پژوهش در علوم ورزشی شماره ۱۱، پاییز ۱۳۹۰، صص ۴۸-۳۱

رابطهٔ بین غلظت‌های لاکتات خون و بزاق برای برآورد غیرتهاجمی آستانهٔ لاکتات با استفاده از بازی در زمین‌های کوچک (SSG) فوتبال

دکتر رامین امیر ساسان[۱]، دکتر وحید ساری صرّاف[۲]، قادر رحیم زاده[۳]

تاریخ دریافت مقاله: ۸۸/۱۲/۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۲/۱۰

چکیده

هدف از تحقیق حاضر بررسی رابطهٔ غلظت‌های لاکتات بزاقی با لاکتات خون و ضربان قلب برای برآورد غیرتهاجمی آستانهٔ لاکتات پس از اجرای یک شیوهٔ تمرینی توپی فوتبال (بازی سه در مقابل سه) در مردان فوتبالیست است. به این منظور، ۱۲ مرد فوتبالیست (سن: ۱±۱۸ سال، قد: ۴/۴±۱۷۳/۶ سانتی‌متر، وزن: ۴/۶±۶۷/۸ کیلو گرم، درصد چربی: ۳/۸±۱۴/۳) در قالب چهار گروه سه نفری در این پژوهش شرکت کردند. هر گروه سه نفره از آزمودنی‌ها نوعی از تمرینات بازی فوتبال در زمین‌های کوچک (سه در مقابل سه) بدون دروازه یا دروازه‌بان را در محوطه‌ای به ابعاد ۲۵×۲۵ متر اجرا کردند. فعالیت شامل حفظ توپ و تلاش حریف برای به‌دست آوردن توپ بود. برای تعیین شدت فعالیت، ضربان قلب آزمودنی‌ها در هر مرحلهٔ پنج دقیقه‌ای، با استفاده از ضربان‌سنج پولار ثبت می‌شد. مراحل نمونه‌گیری خون و بزاق در شش مرحله عبارت بودند از: حالت استراحت، بعد از ۱۵ دقیقه گرم کردن و بعد از چهار مرحله بازی پنج دقیقه‌ای با شدت‌های ۶۰٪، ۷۰٪، ۸۰٪ و ۹۰٪ ضربان قلب ذخیره. بین هر مرحله، پنج دقیقه استراحت غیرفعال بود و نمونه‌های خون و بزاق در این مرحله جمع آوری می‌شدند. داده‌ها با استفاده از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر و همبستگی اسپیرمن در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ تجزیه و تحلیل شدند. با توجه به نتایج، در مقادیر لاکتات خون و بزاق، بین شش مرحله تفاوت معنی‌داری مشاهده می‌شود. از طرف دیگر، بین لاکتات خون و بزاق در مرحله‌های پنج و شش (شدت های۸۰٪ و ۹۰٪) از قرارداد تمرینی، همبستگی قابل قبولی وجود دارد (r_5=۰/۷۹ ،P<۰/۰۵ و r_6=۰/۵۶ ،P<۰/۰۵). بین ضربان قلب و لاکتات در مرحله‌های پنج و شش بزاق نیز همبستگی بالایی مشاهده می‌شود (r_5=۰/۶ ،P<۰/۰۵ و r_6=۰/۶۸ ،P<۰/۰۵)؛ بنابراین شاید بتوان از اندازه‌گیری غلظت لاکتات بزاقی به‌عنوان روشی غیرتهاجمی برای تحقیقات فیزیولوژیکی استفاده کرد. همچنین، به‌دلیل شباهت بین نقطهٔ شکست لاکتات خون- ضربان قلب و لاکتات بزاق- ضربان قلب در منحنی‌های مربوط می‌توان آستانهٔ بی‌هوازی چشمی را برای این نوع قراردادهای تمرینی تعیین کرد. (قطعاً تحقیقات بیشتر در این زمینه نیاز است).

کلیدواژه‌های فارسی: لاکتات بزاقی، لاکتات خون، بازی در زمین‌های کوچک (SSG).

۱ و ۲. استادیار دانشگاه تبریز (نویسنده مسئول) Email: sarraf@tabrizu.ac.ir
Email: Amirsasan_ramin@yahoo.com
۳. مدرس کنفدراسیون فوتبال آسیا (AFC)، باشگاه تراکتورسازی تبریز Email:gh-tpc1019@yahoo.com

مقدمه

در رشتهٔ پرطرفدار فوتبال، بازیکنان در طول مسابقات رسمی، مسافتی حدود ۸ تا ۱۲ کیلو متر را با شدت متوسط ۷۵٪ اکسیژن مصرفی بیشینه (VO2max) می‌دوند؛ بنابراین در آماده کردن ورزشکاران توجه به دستگاه هوازی ضروری است؛ زیرا سهم قابل توجهی از هزینهٔ انرژی را به خود اختصاص می‌دهد (۱- ۵). از موارد مهم و مورد توجه مربیان فوتبال در بهبود استقامت هوازی، سطح لاکتات خون و در واقع، آستانهٔ لاکتات است که حتی از شاخص VO2max هم اهمیت بیشتری پیدا کرده است (۶)؛ بنابراین برای مربیان فوتبال نیز دست‌یابی سریع و کاربردی به شاخصی مطمئن برای برآورد شدت‌های فعالیت، به‌ویژه آستانهٔ لاکتات یا بی‌هوازی در حین تمرین بسیار کلیدی است. مطالعات مربوط به لاکتات، روش اندازه‌گیری و عوامل اثرگذار بر آن حساسیت و اهمیت زیادی دارد. معتبرترین روش بررسی لاکتات و تغییرات آن روش خون‌گیری است که روشی تهاجمی است. اجرای روش تهاجمی به‌دلیل نیاز به نمونه-گیری‌های متعدد خون در جریان فعالیت، مشکل است و به همین علت، در برخی تحقیقات از روش‌های غیرتهاجمی معدودی از جمله آنالیز لاکتات و الکترولیت‌های بزاقی استفاده شده است (۷- ۱۰). در زمینهٔ استقامت هوازی و آستانهٔ لاکتات و بی‌هوازی نیز از روش‌های غیر تهاجمی استفاده شده است (۹، ۱۱- ۱۶). روش غیرتهاجمی استرس کمتری به آزمودنی‌ها وارد می‌کند، به‌علاوه، نمونه‌گیری بزاقی از نمونه گیری خون ساده‌تر است و تنها با ارائهٔ دستورالعملی ساده به آزمودنی‌ها و مربیان، قابل اجرا است (۱۷).

اندازه‌گیری لاکتات و الکترولیت‌های بزاقی مانند یون‌های کلراید، سدیم، پتاسیم و IgA بزاقی در تحقیقات چیچارو (۱۹۹۴)، سگورا (۱۹۹۶)، بن آریه (۱۹۸۹)، عسکری (۱۳۸۳) و ساری صراف و همکاران (۲۰۰۸) با قراردادهای تمرینی متفاوت مطالعه شده است (۷، ۱۰، ۱۷، ۱۹- ۲۱)، اما در مورد اعتبار روشی خاص تاکنون توافق نظر قطعی به‌وجود نیامده است. همچنین، مطالعه‌ای با قرارداد تمرینی اختصاصی رشته‌های ورزشی مانند فوتبال انجام نشده است. پژوهش حاضر با هدف بررسی رابطهٔ لاکتات خون و بزاق و همچنین لاکتات بزاق و ضربان قلب به‌منظور برآورد غیرتهاجمی آستانهٔ لاکتات، با استفاده از پروتکل اختصاصی فوتبال، سعی کرده است روشی غیرتهاجمی را با قرارداد تمرینی اختصاصی فوتبال و رعایت اصل ویژگی تمرین و با هدف غیرمستقیم برآورد آستانهٔ لاکتات چشمی به پژوهشگران و مربیان معرفی نماید.

روش‌شناسی پژوهش

آزمودنی‌های این پژوهش را مردان جوان فوتبالیست تشکیل می‌دادند که سابقهٔ پنج سال فعالیت منظم و عضویت در لیگ دو جوانان کشوری را داشتند و در هفته سه الی چهار جلسه تمرین فوتبال انجام می‌دادند. همه آن‌ها از نظر سوابق ورزشی، درمانی و بیماری‌ها و مصرف دارو و مکمل، سن و حداکثر اکسیژن مصرفی همگن شدند. برای همگن سازی VO2max آزمودنی‌ها از آزمون پلهٔ مک‌آردل استفاده شد. برای اجرای آزمون، آزمودنی‌ها از روی پله‌ای تقریباً ۴۰ سانتی‌متری با ضرباهنگ چهار گامی و ۲۴ دور در دقیقه بالا و پایین رفتند. مدت انجام آزمون برای هر آزمودنی سه دقیقه بود. در دورهٔ برگشت به حالت اولیه، آزمودنی‌ها سرپا می‌ایستادند و پس از پنج ثانیه، ضربان دورهٔ بازیافت به مدت ۱۵ ثانیه ثبت شد. سپس، ضربان قلب به‌دست آمده در عدد چهار ضرب شد و با قرار دادن تعداد ضربان قلب در دقیقه در فرمول زیر، VO2max محاسبه شد (۲۳).

VO2max=111.33-[0.42* HR(1MIN)]

آزمودنی‌ها یک هفته قبل با نحوهٔ اجرای قرارداد تمرینی آشنا شدند و توضیحات لازم به آن‌ها ارائه شد. شرکت‌کنندگان ۲۴ ساعت قبل از آزمون مجاز به انجام فعالیت شدید نبودند و تغذیه آن‌ها دو روز قبل از آزمون از طریق فرم یادآمد خوراکی یکسان سازی شد (۲۴). ویژگی‌های آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

در این پژوهش، خون‌گیری بدین ترتیب انجام شد که نوک انگشت آزمودنی‌ها، با استفاده از lancet سریع به‌سرعت سوراخ می‌شد تا دست‌کم یک قطره خون -که برای آنالیز لاکتات با دستگاه قابل حمل کافی بود- به‌دست آید. خون‌گیری در شش مرحله انجام شد: استراحت، بعد از ۱۵ دقیقه گرم کردن، بعد از چهار مرحله فعالیت اختصاصی فوتبال با شدت‌های ۶۰٪، ۷۰٪، ۸۰٪ و ۹۰٪ ضربان قلب ذخیره که توسط فرمول کنترل شدت فعالیت کارونن محاسبه شده و به‌صورت پنج دقیقه کار و پنج دقیقه استراحت بود. همچنین، نمونه‌گیری بزاقی در شش مرحلهٔ یاد شده به طریق تحریک نشده (۱۷) به مدت سه تا چهار دقیقه در هنگام استراحت و بعد از ۱۵ دقیقه گرم کردن و در فاصلهٔ استراحت بین چهار مرحله قرارداد به حالت نشسته روی صندلی در ظرف‌های پلاستیکی مخصوص انجام شد. درجه حرارت محیط در زمان نمونه‌گیری ۲±۱۰ درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۴۱- ۴۷ درصد بود و همهٔ نمونه‌ها در فاصلهٔ بین ۱۵/۳۰تا۱۷/۳۰ بعدازظهر گرفته شدند.

برای ثبت ضربان قلب از دستگاه ضربان سنج پولار مدل (POLAR BEAT T31,N22965) استفاده شد. روش کار بدین صورت بود که ضربان قلب آزمودنی‌ها در حالت استراحت، پس از

گرم کردن و در طول هر مرحله از فعالیت پنج دقیقه‌ای (هر ۳۰ ثانیه یک بار و در هر مرحله ۱۰ بار، در طول چهار مرحله ۴۰ بار) و در مجموع فعالیت، ۴۲ بار کنترل و ثبت شد.

قرارداد تمرینی استفاده شده در این پژوهش، تمرین محقق‌ساختهٔ فوتبال شامل بازی سه در مقابل سه در محوطهٔ ۲۵×۲۵ در زمین چمن طبیعی با رعایت کلیهٔ اصول دفاع و حمله، بدون دروازه و دروازه‌بان با اقتباس از منابع دوره‌های مربیگری کنفدراسیون فوتبال آسیا (AFC) و FIFA بود (۱۷). از ویژگی‌های قرارداد حاضر (بازی در زمین‌های کوچک) اجرای هم‌زمان اهداف جسمانی، تکنیکی و تاکتیکی است و بازی سه در مقابل سه به این دلیل انتخاب شد که کنترل سه نفر آسان‌تر از نفرات بیشتر بود. ابعاد ۲۵× ۲۵ حداقلِ محوطهٔ بازی برای بازی سه در مقابل سه است؛ زیرا برای هر بازیکن حدود ۱۰ یارد یا ۹ متر مناسب است. آزمودنی‌ها برای شرکت در آزمون و اجرای قرارداد تمرینی -که قبلاً با نحوهٔ اجرا و ابزار مورد نیاز آن آشنا شده بودند- در موعد مقرر در محل آزمون حاضر شدند. فعالیت آن‌ها، ۴۸ ساعت پیش از اجرای آزمون کنترل شد و روز قبل از آزمون مجاز به انجام فعالیت بدنی نبودند. نحوهٔ تغذیه نیز، با استفاده از پرسشنامهٔ یادآمد خوراکی دو روز قبل از آزمون یکسان‌سازی شد (۲۵). در زمان استراحت و قبل از گرم کردن، هر گروه سه نفره از آزمودنی‌ها که قرار بود ارزیابی شوند ضربان-سنج مچ دستی را با حسگر مربوط بستند و ضربان استراحت آن‌ها ثبت شد. مرحلهٔ گرم کردن به مدت ۱۵ دقیقه و با شدت ۳۰ تا ۴۰ درصد ضربان قلب ذخیره اجرا شد که شامل اجرای حرکات تکنیکی متنوع با توپ در دایرهٔ مرکزی زمین چمن و نرمش و کشش بود. بلافاصله بعد از گرم کردن، ثبت ضربان قلب و نمونه‌گیری خون و بزاق به فاصلهٔ پنج دقیقه انجام شد. سپس، مرحلهٔ سوم به‌صورت بازی سه در مقابل سه با شدت ۶۰٪ به مدت پنج دقیقه اجرا شد و در طول این مدت ۱۰ بار ضربان قلب (هر ۳۰ثانیه یک بار) ثبت شد و پس از آن پنج دقیقه استراحت برای نمونه‌گیری خون و بزاق در نظر گرفته شد. مراحل چهار تا شش (۷۰٪، ۸۰٪، ۹۰٪) درست مثل مرحلهٔ سه (۶۰٪) و با همان روش اجرا شد. زمان کل قرار داد تمرینی حدود ۶۰ دقیقه بود. در هر جلسهٔ آزمون سه نفر از آزمودنی‌ها ارزیابی شدند؛ یعنی سه نفر از آن‌ها با سه حریف فرضی (غیر از دوازده نفر گروه تحقیق) در زمینی به ابعاد ۲۵×۲۵ به مدت پنج دقیقه به حفظ توپ پرداختند [۲]. همهٔ این مراحل برای سه گروه سه نفری دیگر نیز عیناً اجرا شد و آزمون در چهار جلسه به پایان رسید. دما و رطوبت نسبی زمان آزمون در تمامی جلسات، به‌ترتیب بین ۲±۱۰ درجهٔ سانتی‌گراد و ۴۱٪- ۴۷٪ بود. گفتنی است ضربان قلب ذخیره‌ای بازیکنان قبلاً محاسبه و دامنهٔ ۵±THR[1] برای هر یک از شدت‌های قید شده در قرارداد تمرینی

1. Target Heart Rate (THR)

تعریف شده بود؛ بنابراین با توجه به اینکه احتمال داشت ضربان قلب آزمودنی‌ها در شدتی خاص یکسان نباشد، دامنهٔ ۵± این مشکل را برطرف کرد. به همراه داشتن دستگاه ضربان‌سنج پولار و همچنین تجربه در ادارهٔ تمرینات توپی نیاز به کنترل شدت تمرینی را در قرار داد مورد نظر رفع کرد. همچنین، به‌منظور هر چه بیشتر همگن کردن ضربان قلب آزمودنی‌ها در هر مرحله از قرار داد تمرینی از دروازه‌بان یا دروازهٔ کوچک استفاده نشد و بازیکنان فقط به حفظ توپ پرداختند (۲).

به آزمودنی‌ها توصیه شد ضمن کار، شدت فعالیت خود را با دستگاه ضربان‌سنج پولار در دامنهٔ تعیین شده کنترل کنند. حین اجرای قرارداد تمرینی، راهنمایی‌های شفاهی برای کنترل بیشتر شدت ارائه شد و محقق در هر مرحله، ۱۰ بار ضربان قلب آزمودنی‌ها را پرسید و ثبت کرد (هر ۳۰ ثانیه یک بار). همچنین به اندازهٔ کافی توپ در اطراف منطقهٔ تمرینی موجود بود تا در صورت بیرون رفتن توپ، خللی به اجرای قرارداد وارد نشود و شدت فعالیت کاهش نیابد. برای کنترل بیشتر شدت تمرین و ثبت دقیق شرایط آزمون و تأکید بر رسیدن به ضربان قلب محاسبه شده در مراحل مختلف گرم کردن و چهار مرحله از قرارداد، محقق از سه نفر همکار استفاده کرد.

اندازه‌گیری لاکتات بزاق، با استفاده از روش آنزیماتیک و در آزمایشگاه توسط دستگاه اسپکتروفتومتر انجام شد. بزاق جمع‌آوری شده از لحظهٔ نمونه‌گیری تا زمان شروع آزمایش در یخچال و در دمای چهار درجهٔ سانتی‌گراد نگه‌داری شد. اندازه‌گیری لاکتات خون، با استفاده از دستگاه لاکتومتر[1] ساخت آمریکا و کانادا، قابل حمل با استفاده از نوارهای مخصوص انجام شد.

برای بررسی تغییرات شاخص‌های مورد نظر بین مراحل مختلف نمونه‌گیری از روش تحلیل واریانس (ANOVA) با اندازه‌گیری‌های مکرر همراه با آزمون تعقیبی شفه استفاده شد. سپس، برای بررسی روابط بین متغیرها از ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده شد. داده‌های جمع‌آوری شده در سطح معنی‌داری $p\leq ۰/۰۵$ و با استفاده از نرم‌افزار SPSS16، Excel2007 و Minitab تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌های پژوهش

در جدول ۱ میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های فیزیولوژیکی و آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها ارائه شده است. همچنین در جدول ۲ تغییرات لاکتات خون و بزاق و ضربان قلب در شش مرحله آمده است.

---

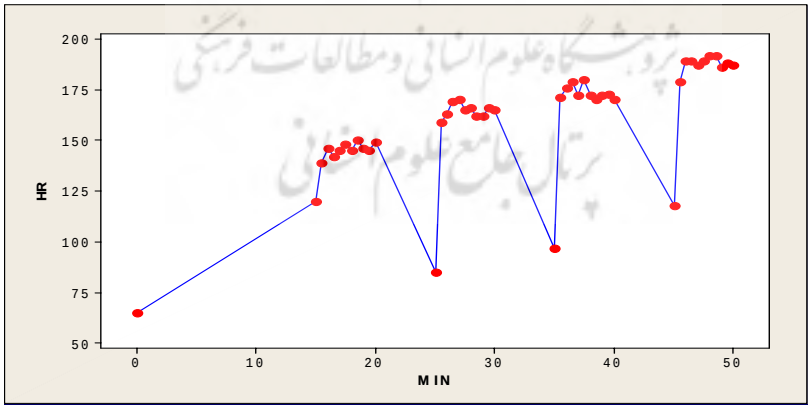
1. (Lactate SCOUT)

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیولوژیکی و آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها (۱۲ نفر)

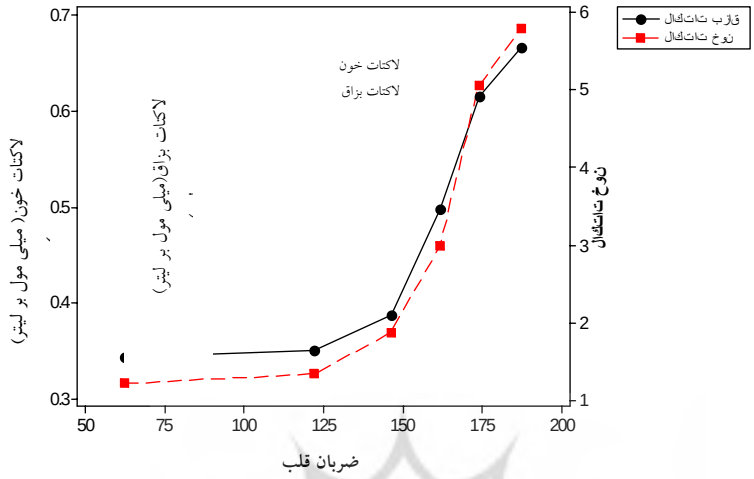
شاخص‌های اندازه‌گیری شده	میانگین	انحراف استاندارد
سن (سال)	۱۸/۰	۰/۷
قد (سانتی‌متر)	۱۷۳/۶	۴/۴
وزن (کیلوگرم)	۶۷/۸	۴/۶
شاخص تودهٔ بدن (کیلوگرم/مترمربع)	۲۲/۵	۱/۱
درصد چربی	۱۴/۳	۳/۸
ضربان قلب استراحت (ضربان/دقیقه)	۶۲/۳	۳/۸
اکسیژن مصرفی بیشینه (دقیقه/کیلوگرم/میلی‌لیتر)	۵۴/۰	۳/۵

جدول ۲. میانگین شاخص‌های اندازه‌گیری شده در مرحله‌های مختلف

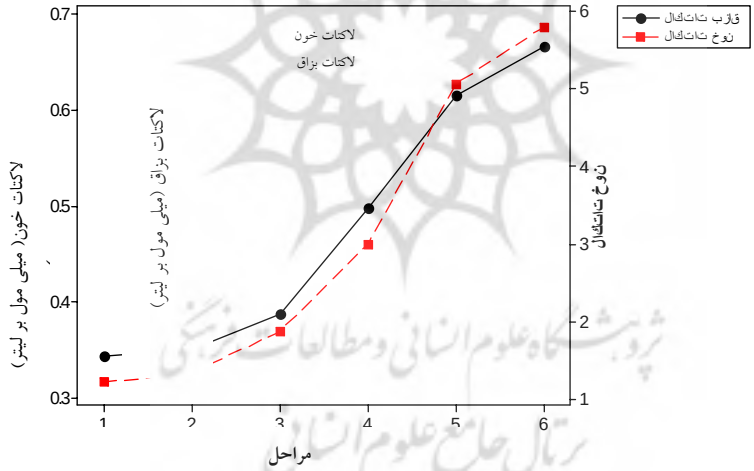
مراحل / شاخص‌ها	قبل از فعالیت اول (استراحت)	گرم کردن	بلافاصله بعد از فعالیت با ۶۰٪ ضربان قلب ذخیره	بلافاصله بعد از فعالیت با ۷۰٪ ضربان قلب ذخیره	بلافاصله بعد از فعالیت با ۸۰٪ ضربان قلب ذخیره	بلافاصله بعد از فعالیت با ۹۰٪ ضربان قلب ذخیره
ضربان قلب (ضربه در دقیقه)	۶۲/۳±۳/۸	۱۲۲/۰±۵/۴	۱۴۶/۱±۱/۴	۱۶۱/۶±۲/۸	۱۷۳/۸±۲/۱	۱۸۷/۰±۲/۰
غلظت لاکتات خون (میلی‌مول در لیتر)	۱/۶±۰/۵	۱/۷±۰/۴	۲/۱±۰/۷	۳/۵±۱/۶	۴/۹±۲/۰	۵/۶±۱/۵
غلظت لاکتات بزاقی (میلی‌مول در لیتر)	۰/۳±۰/۰	۰/۳±۰/۱	۰/۴±۰/۰	۰/۵±۰/۲	۰/۶±۰/۲	۰/۷±۰/۲



شکل ۱. تغییرات ضربان قلب یک آزمودنی در مراحل مختلف قرارداد تمرینی با شدت‌های مختلف



شکل ۲. تغییرات لاکتات خون و بزاق در سدت‌های مختلف ضربان قلب



شکل ۳. تغییرات لاکتات خون و بزاق در مراحل مختلف

الف) میزان لاکتات خون

بر اساس نتایج آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر، بین شش مرحلهٔ نمونه‌گیری لاکتات خون تفاوت معنی‌داری مشاهده شد؛ به عبارت دیگر، یک جلسه بازی در زمین‌های کوچک باعث تغییر معنی‌دار غلظت لاکتات خون در مردان فوتبالیست شد (F=۳۲/۹۳ و P<۰/۰۰۱). با توجه

به اختلاف معنی‌دار غلظت لاکتات خون بین مراحل مختلف نمونه‌گیری، با استفاده از آزمون پس‌تعقیبی شفه مشخص شد اختلاف معنی‌دار مشاهده شده بین مرحلهٔ شش و یک، دو، سه و چهار نمونه‌گیری نشان‌دهندهٔ افزایش معنی‌دار غلظت لاکتات خون پس از یک جلسه فعالیت منتخب فوتبال است ($P \leq ۰/۰۵$).

ب) میزان لاکتات بزاق

بر اساس نتایج آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر، بین شش مرحلهٔ نمونه‌گیری لاکتات بزاق تفاوت معنی‌داری مشاهده شد؛ به عبارت دیگر، یک جلسه فعالیت منتخب فوتبال باعث تغییر معنی‌دار غلظت لاکتات بزاق در مردان فوتبالیست شد ($F=۱۳/۱۸$ و $P<۰/۰۰۱$). با توجه به مشاهدهٔ اختلاف معنی‌دار غلظت لاکتات بزاق بین مراحل مختلف نمونه‌گیری، با استفاده از آزمون تعقیبی شفه مشخص شد اختلاف معنی‌دار مشاهده شده بین مرحلهٔ شش و مراحل یک، دو و سه نمونه‌گیری نشان‌دهندهٔ افزایش معنی‌دار غلظت لاکتات بزاق پس از یک جلسه فعالیت منتخب فوتبال است ($P \leq ۰/۰۵$). بین دامنهٔ تغییرات لاکتات خون و لاکتات بزاق تنها در مراحل پنجم و ششم رابطهٔ معنی‌دار مشاهده شد؛ از این رو، با توجه به رابطهٔ مثبت و معنی‌دار بین این دو شاخص در شدت‌های ۸۰ و ۹۰ درصد ضربان قلب ذخیره باید بیان کرد که با افزایش میزان لاکتات خون بر میزان لاکتات بزاق افزوده می‌شود؛ در افرادی که در دو مرحلهٔ مذکور با افزایش دامنهٔ تغییرات لاکتات خون روبرو بوده‌اند، لاکتات بزاق نیز تغییرات مشابهی نشان داد (جدول‌های ۳ و ۴)

جدول۳. رابطهٔ برآورد شده بین دامنهٔ تغییرات لاکتات خون و بزاق (شدت ۸۰٪)

		لاکتات بزاق (مرحلهٔ پنج)
لاکتات خون (مرحلهٔ پنج)	ضریب همبستگی (r)	۰/۷۹
	سطح معنی‌داری	۰/۰۰۲ *

جدول۴. رابطهٔ برآورد شده بین دامنهٔ تغییرات لاکتات خون و بزاق (شدت ۹۰٪)

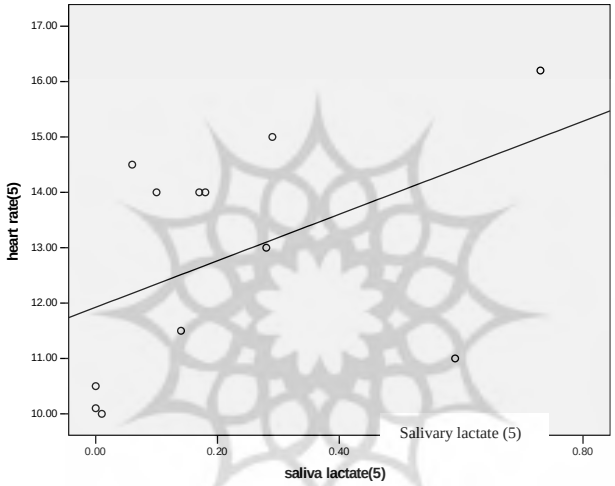
		لاکتات بزاق (مرحلهٔ شش)
لاکتات خون (مرحلهٔ شش)	ضریب همبستگی (r)	۰/۵۶
	سطح معنی‌داری	۰/۰۵ *

بین دامنهٔ تغییرات ضربان قلب و لاکتات بزاق تنها در مراحل پنجم و ششم رابطه‌ای معنی‌دار مشاهده شد؛ از این رو، با توجه به رابطهٔ مثبت و معنی‌دار بین این دو شاخص در شدت‌های ۸۰ و ۹۰ درصد ضربان قلب ذخیره باید بیان کرد که با افزایش میزان ضربان قلب -که هم‌راستا با افزایش شدت تمرین بود- بر میزان لاکتات بزاق افزوده می‌شود؛ بدین ترتیب در افرادی که در این

دو مرحله با افزایش دامنهٔ تغییرات ضربان قلب روبرو بوده‌اند، لاکتات بزاق نیـز تغییـرات مشـابهی نشان داد (شکل‌های ۴ و ۵؛ جدول‌های ۵ و ۶)

جدول۵. رابطهٔ برآورد شده بین دامنهٔ تغییرات ضربان قلب و لاکتات بزاق (شدت ۸۰٪)

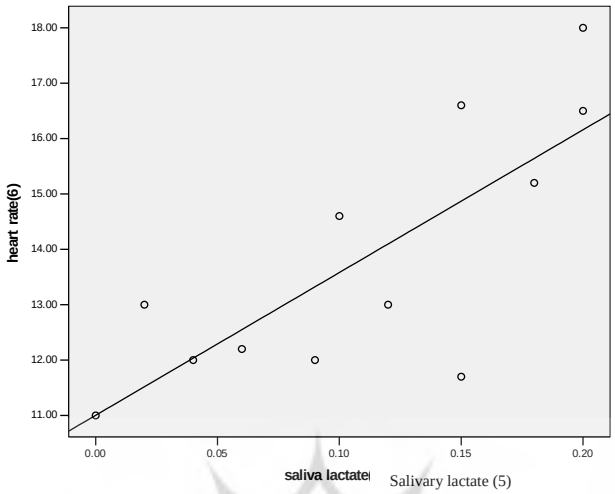
		لاکتات بزاق (مرحلهٔ پنج)
ضربان قلب (مرحلهٔ پنج)	ضریب همبستگی (r)	۰/۶۰
	سطح معنی‌داری	۰/۰۳۸*



شکل۴. رابطهٔ بین دامنهٔ تغییرات ضربان قلب و لاکتات بزاق (شدت ۸۰٪)

جدول۶. رابطهٔ برآورد شده بین دامنهٔ تغییرات ضربان قلب و لاکتات بزاق (شدت ۹۰٪)

		لاکتات بزاق (مرحلهٔ ششم)
ضربان قلب (مرحلهٔ ششم)	ضریب همبستگی (r)	۰/۶۸
	سطح معنی‌داری	۰/۰۱۴*



شکل۵. رابطهٔ بین دامنهٔ تغییرات ضربان قلب و لاکتات بزاق (شدت ۹۰٪)

بنابراین یافته‌های آماری در این تحقیق نشان داد که یک جلسه فعالیت منتخب فوتبال باعث افزایش معنی‌دار لاکتات خون، لاکتات بزاق می‌شود ($P\leq ۰/۰۵$). همچنین بر اساس نتایج بررسی روابط بین متغیرها مشخص شد بین دامنهٔ تغییرات لاکتات خون و ضربان قلب با لاکتات بزاقی در شدت‌های بالای فعالیت فوتبال (۸۰٪ و ۹۰٪ ضربان قلب ذخیره) رابطه‌ای معنی‌دار وجود دارد.

بحث ونتیجه‌گیری

هدف از تحقیق حاضر بررسی رابطهٔ غلظت‌های لاکتات بزاقی با لاکتات خون و ضربان قلب به‌منظور برآورد غیرتهاجمی آستانهٔ لاکتات پس از اجرای یک شیوهٔ تمرینی توپی فوتبال با شدت‌های مختلف به‌صورت فزاینده (بازی سه در مقابل سه) در مردان فوتبالیست بود. بین تمام مراحل در مقادیر لاکتات خون و بزاق تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. از طرف دیگر، بین لاکتات خون و بزاق در مراحل پنج و شش (شدت های۸۰٪ و ۹۰٪) قرارداد تمرینی همبستگی قابل قبولی مشاهده شد. بین ضربان قلب و لاکتات بزاق نیز در مراحل پنج و شش همبستگی بالایی مشاهده شد. کنترل شدت تمرینی، با استفاده از قرارداد توپی مانند تحقیق حاضر میسر گردید.

به‌دلیل مطالعات و تحقیقات کم در زمینهٔ لاکتات و الکترولیت‌های بزاقی، تنها به چند تحقیق محدود در این زمینه استناد می‌شود. تحقیق حاضر با مطالعهٔ سانتوز (۲۰۰۶)، والنزانو و همکاران (۲۰۰۸)، چیچارو و همکاران (۱۹۹۴)، سگورا و همکاران (۱۹۹۶)، عسگری و همکاران

(۱۳۸۳) و بن آریه و همکاران (۱۹۸۹) هم‌خوانی دارد (۸، ۹، ۱۸، ۱۹، ۳۵، ۳۶). این هم‌خوانی در حالی بود که پژوهش حاضر در دمای ۲±۱۰ درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۴۷-۴۱ درصد انجام شد و مطالعات یاد شده در محیط آزمایشگاه با چرخ کارسنج، آزمون وینگیت، دویدن در دمای ۲۲ درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت ۶۳ درصد انجام شده‌اند. ذک این نکته ضروری است که لاکتات بزاق احتمالاً به‌وسیلهٔ انتقال غیرفعال از خون و غدد بزاقی تشکیل می‌شود و به‌دلیل افزایش غلظت لاکتات خون افزایش می‌یابد (۹). اینکه چقدر طول می‌کشد تا لاکتات بزاقی بعد از ورود خون به داخل غدد بزاقی تشکیل شود، هنوز ناشناخته است، ولی این موضوع نتایج را تحت تأثیر قرار نداد؛ زیرا نمونه‌گیری از دو بزاق و خون هم‌زمان انجام شد. در این شرایط، نبود اختلاف معنی‌دار بین مرحلهٔ شش با چهار و پنج احتمالاً به‌دلیل نزدیک بودن زمان نمونه‌گیری آن‌ها به هم دیگر نسبت به مرحله شش با مراحل یک، دو و سه بوده است؛ زیرا بر خلاف لاکتات خون، ترشح لاکتات در بزاق با تأخیر صورت می‌گیرد (۹). همچنین نبود اختلاف بین مرحله‌های یک، دو و سه با هم احتمالاً به‌دلیل شدت کم تمرین و نزدیک بودن فاصلهٔ زمانی آن‌ها با یکدیگر و تعادل بین تولید و حذف لاکتات مثل الگوی موجود در خون بوده است. از طرف دیگر، در قرارداد تمرینی تحقیق حاضر، در شدت خاصی از آزمون، شیب منحنی مربوط به لاکتات بزاق شروع به افزایش کرده است (شکل ۲ یا ۳) و اگر این منحنی با منحنی مربوط به لاکتات خون در شکل ۲ یا ۳ مقایسه شود، افزایش ناگهانی شیب در آن دو را می‌توان گذر از مرز هوازی به بی‌هوازی بیان کرد؛ به عبارت دیگر، در این نقطه تغییر شیب آستانهٔ لاکتات بزاقی رخ داده است و احتمالاً می‌توان ادعا نمود (۱۰، ۳۶) که با اجرای قرارداد مربوط به هر رشتهٔ ورزشی می‌توان آستانهٔ لاکتات یا بی‌هوازی فردی تخصصی (بسکتبال، والیبال و ...) را به روش غیرتهاجمی با آنالیز لاکتات بزاقی تعیین کرد و چنانچه ذکر شد، در قرارداد تمرینی حاضر نیز این اتفاق صورت گرفته است؛ بنابراین با تکرار چنین مطالعه‌ای در شرایط مختلف و با آزمودنی‌های بیشتر می‌توان همانند نقطهٔ آغاز تجمع لاکتات خون (۴ میلی‌مول بر لیتر)، نقطهٔ آغاز تجمع لاکتات بزاق[1] را پیش‌بینی و تعیین کرد و از آن برای تعیین آستانهٔ بی‌هوازی و کنترل شدت تمرین استفاده نمود.

بر اساس نتایج روابط بین متغیرها مشخص شد که بین دامنهٔ تغییرات لاکتات خون و لاکتات بزاق تنها در مراحل پنجم و ششم رابطه‌ای مثبت و معنی‌دار وجود دارد (r_5=۰/۷۹ و P_5=۰/۰۰۲ ؛ r_6=۰/۵۶ و P_6=۰/۰۵)؛ بنابراین با توجه به رابطهٔ مثبت و معنی‌دار بین این دو شاخص در شدت‌های ۸۰ و ۹۰ درصد ضربان قلب ذخیره باید بیان کرد که با افزایش میزان لاکتات خون بر

1. Onset of saliva lactate accumulation (OSLA)

میزان لاکتات بزاق افزوده می‌شود؛ یعنی در افرادی که در این دو مرحله با افزایش دامنهٔ تغییرات لاکتات خون روبرو بوده‌اند، لاکتات بزاق نیز افزایش یافته است. این یافته با نتایج مطالعات سگورا و همکاران (۱۹۹۶) و سانتوز و همکاران (۲۰۰۶) موافق بود. با این حال، قرارداد اجرا شده توسط سگورا و همکارانش در رطوبت نسبی ۴۵- ۵۵ درصد و دمای ۲۰- ۲۴ درجهٔ سانتی‌گراد در محیط آزمایشگاه بود و در هر مرحلهٔ کاری در مطالعهٔ آن‌ها همبستگی خوبی در حدود r=۰/۸ بین لاکتات بزاق و خون مشاهده شد، اما در تحقیق حاضر همبستگی بین لاکتات در خون و بزاق در مراحل پنج و شش، به‌ترتیب r=۰/۷۹ و r=۰/۵۶ بود. همچنین در پژوهش سانتوز (۲۰۰۶) در دویدن ۳۰ کیلومتر، نمونه‌گیری در مراحل قبل و بعد انجام شده و رابطهٔ r=۰/۷۷ بین غلظت لاکتات در بزق و خون مشاهده شده بود، اما افزایش غلظت لاکتات خون از کیلومترهای اولیه شروع شده بود، در حالی که افزایش غلظت لاکتات در بزاق از کیلومتر ۱۸ به بعد آغاز شده بود و این ممکن است به‌دلیل تأخیر در ترشح لاکتات از غدد بزاقی به بزاق، در مقایسه با لاکتات خون باشد. مشخص شده است که ترشح بزاق معمولاً نتیجهٔ پاسخ به تحریک خودکار غدد است و ممکن است کاتکولامین‌ها در کنترل الکترولیت‌های بزاق دخالت داشته باشند و ترشح طبیعی بزاق به همکاری اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک بستگی دارد. اذعان شده است که تحریک پاراسمپاتیک باعث ترشح و جریان زیاد بزاق و غلظت‌های کمتر ترکیبات معدنی و آلی است. از طرف دیگر، تحریک سمپاتیکی حجم بزاق را کم می‌کند. همچنین دو عامل شدت و مدت تحریک غدد می‌تواند بر ترکیب بزاق تأثیر داشته باشد. در طول ورزش طولانی مدت در شدت‌های کم تا متوسط (کمتر از ۶۰%VO2max) به نظر نمی‌رسد ترشح بزاق تغییر معنی‌داری داشته باشد، ولی در شدت‌های بیشتر، ترشح بزاقی کاهش می‌یابد. از عوامل مرتبط با ورزش شدید می‌توان به افزایش در فعالیت آدرنرژیک، دهیدراسیون یا تبخیر بزاق در اثر پرتهویه‌ای (اگرچه احتمال کمتری دارد) اشاره کرد. در مورد لاکتات بزاقی ادعا شده است که این یون احتمالاً به‌وسیله انتشار غیرفعال از خون و غدد بزاقی تشکیل می‌شود. هنوز این مطلب ناشناخته است که چه مدت طول می‌کشد تا لاکتات بزاقی بعد از ورود خون به داخل غدد بزاقی تشکیل شود (۷، ۹، ۱۰). همچنین نتایج تحقیق عسگری و همکاران (۱۳۸۳) با نتایج مطالعهٔ حاضر مغایرت دارد. عسگری و همکارانش نتیجه گرفتند که بین لاکتات بزاق و خون رابطه‌ای وجود ندارد؛ یعنی لاکتات بزاق نمی‌تواند جایگزینی مناسب برای سنجش لاکتات خون باشد. نمونه‌گیری قبل و بعد از آزمون در پژوهش‌های فوق و احتمالاً فاصلهٔ زمانی کمتر بین نمونه گیری‌ها باعث شده است بین لاکتات بزاق و خون همبستگی مشاهده نشود؛ زیرا باید این عامل مهم را در نظر گرفت که اگر آزمون‌های فزاینده با مراحل کمتر از سه دقیقه اجرا

شوند و فاصلهٔ بین نمونه گیری‌ها کوتاه‌تر باشد، ممکن است غلظت لاکتات بزاق با لاکتات خون در تعادل نباشد (۹، ۱۸). با وجود اینکه در مراحل اولیه بین لاکتات بزاق و خون رابطه‌ای وجود نداشت، وجود رابطه فقط در مراحل پنج و شش نشان می‌دهد که می‌توان از لاکتات بزاق به‌عنوان روشی غیرتهاجمی در برآورد آستانهٔ لاکتات استفاده نمود. با توجه به شکل ۲ یا ۳، به راحتی می‌توان این موضوع را دریافت. رابطهٔ بین ضربان قلب و لاکتات خون در اغلب مطالعات در سال‌های گذشته بررسی شده و همگی در مورد وجود رابطهٔ بین ضربان قلب و لاکتات خون توافق دارند (۵، ۶، ۱۱، ۱۶، ۲۶- ۳۱)، اما تا کنون مطالعات اندکی رابطهٔ بین ضربان قلب و لاکتات بزاق را به شکل قرارداد حاضر در این تحقیق بررسی کرده‌اند. در مطالعهٔ حاضر بین دامنهٔ تغییرات ضربان قلب و لاکتات بزاق تنها در مراحل پنجم و ششم رابطه‌ای مثبت و معنی‌دار مشاهده شد (r_5=۰/۶ و P_5=۰/۰۳۸ ؛ r_6=۰/۶۸ و P_6=۰/۰۱۴)؛ بنابر این با توجه به رابطهٔ مثبت و معنی‌دار بین این دو شاخص در شدت‌های ۸۰ و ۹۰ درصد ضربان قلب ذخیره باید بیان کرد که با افزایش ضربان قلب که هم‌راستا با افزایش شدت تمرین بود، بر میزان لاکتات بزاق افزوده می‌شد؛ یعنی در افرادی که در این دو مرحله با افزایش دامنهٔ تغییرات ضربان قلب روبرو بوده‌اند، لاکتات بزاق نیز تغییرات مشابهی داشته است. با توجه به اینکه با افزایش شدت تمرین، ضربان قلب و لاکتات خون افزایش پیدا می‌کند (۳، ۳۶، ۳۷) و ارتباط بین لاکتات خون و لاکتات بزاق در قبل توضیح داده شد، می‌توان چنین ادعا کرد که با افزایش ضربان قلب، لاکتات بزاق، هم‌راستا با لاکتات خون افزایش می‌یابد که در قرارداد تحقیق حاضر نیز چنین است. مطالعات پاسخ ضربان قلب به افزایش شدت تمرین در مراحل فعالیت و بین هر فعالیت به دو شیوه انجام شده است: الف) تمرین کنترل شدهٔ جسمانی[1]؛ ب) تمرین کامل و یکپارچه (جسمانی، تکنیکی، تاکتیکی)[2]؛ به‌عنوان مثال برای روش اول می‌توان فعالیت‌های کوتاه سرعتی به شکل منقطع را نام برد و در مورد روش دوم می‌توان به بازی در زمین‌های کوچک[3] اشاره کرد. قرارداد تمرینی در این تحقیق استفاده از روش دوم بوده است که می‌توان اهداف مختلف تکنیکی، فیزیکی و تاکتیکی را در آن مطالعه کرد. علاوه بر این، شبیه به بازی فوتبال است و مطالعهٔ تغییرات و پاسخ‌های فیزیولوژیکی بازیکنان فوتبال به روش‌های تخصصی، نتایج نزدیک به واقعیت را در خصوص آن رشته به‌دست می‌دهد (۲). در طول بازی در محوطه‌های کوچک و بازی‌های نزدیک به شرایط مسابقه، مربیان نمی‌توانند به دقت فعالیت بازیکنان خود را کنترل کنند.

---

1. physical controlled training
2. physical integrated
3. small sided game

نتایج این تحقیق نشان داد احتمالاً می‌توان با روش اجرا شده در قرارداد و روش‌های نزدیک و شبیه به آن مطالعات فیزیولوژیکی متعددی را روی بازیکنان فوتبال انجام داد. کمّی سازی و ارزیابی فشار فیزیولوژیکی روی بازیکنان فوتبال در طول فعالیت‌های مختلف تمرینی دو عامل مهم‌اند که هنگام برنامه‌ریزی تمرینات در نظر گرفته می‌شوند. چون ضربان قلب و ثبت آن غیرتهاجمی است، مشکل نیست و استرس کمتری دارد؛ می‌توان نتیجه گرفت که ضربان قلب می‌تواند کلیدی انعطاف پذیر برای ارزیابی شدت‌های بازی در طول بازی و تمرینات فوتبال باشد، همان‌طور که از نتایج این تحقیق نیز حاصل شده است. الگوی تغییرات لاکتات خون و بزاق با افزایش ضربان قلب با شدت‌های مشخص، مشابه است.

نتیجهٔ مهم دیگر در بحث ضربان قلب و پاسخ‌های فیزیولوژیکی مثل پاسخ لاکتات این است که ضربان قلب ممکن است بر اساس نوع تمرین در آستانهٔ لاکتات تغییر کند. هنگام استفاده از ضربان قلب باید دقت کافی به عمل آید. اغلب مطالعات مربوط به رابطهٔ لاکتات و ضربان قلب، چه در مورد بزاق و چه خون، روی نوار گردان و چرخ کارسنج انجام گرفته است که نقش بالاتنه و پایین تنه در دو مورد با یکدیگر فرق می‌کند. در کل، می‌توان گفت که فعالیت توپی مثل فوتبال (بازی سه در مقابل سه) تغییرات معنی‌دار در سطوح لاکتات خون و بزاق ایجاد می‌کند. همچنین در چنین قرارداد توپی، بین لاکتات بزاق و خون در شدت‌های فعالیتی زیاد (۸۰ و ۹۰ درصد ضربان قلب ذخیره) رابطه و همبستگی معنی‌داری مشاهده شد؛ بنابراین استفاده از روش غیرتهاجمی نمونه‌گیری بزاقی و اندازه‌گیری لاکتات در بزاق احتمالاً می‌تواند روشی مناسب برای تعیین تغییرات لاکتات خون و نقطهٔ تغییر سوخت و ساز هوازی به بی‌هوازی باشد. به‌علاوه، در این مطالعه با استفاده از تعیین نقطهٔ شکست به روش چشمی در مورد منحنی‌های لاکتات بزاق و خون، تعیین آستانهٔ لاکتات نیز امکان‌پذیر است و نشان داده شد که الگوی تغییرات لاکتات بزاق و خون در برابر تغییرات ضربان قلب مشابه هم می‌باشد. نکتهٔ بسیار مهم این است که انتقال مطالعات فیزیولوژیکی عملکردی به لحاظ اجرا و اندازه‌گیری به خارج از آزمایشگاه و انجام آن به‌صورت میدانی، چه به‌صورت تهاجمی و چه غیرتهاجمی، با ودو مشکلاتی که در بردارد، موجب صرف هزینه و وقت کمتری می‌شود، در عین حال که شرایط واقعی اجرا هم بررسی می‌شود. همچنین در این مطالعه، تکنیک اندازه‌گیری میدانی لاکتات بزاقی برای اولین بار به‌دست آمد که از دست آوردهای کاربردی بسیار مهم در این مطالعه است. دستگاه قابل حمل آنالیز لاکتات خون استفاده شده در این مطالعه توانایی اندازه‌گیری لاکتات در دامنهٔ غلظت ۰/۵- ۲۵ میلی‌مول در لیتر را دارد، در حالی که غلظت لاکتات بزاق در این مطالعه از ۰/۳ تا ۰/۷ میلی‌مول در لیتر تغییر داشت. با اینکه در این مطالعه از روش دستگاهی

اسپکتروسکپی برای آنالیز لاکتات بزاق استفاده شد، روش انحصاری و ابتکاری آنالیز غلظت‌های لاکتات کمتر از ۰/۵ میلی‌مول در مایعات آبی مثل بزاق نیز برای اولین بار با دستگاه قابل حمل آنالیز لاکتات خون اجرا شد.

منابع:

۱. ریلی، توماس؛ ویلیامز،مارک (۱۳۸۴). علم و فوتبال. ترجمه: عباسعلی گائینی، محمد فرامرزی و فتحا.. مسیبی. چاپ دوم، انتشارات کمیته‌ی ملی المپیک.

2. Dellal A, Chamari K, Pintus A, Girard O, Cotte T, Keller D. (2008). Heart rate responses during small-sided games and short intermittent training in elite soccer players: A COMPARATIVE STUDY. J Strength Cond Res. 22(5): 1449–1457.

3. Eniseler, N. (2005). Heart rate and blood lactate concentrations as predictors of physiological load on elite soccer players during various training activities. J Strengh Cond Res. 19(4):799-804.

4. McMillan K, Helgerud J, Grant Sj, Newell J, Wilson J, Macdonald R, Hoff J. (2005) .Lactate threshold response to a season of professional British youth soccer. Br J Sports Med. 39: 432-436.

5. Sporis G, Ruzic L, Leco G. (2008). The anaerobic endurance of elite soccer players improved after a high-intensity training intervention in the 8-week conditioning program. J Strenght Cond Res. 22(2): 559-566.

۶. ولتمن، آرتور(۱۳۸۳). پاسخ لاکتات خون به فعالیت ورزشی. ترجمه: عباسعلی گائینی و محمد فرامرزی، انتشارات پژوهشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران.

7. Chicharro JL,; Lucía A.; Pérez M.; Vaquero A.F.; Ureña R. (1997). Saliva composition and exercice. http://www.sportsci.org/encyc/drafts/Saliva.doc

8. Chicharro JL, Legido JC, Alvarez J, Serratosa L, Bandres F, Gamella C.et al (1994) .Saliva electrolytes as a useful tool for anaerobic threshold determination. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 68(3): 214-218.

9. Santos RV, Almedia AL, Caperuto EC, Martins EJr, Costa Rosa LF. (2006). Effects of a 30-km race upon salivary lactate correlation with blood lactate. Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol. 145(1): 114-117.

10. 10.Segura R, Javierre C, Ventura KLL, Lizarraga MA, Campos B, Garrido E. (1996) .A new approach to the assessment of anaerobic metabolism: measurement of lactate in saliva. Br J Sports Med. 30(4): 305-309.

11. Candotti CT, Loss JF, Melo Mde O, La Torre M, Pasini M, Dutra LA, de Oliveria JL, de Oliveria LP. (2008) .Comparing the lactate and EMG thresholds of recreational cyclists during incremental pedaling. Can J Physiol Pharmacol.

86(5): 272-278.

12. Crisafulli A, Tocco F, Pittau G, Caria M, Lorrai L, Melis F, Concu A. (2006). Detection of lactate threshold by including haemodynamic and oxygen extraction data. Physiol Meas. 27(1): 85-97.

13. Folke M. (2008) .Estimation of the lactate threshold using an electro acoustic sensor system analyzing the respiratory. Med Biol Eng Comput. 46(9): 969-942.

14. Karapetian GK, Engles HJ, Gretebeck RJ. (2008) .Use of heart rate variability to estimate LT and VT. Int J Sports Med. 29(8): 652-657.

15. Omiya K, Itoh H, Harada N, Maeda T, Tajima A, Oikawa K, Koike A, Aizawa T, Fu LT, Osada N. (2004) .Relationship between double product break point, lactate threshold, and ventilatory threshold in cardiac patients. Eur J Appl Physiol. 91(2-3): 224-229.

16. Plato PA, McNulty M, Crunck SM, Tug Ergun A. (2008). Predicting lactate threshold using ventilatory threshold. Int J Sports Med. 29(9): 732-737.

17. Navazesh M,Christensen CM.(1982).A comparison of whole mouth resting and stimulated salivary measurement procedures.J Dent Res ,61:1158-62

۱۸.عسگری، علیرضا؛ مهرانی، حسینعلی؛ قانعی، مصطفی؛ قاسمی، اصغر؛ رضایی، رضا؛ میری، روح ا.. (۱۳۸۳). اثر ورزش بر تغییرات لاکتات خون و بزاق در مصدومین شیمیایی و افراد سالم. طب نظامی. ۶(۲): ۱۱۵-۱۱۱.

19. Ben-Aryeh H, (1989). Effect of Exercise on Salivary Composition and Cortisol in Serum and Saliva in Man. J Dent Res. 68(11): 1495-1497.

20. Chicharo JL, et al. (1995) .Anaerobic threshold in children: determination from saliva analysis in field tests. Eur J Appl Physiol. 70(6): 541-544.

21. Chicharo JL,Margarita Pérez, Alfredo Carvajal, Fernando Bandrés and Alejandro Lucía, et al. (1999). The salivary amilas, lactate and electromyographic response to exercise. Jpn J Physiol. 49: 6551-6554.

22. V. Sari-Sarraf, T. Reilly, D. Doran, G. Atkinson(2008). Effects of Repeated Bouts of Soccer-Specific Intermittent Exercise on Salivary IgA.Int J Sports Med 2008; 29: 366-371 DOI: 10.1055/s-2007-965427

۲۳. کردی، محمدرضا؛سیاهکوهیان،معرفت (چاپ اول ۱۳۸۳).آزمون‌های کاربردی آمادگی قلبی-تنفسی {جلد اول}انتشارات یزدانی

24. Larson AJ. (2006). Variations in heart rate at blood lactate threshold due to exercise mode in elite cross-country skiers. J Sterngh Cond Res. 20(4):855-860.

۲۵.میر میران،پروین. اصول طراحی رژیم غذایی(.توصیه‌ها و استانداردهای رژیم غذایی).۱۳۸۳.

دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

26. Anderson CS, Mahon AD. (2007). The relationship between ventilatory and lactate threshold in boys and men.Res Sports Med. 15(3): 189-200.

27. Davis JA, Ciaozzo VJ, Storer TW, Pham PH. (2008). Lactate threshold at the same fat-free mass and age is larger in men than women. Eur J Appl Physiol. [Epub ahead of print].

28. Kulaputana O, Thanakomsirichot S, Anomasiri W. (2007) .Ginseng supplementation does not change lactate threshold and physical performance in physically active Thai men. J Med Assoc Thai. 90(6): 1172-1179.

29. Marlin L, Sara F, Antoine-Jonville S, Connes P, Etinne-Julan M, Hue O. (2007). Ventilatory and lactate threshold in subjects with sickle cell trait. Int J Sports Med. 28(11): 916-920.

30. Moreira SR, Arsa G, Oliveria HB, Lima LC, Campbell CS, Simoes HG. (2008) .Methods to identify the lactate and glucose thresholds during resistance exercise for individuals with type 2 diabetes. J Strength Cond Res. 22(4): 1108-1115.

31. Soller BR, Yang Y, Lee SM, Wilson C, Hagan RD. (2008). Noninvasive determination of exercise-induced hydrogen ion threshold through direct optical measurement. J Appl Physiol. 104(3): 837-844.

۳۲.گایتون، هال (۱۳۸۵). فیزیولوژی انسانی. ترجمه: حوری سپهری، علی راستگار فرج زاده، چاپ اول، انتشارات اندیشه رفیع، تهران.

۳۳.مک آردل، ویلیام.دی؛ آی.کچ فرانک؛ ال.کچ، ویکتور (۱۳۸۳). فیزیولوژی ورزشی(انرژی و تغذیه). ترجمه: اصغر خالدان، چاپ سوم، انتشارات سمت، تهران.

34. Watt MJ, Hargreaves M. (2002). Effect of epinephrine on glucose disposal during exercise in humans: role of muscle glycogen. Am J Physiol Endocrinal Metab. 283(3): E578-583.

35. Robbins JL, Duscha BD, Bensimhon DR, Wasserman K, Hansen JE, Houmard JA, Annex BH Kraus WE. (2009). A gender specific relationship between capillary density and anaerobic threshold. J Appl Physiol. [Epub ahead of print].

36. Valenzano A, Basanisi S, DE Rosas M, D'Arienzo G, DI Bari F, Ajazi A, Federici A, Cibelli G. (2008). Determination of the anzerobic therwshold by salivary lactate assay. Am J Physiol Endocrinal Metab.

37. Dumke CL, Brock DW, Helms BH, Haff GG. (2006) .Heart rate at lactate threshold and cycling time trails. J Strength Cond Res. 20(3): 601-607.