اثر یک دوره مصرف بتاآلانین بر توان هوازی، عملکرد ویژه و سطوح لاکتات پاروزنان مرد نخبه

محمدعلی قرائت[1*]، مجید کاشف[1]، لیلا عیدی‌ابرغانی[2]، محسن شیخلووند[3]

۱. گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکدهٔ علوم ورزشی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران، ایران
۲. گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکدهٔ علوم ورزشی دانشگاه خوارزمی تهران، ایران
۳. گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکدهٔ علوم ورزشی دانشگاه گیلان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۱۴

چکیده

زمینه و هدف بتاآلانین از مکمل‌های اثرگذار بر میزان لاکتات است. اثرات این مکمل بر سطوح لاکتات ممکن است عملکردهای ورزشی را بهبود بخشد. هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر مصرف بتاآلانین بر لاکتات و میزان عملکرد ورزشکاران نخبهٔ روئینگ بود.

مواد و روش‌ها ۲۴ پاروزن مرد نخبه (سن ۳/۳ ± ۲۳/۴ سال، قد ۷/۹ ± ۱۸۶/۷ سانتی‌متر و درصد چربی ۲/۱ ± ۸/۹) به‌طور تصادفی در سه گروه بتاآلانین، دارونما (دکستروز) یا بدون مکمل قرار گرفتند (n = ۸). میزان مصرف مکمل ۴۰ میلی‌گرم بر هر کیلوگرم وزن بدن در روز به مدت ۳ هفته بود. پس از تعیین توان هوازی بیشینه (VO2max) و کمترین سرعت رسیدن به توان هوازی (vVO2max)، آزمون ارگومتر جهت تعیین توان میانگین و میزان میانگین سرعت در ۶ دقیقه ارگومتر (vRmax) انجام شد و سپس زمان فعالیت تا رسیدن به واماندگی با سرعت vRmax (TvRmax) به ثبت رسید. همچنین آزمون ۶ دقیقه ارگومتر با ۹۰ درصد vRmax انجام شد و لاکتات و ضربان قلب ثبت گردید. در انتهای دوره، همین آزمون‌ها تکرار شد. جهت تحلیل داده‌ها، روش آنالیز واریانس یک سویه و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معناداری ۰/۰۵ مورد استفاده قرار گرفت.

یافته‌ها لاکتات در گروه بتاآلانین در پس‌آزمون پس از ۶ دقیقه فعالیت در ۹۰ درصد **vRmax** کاهش معنادار داشت (**p** = ۰/۰۰). همچنین **TvRmax** و توان میانگین در گروه بتاآلانین نسبت به دو گروه دیگر بهبود معناداری یافته بود (به‌ترتیب **p** = ۰/۰۰ و **p** = ۰/۰۴). **vRmax** نیز در گروه بتاآلانین افزایش معناداری را نشان داد (**p** = ۰/۰۰).

نتیجه‌گیری به‌نظر می‌رسد مصرف بتاآلانین با تأخیر در تجمع لاکتات ممکن است منجر به افزایش زمان رسیدن به خستگی در فعالیت استقامت عضلانی و بهبود توان هوازی پاروزنان نخبه شود.

کلیدواژه‌ها:
بتاآلانین، استقامت عضلانی، زمان رسیدن به خستگی، پاروزنان مرد نخبه.

۱. مقدمه

هنگام انجام فعالیت‌های متوسط تا شدید بدنی که از گلیکولیز بی‌هوازی برای تأمین بخشی از انرژی بهره می برند [۱ـ۲]، یون هیدروژن شروع به تجمع می‌کند، درپی آن میزان اسیدیتهٔ درون سلول افزایش می‌یابد، خستگی تسریع می‌شود و عملکرد افت می‌کند. [۳] اگر تجمع یون هیدروژن درون‌سلولی با برداشت و مصرف بیشتر این یون به‌عنوان سوخت یا تأخیر در تولید بیشتر این یون کنترل شود، خستگی عضلانی نیز به تأخیر می‌افتد. عواملی همچون استراحت فعال پس از جلسات فعالیت شدید، آمادگی بدنی اولیهٔ بالاتر و برخی مکمل‌ها یا داروها می توانند به کاهش تولید این یون هنگام فعالیت بدنی یا

* **نویسندهٔ مسئول: محمدعلی قرائت**
نشانی: تهران، لویزان، خ شعبانلو، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، دانشکدهٔ علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزش

تلفن: ۰۲۱-۲۲۹۷۰۰۵۱ **موبایل:** ۰۹۱۲۳۴۸۸۴۲۱
رایانه: Mohammadaligharaat@gmail.com
شناسه ORCID: 0000-0002-2923-9213
شناسه ORCID نویسندهٔ اول: 0000-0002-2923-9213

مجلهٔ علمی ـ پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، دورهٔ ۲۷، شمارهٔ ۱، فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۹، ص ۸۱-۷۳
آدرس سایت: http://jsums.medsab.ac.ir رایانامه: journal@medsab.ac.ir
شاپای چاپی: ۷۴۸۷-۱۶۰۶

برداشت سریع‌تر آن در مرحلهٔ بازگشت به حالت نخست کمک کنند. [۳ـ۴]

یکی از اسیدهای آمینه که ممکن است به‌عنوان بافر در کاهش میزان اسیدیتهٔ عضلات فعال هنگام فعالیت‌های ورزشی عمل کند، بتاآلانین است. [۴ـ۵] این اسید آمینه همراه با هیستیدین (با ترکیب بتاآلانین ـ ال هیستیدین) منجر به تولید کارنوزین در سلول‌های عضلات اسکلتی می‌شود و نقش‌های متعددی همچون بافرینگ [۶] از طریق کنترل میزان سنتز کارنوزین [۷]، کاهش تولید رادیکال‌های آزاد و تجمع ذرات فعال اکسیژن [۸ـ۱۰]، تنظیمات آنزیمی [۱۱ـ۱۲]، تنظیم آزادسازی کلسیم از شبکهٔ سارکوپلاسمی [۴، ۱۳] و رگ‌گشایی [۱۴] را برعهده دارد. پژوهش‌های پیشین بر بهبود برخی فعالیت های ورزشی همچون دوچرخه‌سواری [۱۵] و پاروزنی روئینگ [۱۶] پس از مصرف این مکمل اذعان دارند. [۶] در همین راستا، نقش این مکمل در بهبود حفظ برون‌ده توان در فاز پایانی آزمون وینگیت [۱۷]، تأخیر در آغاز خستگی عصبی ـ عضلانی، بهبود آستانهٔ تهویه‌ای (VT) و اکسیژن مصرفی بیشینه[1] و زمان رسیدن به واماندگی در ارگومتر دوچرخه [۹]، بهبود گشتاور عضلانی در وهله‌های تکراری انقباضات شدید پویا [۴]، بهبود سرعت و توان بیشینه در اجرای بیشینهٔ ۳۰ ثانیه رکاب زدن [۱۸]، بهبود معنادار VO2peak، زمان رسیدن به VO2peak (T VO2peak) و کل کار انجام‌شده در اجرای استقامتی در ۱۱۰ـ۱۱۵ درصد اکسیژن مصرفی اوج[2] [۱۹]، بهبود برون ده توان، آستانهٔ لاکتات، VO2max و زمان فعالیت تا واماندگی[3] [۸، ۲۰] و ارتقای ۴/۵ ثانیه‌ای اجرای ۲۰۰۰ متر روئینگ [۳] در پژوهش‌های پیشین گزارش شده است. درمقابل برخی محققان عدم تغییر در خستگی عصبی ـ عضلانی [۱۸] یا عملکرد ورزشی بی‌هوازی [۴] را درپی مصرف بتاآلانین نشان داده‌اند.

پاروزنی روئینگ یکی از رشته‌های المپیکی است که با توجه به کلاس قایق (انفرادی یا گروهی)، بین ۵/۵ تا ۸ دقیقه طول می‌کشد. در این رشته، حداکثر ظرفیت هوازی در طول مسیر مسابقه به مدت ۱۸۰ـ۲۷۰ ثانیه به‌کار گرفته می‌شود. [۲۱ـ۲۲] به‌گفتهٔ محققان، در رقابت روئینگ، ۶۷ درصد انرژی لازم از مسیر هوازی و ۳۳ درصد از مسیر بی‌هوازی تأمین می‌شود [۱ـ۲، ۲۳]؛ یعنی در ۳۰ـ۴۵ ثانیهٔ فاز آغازین و ۴۵ـ۶۰ ثانیهٔ فاز پایانی مسابقه، انرژی بیشتر از مسیرهای بی‌هوازی تأمین می‌شود و افزایش اسیدیته عاملی گریزناپذیر در اجرای این دو فاز است. [۱] مسابقات متعدد این رشته به‌علت برگزاری در فضاهای دریاچه‌ها و رودخانه‌ها در فصول گرم سال با فواصل کوتاه (به‌طور میانگین ۳ هفته) برگزار می‌شود. لذا با توجه به نیاز به تلاش بسیار زیاد تا حد واماندگی در ۵/۵ـ۸ دقیقه (با توجه به کلاس قایق، وزن و جنسیت پاروزن)، این مکمل ممکن است اثری مثبت در به‌تأخیر انداختن تجمع هیدروژن و تولید لاکتات جهت افزایش زمان رسیدن به واماندگی در پاروزنان داشته باشد. همچنین کوتاهی مدت زمان موجود بین رقابت‌های مختلف این رشته در تابستان، بر ضرورت بررسی چگونگی تنظیم دورهٔ بارگیری این مکمل صحه می‌گذارد. بنابراین نویسندگان مقاله فرض کردند ۳ هفته مکمل‌گیری بتاآلانین ممکن است موجب تغییر عملکرد پاروزنان از طریق کاهش اسیدیته نسبت به پیش از مکمل‌گیری شود. لذا گروه پژوهشی برآن شد تا به مطالعهٔ اثر مصرف سه‌هفته‌ای بتاآلانین بر شاخص‌های هوازی، عملکرد ویژه و میزان لاکتات پاروزنان نخبه بپردازد.

۲. مواد و روش‌ها

۲,۱. نمونه‌های پژوهش

در این پژوهش، ۲۴ نفر پاروزن مرد نخبه با میانگین سن ۳/۳ ± ۲۳/۴، میانگین قد ۷/۹ ± ۱۸۶/۷ سانتی‌متر، وزن میانگین ۶/۴ ± ۷۹/۷ کیلوگرم و درصد چربی ۲/۱ ± ۸/۹ که حداقل دارای ۴ سال سابقهٔ پاروزنی و در زمان پژوهش، عضو تیم ملی روئینگ مردان ایران و در یک دورهٔ اردوی ۲۱روزه حاضر بودند، به‌طور هدف‌دار در دسترس انتخاب شدند. از این تعداد، ۱۶ نفر جهت حضور در دورهٔ تمرینی در دو گروه مصرف مکمل تقسیم شدند. این دو گروه به‌طور تصادفی و بدون اطلاع به مصرف یکی از مواد دکستروز [۱۸] به‌عنوان دارونما یا بتاآلانین پرداختند. گروه سوم نیز شامل ۸ پاروزن باقی‌مانده بودند که در ابتدای تحقیق به‌طور تصادفی انتخاب شدند و در طول دورهٔ ۲۱روزهٔ پیش آزمون تا پس‌آزمون هیچ مادهٔ مکمل ورزشی مصرف نکردند. فرم خوداظهاری جهت کنترل تغذیهٔ روزانه توسط ورزشکاران پر شد و برای جلوگیری از تغییرات ویژه در

1. VO2max
2. VO2peak
3. TTE

تغذیه، مورد ارزیابی قرار گرفت.

۲،۲. پروتکل پژوهش

نخست شیوهٔ کلی کار برای پاروزنان شرح داده و سپس از آن‌ها موافقت‌نامهٔ کتبی مبنی بر رضایت شرکت در آزمون دریافت شد. ضمناً همگی پیش از ورود به اردو در تست سلامت قلبی ـ عروقی شرکت کرده و دارای تأییدیه سلامت بودند. از پاروزنان خواسته شد تا یک هفته قبل از پیش‌آزمون، از هیچ مکملی استفاده نکنند. همهٔ آزمودنی ها با توجه به سابقهٔ پاروزنی، با نحوهٔ کار با ارگومتر روئینگ آشنایی کامل داشتند. در آزمون مقدماتی، ابتدا میزان اکسیژن مصرفی بیشینه[1] با استفاده از دستگاه آنالیزگر هوای ریه ساخت شرکت کاسمد ایتالیا[2] براساس مدل هفت‌مرحله‌ای روئینگ بوردن اندازه‌گیری شد. [۲۴، ۲۸] روز بعد، آزمون ۶ دقیقه ارگومتر روئینگ با ریتم میانگین ۲۴ـ۲۶ ضربه در دقیقه و میانگین توان[3] انجام شد و نتایج عملکردی شامل مسافت و توان میانگین ثبت گردید. در روز سوم، با استفاده از میانگین سرعت در این ۶ دقیقه[4]، بیشترین زمانی که ورزشکار قادر به ادامهٔ فعالیت در این سرعت است،[5] به‌ثبت رسید. همچنین مسافت و میزان لاکتات خون بلافاصله پس از آزمون ۶ دقیقه ارگومتر با شدت ۹۰ درصد vRmax[6] در روز سوم ثبت شد. این آزمون‌ها شبیه به‌دست آوردن میزان vVO2max و Tmax روی تردمیل است که در آزمون‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. [۲۳، ۲۵ـ۲۶] در همهٔ آزمون‌ها، دستگاه ارگومتر روئینگ کانسپت (مدل D) ساخت موریس ویل امریکا[7] به‌کار گرفته شد. میزان لاکتات خون ۲ دقیقه پس از اتمام آزمون شش‌دقیقه‌ای روئینگ با شدت ۹۰ درصد vRmax (LA@6min@vRmax) و همچنین پس از آزمون بیشترین مدت زمان پاروزنی با شدت vRmax (LA@TvRmax) از طریق برداشت نمونه‌خون انگشت سبابه اندازه‌گیری شد. غلظت لاکتات خون با استفاده از لاکتومتر مدل اسکوت[8] و کیت‌های شماره‌گذاری‌شده تعیین شد. ضربان قلب نیز علاوه‌بر حالت استراحت، بلافاصله پس از اتمام TvRmax به‌ثبت رسید (HR@TvRmax). همچنین تعداد ضربان قلب پس از اتمام آزمون شش‌دقیقه‌ای روئینگ با شدت ۹۰ درصد vRmax ثبت شد (HR@6min@90%vRmax). تعداد ضربان به‌وسیلهٔ ضربان‌سنج پلار[9] اندازه‌گیری شد که روی مچ ورزشکاران نصب می‌شود.

برنامهٔ تمرینی به تعداد ۱۰ جلسه در هفته (روز جمعه و عصر دوشنبه و عصر پنجشنبه استراحت کامل) تمرین ۱۲ کیلومتر پاروزنی در آب با ریتم ۱۸ـ۲۴ ضربه پارو در دقیقه (هر جلسه ۵۰ـ۵۵ دقیقه پاروزنی) به مدت ۳ هفته برای دو گروه مصرف مکمل به‌طور مشابه انجام شد. در طول این مدت، به یک گروه دکستروز و به گروه دیگر بتاآلانین به میزان ۴۰ میلی‌گرم به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز (در سه نوبت همراه با غذا) داده شد. میزان عرضهٔ مکمل با توجه به روش کار پژوهش‌های پیشین که از ۲ـ۶ گرم مصرف بتاآلانین در روز را گزارش کرده بودند [۵، ۹، ۱۸ـ۱۹] و با درنظر گرفتن وزن هریک از پاروزنان در پژوهش حاضر (با توجه به وزن ورزشکاران و میزان ۴۰ میلی‌گرم به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن، بتاآلانین مصرفی بین ۲/۹ـ۳/۸۸ گرم در روز) محاسبه گردید. تمامی کپسول‌ها با وزن یک گرم توسط متخصصان شرکت داروسازی و مکمل‌های غذایی ـ حیاتی پویان (PNC) تهیه و دراختیار نویسندگان مقاله قرار گرفت. گروه سوم که ۸ پاروزن بودند، در این مدت به‌طور مشابه با گروه‌های مصرف مکمل تمرین کردند و از هیچ ماده‌ای استفاده نکردند.

پس از اتمام دورهٔ سه‌هفته‌ای، مطابق پروتکل پیش آزمون از پاروزنان پس‌آزمون به‌عمل آمد. روش تحقیق حاضر توسط کمیتهٔ اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی به شمارهٔ IR.SSRI.REC.1395.219.3 تأیید شد.

۲،۳. تحلیل آماری

برای گزارش نتایج از آزمون‌های توصیفی استفاده شد. نرمال بودن توزیع‌ها از طریق آزمون کلموگروف ـ اسمیرنوف بررسی شد. برای بررسی اختلاف بین گروه‌ها، آزمون آنالیز واریانس یک‌سویه و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معناداری ۰/۰۵ مورد استفاده قرار گرفت. تمام داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (مدل ۱۶) مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج به‌صورت میانگین و انحراف استاندارد

1. VO2max
2. Quark CEPT, Cosmed Italy
3. P @24Str@6min
4. vRmax
5. TvRmax
6. LA@6min@vRmax
7. Concept II Model D, Morrisville, USA
8. Scout
9. Polar

گزارش شد.

۳. یافته‌های پژوهش

میانگین اندازه‌های اجرا و میزان لاکتات خون و تواتر قلبی در جدول ۱ و ۲ قابل مشاهده است. همان‌گونه که در این جدول‌ها مشاهده می‌شود، تفاوت معناداری بین میزان VO2max سه گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون آن‌ها مشاهده نشد. ضربان قلب سه گروه پس از آزمون TvRmax در پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت معناداری نداشت. ضربان قلب در آزمون ۶ دقیقه با شدت ۹۰ درصد vRmax در پس‌آزمون (HR@6min@90%vRmax) بین سه گروه نیز تفاوت معناداری نداشت.

در بررسی نتایج درون‌گروهی، میزان لاکتات خون در پیش‌آزمون هر سه گروه با پس‌آزمون خودش در آزمون ۹۰ درصد vRmax (6min@90%vRmax) تفاوت معناداری را نشان داد ($p\leq ۰/۰۵$). در بررسی نتایج بین گروه‌ها، سطح لاکتات خون در پیش‌آزمون بین سه گروه تفاوت معناداری نداشت؛ ولی در پس‌آزمون، میزان لاکتات خون در گروه بتاآلانین نسبت به دو گروه دیگر پس از آزمون ۶ دقیقهٔ ارگومتر با۹۰ درصد vRmax (LA@6min@90%vRmax) به‌طور معناداری پایین‌تر بود ($p\leq ۰/۰۵$).

در بررسی یافته‌های درون‌گروهی VO2max، پیش آزمون با پس‌آزمون در هر دو گروه دارونما و بتاآلانین تفاوت معناداری داشت ($p\leq ۰/۰۵$). در بررسی نتایج بین گروه‌ها در این شاخص، بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون سه گروه تفاوت معناداری مشاهده نشد. همچنین در P@6min@24Str در پیش‌آزمون بین سه گروه تفاوت معناداری وجود نداشت؛ ولی همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، این میزان در پس‌آزمون در گروه بتاآلانین افزایش معناداری یافته بود ($p\leq ۰/۰۵$).

جدول ۱. فاکتورهای فیزیولوژیک و لاکتات خون در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه‌های مختلف در پاروزنان نخبه

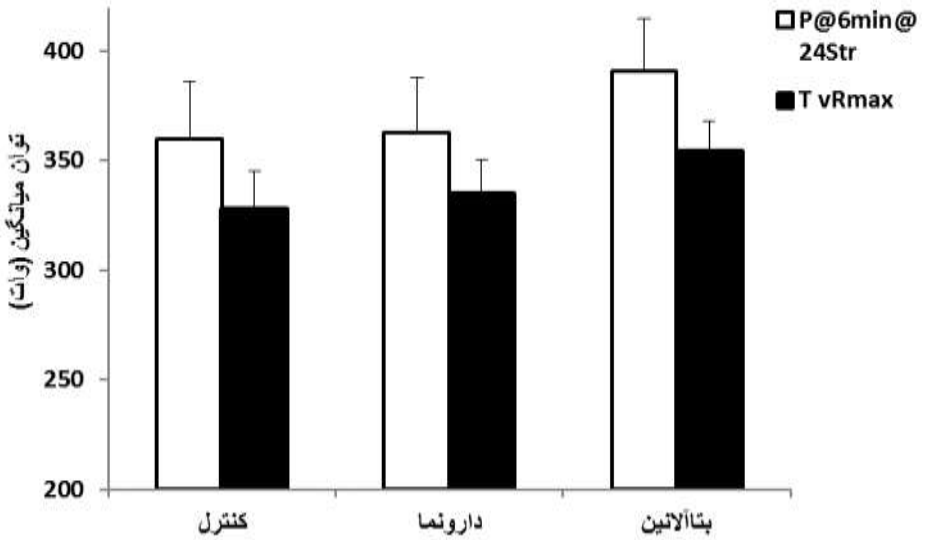
فاکتور		کنترل	دارونما	بتاآلانین	مقدار F	معناداری
VO2max ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$)	پیش‌آزمون	۵۷/۵۶ ± ۳/۴۹	۵۵/۷۵ ± ۳/۴۱	۵۶/۲۱ ± ۴/۲۹	۰/۱۴	۰/۸۴
	پس‌آزمون	۵۹/۲۱ ± ۳/۲۶	۶۰/۸۴ ± ۳/۷۲	۹۸/۶۱ ± ۳/۹۷	۱/۳۶	۰/۲۶
LA@T vRmax ($mmol.l^{-1}$)	پیش‌آزمون	۱۴/۸ ± ۱/۰۸	۱۴/۷۸ ± ۰/۲۷	۱۵/۵۹ ± ۰/۱۱	۰/۳۱	۰/۷۳
	پس‌آزمون	۱۳/۹۳ ± ۱/۱۲	۱۳/۴۷ ± ۱/۷۸	۱۵/۲۵ ± ۲/۲۳	۱/۴۵	۰/۳۶
LA@6min@ vRmax90% ($mmol.l^{-1}$)	پیش‌آزمون	۱۴/۲۱ ± ۰/۹۱	۱۴/۴ ± ۱/۱۸	۱۴/۲۶ ± ۱/۰۴	۱۸/۸۳	۰/۸۲
	پس‌آزمون	۱۳/۵۰ ± ۱/۰۷	۱۰/۷ ± ۱/۳	۸/۹ ± ۱/۶۸	۴۷/۲۵	۰/۰۰
HR@T vRmax ($b.min^{-1}$)	پیش‌آزمون	۱۷۴/۲۱ ± ۶/۲	۱۷۶/۱۱ ± ۵/۴۵	۱۷۸/۸۹ ± ۷/۸۱	۱/۲۲	۰/۶۷
	پس‌آزمون	۱۷۲/۴۷ ± ۱۱/۲۱	۱۶۹/۱۶ ± ۱۳/۷۶	۱۶۷/۵۹ ± ۱۲/۵۹	۲/۳۲	۰/۲۷
HR@6min@ vRmax90% ($b.min^{-1}$)	پیش‌آزمون	۱۷۳/۲ ± ۷/۷۸	۱۷۷/۱ ± ۶/۳۳	۱۷۳/۸۹ ± ۷/۳۲	۱/۸۰	۰/۵۳
	پس‌آزمون	۱۶۶/۷ ± ۱۲/۰۳	۱۷۱/۱۲ ± ۱۱/۶۲	۱۶۴/۳۴ ± ۱۰/۳۲	۳/۵۷	۰/۱۴

جدول ۲. فاکتورهای عملکردی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه‌های مختلف در پاروزنان نخبه

فاکتور		کنترل	دارونما	بتاآلانین	مقدار F	معناداری
V Rmax ($m.s^{-1}$)	پیش‌آزمون	۴/۹۷ ± ۰/۱۰	۴/۹۴ ۰± /۱۳	۴/۹۸ ± ۰/۰۷	۱/۷۲	/۵۸
	پس‌آزمون	۵/۰۲ ± ۰/۱۰	۵/۰۴ ± ۰/۱۱	۵/۱۲ ± ۰/۱۴	۳/۲۱	۰/۰۵
TvRmax (s)	پیش‌آزمون	۳۱۶/۳۳ ± ۱۷/۳۵	۳۱۹/۲۶ ± ۱۶/۹۱	۳۲۱/۲ ± ۱۶/۷۸	۰/۱۴	۰/۸۵
	پس‌آزمون	۳۲۸/۷۳ ± ۱۶/۹۸	۳۳۵/۶ ± ۱۵/۴۶	۳۵۴/۱ ± ۱۴/۲۶	۶/۱۸	۰/۰۰
P@6min@24str (watt)	پیش‌آزمون	۳۵۱/۲ ± ۲۵/۱۷	۳۴۸/۶ ± ۲۳/۳	۳۴۹/۶ ± ۲۳/۴۷	۰/۰۵	۰/۹۴
	پس‌آزمون	۳۶۰/۶۶ ± ۲۵/۹۳	۳۶۳/۹۳ ± ۲۴/۸	۳۹۱/۹۲ ± ۲۳/۷	۴/۶۹	۰/۰۴

در بررسی نتایج عملکردی فاکتورهای vRmax و TvRmax، تفاوت در نتایج بین گروه‌ها در پیش‌آزمون معنادار نبود؛ ولی نتایج بین‌گروهی در پس‌آزمون افزایش معنادار در گروه بتاآلانین در مقایسه با دو گروه دیگر را نشان داد ($p\leq ۰/۰۵$) (شکل ۱). در فاکتور vRmax، بین گروه کنترل و دارونما با گروه مصرف‌کنندهٔ بتاآلانین در پس‌آزمون تفاوت معنادار بود ($p\leq ۰/۰۵$). در بررسی نتایج فاکتور TvRmax نیز، در پس‌آزمون بین گروه‌های

کنترل و دارونما با گروه مصرف آلانین در سطح ۰/۰۵ تفاوت معنادار بود.



شکل ۱. مقایسهٔ زمان بیشینهٔ فعالیت ارگومتر با vRmax (TvRmax) به ثانیه و میانگین توان در ۶ دقیقه فعالیت ارگومتر در گروه‌های مختلف (میانگین ± SD)

۴. بحث و نتیجه‌گیری

هدف از مطالعهٔ حاضر، بررسی اثر بارگیری بتاآلانین بر عملکرد فعالیت ارگومتر روئینگ و میزان لاکتات پس از آن بود. به همین منظور، از پاروزنان نخبه آزمون‌های VO2max روی تردمیل، vRmax و TvRmax روی ارگومتر روئینگ در ابتدا و انتهای دورهٔ بارگیری یا مصرف دارونما به‌عمل آمد. نتایج آزمون واریانس حاکی از عدم تفاوت معنادار در مقادیر VO2max بین سه گروه در پس‌آزمون بود؛ ولی بهبود معناداری در vRmax، TvRmax و P@6min@24str در گروه مکمل بتاآلانین مشاهده شد. همچنین تفاوت معناداری در سطوح لاکتات و تعداد ضربان قلب در گروه‌های مختلف پس از آزمون TvRmax در پیش‌آزمون و پس‌آزمون مشاهده نشد.

درمورد عدم تغییر معنادار در مقادیر VO2max بین سه گروه در پس‌آزمون، این عدم تغییر در گروه مصرف‌کنندهٔ بتاآلانین با پژوهش‌های پیشین در تناقض است. [۹، ۱۸، ۲۰] البته مقدار VO2max در پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون در هر سه گروه بهبود یافت. این بهبود شاید به‌دلیل شرکت در تمرین‌های هوازی در ۲۱ روز دورهٔ تمرینی باشد که با بسیاری از پژوهش‌های پیشین که اظهار کرده‌اند تمرین هوازی روی ارگومتر روئینگ به‌خودی‌خود باعث بهبود میزان VO2max می‌شود، همخوانی دارد. [۲۱، ۲۳، ۲۵، ۲۹] همچنین بهبود معناداری در vRmax، TvRmax و P@6min@24str در گروه مکمل بتاآلانین نسبت به گروه دارونما و کنترل مشاهده شد. این بهبودها با گزارش حیدری و همکار [۸] که بهبود در Tmax را درپی مصرف بتاآلانین مشاهده کردند، همخوانی دارد. پیش‌تر نشان داده شده که بتاآلانین با افزایش کارنوزین عضلانی موجب افزایش حساسیت کانال‌های کلسیمی [۴]، رگ گشایی [۲۰] و کاستن تجمع ذرات اکسیژن [۹ـ۱۰] شده و خستگی را کاهش و زمان رسیدن به واماندگی را افزایش داده که این تغییرات بر ارتقای عملکرد اثرگذار است. [۹، ۱۵] احتمال می‌رود بهبود عملکرد در گروه بتاآلانین در این پژوهش نیز به همین دلایل ایجاد شده باشد. این نتایج با یافته‌های زولر و همکاران که بهبود در فاکتورهای برون‌ده توان، آستانهٔ لاکتات، آستانهٔ تهویه‌ای و زمان فعالیت تا واماندگی را پس از ۴ هفته مصرف بتاآلانین مشاهده کردند، سازگاری دارد. همچنین اسمیت و همکاران [۱۸] بهبود میزان VO2peak، زمان رسیدن به VO2peak (T VO2peak) و کل کار انجام‌شده (توان کل) و افزایش اثرات تمرین اینتروال شدید درپی مصرف بتاآلانین در تمرین با شدت ۱۱۰ـ۱۱۵ درصد VO2peak را گزارش کردند و آن را به افزایش محتوای کارنوزین علانی درپی مصرف بتاآلانین نسبت دادند که با نتایج حاصل مشابه است. هیل و همکاران [۱۵] نیز افزایش زمان رسیدن تا واماندگی را درپی مکمل دهی بتاآلانین بیان کردند که با نتایج حاضر همسویی دارد.

درمقابل نتایج این پژوهش با یافته‌های دراو و همکاران [۴] که عدم تغییر معنادار در فعالیت دویدن کوتاه‌مدت بی هوازی را پس از مکمل‌گیری بتاآلانین اظهار کردند، تناسب ندارد. این تناقض ممکن است ناشی از تفاوت سیستم‌های انرژی در پاروزنی با اتکای بیشتر بر مسیرهای هوازی [۱۸، ۲۱] و دویدن کوتاه‌مدت با سهم بیشتر سیستم بی‌هوازی باشد. چون پژوهشگران بیان کرده‌اند این‌گونه فعالیت‌های کوتاه‌مدت بی‌هوازی چندان تحت تأثیر تجمع H^+ قرار نمی گیرد. [۴]

در بررسی سطح لاکتات خون، تفاوت معناداری در گروه های مختلف پس از آزمون TvRmax در پیش‌آزمون و پس‌آزمون هیچ‌یک از گروه‌ها مشاهده نشد. دلیل این عدم اختلاف معنادار، نوع فعالیت درخواست‌شده از پاروزنان است. چون در این آزمون، هر ورزشکار به‌صورت فردی تا سطح واماندگی با زمان غیریکسان با دیگر ورزشکاران فعالیت می‌کرد که در این صورت، علی‌رغم افزایش استقامت عضلانی و کاهش میزان لاکتات تولیدی در واحد زمان در گروه بارگیری بتاآلانین [۶]، تفاوت در میزان لاکتات در واماندگی ممکن بود معنادار نباشد.

ولی میزان لاکتات خون در آزمون ارگومتر ۶ دقیقه با شدت ۹۰ درصد vRmax (LA@6min@90%vRmax) گرچه در پیش‌آزمون تفاوت معناداری نداشت، در پس‌آزمون کاهش معناداری را در گروه مصرف بتاآلانین نشان داد. در این آزمون چون شدت، مدت زمان و توان انجام فعالیت ثابت است (همهٔ شرایط ایزوکالریک درنظر گرفته شده)، بنابراین گروه بتاآلانین در مقایسه با دو گروه دیگر کاهش معناداری را نشان داد.

همچنین میزان لاکتات در انتهای پس‌آزمون در هر سه گروه در مقایسه با پیش‌آزمون همان گروه کاهش را نشان داد که این کاهش فقط در گروه بارگیری بتاآلانین معنادار بود. دلیل کاهش میزان تجمع لاکتات در پس‌آزمون در گروه‌هایی که بتاآلانین مصرف نکردند، ممکن است بهبود وضعیت متابولیکی در تجمع کمتر و دفع بهتر لاکتات خون باشد. پیش‌تر استاوت و همکاران [۴] و دراو و همکاران [۹] بیان کردند که مصرف بتاآلانین از طریق کاهش میزان تجمع لاکتات و بهبود کارکرد متابولیکی موجب بهبود عملکرد می‌شود که با یافتهٔ پژوهش حاضر همخوانی دارد. همچنین این کاهش میزان لاکتات در هر سه گروه پس از تمرین روئینگ با یافته‌های ون تینن و همکاران [۳۰] که به‌کارگیری بیشتر مسیرهای هوازی به‌جای بی‌هوازی را در پی تمرین استقامتی گزارش کرده‌اند، سازگار است.

در گروه مصرف بتاآلانین، کاهش معنادار لاکتات ممکن است پیامد افزایش سطوح کارنوزین عضلانی باشد. [۷] طبق یافته‌های تحقیقات قبلی، تجمع لاکتات درپی کاهش تولید و تجمع H^+ و بافرینگ [۶]، کاهش تولید رادیکال های آزاد [۶]، بهبود تنظیم‌های آنزیمی [۱۱ـ۱۲، ۱۶] و تنظیم آزادسازی کلسیم از شبکهٔ سارکوپلاسمی [۱۱، ۱۳] ایجاد می‌شود که این تغییرها می‌تواند به‌دلیل افزایش سطح کارنوزین رخ دهد و هم خستگی را به‌تأخیر اندازد و هم در زمان مشابه باعث بهبود عملکرد و افزایش توان (Pmax) و vRmax شود. افزایش میانگین توان به‌کارگرفته‌شده در اجرای ۶ دقیقه ارگومتر روئینگ با ریتم ۲۴ـ۲۶ ضربهٔ پارو در دقیقه (P@6min@24Str) نیز در تعامل با کاهش میزان لاکتات قرار دارد. این یافته‌ها با پژوهش حیدری و همکار [۸] که کاهش میزان لاکتات و افزایش توان اجرای فعالیت ارگومتر را درپی مصرف مکمل بتاآلانین گزارش کردند، همخوانی دارد.

همچنین یافته‌ها نشان دادند که تعداد ضربان قلب در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در آزمون TvRmax بین سه گروه تفاوت معناداری نداشت که دلیلش انجام فعالیت فردی سازی‌شده برای هر ورزشکار (بدون توجه به زمان) تا رسیدن به واماندگی بود. بنابراین همهٔ پاروزنان تا زمان واماندگی خود فعالیت می‌کردند. ولی عدم تفاوت معنادار در ضربان قلب گروه بارگیری بتاآلانین با دیگر گروه‌ها بلافاصله پس از اتمام آزمون ۶ دقیقه با ۹۰ درصد شدت vRmax در پس‌آزمون جالب به‌نظر می‌رسد. این همسانی ممکن است دلیلی بر عدم تغییر کار دستگاه قلبی ـ عروقی با مصرف بتاآلانین باشد. ولی بافر کردن محیط عضلات به‌سبب افزایش کارنوزین تولیدشده از بتاآلانین احتمالاً خستگی را به‌تأخیر انداخته و سطح لاکتات را کمتر افزایش داده است. [۱۷، ۲۲، ۲۶]

با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان چنین استدلال کرد که مصرف بتاآلانین در فعالیت ارگومتر روئینگ با شدت‌های متوسط به بالا که در آن ترکیبی از سیستم‌های هوازی و بی‌هوازی انرژی تولید کرده و فعالیت استقامت در توان با میانگین ۶ـ۷ دقیقه است، می‌تواند خستگی را به‌تعویق اندازد. این تأخیر خستگی به‌علت نبودنِ تفاوت معنادار در تعداد ضربان قلب در آزمون ۶ دقیقه (HR@6min@90%vRmax) ممکن است به‌دلیل نقش بافرینگ کارنوزین ایجاد شده باشد. از آنجا که طول دورهٔ

بارگیری سه‌هفته‌ای در این پژوهش درنظر گرفته شده که با بهبود برخی شاخص‌های عملکردی همراه بود، با توجه به تراکم مسابقات این رشته در فصول گرم سال و فاصلهٔ تقریبی ۲۰ـ۳۰ روز بین این مسابقات براساس تقویم فدراسیون جهانی و کنفدراسیون‌ها، ورزشکاران می‌توانند روند مکمل‌دهی ۲۱روزه را بین مسابقات در نظر گیرند و از آن بهره برند.

در تحقیقات آتی می‌توان با کنترل میزان کارنوزین پلاسمایی یا درون‌سلول عضلانی، همچنین واکاوی هم‌زمان مسیرهای فیزیولوژیک که توأم با مصرف بتاآلانین فعال می‌شوند، بررسی جامع‌تری انجام داد. ضمن اینکه کنترل میزان فاکتورهای خونی و هورمونی در این تحقیق صورت نگرفته است که می‌توان در تحقیقات آینده آن را نیز لحاظ کرد.

تشکر و قدردانی

تحقیق حاضر با همکاری فدراسیون قایق‌رانی انجام شد. کد اخلاق در پژوهش با شمارهٔ IR.SSRI.REC.1395.219.3 از پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی اخذ شد. ضمن اینکه مکمل‌های مورد نیاز توسط شرکت مکمل‌های غذای- حیاتی کارن (PNC) تهیه شد که شایستهٔ قدردانی است.

References

[1]. Gharaat MA, Sheykhlouvand M, Eidi LA. Performance and recovery: effects of caffeine on a 2000-m rowing ergometer. J Sport Sci for Health. 2020; Available in: https://doi.org/10.1007/s11332-020-00643-5.
[2]. Gharaat MA, Ramezani AR. Effect of two high intensity interval trainings on performance and rheological characteristics of elite male rowers. J of Practic Stud of Biosci in Sport. 2018; 6 (11): 135-44. (Persian)
[3]. Baguet A, Bourgois J, Vanhee L, Achten E, Derave W. Important role of muscle carnosine in rowing performance. J Appl Physiol. 2010; 109 (4): 1096-1101.
[4]. Derave W, Ozdemir MS, Harris RC, Pottier A, Reyngoudt H, Koppo K, Wise JA, Achten E. Beta-Alanine supplementation augments muscle carnosine content and attenuates fatigue during repeated isokinetic contraction bouts in trained sprinters. J Appl Physiol. 2007; 103: 1736-43.
[5]. Harris RC, Tallon MJ, Dunnett M, Boobis L, Coakley J, Kim HJ, Fallowfield JL, Hill CA, Sale C, Wise JA. The absorption of orally supplied beta-alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. Amino Acids. 2006; 30: 279-89.
[6]. Hobson RM, Saunders B, Bell G. Effects of beta-alanine supplementation on exercise performance: a meta-analysis. Amino Acids. 2012; 43: 25-37.
[7]. Bakardjiev A, Bauer K.Transport of beta-alanine and biosynthesis of carnosine by skeletal muscle cells in primary culture.Eur J Biochem. 1997; 225: 617-23.
[8]. Heidari N, Kashef M. Effect of beta-alanine supplementation on Performance, Tmax and blood lactate of elite male rowers. Food Tech Nutrit. 2017; 14(3): 75-84.
[9]. Stout JR, Cramer JT, Zoeller RF, Torok D, Costa P, Hoffman JR, Harris RC, Okroy J. Effects of beta-alanine supplementation on the onset of neuromuscular fatigue and ventilator threshold in women. Amino Acids. 2007; 32: 381-6.
[10]. Gardner ML, Illingworth KM, Kelleher J, Wood D. Intestinal absorption of the intact peptide carnosine in men, and comparision with intestinal permeability to lactulose. J Physiol. 1991; 439: 411-22.
[11]. Boldyrev AA, Severin SE. The histidine-containing dipeptides, carnosine and anserine: distribution, properties and biological significance. Adv Enzyme Reg. 1990; 30: 175-94.
[12]. Sheykhlouvand M, Khalili E, Agha-Alinejad H, Gharaat MA. Hormonal and physiological adaptations to high-intensity interval training in professional male canoe polo athletes. Journal of Strength & Conditioning Research. 2016; 30(3): 859-66.
[13]. Batrukova MA, Rubstov AM. Histidine-containing dipeptides as endogenous regulators of the activity of sarcoplasmic reticulum Ca-release channels. BBA Biomembranes. 1997; 1324: 142-50.
[14]. Bump K, Lawrence L, Moser L, Miller-Graber P, Kurcz E. Effect of breed of horse on muscle carnosine concentration. Comp Biochem Physiol. 1997; 195-7.
[15]. Hill CA, Harris RC, Kim HJ, Harris BD, Sale C, Boobis LH, Kim KC, Wise JA. Influence of beta-alanine supplementation on skeletal muscle carnosine concentrations and high intensity cycling capacity. Amino Acids. 2007; 32: 225-33.
[16]. Hobson RM, Harris R.C, Martin D, Smith P, Macklin B, Gualano B, Sale G. Effect of Beta-Alanine with and without sodium bicarbonate on 2,000-m rowing performance. Int J Sport Nutr & Exer Metab. 2013; 23 (5): 480-7.
[17]. Suzuki T, Ito O, Mukai N, Takahashi H, Takamatsu K. High level of skeletal muscle carnosine contributes to the latter half of exercise performance during 30-s maximal cycle ergometer sprinting. Jpn J Physiol. 2002; 52: 199-205.
[18]. Smith AE, Walter AA, Graef JL, Kendall KL, Moon JR, Lockwood CM, et al. Effects of beta-alanine supplementation and high-intensity interval training on endurance performance and body composition in men; a double-blind trial. J Int Sco Sports Nutr. 2009; 6: (5): 120-133.
[19]. Smith AE, Moon JR, Kendall KL, Graef JL, Lockwood CM, Walter AA, et al. The effects of beta-alanine supplementation and high-intensity interval training on neuromuscular fatigue and muscle function. Eur J Appl Physiol. 2009; 105: 357-63.
[20]. Zoeller Rf, Stout JR, Okroy JA, Torok DJ, Mielke M. Effects of 28 days of beta-alanine and creatine monohydrate supplementation on aerobic power, ventilator and lactate thresholds, and time to exhaustion. Amino Acids. 2007; 33: 505-10.
[21]. Maestu J, Jurimae J, Jurimae T. Monitoring of performance and training in rowing. Sports Med. 2005; 35 (7): 597-617.
[22]. Suzuki T, Ito O, Takahashi H, Takamatsu K. The effect of sprint training on skeletal muscle carnosine in humans. Int J Sport Health Sci. 2004; 2: 105-10.
[23]. Secher NH. The Physiology of rowing. Sports Med. 1993; 15; 23-53.
[24]. Skinner TL, Jenkins DA, Coombes JF, Taaffe DR, & Leverith MD. Dose response of Caffeine on 2000-m Rowing Performance. Med Sci Sport Exerc. 2010; 42(3), 571-76.
[25]. Secher NH, Vaago O, Jackson R. Rowing performance and maximal aerobic power of oarsmen. Scand J Sports Sci. 1982; 4: 9-11.
[26]. Vogler AJ, Rice AJ, Withers RT. Physiological responses to exercise on different models of the Concept II rowing ergometer. Int J Sport Physiol Performance. 2007; 2: 360-70.
[27]. Sheykhlouvand M, Gharaat MA, Khalili E, Agha-Alinejad H. The effect of high-intensity interval training on ventilatory threshold and aerobic power in well-trained canoe polo athletes. Science & Sports. 2016; 31 (5): 283-89.

[28]. Sheykhlouvand M, Gharaat MA, Bishop P, Khalili E, Karami E, Fereshtian S. Anthropometric, physiological, and performance characteristics of elite canoe polo players. Psychology & Neuroscience. 2015; 8 (2): 257-66.
[29]. Laursen PB. Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? Scand J Med Sports. 2010; 20 (2): 1-10.
[30]. VanThienen R, Van Proeyen K, VandenEynde B, Puypo J, Lefere T, Hespel P. Beta-alanine improves sprint performance in endurance cycling. Med Sci Sports Exerc. 2009; 41: 898-903.

Effect of Beta Alanine on Lactate Level and Specific Performance of Elite Male Rowers

Mohammad Ali Gharaat[1*], Majid Kashef[1], Leila Eidi Abarghani[2], Mohsen Sheykhlouvand[3]

1. Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran
2. Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran
3. Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

Abstract

Introduction: Beta-Alanine is an effective supplement on lactate level which seems to promote the athletic performance. Due to its role on Lactate levels, the aim of this study was to investigate the role of Beta Alanine supplementation on Lactate level and performance of elite rower.

Materials and Methods: Twenty-four elite male rowers (age: 23.4 ± 3.3 years, height: 186.1 ± 7.9 cm, body fat percentage: 8.9 ± 2.1) randomly divided into beta-alanine (40 milligrams. Kilogram^{-1} body weight per day), placebo (dextrose) or without-supplement for 21 days (n = 8). After evaluating Volume of O2 maximum (VO2max) and velocity in VO2max (vVO2max), test of 6 min rowing ergometer for assessing mean power output, mean velocity in 6 minutes rowing maximum (vRmax) and Time at vRmax (TvRmax), and test of 6min ergo rowing with 90% of vRmax were executed in a pre- posttest procedure. Power output (P), time to exhaustion (TvRmax), lactate concentration (LA) and heart rate (HR) were recorded from rowing machine performance. For analyzing the outputs, ANOVA with bonferroni correction was utilized in 0.05 level.

Results: Lactate was significantly decreased after 6 min test with 90% of vRmax in Beta alanine supplementation (P = 0.00). Also significant increases were shown in average power output (P = 0.00) TvRmax (P = 0.04) and vRmax (P = 0.00) in Post-test between beta-alanine and placebo or control.

Conclusion: It seems that ingesting beta-alanine delays lactate accumulation which might promote the aerobic capacity and increases the time to exhaustion in rowing performance.

Received: 2019/01/28
Accepted: 2019/03/15

Keywords: Beta Alanine Supplementation, Muscle endurance, Time to exhaustion, Elite male rowers.