

اثرات نوشیدنی‌های انرژی‌زا بر بازیافت توان بی‌هوایی و سطوح PH و لاکتات خون مردان ورزشکار

ایرج صدری^{۱*}، کریم آزالی علمداری^{۲*}، جبرئیل پوزش جدیدی^{۳*}، بابک عبادی شیرمرد^{۴*}

*عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شبستر

**دانشجوی دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، دانشکده علوم انسانی، گروه تربیت بدنی

***کارشناس ارشد دانشکده تربیت بدنی دانشگاه گیلان

۸۹/۱۰

تاریخ پذیرش مقاله:

۸۸/۰۴

تاریخ دریافت مقاله:

چکیده

به منظور مقایسه اثر یک وعده از نوشیدنی‌های OR و مگایسیک با دارونما، ۲۴ مرد ورزشکار داوطلب، (سن ۲۴/۲±۲/۰۳ سال، قد ۷/۰۲±۱۷۳/۵۶ سانتی متر و وزن ۷۵/۴۳±۳/۰۷ کیلوگرم) در قالب ۳ گروه تصادفی، در دو آزمون رست متوالی (با و بدون مصرف نوشیدنی‌ها) با فاصله ۴۰ دقیقه، شرکت کردند. جهت محاسبه سطوح لاکتات و PH خون (روش گاز آنالایزر)، از هر کدام از گروه‌ها، شش بار خون‌گیری (شامل قبل از هر دو آزمون و ۲ و ۴ دقیقه پس از پایان آنها) به عمل آمد و همچنین اوج، میانگین و حداقل توان بی‌هوایی محاسبه شدند. داده‌های خونی مربوط به هر گروه با استفاده از آزمون اندازه‌گیری مکرر (آزمون تعقیبی بونفرونی)، مقایسه بین‌گروهی تغییرات داده‌ها در بین دو آزمون متوالی با استفاده از آزمون ANOVA و داده‌های مربوط به توان بی‌هوایی با استفاده از آزمون تی هم‌بسته با اطمینان ۰/۰۵ مقایسه شدند. نتایج: سطوح لاکتات خون هر سه گروه در فاصله قبل از شروع تا ۲ دقیقه پس از پایان هر دو آزمون و در فاصله بین ۲ تا ۴ دقیقه پس از پایان آنها، تفاوت معنی‌داری داشت ($P < 0/05$). همچنین سطوح لاکتات خون گروه دارونما، مگایسیک و OR، به ترتیب در زمانهای قبل از شروع، ۲ و ۴ دقیقه پس از پایان آزمون رست دوم، تفاوت معنی‌داری نسبت به مقادیر مشاهده شده در آزمون رست اول داشتند ($P < 0/05$). به علاوه، با وجود عدم معنی‌داری تفاوت PH خون گروه OR در فاصله قبل از آغاز هر دو آزمون تا دو دقیقه پس از پایان آنها و همچنین تفاوت PH خون گروه مگایسیک در بین ۲ تا ۴ دقیقه پس از پایان آزمون دوم، در بقیه موارد سطوح PH خون هر سه گروه، تفاوت معنی‌داری نسبت به مقادیر مرحله قبلی، داشت ($P < 0/05$). با مصرف نوشیدنی، توان اوج و حداقل فقط در گروه OR، نسبت به آزمون اول، افزایش یافت و همچنین توان میانگین نیز در هر دو گروه OR و مگایسیک، کاهش داشت ($P < 0/05$). نتیجه‌گیری: مصرف نوشیدنی OR می‌تواند در فعالیت‌های متناوب، بر توان بی‌هوایی اثرگذار باشد.

واژه‌های کلیدی: نوشیدنی انرژی‌زا، توان بی‌هوایی، لاکتات خون، بازیافت.

مقدمه

امروزه استفاده از مکمل‌ها و نوشابه‌های ورزشی و انرژی‌زا در بین ورزشکاران شیوع زیادی پیدا کرده است. ورزشکاران عقیده دارند که مصرف نوشابه‌های ورزشی به خاطر دارا بودن ترکیبات ارگوژنیک^۱ مثل قندها، کافئین، کراتین سدیم، بیکربنات و تورین^۲ توان آنان را در حین تمرین یا مسابقه افزایش می‌دهد (۱۳). همچنین این انتظار وجود دارد که مصرف نوشیدنی‌های انرژی‌زا، از طریق انتقال گلوکز به درون کبد و عضله موجب افزایش بازسازی ذخایر گلیکوژن و کاهش زمان بازیافت و همچنین حفظ سطوح عملکرد در دوره محدودیت دریافت انرژی شود. برخی نوشابه‌ها انرژی‌زا یا توان‌افزا هستند (مانند ردبول)، که به غیر از افزایش عملکرد ورزشی، به منظور اهدافی چون کاهش اثرات تضعیف‌کننده الکل بر سیستم عصبی مرکزی مصرف می‌شوند، یا اینکه جایگزین آب و الکترولیت‌ها هستند (مثل پاورید^۳ و گتورید^۴) که به منظور افزایش سطح عملکرد و کاهش اثرات دهیدراتاسیون مصرف می‌شوند (۱۴).

در حال حاضر، در مورد رتبه‌بندی کیفی یا تعیین اثرات جانبی احتمالی این محصولات و به‌ویژه تصدیق کارایی این فرآورده‌ها در حین ورزش‌های سرعتی تکراری اطلاعات اندکی وجود دارد. بیشتر تحقیقات انجام‌شده، دارای ماهیت تبلیغی بوده‌اند و در اکثر موارد روش تحقیق آن‌ها با اشکال مواجه است (۱۳). بارتل و همکاران (۲۰۰۱) در تحقیقی افزایش پاسخ‌های حرکتی و بهبود عملکرد نواحی قشری را به کافئین و تورین موجود در نوشابه‌ها ربط دادند (۱۱). در تحقیق دیگری، مصرف نوشیدنی ردبول، به ترتیب سبب بهبود ۹ و ۲۴ درصدی توان هوازی و بی‌هوازی شد (۶). کارواجال سانچو (۲۰۰۵) نیز هیچ تغییر ناشی از مصرف نوشابه انرژی‌زا را بر عملکرد جسمانی گزارش نکردند (۱۳). همچنین فرای (۲۰۰۶) نیز در مصرف نوشابه مولتی ویتامین- ماینرال، تنها کاهش RPE را در هر دو آزمون وینگیت و اسکات مشاهده کرد (۱۵) و به علاوه، السون (۲۰۰۴)، به ترتیب بهبود ۸ و ۱۲ درصدی سرعت و زمان عکس‌العمل را در اثر مصرف یک نوشیدنی پروتئینی - کربوهیدراتی گزارش کرد (۲۶). کیپ و همکاران (۲۰۰۳) نیز ۱/۱ ثانیه بهبود در زمان دویدن سرعتی را در اثر استفاده از یک نوشیدنی پروتئینی-کربوهیدراتی مشاهده کردند (۲۰). متأسفانه در داخل کشور نیز تعداد تحقیقات انجام شده بسیار اندک است. آزالی علمداری و همکاران (۲۰۰۷)، برای اولین بار نشان دادند که مصرف یک وعده از نوشیدنی انرژی‌زای OR ۴۰ دقیقه قبل از فعالیت می‌تواند اثر مثبتی بر بهبود عملکرد و کاهش میزان فشار درک شده و همچنین اثری گذرا بر کاهش سطوح لاکتات خون در حین انجام فعالیت‌های بی‌هوازی داشته باشد، در حالی که نوشیدنی مگابیسک فقط سبب کاهش RPE شد (۷). در یک تحقیق مشابه دیگر (هدایت نژاد، ۱۳۸۷) نشان داد که هیچ‌کدام از نوشیدنی‌های ردبول و مگابیسک، تأثیری بر شاخص‌های توان بی‌هوازی یا سطوح لاکتات خون ندارند (۵). همچنین، کاظمی (۱۳۸۷) تأثیر ارگوژنیک هر دو نوشیدنی فانتوم و دراگون بر عملکرد استقامتی (۱)، نعیمی (۱۳۸۶)

1. Ergogenic
2. Taurine
3. Powerade
4. Gatorade

تأثیر مثبت دو نوشیدنی ردبول و گلدیس بر توان هوازی (۴) و قاسم نیان (۱۳۸۷) تأثیر نوشابه سینرژی بر عملکرد استقامتی و سطوح گلوکز خون (۳) را نشان داده‌اند. مشاهده می‌شود که تعداد تحقیقات مستقیم در زمینه اثرات نوشیدنی‌های انرژی‌زا بر عملکرد بی‌هوازی تکراری و به‌ویژه در زمینه بازیافت بسیار محدود است و همچنان در این زمینه انجام تحقیقات ضرورت دارد.

با توجه به اینکه برخی از ورزشکاران به این نکته اشاره می‌کنند که علت باخت در دوره‌های پایانی رقابت‌های دارای ماهیت متناوب (مثل کشتی)، تحلیل نیروی عضلانی یا تخلیه انرژی و عدم تمرکز و هوشیاری است، به نظر می‌رسد یافتن راهبردهای مناسب برای بازیافت بهتر منابع انرژی و حفظ آن برای وهله‌های بعدی ضروری باشد. گفتنی است که در تبلیغات اکثر نوشیدنی‌های انرژی‌زا، اثراتی چون به تأخیر انداختن تجمع اسید لاکتیک و کمک به بهبود عملکرد ورزشی و کاهش زمان بازیافت کاملاً مشهود است. معمولاً شرکت‌های سازنده این نوع فرآورده‌ها در تبلیغات خود با تأکید بر ترکیبی از مواد مختلف (از قبیل کافئین، گلوکز، ساکارز، نوع آب موجود در نوشیدنی (آب اکسیژن‌دار شده و دارای بهترین مواد معدنی کمیاب)، جینسنگ، گلوکورونولاکتون، تورین، اینوزیتول، بیکربنات و سترات سدیم، آهن، کاروتن، ویتامین‌ها و مواد مشابه دیگر)، ادعا می‌کنند که مجموعه‌ای کاملاً مناسب را در قالب یک نوشیدنی انرژی‌زا فراهم کرده‌اند که حائز اثرات مختلفی از جمله بهبود عملکرد حرکتی و خلق و خو است، در حالی که شاید از لحاظ نظری، در اکثر موارد توجیه کاملاً شفافی در این زمینه‌ها وجود نداشته باشد. به نظر می‌رسد با انجام چنین تحقیقاتی، با شفاف‌سازی صحت یا کذب اثرات ادعا شده، زمینه مناسب جهت تجویز یا رد استفاده از این نوشیدنی‌ها و همچنین سایر نوشیدنی‌های حاوی ترکیبات یکسان فراهم می‌گردد. به علاوه، با توجه به شیوع گسترده استفاده از این فرآورده‌ها در بین ورزشکاران و همچنین با توجه به تبلیغات فراگیر نه چندان علمی موجود، ممکن است انجام چنین تحقیقاتی بسیار ضروری و کمک‌کننده باشد. در این تحقیق با چنین هدفی، اثرات مصرف یک وعده از نوشیدنی‌های انرژی‌زای OR و مگایسیک، بر عملکرد بی‌هوازی و سطوح لاکتات و PH خون در حین انجام دو آزمون رست متوالی بررسی شد.

روش‌شناسی تحقیق

۲۴ نفر دانشجوی ورزشکار داوطلب (بدن‌ساز ۴ نفر، فوتبال ۹ نفر، والیبال ۶ نفر و بسکتبال ۵ نفر) به صورت تصادفی در قالب یکی از گروه‌های (n=۸) دارونما، مگایسیک و OR در این تحقیق شرکت کردند. تمام مراحل کار، سختی‌ها و خطرات احتمالی برای آزمودنی‌ها شرح داده شد و سپس آن‌ها فرم رضایت‌نامه را تکمیل کردند. آزمودنی‌ها بعد از صرف صبحانه استاندارد (۱۳)، طی یک جلسه، در دو آزمون رست متوالی شرکت کردند. ویژگی‌های آزمودنی‌ها در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. ویژگی‌های جسمانی آزمودنی‌ها (۲۴ نفر)

متغیر	وزن (Kg)	قد (cm)	سن (سال)
مقدار متوسط	۷۵/۴۳±۳/۰۷	۱۷۳/۵۶±۷/۰۲	۲۴/۲±۲/۰۳

ترکیب دارونما شامل محلول ویتامین C (با غلظت ۲/۵ گرم در لیتر) و سدیم ساخارین (با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر) بود. پس از صرف صبحانه، قد و وزن آزمودنی‌ها به روش استاندارد اندازه‌گیری و ثبت شد. سپس برنامه گرم کردن (تقریباً ۷ دقیقه) که متشکل از ۴۰۰ متر دویدن نرم، حرکات کششی ایستاده و درازکش و دویدن در مسیرهای کوتاه ۱۰، ۱۵ و ۲۵ متری (هر کدام دو تکرار با شدت متوسط) بود، زیر نظر یکی از دستیاران محقق انجام شد. در ادامه، حداکثر ۳ تا ۵ دقیقه پس از پایان گرم‌کردن، بلافاصله پس از جمع‌آوری نمونه‌های خونی (۵ سی‌سی از سیاهرگ بازویی)، آزمودنی‌ها در آزمون رست که مشخصات آن در تحقیق آزالی علمداری و همکاران (۲۰۰۷) آورده شده است (۷)، شرکت کردند. گفتنی است که از هر کدام از گروه‌ها، ۶ بار خون‌گیری به عمل آمد: ۱- قبل از آغاز آزمون رست اول (استراحت، ۲- دو دقیقه بعد از پایان آزمون رست اول، ۳- چهار دقیقه بعد از پایان آزمون رست اول، ۴- قبل از آغاز آزمون رست دوم (۴۰ دقیقه پس از مصرف نوشیدنی‌ها)، ۵- دو دقیقه پس از پایان آزمون رست دوم و ۶- چهار دقیقه پس از پایان آزمون رست دوم).

در این تحقیق مصرف نوشابه‌های ورزشی یا نوشیدنی دارونما، ۴۰ دقیقه قبل از شروع دومین آزمون رست، و به صورت دو سو کور، انجام شد. جهت کنترل تغذیه پیش از آزمون آزمودنی‌ها (گفتنی است که آن‌ها حداقل ۱۲ ساعت ناشتا بودند)، یک صبحانه استاندارد تهیه و صرف شد. محتوای انرژی صبحانه تقریباً شامل ۳۰۰ کیلوکالری بود که حدوداً از ۴۵ گرم نان و ۱۵ گرم کره و یک لیوان آب جوش تشکیل شده بود. آزمودنی‌ها که به صورت تصادفی در یکی از سه گروه همگن OR، مگایسیک یا دارونما طبقه‌بندی شده بودند، به صورت دو سو کور، حدود ۶ میلی‌لیتر نوشیدنی انرژی‌زا یا دارونما به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن خود دریافت کردند. مصرف نوشیدنی‌ها در قالب لیوان‌های یک‌بار مصرف ۲۵۰ میلی‌لیتری انجام شد و از سوی دستیاران محقق، از نوشیده‌شدن کل حجم تعیین شده برای هر شخص اطمینان حاصل گردید (۷). شایان ذکر است که آزمودنی‌ها در زمان بازیافت هیچ‌گونه فعالیتی انجام نمی‌دادند و به صورت نشسته در سکوهای سالن استراحت می‌کردند.

شاخص‌های توان بی‌هوازی شامل اوج، حداقل و میانگین توان در هر دو آزمون رست متوالی محاسبه شد و نمونه‌های خونی در داخل لوله‌های محتوی هپارین ریخته شده و سریعاً برای تجزیه و تحلیل به آزمایشگاه فرستاده شد. برای سنجش پارامترهای خونی، همانند روش بال و موگان (۱۹۹۷) از دستگاه گاز آنالایزر (مدل A.V.L) استفاده شد (۸).

نحوه انجام آزمون رست: آزمودنی‌ها قبل از شروع آزمون، به مدت ۱۰ دقیقه به گرم‌کردن می‌پرداختند و ثبت رکوردها با دستگاه چشم نوری (فتوسل) انجام می‌شد. بدین ترتیب که دو جفت فتوسل در محل خط شروع و پایان ۳۵ متر قرار داده شد و آزمودنی در هر تکرار، به فاصله ۷۰ سانتی‌متر از خط شروع می‌ایستاد و با شنیدن صدای بوق دستگاه، شروع به دویدن با شدت هرچه تمام‌تر می‌کرد و در انتها، پس از عبور از مقابل چشم نوری، زمان‌سنج دستگاه متوقف می‌شد و رکورد فرد توسط دستگاه ثبت می‌گردید. به منظور حذف

زمان عکس‌العمل، دستگاه در حالتی تنظیم شد که زمان سنج پس از عبور فرد از مقابل چشم نوری اول شروع به کار کند.

جدول ۲. ارزش‌های غذایی و ترکیبات نوشیدنی‌های تحقیق

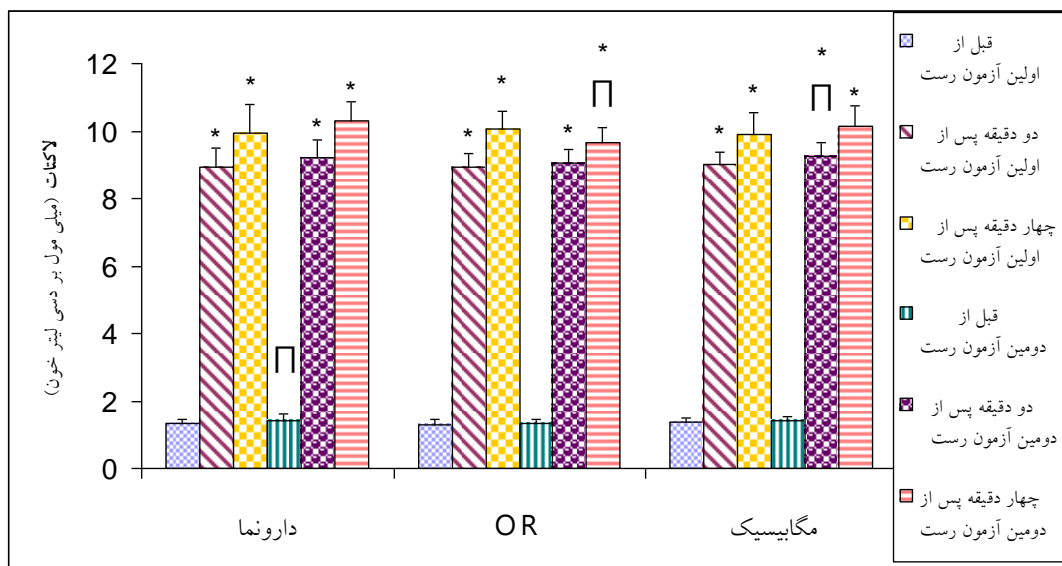
واحد	مگابیسک در هر ۸۰ گرم برای هر روز	OR مقدار در هر بطری نوشابه	ترکیبات
کیلوکالری	۲۹۳/۱۲	۴۶	انرژی
گرم	۰/۰۳	۰	پروتئین
گرم	۷۱/۲۳	۱۱/۵	کربوهیدرات
گرم	۰/۰۳	۰	چربی
میلی‌گرم	۱/۱	۸	B1 ویتامین
میکروگرم	۰/۹	۰/۶	B2 ویتامین
میلی‌گرم	۳	۲	B5 ویتامین
میلی‌گرم	۱/۰۵	۲	B6 ویتامین
میکروگرم	۱/۵	۲	B12 ویتامین

* به علت یکسان نبودن ترکیبات نوشیدنی‌ها و مقدار توصیه‌شده روزانه برای هر کدام (از سوی شرکت سازنده) به این جدول اکتفا شده است. جزئیات بیشتر در منبع ۷ آمده است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها پس از کسب اطمینان از توزیع طبیعی تمام داده‌ها با استفاده از آزمون k-S و سپس آزمون اندازه‌گیری مکرر، سطوح PH و لاکتات خون هر سه گروه با همدیگر مقایسه شد و در صورت وجود تفاوت از آزمون تعقیبی بونفرونی برای تجزیه و تحلیل بیشتر استفاده شد. همچنین با استفاده از آزمون تی همبسته، مؤلفه‌های توان بی‌هوازی (شامل اوج، حداقل و میانگین توان) هر سه گروه در بین دو آزمون رست اول و دوم مقایسه شد. در پایان، جهت بررسی‌های بیشتر، پس از محاسبه مقدار تغییرات هر فاکتور در فاصله بین دو آزمون رست متوالی (در هر سه گروه)، و همچنین کسب اطمینان از همسانی واریانس‌های این تغییرات با استفاده از آزمون لون، مقادیر این تغییرات با استفاده از آزمون ANOVA مقایسه شدند. به علاوه، جهت کسب اطمینان بیشتر، حتی در صورت معنی‌دار نبودن آزمون F نیز، از آزمون LSD به‌عنوان آزمون تعقیبی استفاده شد. نتایج آزمون تجزیه و تحلیل واریانس‌های مربوط به سطوح لاکتات و PH خون (ANOVA) در جدول ۳ آمده است. شایان ذکر است که تجزیه و تحلیل داده‌ها به وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۵ انجام شد و سطح معنی‌داری در حد ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

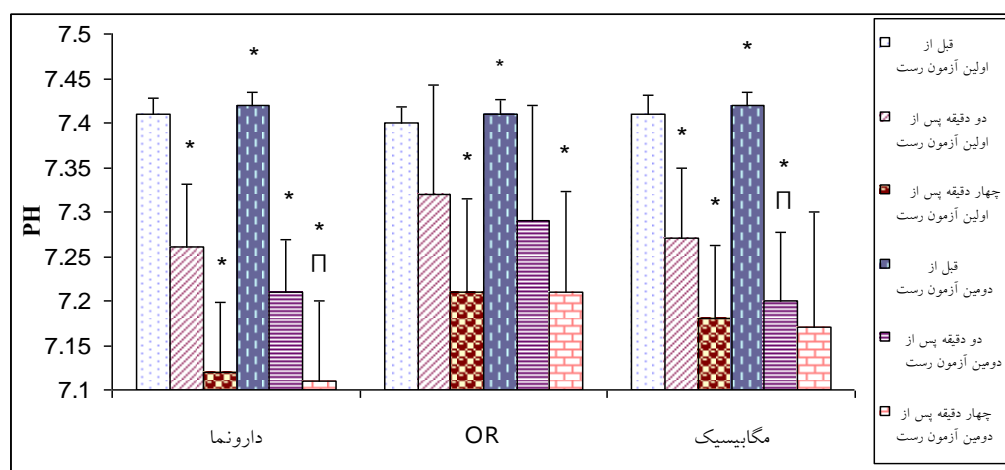
نمودار کلیه داده‌های مورد اندازه‌گیری در هر دو آزمون رست متوالی و همچنین نتایج مربوط به تجزیه و تحلیل آماری آن‌ها (با استفاده از نمادهای ویژه) به ترتیب در شکل‌های ۱، ۲ و ۳ آمده است.



*: نمایانگر تفاوت معنی‌دار (آزمون تعقیبی بن‌فرونی) نسبت به اندازه‌گیری قبلی در همان گروه ($P < 0.05$).

□: نمایانگر تفاوت معنی‌دار (آزمون تعقیبی بن‌فرونی) نسبت به همان مرحله، در آزمون رست اول ($P < 0.05$).

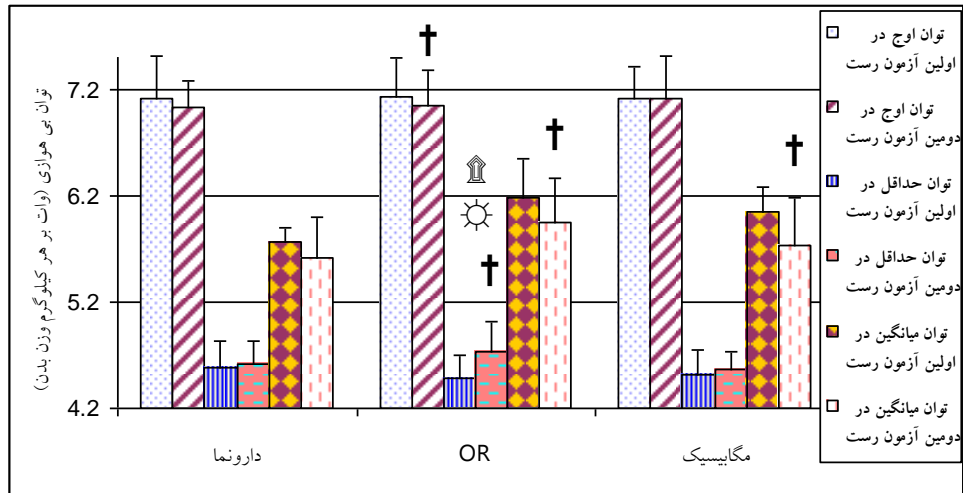
شکل ۱. سطوح لاکتات خون آزمودنی‌ها در مراحل مختلف خون‌گیری



*: نمایانگر تفاوت معنی‌دار (آزمون تعقیبی بن‌فرونی) نسبت به اندازه‌گیری قبلی در همان گروه ($P < 0.05$).

□: نمایانگر تفاوت معنی‌دار (آزمون تعقیبی بن‌فرونی) نسبت به همان مرحله، در آزمون رست اول ($P < 0.05$).

شکل ۲. pH خون آزمودنی‌ها در مراحل مختلف خون‌گیری



☼ و †: نمایانگر تفاوت معنی‌دار در مقدار تغییر حداقل توان در بین دو آزمون رست به ترتیب نسبت به گروه دارونما و مگایسیک ($P < 0.05$).

‡: نمایانگر تغییر معنی‌دار مقدار توان بی‌هوایی (در بخش مربوطه) نسبت به اولین آزمون رست ($P < 0.001$).

شکل ۳. مؤلفه‌های توان بی‌هوایی آزمودنی‌ها در دو آزمون رست متوالی

بعد از محاسبه میزان تغییرات سطوح لاکتات و PH و مقادیر توان بی‌هوایی سه گروه در فاصله بین دو آزمون متوالی (اختلاف بین میانگین‌ها) و همچنین کسب اطمینان از همسانی واریانس‌های این تغییرات با استفاده از آزمون لون، مقدار این تغییرات با استفاده از آزمون ANOVA مقایسه شد. نتایج آزمون تجزیه و تحلیل واریانس‌های مربوط به سطوح لاکتات و PH خون (ANOVA) در جدول ۲ آمده است. همچنین موارد معنی‌دار مربوط به مؤلفه‌های توان بی‌هوایی نیز در شکل ۳ با نمادهای ویژه (☼ و †) مشخص شده‌اند.

جدول ۳. نتایج آزمون ANOVA در مورد مقایسه مقدار تغییرات PH و لاکتات در بین مراحل خون‌گیری، (بین مرحله قبل از آزمون و ۲ دقیقه پس از آزمون و همچنین بین ۲ و ۴ دقیقه بعد از آزمون) در بین سه گروه

مقایسه مقدار تغییرات در بین		قبل از آزمون و ۲ دقیقه پس از آزمون اول		قبل از آزمون و ۴ دقیقه پس از آزمون اول		قبل از آزمون و ۲ دقیقه پس از آزمون دوم		مقایسه مقدار تغییرات در بین	
فاکتور	آزمون تعقیبی LSD در بین گروهها	Sig	F	Sig	F	Sig	F	فاکتور	آزمون تعقیبی LSD در بین گروهها
PH	دارونما و OR	۰/۰۷۷		۰/۰۶۷		۰/۰۲۹ *		دارونما و مگایسیک	۰/۸۴۵
	دارونما و مگایسیک	۲/۰۳		۰/۰۰۴ *	۵/۱۴	۰/۷۳۹	۴/۱۳	OR و مگایسیک	۰/۱۱۳
	OR و مگایسیک			۰/۲۱۴		۰/۰۱۴ *		دارونما و OR	۰/۹۶۳
لاکتات	دارونما و OR	۰/۰۵۶		۰/۳۸۲		۰/۶۶۱		دارونما و مگایسیک	۰/۷۹۴
	دارونما و مگایسیک			۰/۵۵۵	۱/۱۲	۰/۹۳۰	۰/۱۶۲	OR و مگایسیک	۰/۷۵۹
	OR و مگایسیک			۰/۱۴۸		۰/۵۹۹			

*: نمایانگر تفاوت معنی‌دار در مقدار تغییرات میانگین‌ها است ($P < 0.05$).

بحث و نتیجه گیری

افزایش سطوح لاکتات خون در طول انجام هر دو آزمون رست متوالی، بی‌اعتنا به نوع نوشیدنی مصرف شده (شکل ۱)، می‌تواند حاکی از ماهیت نسبتاً شدید آزمون رست و اتکای آن به منابع بی‌هوازی باشد. این یافته در تحقیقات قبلی نیز به خوبی ثابت شده است (۲، ۵، ۷، ۳۲)، با این حال شایان ذکر است که در اثر مصرف نوشیدنی‌های OR و مگایسیک، در مورد سطوح لاکتات خون قبل از شروع آزمون رست دوم و همچنین در زمان ۲ و ۴ دقیقه پس از پایان آن، به ترتیب فقط در گروه‌های دارونما، مگایسیک و OR، تفاوت معنی‌داری نسبت به آزمون رست اول دیده شد. به بیان دیگر، در سایر موارد غیر معنی‌دار، سطوح لاکتات خون مشاهده شده در طی آزمون رست دوم تفاوتی با آزمون اول نداشته است. به نظر می‌رسد این امر حاکی از بازیافت مناسب طی این شرایط باشد. به عبارت دیگر، هر دو نوشیدنی انرژی‌زای مورد تحقیق، در شرایط استراحتی (قبل از شروع آزمون رست دوم) سبب احیای سطوح لاکتات به مقادیر قبلی شدند و همچنین در زمان ۲ دقیقه پس از پایان آزمون رست دوم، فقط در نوشیدنی مگایسیک یک اثر گذرا مشاهده شد (شکل ۱). با این حال، ۴ دقیقه پس از پایان آزمون رست دوم، یک اثر کند و تأخیری در گروه OR مشاهده شد. متأسفانه تاکنون در ادبیات تحقیقی موجود اثر نوشیدنی‌های انرژی‌زا در طی دو آزمون بی‌هوازی متوالی بررسی نشده است، با این حال نتایج این تحقیق به نوعی با یافته‌های آزالو علمداری و همکاران (۲۰۰۷) همخوانی دارد و با یافته‌های هدایت نژاد (۱۳۸۷) ناهمخوان است.

از لحاظ نظری انتظار می‌رود که افزایش توانایی تحمل اسیدوز عملکرد بی‌هوازی را بهبود دهد. چند تحقیق با هدف بهبود عملکرد جسمانی از طریق خوردن مواد بافرکننده، انجام شده‌اند. در برخی تحقیقات در حین ورزش بیشینه زمانی که سطوح لاکتات عضله به اوج خود رسید بعد از افزایش ذخایر قلیایی هیچ‌گونه بهبودی در هر دوی عملکرد یا کاهش تجمع اسیدلاکتیک مشاهده نگردید (۲۲). در حال حاضر، تصور می‌شود که غشای عضله نسبت به HCO_3^- نفوذناپذیر است. به عبارت دیگر، در نتیجه مصرف خوراکی عوامل قلیایی ظرفیت بافری تنها در فضای برون سلولی افزایش می‌یابد (۲۶). به نظر می‌رسد علت افزایش سطوح لاکتات خون در این تحقیق، مربوط به افزایش ظرفیت بافری برون‌سلولی در اثر مصرف نوشابه‌های ورزشی حاوی عوامل قلیایی است که با تسهیل جریان یون هیدروژن به سمت خارج عضله، سبب کاهش کمتر PH درون‌سلولی شده است. در این باره گزارش‌هایی وجود دارد که در اثر آلکالوز، میزان خروج لاکتات از عضله فعال افزایش می‌یابد (۱۶، ۱۷) که به افزایش انتقال لاکتات عضله از میان مایعات بین سلولی ارتباط داده شده است (۲۱). در یک تحقیق (هولیکه هوروات و همکاران، ۲۰۰۰) نیز افزایش جریان خروج لاکتات بدون هیچ‌گونه تغییر در شیب غلظتی لاکتات از عضله به سمت خون مشاهده شد و این افزایش به انتقال لاکتات در اثر افزایش شیب یونی ناشی از القای آلکالوز ربط داده شد (۱۶). از آنجا که جابه‌جایی لاکتات به دنبال انتقال یون‌های هیدروژن اتفاق می‌افتد (۱۹، ۲۱)، به نظر می‌رسد که به همراه مصرف مواد قلیایی، افزایش جریان یون هیدروژن در درون گردش خون سیاهرگی قابل مشاهده باشد.

شایان ذکر است که اثر عوامل قلیایی بر بهبود عملکرد ممکن است به واسطه سازوکارهایی غیر از اثر بافری (تحریک آوران از گیرنده‌های شیمیایی درون عضلانی)، انجام شود یا اینکه ممکن است عوامل قلیایی، بر کنترل مرکزی حرکت اثر کنند (۲۲). در کل شواهد برای حمایت از هرگونه اثر ارگوژنیک استفاده از مصرف خوراکی عوامل قلیایی در زمان قبل از شروع ورزش استقامتی و سرعتی دارای تناقض است. تفاوت در یافته‌ها می‌تواند تا حدی به تنوع پروتکل‌ها و نوع و شدت ورزش مورد استفاده در تحقیقات مختلف نسبت داده شود. همچنین این تناقض‌ها تا حدی مربوط به تفاوت در مدت زمان و نوع و شدت ورزش مابین استفاده از عامل قلیایی و شروع ورزش است که در دامنه ۳۰ دقیقه تا ۳ ساعت می‌باشد (۲۷).

در بخش دیگر یافته‌های این تحقیق، کاهش پیشرونده PH خون در طول انجام هر دو آزمون رست متوالی در هر سه گروه (شکل ۲) به خوبی با افزایش متقارن سطوح لاکتات خون (شکل ۱) همخوانی داشت. به بیان دیگر، با افزایش خروج لاکتات از سلول‌های عضلانی و آب میان‌بافتی و در پی آن به سوی پلاسما، انتظار می‌رود PH خون نیز دچار کاهش شود. با این حال، کاهش سطوح PH ۲ دقیقه پس از آزمون رست دوم نسبت به آزمون رست اول، فقط در گروه OR معنی‌دار نبود (جدول ۳ و شکل ۲). در بخش دیگری از نتایج نیز در طی آزمون رست دوم نسبت به اولین آزمون رست (در هر سه گروه)، با وجود بیشتر بودن مقدار کاهش PH در فاصله بین ۲ تا ۴ دقیقه پس از پایان هر دو آزمون متوالی، کاهش بیشتری (جدول ۲) در تغییرات سطوح PH خون گروه دارونما، نسبت به گروه مگایسیک مشاهده شد. ولی نتایج مربوط به گروه مگایسیک مزیتی نسبت به گروه OR نداشت. به نظر می‌رسد نوشیدنی مگایسیک در جلوگیری از کاهش PH خون در فاصله بین ۲ تا ۴ دقیقه پس از پایان آزمون رست نسبت به نوشیدنی دارونما مؤثرتر باشد، با این حال ممکن است این امر ناشی از وجود تفاوت‌های بین گروهی یا سایر عوامل ناشناخته در بین آزمودنی‌ها باشد.

همچنین گزارش‌هایی وجود دارد که در اولین دقایق بعد از تمرین جریان خروج H^+ از عضله به خون سرعت بیشتری نسبت به لاکتات دارد (۸) و در مورد انسان‌ها نیز نشان داده شده است که معمولاً سرعت جریان یون هیدروژن از لاکتات بیشتر است (۹). با این حال، جذب لاکتات و یون هیدروژن توسط عضلات غیرفعال، بر مقدار خروج آن‌ها از عضلات فعال تأثیر می‌گذارد (۱۰). همچنین گزارش‌هایی وجود دارد که جریان لاکتات به سوی مایعات برون‌سلولی مستقل از وضعیت اسید و باز در آب میان‌بافتی است و معمولاً مقدار آن ثابت می‌ماند (۸). بدین ترتیب، به نظر می‌رسد نوع ترکیب تارهای عضلانی افراد مورد تحقیق نیز می‌تواند در تغییرپذیری نتایج دخیل باشند. با این حال، در مورد توانایی نوشیدنی OR در جلوگیری از کاهش PH به صورت گذرا، گفتنی است در تحقیق آزاللی علمداری و همکاران (۲۰۰۷) نیز قابلیت گذرا و کوتاه‌مدت این نوشیدنی در حفظ PH خون گزارش شده است (۷). در این بین، اسیدوز مایعات بین‌بافتی در اثر مصرف مواد قلیایی با چند سازوکار قابل توجه است. با توجه به وجود سازوکارهای تعادلی مابین آب میان‌بافتی و پلاسما، به نظر می‌رسد افزایش غلظت مواد قلیایی موجود در سیاهرگ‌ها، بایستی ناشی از افزایش

ظرفیت بافری آب میان‌بافتی باشد (۳۰). از آنجا که کل مقدار پروتئین آب‌دوست موجود در آب میان‌بافتی (آلبومین)، کمتر از پلاسما است (۳۱)، بنابراین، به نظر می‌رسد بایستی یون بی‌کربنات سهم بیشتری از ظرفیت بافری مایع میان‌بافتی را در مقایسه با پلاسما به خود اختصاص دهد. بنابراین، احتمال می‌رود مقدار معینی از اسید، تأثیر بیشتری بر آب میان‌بافتی نسبت به پلاسما داشته باشد و از این رو ممکن است که افزودن ظرفیت بافری از طریق مصرف نوشیدنی‌های انرژی‌زا، تأثیر بیشتری بر آب میان‌بافتی اعمال کند. به علاوه، ممکن است که برخی تغییرات در سازوکارهای انتقال‌گشایی نیز درگیر شوند. در این باره گزارش شده است که افزایش شیب غلظت یون هیدروژن، احتمالاً سبب افزایش فعالیت سیستم‌های انتقالی درگیر در تنظیم غلظت آن، مانند مبادله‌کننده سدیم-هیدروژن ۱، کانال همسوبر سدیم-بی‌کربنات ۲ و MCT1 و MCT4، می‌شود (۱۸، ۳۰). با این حال شواهدی وجود دارد که حاکی از عدم تأثیر آلکالوز متابولیک بر غلظت یون هیدروژن در شرایط استراحتی هستند (۱۲، ۱۶، ۲۵). همچنین گزارش شده است که آلکالوز متابولیک سبب کاهش غلظت یون هیدروژن سیاهرگی در حالت استراحت می‌شود (۲۹). با این حال، این نکته به‌خوبی روشن است که ظرفیت محدودی برای افزایش ذخایر بافری بدن وجود دارد (۲۳). متأسفانه، در تحقیق حاضر، میزان تغییرات غلظت یون بی‌کربنات و ذخایر تامپونی اندازه‌گیری نشده است. گزارش شده است که دوز ۰/۵ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن از سدیم سیترات، برای ایجاد بیشترین افزایش در غلظت یون بی‌کربنات خون مناسب‌ترین مقدار است. (۲۴) و کسب مطلوب‌ترین وضعیت آلکالوزی ۱۰۰ الی ۱۲۰ دقیقه پس از مصرف خوراکی مواد قلیایی اتفاق می‌افتد (۲۸). بنابراین، در صورتی که همانند یافته‌های آزالی علمداری و همکاران (۲۰۰۷)، محتوای مواد قلیایی موجود در نوشیدنی‌های انرژی‌زا، مسئول این مشاهدات تلقی شوند، به دلیل اینکه آزمودنی‌های این تحقیق ترکیبی از مواد مختلف را در قالب نوشیدنی‌های انرژی‌زا مصرف کرده‌اند، به نظر می‌رسد در تحقیق حاضر، زمان مصرف نوشیدنی‌ها مطلوب نبوده یا اینکه دوز مورد استفاده بسیار کمتر از (با توجه به توضیحات موجود در برجسب این نوشیدنی‌ها) حداقل مقادیر مورد نیاز بوده است. بنابراین، به نظر می‌رسد در حال حاضر، امکان ارائه نظر دقیق در این زمینه وجود ندارد و بایستی تحقیقات دقیق‌تری در این زمینه به عمل آید.

در بخش دیگر یافته‌های این تحقیق، با مصرف نوشیدنی توان اوج و حداقل فقط در گروه OR نسبت به آزمون اول افزایش یافت و همچنین توان میانگین نیز در هر دو گروه OR و مگابیسک کاهش داشت (شکل ۳). به عبارت دیگر، در مورد نوشیدنی دارونما، هیچ تفاوتی بین هیچ‌کدام از مؤلفه‌های توان بی‌هوازی دوز بین دو آزمون رست متوالی وجود نداشت. در نوشیدنی مگابیسک نیز این مشاهدات در مورد اوج و حداقل توان صادق بود. به نظر می‌رسد کاهش اوج توان در گروه OR و میانگین توان هر دو گروه OR و مگابیسک (در آزمون رست دوم نسبت به آزمون رست اول)، می‌تواند مربوط به بالا بودن شدت فعالیت این گروه‌ها طی آزمون رست دوم باشد که از لحاظ نظری نیز انتظار می‌رود منجر به خستگی بیشتری شود. از

1. Na⁺-H⁺ exchanger (NHE)2. Na⁺-HCO₃⁻ cotransporter (NBC)

سوی دیگر، افزایش توان حداقل گروه OR در پس‌آزمون می‌تواند به قابلیت این نوشابه در افزایش ظرفیت گلیکولیتیک نسبت داده شود. شواهدی وجود دارد که توان حداقل نمایانگر اتکای بسیار شدید به سوخت و ساز اسید لاکتیک است (۲۲). به نظر می‌رسد نوشیدنی OR دارای یک اثر گذرای ارگوژنیک بر سوخت و ساز اسید لاکتیک باشد. این کار ممکن است با افزایش ظرفیت بافیری برون سلولی صورت گیرد (۳۰). شایان ذکر است در این تحقیق، اختلاف حداقل توان گروه OR در بین دو آزمون رست متوالی نسبت به مقدار اختلاف مشاهده‌شده هر دو گروه مگایسیک و دارونما، تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۳) که این امر می‌تواند تأییدی بر نکات ذکر شده در بالا باشد.

در پایان نتیجه‌گیری می‌شود که هر دو نوشیدنی انرژی‌زای مورد تحقیق می‌توانند در حین انجام فعالیت‌های بی‌هوای متوالی با شدت حداکثر، مزیت‌های نسبتاً ویژه‌ای نسبت به نوشیدنی دارونما (محلول ویتامین C) داشته باشند، با این حال ماهیت، مقدار و مدت زمان بروز این اثرات یکسان نیست و همچنین به علت کمبود شواهد تحقیقی هنوز در این زمینه امکان ارائه نظر قاطع وجود ندارد.

منابع

۱. کاظمی، فهیمه. "تأثیر کوتاه مدت دو نوشیدنی انرژی‌زا بر عملکرد استقامتی دانشجویان دختر ورزشکار". پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران. ۱۳۸۷.
۲. گودرزی محمود. "اعتبار و روایی آزمون رست در برآورد توان گلیکولیتیک مردان جوان"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه همدان، سال ۱۳۷۱.
۳. قاسم نیان، علی. "اثر نوشابه انرژی‌زای سینرژی بر عملکرد استقامتی و سطوح گلوکز خون دانشجویان ورزشکار". پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران. ۱۳۸۷.
۴. نعیمی علی. "اثرات نوشیدنی ورزشی ردبول بر عملکرد هوایی و تاخیر خستگی در پسران ورزشکار"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، زمستان ۱۳۸۶.
۵. هدایت نژاد میثم. "اثرات حاد نوشیدنی ردبول و بومبا بر عملکرد بی‌هوایی و تاخیر خستگی"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی، سال ۱۳۸۷.
6. Alford, C., Cox, H., & Wescott, R. (2001). The effects of red bull energy drink on human performance and mood. *Amino Acids*, 21, 139-150.
7. Azali Alamdari, Karim, Kordi, Mohammadreza, Choobineh, Siroosce, Abbasi, Asghar (2007). Acute effects of two energy drinks on anaerobic power and blood lactate levels in male athletes. *Facta universitatis. Series: Physical Education and Sport* 5 (2): 153 – 162
8. D Ball and RJ Maughan (1997). The effect of sodium citrate ingestion on the metabolic response to intense exercise following diet manipulation in man. *Exp Physiol* 82;1041-1056
9. Bangsbo, J., GRAHAM, T. E., JOHANSEN, L. & SALTIN, B. (1993). Lactate and H⁺ fluxes from skeletal muscles in man. *J Physiol*. 462; 115-133.
10. Bangsbo, J., AAGAARD, T., OLSEN, M., KIENS, B., TURNCOTTE, L. P. & RICHTER, E. A. (1995). Lactate and H⁺ uptake in inactive muscles during intense exercise in man. *J Physiol* 488, 219-229.
11. Barthel, T., Mechau, D., Schnitker, R., Liesen, H., & Weiß, M. (2001). Readiness potential in different states of physical activation and after ingestion of taurine and/or caffeine containing drinks. *Amino Acids*, 20, 63-73.
12. Bishop D, Edge J, Davis C & Goodman C (2004). Induced metabolic alkalosis affects muscle metabolism and repeated-sprint ability. *Med Sci Sports Exerc* 36, 807–813.
13. Carvajal- Sancho, A., & Moncada- Jiménez, J. (2005), the acute effect of an energy drink on physical and cognitive performance of male athletes. *Kinesiologia Slovenica*, 11 (2), 5–16.

14. Ferreira, S.E., de Mello, M.T., Rossi, M.V., & Souza-Formigoni, M.L.O. (2004). Does an energy drink modify the effects of alcohol in a maximal effort test? *Alcoholism: Clin & Experimental Res*, 28(9), 1408-1412.
15. Fry, C.A., Bloomer, J.R., Falvo, J.M., Moore, A.C., Schilling, K.B., & Weiss, W.L. (2006). Effect of a Liquid Multivitamin/Mineral Supplement on Anaerobic Exercise Performance, *Res Sports Med*, 14 (1), 53 – 64.
16. Hollidge-Horvat MG, Parolin ML, Wong D, Jones NL, Heigenhauser GJF(2000). Effect of induced metabolic alkalosis on human skeletal muscle metabolism during exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 278: E316– E329,
17. Hood VL, Schubert C, Keller U, Muller S(1988). Effect of systemic pH on pHi and lactic acid generation in exhaustive forearm exercise. *Am J Physiol Renal Fluid Electrolyte Physiol* 255: F479–F485.
18. Juel C (1998). Skeletal muscle Na⁺/H⁺ exchange in rats: pH dependency and the effect of training. *Acta Physiol Scand* 164, 135–140.
19. Juel C & Halestrap AP (1999). Lactate transport in skeletal muscle – role and regulation of the monocarboxylate transporter. *J Physiol* 517, 633–642.
20. Kipp, R., Seifert, J.G., & Burke, E.R. (2003). The influence of a carbohydrate/protein sports drink on soccer sprint performance. In Müller, Schwameder, Zallinger & Fasternbauer (Eds), *European College of Sports Medicine* (pp. 451). Salzburg.
21. Lindinger MI, Heigenhauser GJ & Spriet LL (1990). Effects of alkalosis on muscle ions at rest and with intense exercise. *Can J Physiol Pharmacol* 68, 820–829
22. MacDougall, J.D., Wenger, A.H. & Green, J.H. (1991). *Physiological Testing of the High-performance athlete*. Published for the Canadian Association of sport Sciences, Champaign IL: Human Kinetics.
23. Maughan, R.J., Gleeson, M., & Greenhaff, P.L. (2002). *Biochemistry of exercise and training*. Oxford: University Press
24. McNaughton L (1990). Sodium citrate and anaerobic performance: implications of dosage. *Eur J Appl Physiol*, 61, 392–7.
25. Nielsen HB, Hein L, Svendsen LB, Secher NH & Quistorff B (2002). Bicarbonate attenuates intracellular acidosis. *Acta Anaesthesiol Scand* 46, 579–584.
26. Olson, B., & Seifert, J. (2004). the Effects of a Carbohydrate/Protein Drink on Skating Performance in Collegiate Hockey Players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(5) Supplements: S13.
27. Oo'pik, V., Saaremets, I., Medijainen, L., Karelson, K., Janson, T., & Timpmann, S. (2003). Effects of sodium citrate ingestion before exercise on endurance performance in well trained college runners. *Br J Sports Med*, 37, 485–489.
28. Potteiger, J.A., Webster, M.J., Nickel, G.L., et al. (1996).The effects of buffer ingestion on metabolic factors related to distance running performance. *Eur J Appl Physiol*, 72, 365–71.
29. Raymer GH, Marsh GD, Kowalchuk JM, Thompson RT (2004). Metabolic effects of induced alkalosis during progressive forearm exercise to fatigue. *J Appl Physiol* 96: 2050–2056.
30. Darrin Street, Jens-Jung Nielsen, Jens Bangsbo and Carsten Juel (2005).Metabolic alkalosis reduces exercise-induced acidosis and potassium accumulation in human skeletal muscle interstitium. *J Physiol* 566.2 pp 481–489 481
31. Tietz, *Text book of clinical biochemistry* 11th edition, Boca Raton: CRC Press, 2006.
32. Zacharogiannis, E. Paradisis, G., & Tziortzis, S. (2004). An Evaluation of Tests of Anaerobic Power and Capacity, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(5) Supplements: S116.