکتات سرم وجود دارد بهتر است از این پارامتر برای موازنی وضعیت پروفوزیون بافتی حین جراحی قلب استفاده شود، ولی در شرایطی که این امکان وجود ندارد اندازه‌گیری «کمبود باز» می‌تواند جایگزین مناسبی باشد. بعضی مطالعات نه تنها اندازه‌گیری «کمبود باز» را برای موازنی وضعیت پروفوزیون بافتی مناسب می‌دانند، بلکه در شرایطی که امکان اندازه‌گیری مکرر گازهای خون شریانی وجود ندارد، سنجش بیکربنات سرم را برای ارزیابی وضعیت اسید باز بیماران قابل قبول می‌دانند. برای مثال فیتزسولیوان (FitzSullivan) و همکارانش با مقایسه «کمبود باز» شریانی و سطح بیکربنات سرم به این نتیجه رسیدند که این دو همبستگی خطی بالای دارند و برای ارزیابی شدت آسیب بیماران در آی‌سی‌یو و در شرایط احیاء به جای نمونه‌گیری تهاجمی‌تر شریانی از بیماران و اندازه‌گیری «کمبود باز» می‌توان از سطوح سرمی بیکربنات استفاده کرد (۱۳). البته پیشنهاد می‌شود دقیق پیشگویی کنندگی مرگ و میر پس از عمل جراحی قلب توسط بیکربنات سرم با سطح لاکتات و «کمبود باز» در مطالعات دیگری مورد مقایسه قرار گیرد.

References:

- Thomas D, DuBose JR. Acidosis and alkalosis. In: Braunwald E, Fauci AS, Kasper DL, et al. Harrison's principles of internal medicine. 5th ed. USA: McGraw-Hill, 2001, 284-6.
- Maillet JM, Besnerais PL, Cantoni M, et al. Frequency, risk factors, and outcome of hyperlactatemia after cardiac surgery. *Chest* 2003; 123:1361-6.
- Takala J, Uusaro A, Parviainen I, et al. Lactate metabolism and regional lactate exchange after cardiac surgery. *New horiz* 1996;4:483-92.
- Munoz R, Laussen PC, Palacio G, et al. Changes in while blood lactate levels during cardiopulmonary bypass for surgery for congenital cardiac disease: an early indicator of morbidity and mortality. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000; 199:155-62.
- Siegel LB, Dalton HJ, Hetzschog JH, et al. Initial postoperative serum lactate levels predict survival in children after open heart surgery. *Intensive Care Med* 1996; 22:1418-23.
- Toraman F, Evrenkaya S, Yuce M, et al. Lactic acidosis after cardiac surgery is associated with adverse outcome. *Heart Surg Forum* 2004; 7:E155-9.
- Martin MJ, FitzSullivan E, Salim A, et al. Discordance between lactate and base deficit in the surgical intensive care unit: which one do you trust? *Am J Surg* 2006; 191:625-30.

عوامل افزایش دهنده «کمبود باز» (مانند مسمومیت با الكل، نارساپی کلیوی، اسیدوز هیپرکلرمیک، کتواسیدوز، هیپوپرفیوژن بافتی و هیپوکسی) ویژگی (specificity) کمی برای آن قائل بوده‌اند (۷ و ۱۱).

هدف از این مطالعه که تعیین حساسیت، ویژگی و ارزش پیشگویی مثبت و منفی «کمبود باز» به میزان بیشتر از ۵ در مقایسه با هیپرلاکتاتمی به عنوان تست استاندارد طلایی در تشخیص هیپوپرفیوژن بافتی پس از جراحی قلب است. با مشخص شدن احتمال پس آزمون برای هیپرلاکتاتمی در صورت «کمبود باز» بیشتر از ۷۰/۵ درصد محقق می‌شود. به این معنی که چنانچه در ABG بیماری در حین عمل «ازدیاد باز» منفی تر از ۵- باشد («کمبود باز») بیشتر از ۵) به احتمال ۷۰ درصد وی دچار هیپرلاکتاتمی و در واقع هیپوپرفیوژن بافتی شده است. ارزش بالینی این یافته موقعی مشخص می‌شود که لاکتات سرمی بیماران حین عمل قابل اندازه‌گیری و موازنی نباشد. در این شرایط متخصص بیهوشی با مواجهه شدن با «ازدیاد باز» منفی تر از ۵- در ABG بیمار با احتمال ۷۰ درصد می‌تواند مطمئن شود که بیمار وی دچار هیپرلاکتاتمی و در واقع هیپوپرفیوژن بافتی شده است و می‌تواند اقدامات درمانی خود را جهت رفع

8. Kaplan LJ, Kellum JA. Initial pH, base deficit, lactate, anion gap, strong ion difference, and strong ion gap predict outcome from major vascular injury. Crit Care Med 2004; 32:1227-8.
9. Singhal R, Coghill JE, Guy A, et al. Serum lactate and base deficit as predictors of mortality after ruptured abdominal aortic aneurysm repair. Eur J Endovasc Surg 2005; 30:263-6.
10. Davies AR, Bellomo R, Raman JS, et al. High lactate predicts the failure of intraaortic balloon pumping after cardiac surgery. Ann Thorac Surg 2001; 71:1415-20.
11. Husain FA, Martin MJ, Mullenix PS, et al. Serum lactate and base deficit as predictors of mortality and morbidity. Am J Surg 2003; 185:485-91.
12. Hugot P, Sicsic JC, Schaffuser A, et al. Base deficit in immediate postoperative period of coronary surgery with cardiopulmonary bypass and length of stay in intensive care unit. Intensive Care Med 2003; 29:257-61.
13. FitzSullivan E, Salim A, Demetriades D, et al. Serum bicarbonate may replace the arterial base deficit in the trauma intensive care unit. Am J Surg 2005;190:941-6.