

تأثیر استفاده از مکمل اکسیژن در وهله‌های ریکاوری بر پاسخ لاکتات و اسیدپتیه خون در شناگران تمرین کرده جوان

سیدرضا میرجوادی^۱، ساناز میرزایان شانجانی^{۲*}، یاسر کاظم زاده^۲

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.
۲. استادیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: تحقیقات زیادی نشان داده اند که قرار گرفتن در معرض اکسیژن زیاد، با تأثیر مثبت بر بازگشت به حالت اولیه، عملکرد ورزشی را بهبود می‌بخشند. هدف از این تحقیق، تعیین تأثیر استفاده از مکمل اکسیژن در وهله‌های ریکاوری بر پاسخ لاکتات، اسیدپتیه و بی‌کربنات خون در شناگران تمرین کرده جوان بود. روش تحقیق: در این مطالعه، ۲۰ شناگر تمرین کرده با دامنه سنی ۲۰ تا ۲۸ سال به‌طور تصادفی به دو گروه (۱۰ نفر گروه تجربی و ۱۰ نفر گروه کنترل) تقسیم شدند. آزمودنی‌ها پس از گرم کردن، شنای کراال سینه را با ۸۰ تا ۹۰ درصد رکورد به دست آمده و استراحت ۱:۳۰ دقیقه‌ای طی ۱۲ بار در طول استخر اجرا کردند. پروتکل گروه تجربی شامل استفاده از مکمل اکسیژن با غلظت ۴۰ درصد و ۱۰ لیتر در دقیقه به صورت مکمل و استنشاق توسط ماسک متصل به سیلندر در وهله‌های ریکاوری (استراحت ۱:۳۰ دقیقه‌ای) و در گروه کنترل وهله‌های ریکاوری به صورت غیرفعال بود. نمونه خون آزمودنی‌ها قبل و بعد از تمرین از سیاهرگ ورید بازویی گرفته شد. از آزمون t مستقل برای مقایسه میانگین بین گروهی و از آزمون t وابسته برای مقایسه درون گروهی بهره برداری گردید. تمام عملیات آماری پژوهش با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ و سطح معنی‌داری $p < 0/05$ به اجرا درآمد. یافته‌ها: نتایج نشان داد که میانگین میزان لاکتات، PH و بی‌کربنات خون شناگران دو گروه قبل و بعد از تمرین به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری دارد ($p = 0/001$)، به طوری که پس از فعالیت ورزشی شدید، میزان لاکتات خون در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل به طور معنی‌داری کمتر بود ($p = 0/003$)، همچنین میزان PH بعد از فعالیت ورزشی شدید در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل به طور معنی‌داری بالاتر بود ($p = 0/003$). میانگین میزان بی‌کربنات خون شناگران نیز در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل به طور معنی‌داری بالاتر بود ($p = 0/0001$). نتیجه‌گیری: با توجه به یافته‌های تحقیق حاضر، به نظر می‌رسد، استفاده از مکمل اکسیژن حین فعالیت ورزشی شدید بر لاکتات، اسیدپتیه و بی‌کربنات خون مؤثر است و می‌تواند به عنوان یک روش مداخله‌ای تأثیرگذار در بازیابی شرایط فیزیولوژیک بدن طی تمرینات، مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: فعالیت ورزشی شدید، مکمل اکسیژن، لاکتات، PH، بی‌کربنات.

*نویسنده مسئول، آدرس: تهران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی؛

مقدمه

هایپراکسی، تاثیری بر برون ده توان اوج و متوسط طی ۱۵ ثانیه وهله های دوچرخه سواری سرعت ندارد. اهمیت بیش از پیش تمرینات تناوبی شدید باعث شده که مربیان و ورزشکاران این روش تمرینی را در برنامه زمانبندی شده خود بگنجانند چرا که در مدت زمان کوتاه‌تر، سازگاری‌های مشابه‌ای با تمرینات تداومی ایجاد می‌کند. به طور کلی، به فرآیند ریکاوری با مکمل اکسیژن در شرایط تمرینی با شدت بالا توجه خیلی محدودی شده است و نتایج به دست آمده نیز به دلیل نوع پروتکل تمرینی و درصد اکسیژن استفاده شده متفاوت و متغیر می‌باشد. از این رو، با توجه به نتایج متفاوت مطالعات پیشین و اهمیت تمرینات تناوبی شدید، بکارگیری این روش تمرینی و استفاده از مکمل اکسیژن، می‌تواند اطلاعات مفیدی را برای مربیان و ورزشکاران فراهم آورد. بنابراین تحقیق حاضر قصد دارد به بررسی استفاده از مکمل اکسیژن در دوره ریکاوری پس از فعالیت ورزشی شدید، و تاثیر آن بر تجمع لاکتات، یون بی‌کربنات و اسیدبته خون بپردازد.

روش تحقیق

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی و به صورت طرح تحقیقی پیش‌آزمون و پس‌آزمون اجرا گردید. جامعه آماری این تحقیق را شناگران تمرین کرده در رده سنی جوانان فعال در استخر فجر دانشگاه شهید بهشتی، با دامنه سنی ۲۰ تا ۲۸ سال که به مدت سه ماه، حداقل ۳ روز در هفته سابقه تمرینات شنا را داشتند، تشکیل دادند. تعداد ۲۰ نفر از جامعه آماری مذکور بعد از تکمیل پرسشنامه سلامتی، به طور داوطلبانه به عنوان نمونه در تحقیق شرکت کردند. آزمودنی‌ها به طور تصادفی به دو گروه (۱۰ نفر گروه تجربی و ۱۰ نفر گروه کنترل) تقسیم شدند. هیچ یک از آزمودنی‌ها از مکمل ورزشی و یا داروی خاصی از یک ماه قبل از شروع دوره تحقیق استفاده نکرده بودند. همچنین آزمودنی‌ها خواسته شد هیچ گونه مکمل غذایی یا دارویی حین دوره تحقیق مصرف نکنند. ۴۸ ساعت پیش از شروع فرآیند تحقیق، یک جلسه آشنایی با پروتکل‌ها و روند اجرایی در محل اجرای پروتکل برای آزمودنی‌ها تشکیل شد و در همان جلسه، رضایت‌نامه و پرسشنامه سلامت بین آزمودنی‌ها توزیع و توسط آن‌ها تکمیل گردید. در این جلسه توضیحات کاملی در مورد

در سال‌های اخیر، پاسخ‌های فیزیولوژیکی ورزشکاران به فعالیت ورزشی با شدت بالا، نظر محققان را به خود جلب کرده است (فیس^۱ و دیگران، ۲۰۱۵؛ فاستر^۲ و دیگران، ۲۰۱۵). تمرینات تناوبی شدید و کوتاه مدت باعث کاهش اشباع هموگلوبین و اکسیژن‌رسانی به بافت می‌شود. در نتیجه این کاهش، نیروی بیشینه تولیدی کاهش می‌یابد. با افزایش شدت تمرین، بافر شدن و پاکسازی لاکتات کاهش می‌یابد و این فرآیند باعث تجمع لاکتات، بی‌کربنات و کاهش PH خون می‌شود (زینر^۳ و دیگران، ۲۰۱۵). علاوه بر آسیب به عملکرد عصبی-عضلانی و اختلالات ایجاد شده درون سلولی، تجمع فسفات غیر ارگانیک و تغییر سطح PH، عوامل مهمی برای اندازه‌گیری میزان خستگی در هنگام تمرین با شدت بالا هستند (گیرارد^۴ و دیگران، ۲۰۱۱؛ کیسی و جوینر^۵، ۲۰۱۲؛ فیس و دیگران، ۲۰۱۳). یکی از راهبردهایی که با هدف بهبود جلسه تمرینی مورد بررسی قرار گرفته است، تاثیر استفاده از مکمل اکسیژن بر عملکرد و اکسیژن‌رسانی به گروه‌های عضلانی مختلف طی ورزش با شدت‌های متفاوت است. در دسترس بودن اکسیژن (O₂)، تاثیر بسزایی در زمان مورد نیاز برای ریکاوری فسفوکراتین و همچنین انتشار O₂ به درون سلول‌های عضلانی دارد (بیلوت و باچیت^۶، ۲۰۱۳).

شواهد زیادی وجود دارد که نشان می‌دهند قرار گرفتن در معرض اکسیژن، عملکرد ورزشی طی فعالیت‌های تداومی بیش از ۳ دقیقه را بهبود می‌بخشد (پریور^۷ و دیگران، ۲۰۰۲). مطالعات نشان داده‌اند که استنشاق اکسیژن ۱۰۰٪، ضربان قلب و عملکرد را طی ریکاوری تغییر نمی‌دهد، با این وجود، عملکرد بدنی طی جلسات ۵ دقیقه‌ای فعالیت زیر بیشینه روی نوارگردان به دنبال یک جلسه فعالیت تا و اماندگی را بهبود می‌بخشد (رابینز^۸ و دیگران، ۱۹۹۲). با این حال، مائدا و یاشاکوچی^۹ (۱۹۹۸) دریافتند که استنشاق گاز هایپراکسی^{۱۰} حاوی غلظت‌های مختلف اکسیژن، غلظت لاکتات خون را پس از جلسه ورزش، در ۷۰ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه و در ۱۳۰٪ آستانه بی‌هوای؛ کاهش می‌دهد. اسپرلیج^{۱۱} و دیگران (۲۰۱۰) نیز گزارش کرده‌اند که قرار گرفتن در معرض

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. Faiss | 7. Prieur |
| 2. Foster | 8. Robbins |
| 3. Zinner | 9. Maeda & Yasukouchi |
| 4. Girard | 10. Hyperoxia |
| 5. Casey & Joyner | 11. Sperlitch |
| 6. Billaut & Buchheit | |

یافته‌ها

در جدول ۱ میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها آورده شده است. همچنین در جدول ۲ مقایسه متغیرهای وابسته تحقیق ذکر شده است. نتایج آزمون t وابسته نشان داد که میانگین میزان لاکتات خون شناگران در گروه تجربی بعد از تمرین نسبت به قبل از تمرین، به طور معنی داری بالاتر است ($p=0/0001$)، در گروه کنترل نیز میزان لاکتات خون شناگران بعد از تمرین نسبت به قبل از تمرین به طور معنی داری بالاتر بود ($p=0/0001$) (نمودار ۱). نتایج آزمون t مستقل نشان داد که بین میانگین لاکتات خون دو گروه قبل از تمرین، تفاوت معنی داری وجود ندارد ($p=0/81$)، همچنین بعد از فعالیت ورزشی شدید، میزان لاکتات خون در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل به طور معنی داری کمتر بود ($p=0/003$).

نتایج آزمون t وابسته نشان داد که میانگین میزان PH خون شناگران در گروه تجربی بعد از تمرین نسبت به قبل از تمرین به طور معنی داری کمتر است ($p=0/001$)، همچنین در گروه کنترل میانگین میزان PH بعد از تمرین نسبت به قبل از تمرین به طور معنی داری کمتر بود ($p=0/0001$) (نمودار ۲). نتایج آزمون t مستقل نشان داد که بین میانگین دو گروه در میزان PH خون قبل از تمرین تفاوت معنی داری وجود ندارد ($p=0/39$)، اما میزان PH بعد از فعالیت ورزشی شدید در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل به طور معنی داری بالاتر بود ($p=0/003$).

نتایج آزمون t وابسته نشان داد که میانگین میزان بی کربنات خون شناگران گروه تجربی قبل و بعد از تمرین به لحاظ آماری تفاوت معنی داری ندارد ($p=0/06$)، اما در گروه کنترل میانگین میزان بی کربنات خون شناگران بعد از تمرین نسبت به قبل از تمرین به طور معنی داری کمتر بود ($p=0/0001$) (نمودار ۳). علاوه بر این، نتایج آزمون t مستقل نشان داد که بین میانگین دو گروه در میزان بی کربنات خون قبل از تمرین تفاوت معنی داری وجود ندارد ($p=0/56$)؛ اما بعد از فعالیت ورزشی شدید، میانگین میزان بی کربنات خون شناگران در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل به طور معنی داری بالاتر بود ($p=0/0001$).

روش انجام و محرمانه بودن اطلاعات اخذ شده، در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفت. همچنین آزمودنی‌ها در مورد شرایط و نحوه اندازه‌گیری و زمان برنامه توجیه شدند.

پروتکل فعالیت ورزشی و استفاده از مکمل اکسیژن: با توجه به پروتکل انتخاب شده برای این تحقیق، رکورد شنای کرال سینه ۲۵ متر طی جلسه اول ثبت شد. در جریان تحقیق نمونه‌گیری از خون در ابتدا و انتهای پروتکل فعالیت ورزشی شدید انجام شد (اسپرلیچ و دیگران، ۲۰۱۰؛ کاظمی و فشی، ۲۰۱۱). آزمودنی‌ها پس از گرم کردن که شامل ۴۰۰ متر شنای کرال سینه بود، شنای ۲۵ متر را با ۸۰ تا ۹۰ درصد رکورد به دست آمده طی آزمون قبلی (آزمونی که یک هفته قبل گرفته شده بود) اجرا نمودند؛ بدین صورت که یکی از گروه‌ها با استفاده از مکمل اکسیژن و گروه دیگر بدون مکمل اکسیژن، ۱۲ طول استخر را با استراحت ۱:۳۰ دقیقه‌ای شنا کردند.

در گروه استفاده از مکمل اکسیژن، اکسیژن با غلظت ۴۰ درصد به صورت مکمل توسط ماسک متصل به سیلندر در وهله‌های ریکاوری (استراحت ۱:۳۰ دقیقه‌ای) استنشاق شد. مکمل اکسیژن در دوره‌های ریکاوری به صورت ۱۰ لیتر در دقیقه استفاده شد. در گروه کنترل، استراحت ۱:۳۰ دقیقه‌ای به صورت غیر فعال انجام شد (وایت^۱ و دیگران، ۲۰۱۳).

جهت نمونه‌گیری خون از آزمودنی‌ها (به منظور تجزیه و تحلیل لاکتات، اسیدیته و بی کربنات) در دو مرحله، ۱۵ دقیقه قبل از تمرین و ۱۵ دقیقه بعد از پایان تمرین، از سیاهرگ دست راست هر آزمودنی به میزان ۵ میلی لیتر خون گرفته شد. برای اندازه‌گیری سطح لاکتات از روش آنزیماتیک توسط دستگاه اتوآنالایزر کوباس میرا^۲ و برای اندازه‌گیری میزان PH و بی کربنات، از روش آزمایشگاهی ABG توسط دستگاه پلاز گاز^۳ استفاده شد.

برای کسب اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها، از آزمون شاپیرو-ویلک^۴ استفاده شد. سپس از آزمون t مستقل برای مقایسه میانگین بین گروهی و از آزمون t وابسته برای مقایسه درون گروهی بهره برداری گردید. تمام عملیات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ به اجرا درآمد و سطح معنی داری $p < 0/05$ در نظر گرفته شد.

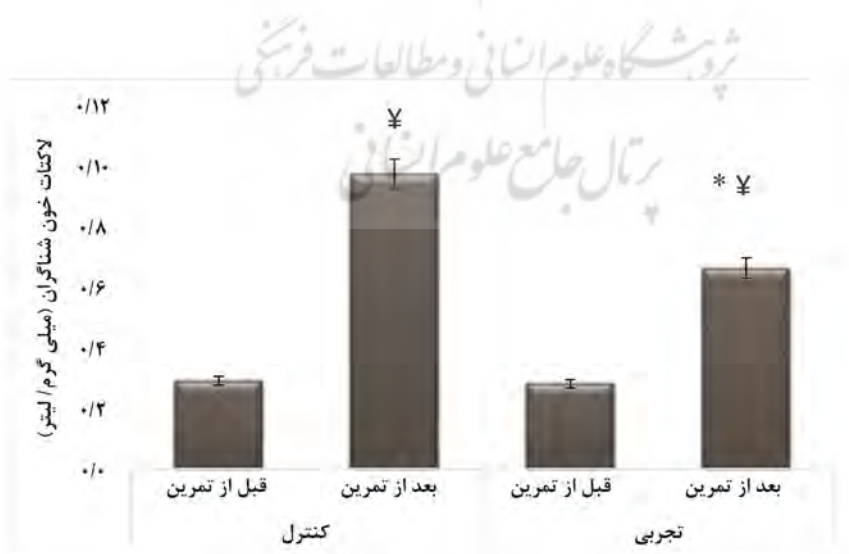
1. White
2. Cobas Mira
3. Blad gas
4. Shapiro-Wilk

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

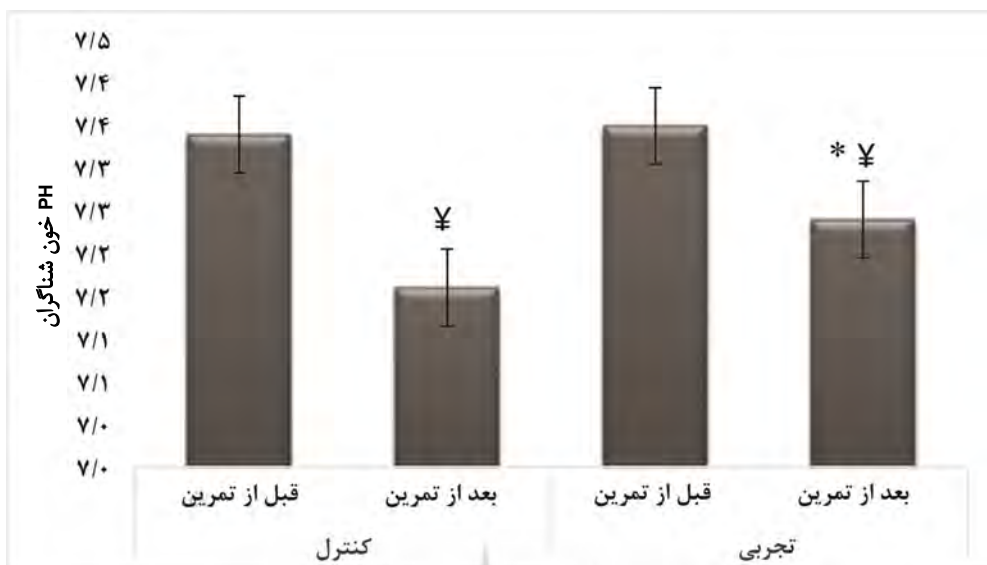
شاخص آماری	گروه استنشاق اکسیژن	گروه بدون استنشاق اکسیژن
سن (سال)	24/90 ± 2/02	24/70 ± 1/88
قد (سانتی متر)	1/78 ± 0/04	1/80 ± 0/06
وزن (کیلوگرم)	80/10 ± 8/64	78/40 ± 8/22

جدول ۲. نتایج آزمون t مستقل و t وابسته تحقیق در مورد تغییرات متغیرهای وابسته تحقیق

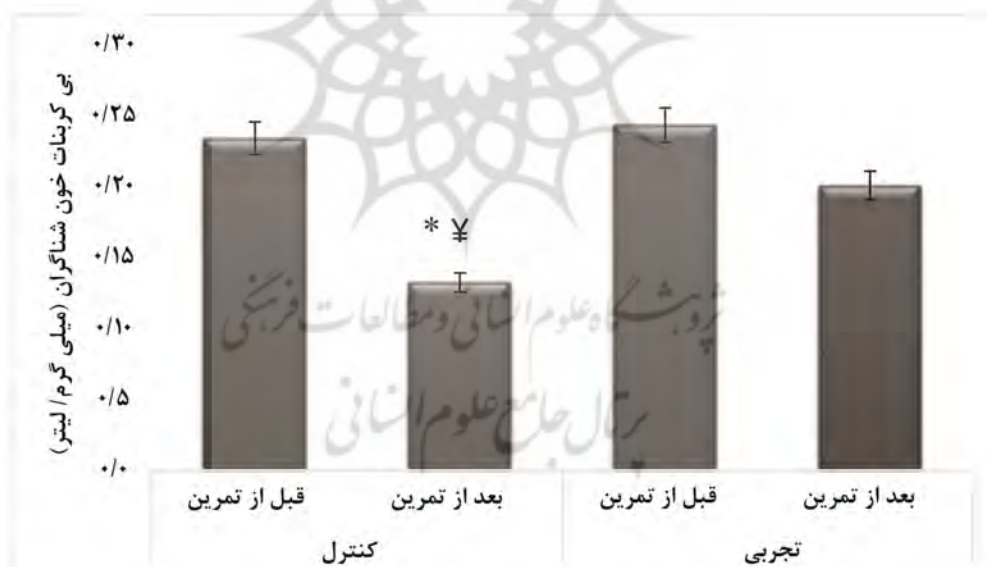
متغیرها	گروه‌ها	مراحل آزمون	اختلاف میانگین‌ها	مقدار	درجه آزادی (df)	سطح معنی داری (p)
لاکتات خون (میلی گرم / لیتر)	کنترل	پیش آزمون	0/78642	-8/68	9	0/0001
		پس آزمون				
	تجربی	پیش آزمون	0/60249	-6/29	9	0/0001
		پس آزمون				
PH خون	کنترل	پیش آزمون	0/3045	6/10	9	0/0001
		پس آزمون				
	تجربی	پیش آزمون	0/2347	4/77	9	0/001
		پس آزمون				
بی کربنات خون (میلی گرم / لیتر)	کنترل	پیش آزمون	1/46509	6/93	9	0/0001
		پس آزمون				
	تجربی	پیش آزمون	2/00428	2/12	9	0/06
		پس آزمون				



نمودار ۱. مقایسه مقادیر لاکتات خون آزمودنی‌ها در گروه‌های تمرین و کنترل قبل و پس از مداخله ¥ تفاوت معنی‌دار نسبت به پیش از مداخله؛ * تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه کنترل پس از مداخله



نمودار ۲. مقایسه مقادیر PH آزمودنی ها در گروه های تمرین و کنترل قبل و پس از مداخله
 ¥ تفاوت معنی دار نسبت به پیش از مداخله؛ * تفاوت معنی دار نسبت به گروه کنترل پس از مداخله



نمودار ۳. تغییرات مقادیر بی کربنات خون آزمودنی ها در گروه های تمرین و کنترل قبل و پس از مداخله
 ¥ تفاوت معنی دار نسبت به پیش از مداخله؛ * تفاوت معنی دار نسبت به گروه تجربی پس از مداخله

بحث

طی دوره ریکاوری استفاده شد. این احتمال وجود دارد که O_2 اضافی طی هایپراکسی دوره ریکاوری اجازه دهد تا فعالیت عضلانی طی وهله‌های تناوبی بدون تغییر باقی بماند. افزایش در دسترس بودن اکسیژن به عضلات در شرایط پر اکسیژنی، متابولیسم محیطی را بالا می‌برد و باعث فعالیت کمتر تارهای عضلانی می‌شود (زینر و دیگران، ۲۰۱۵)، در نتیجه این عوامل، سیگنال‌های بازدارنده برای تجمع متابولیت‌ها در عضله، کاهش هدایت جریان عصب و انتقال خستگی از خستگی محیطی به مرکزی، ممکن است دیرتر پدیدار شود (ماندا و یاشاکوچی، ۱۹۹۸). در تحقیق حاضر در دوره برگشت به حالت اولیه در گروه استنشاق کننده اکسیژن، مقدار لاکتات گروه تجربی نسبت به گروه کنترل زودتر به حالت اولیه رسید که نشان دهنده تجمع کمتر لاکتات خون بعد از تمرین تناوبی می‌باشد.

PH خون نیز طی وهله‌های ریکاوری و عملکرد بدنی از اهمیت بالایی برخوردار است. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میزان PH در شناگران گروه تجربی پس از فعالیت ورزشی شدید نسبت به گروه کنترل به طور معنی داری افزایش یافته است. آدامز و ولچ (۱۹۸۰) نشان دادند که تنفس هایپراکسی طی ورزش به طور معنی داری PH را تغییر می‌دهد. با این وجود، در تحقیق زینر و دیگران (۲۰۱۵) بافاری شدن تحت تاثیر هایپراکسی قرار نگرفت. اسپرلیچ و دیگران (۲۰۱۲) نیز اثر استنشاقی مکمل اکسیژن ۱۰۰ درصد را در حین ریکاوری از وهله‌های 30×5 ثانیه تمرین با شدت بالا مورد سنجش قرار دادند. برای این کار قبل و بعد از تمرین میزان تجمع لاکتات، یون هیدروژن، PH خون، فشار اکسیژن و سطح اشباع اکسیژن خون اندازه‌گیری شد. در این تحقیق نشان داده شد که هیچ تفاوتی بین لاکتات خون، PH و یون هیدروژن گروه تجربی نسبت به گروه کنترل وجود ندارد. نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های اسپرلیچ و دیگران (۲۰۱۲) و زینر و دیگران (۲۰۱۵) همخوانی ندارد. با توجه به این‌که شناگران گروه تجربی نسبت به گروه کنترل مقدار اکسیژن خالص بیشتری دریافت کردند، احتمالاً میزان تجمع کمتر دی‌اکسید کربن، مسئول بالاتر بودن میزان PH در گروه

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میزان لاکتات خون در گروه استفاده از مکمل اکسیژن پس از فعالیت ورزشی شدید نسبت به گروه کنترل به طور معنی داری کمتر است. مطالعات نشان داده‌اند که استفاده از مکمل اکسیژن برای کاهش تجمع لاکتات در عضله اسکلتی و خون با بهبود عملکرد رابطه دارد، که ممکن است بازتاب تجزیه کندتر گلیکوژن طی فعالیت ورزشی باشد (استلینگ ورف^۱ و دیگران، ۲۰۰۵). گزارش شده است که با توجه به ظرفیت اکسایشی بالای عضلات، افراد تمرین کرده استقامتی سود بیشتری از افزایش پاکسازی و دفع لاکتات خون طی وهله‌های ریکاوری هایپراکسی بعد از تمرین می‌برند (ماندا و یاشاکوچی، ۱۹۹۸). در همین راستا، نشان داده شده است که غلظت لاکتات خون پس از وهله‌های ۳ دقیقه‌ای فعالیت با شدت بالا طی وهله‌های ریکاوری هایپراکسی، کمتر بوده است (هوسر^۲ و دیگران، ۲۰۱۴). نتایج تحقیق حاضر در کاهش لاکتات خون پس از استفاده از مکمل اکسیژن طی وهله‌های ریکاوری با یافته‌های هوسر و دیگران (۲۰۱۴) و زینر و دیگران (۲۰۱۵) همخوانی دارد. نتایج تحقیق حاضر هم‌چنین نشان داد که میانگین میزان لاکتات خون در شناگران استنشاق کننده اکسیژن در گروه تجربی در بعد از تمرین تناوبی با شدت بالا، نسبت به گروه کنترل کاهش یافته که نشان می‌دهد میزان لاکتات خون بعد از یک دوره تمرین تناوبی تغییر کمتری کرده است. بنابراین تاثیر مثبتی بر دوره ریکاوری پس از ورزش خواهد داشت.

با این حال، نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های اسپرلیچ و دیگران (۲۰۱۱) که گزارش کرده‌اند غلظت لاکتات خون طی وهله‌های ریکاوری هایپراکسی و نورموکسی مشابه می‌باشد، همخوانی ندارد. تحقیقات نشان داده‌اند که اشباع اکسیژن خون شریانی^۳ (SaO_2) طی ریکاوری با هایپراکسی نسبت به شرایط نورموکسی افزایش می‌یابد (گاندویا^۴، ۲۰۰۱؛ اسپرلیچ و دیگران، ۲۰۱۲). علاوه بر این، مشخص شده است که فعالیت عضلانی توسط استنشاق FIO_2 تحت قرار می‌گیرد (تاکر^۵ و دیگران، ۲۰۰۷). در تحقیق حاضر، هایپراکسی تنها

1. Stellingwerff

2. Hauser

3. Oxygen saturation of arterial blood

4. Gandevia

5. Tucker

6. Adams & Welch

تجربی نسبت به گروه کنترل می باشد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تغییرات میزان بی کربنات خون در گروه استفاده از مکمل اکسیژن پس از فعالیت ورزشی شدید نسبت به گروه کنترل، به طور معنی داری کمتر است. مطالعات قبلی نشان داده اند که نوع بازیافت طی تمرین استقامتی شدید تکراری بر ظرفیت تامپونی و تنظیم یون هیدروژن خون شریانی اثرگذار است (کازمی و فشی، ۲۰۱۱). از جمله محدودیت های تحقیق حاضر عدم اندازه گیری شاخص های مرتبط همچون VO_{2max} و SaO_2 می باشد تا بتوان به نتایج دقیق تری دست یافت. از آنجایی که دفع دی اکسید کربن از ریه ها، مانع افزایش قابل ملاحظه دی اکسید کربن در بدن می شود؛ بنابراین با دفع آن کاهش معنی داری در CO_2 شریانی رخ داده که باعث کاهش یون بی کربنات شریانی می شود. از آنجایی که در تحقیق حاضر نمونه خون از عروق وریدی گرفته شد، میزان تجمع بالای آن نشان دهنده تسریع در دفع بالای اسید کربنیک از خون می باشد. مهم ترین مکانیسم انتقال دی اکسید کربن با تشکیل یون های بی کربنات (HCO_3) مرتبط است. دی اکسید کربن نسبت به آب واکنش نشان می دهد. این

واکنش به آهستگی در پلاسمای خون رخ می دهد. اما بیشتر دی اکسید به درون گلبول های قرمز خون منتشر می شود. این سلول ها محتوی آنزیمی به نام آنیدراز کربنیک^۱ هستند که واکنش بین دی اکسید کربن و آب را تسریع می نماید. اسیدکربنیک به دست آمده تقریباً بلافاصله تجزیه شده و یون های هیدروژن H^+ و بی کربنات HCO_3 رها می کند. پیشنهاد می شود علاوه بر شاخص های فوق درصد چربی بدن، حجم های ریوی، ضربان قلب پایان فعالیت، تواتر تنفسی پایان فعالیت و شاخص های احساس خستگی نیز برای تبیین بهتر نتایج، اندازه گیری شوند.

نتیجه گیری: با توجه به نتایج تحقیق حاضر، استفاده از مکمل اکسیژن حین فعالیت ورزشی شدید بر پاسخ لاکتات، اسیدیته و بی کربنات خون در شناگران تمرین کرده جوان تأثیر دارد. بنابراین می تواند به عنوان یک روش مداخله ای تأثیرگذار طی تمرینات مورد توجه قرار گیرد.

قدردانی و تشکر

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می دانند از آزمودنی های پژوهش به جهت همکاری صمیمانه در اجرای پژوهش، تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

- Adams, R. P., & Welch, H. G. (1980). Oxygen uptake, acid-base status, and performance with varied inspired oxygen fractions. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology*, 49(5), 863–868.
- Billaut, F., & Buchheit, M. (2013). Repeated-sprint performance and vastus lateralis oxygenation: effect of limited O_2 availability. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(3), 185–193.
- Casey, D. P., & Joyner, M. J. (2012). Compensatory vasodilatation during hypoxic exercise: mechanisms responsible for matching oxygen supply to demand. *The Journal of Physiology*, 590(24), 6321–6326.
- Faiss, R., Leger, B., Vesin, J. M., Fournier, P. E., Eggel, Y., Deriaz, O., & Millet, G. P. (2013). Significant molecular and systemic adaptations after repeated sprint training in hypoxia. *PLoS One*, 8(2), 24-36.
- Faiss, R., Willis, S., Born, D. P., Sperlich, B., Vesin, J. M., Holmberg, H. C., & Millet, G. P. (2015). Repeated double-pole sprint training in hypoxia by competitive cross-country skiers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(4), 809–817.
- Foster, C., Farland, C. V., Guidotti, F., Harbin, M., Roberts, B., Schuette, J., ... & Porcari, J. P. (2015). The effects of high intensity interval training vs steady state training on aerobic and anaerobic capacity. *Journal of Sports Science & Medicine*, 14(4), 747.

- Gandevia, S. C. (2001). Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiological Reviews*, 81(4), 1725-1789.
- Girard, O., Mendez-Villanueva, A., & Bishop, D. (2011). Repeated-sprint ability-part I: factors contributing to fatigue. *Sports Medicine*, 41(8), 673-694.
- Hauser, A., Zinner, C., Born, D. P., Wehrin, J. P., & Sperlich, B. (2014). Does hyperoxic recovery during cross-country Skiing team sprints enhance performance? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46(4), 787-94.
- Kazemi, A., & Fashi, M. (2011). The response of blood buffering capacity and H⁺ regulation to three types of recovery during repeated high-intensity endurance training. *Journal of Research in Sport Medicine and Technology*, 9(2), 27-40. [Persian]
- Maeda, T., & Yasukouchi, A. (1998). Blood lactate disappearance during breathing hyperoxic gas after exercise in two different physical fitness groups on the workload fixed at 130% AT. *Applied Human Science*, 17(2), 33-40.
- Prieur, F., Benoit, H., Busso, T., Castells, J., Geysant, A., & Denis, C. (2002). Effects of moderate hyperoxia on oxygen consumption during submaximal and maximal exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 88(3), 235-242.
- Robbins, M. K., Gleeson, K., & Zwillich, C. W. (1992). Effect of oxygen breathing following submaximal and maximal exercise on recovery and performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(6), 720-725.
- Sperlich, B., Zinner, C., Krueger, M., Wegrzyk, J., Achtzehn, S., & Holmberg, H. C. (2012). Effects of hyperoxia during recovery from 5x30-s bouts of maximal-intensity exercise. *Journal of Sports Sciences*, 30(9), 851-858.
- Sperlich, B., Zinner, C., Krueger, M., Wegrzyk, J., Mester, J., & Holmberg, H. C. (2011). Ergogenic effect of hyperoxic recovery in elite swimmers performing high-intensity intervals. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(6), 421-429.
- Sperlich, B., Schiffer, T., Achtzehn, S., Mester, J., & Holmberg, H. C. (2010). Pre-exposure to hyperoxic air does not enhance power output during subsequent sprint cycling. *European Journal of Applied Physiology*, 110(2), 301-305.
- Stellingwerff, T., Glazier, L., Watt, M. J., LeBlanc, P. J., Heigenhauser, G. J., & Spriet, L. L. (2005). Effects of hyperoxia on skeletal muscle carbohydrate metabolism during transient and steady-state exercise. *Journal of Applied Physiology*, 98(1), 250-256.
- Tucker, R., Kayser, B., Rae, E., Rauch, L., Bosch, A., & Noakes, T. (2007). Hyperoxia improves 20 km cycling time trial performance by increasing muscle activation levels while perceived exertion stays the same. *European Journal of Applied Physiology*, 101(6), 771-781.
- White, J., Dawson, B., Landers, G., Croft, K., & Peeling, P. (2013). Effect of supplemental oxygen on post-

exercise inflammatory response and oxidative stress. *European Journal of Applied Physiology*, 113(4), 1059-1067.

Wolfel, E. E., Groves, B. M., Brooks, G. A., Butterfield, G. E., Mazzeo, R. S., Moore, L. G., ... & McCullough, R. E. (1991). Oxygen transport during steady-state submaximal exercise in chronic hypoxia. *Journal of Applied Physiology*, 70(3), 1129-1136.

Zinner, C., Hauser, A., Born, D. P., Wehrin, J. P., Holmberg, H. C., & Sperlich, B. (2015). Influence of hypoxic Interval training and hyperoxic recovery on muscle activation and oxygenation in connection with double-poling exercise. *PLOS One*, 10(10), 1-12.



Abstract**The effects of inhaling oxygen during recovery on lactate response and blood acidity in trained young swimmers****Seyed Reza Mirjavadi¹, Sanaz Mirzayan Shanjani^{2*}, Yaser Kazemzade²**

1. PhD Student in Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Islamic Azad University of Karaj, Karaj, Iran.
2. Assistant Professor, Deptment of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Islamic Azad University of Islamshahr, Tehran, Iran.

Background and Aim: There are strong evidences that exposure to hyperoxia improves performance during continuous exercise with positive effect on recovery. The aim of this study was to investigate the effect of inhaling oxygen during recovery on lactate response, blood PH and bicarbonate in trained young swimmers. **Materials and Methods:** In this semi- experimental study, 20 trained swimmers (20-28 years) were randomly divided into two groups including experimental (n=10) and control (n=10) groups. After warm-up, subjects performed front crawl swim up to 80 to 90 percent of record achieved during the 12-minutes and 1:30 minutes recovery time in the pool. Protocol of oxygen inhalation was including oxygen inhalation at a concentration of 40% and 10 liters per minute, which was used as supplemented by the mask attached to the cylinder in recovery stage (rest 1:30 min). The control group performed recovery stage by inactive manner. Fasting blood samples were taken before and after training from vein arm. For extraction of results, it is applied independent and paired t- tests at the significant level of $p > 0.05$ using the SPSS software. **Results:** The results showed that mean blood lactate, PH and bicarbonate of swimmers had a significant differences in before and after of training in the participated groups ($p=0.001$); and lactate concentration of post training was significantly lower ($p=0.003$) in the experimental group than control one. Moreover, mean PH ($p=0.003$) and bicarbonate ($p=0.0001$) concentration in post training were significantly higher in experimental group than control group. **Conclusion:** According to the findings, it seems that oxygen inhalation is effective during high-intensity exercise on blood lactate, PH and bicarbonate and it can be considered as an effective method for physiological recovery during exercise training.

Keywords: High-intensity exercise, Inhaling oxygen, Lactate, PH, Bicarbonate.

Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport, vol. 7, no. 14, Fall & Winter 2019/2020

Received: Feb 22, 2017

Accepted: Feb 26, 2018

*Corresponding Author, Address: Faculty of Physical Education and Sport Science, Islamic Azad University, Islamshahr Branch, Tehran, Iran;
E-mail: san_mir2000@yahoo.com DOI: 10.22077/JPSBS.2018.609.1223