مجله دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد
سال ۶۸، شماره ۱
فروردین-اردیبهشت ۱۴۰۴ ، صفحه ۸۹-۱۰۲

www.mums.ac.ir
Medical Journal of Mashhad
University of Medical Sciences
Vol 68 No.1, P: 89-102
Mar-May 2025

مقاله اصلی

اثر توالی فعالیت مقاومتی- بی‌هوازی بر پاسخ برخی از شاخص‌های هماتولوژیک و تغییرات گازهای خون در افراد تمرین کرده

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۱۷- تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۲۳

حمید فاروقی[۱]
جواد مهربانی[۲*]
حمید اراضی[۳]

[۱] گروه فیزیولوژیِ ورزشی ، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

[۲] گروه فیزیولوژیِ ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

[۳] گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

Email: mehrabanij@gmail.com

خلاصه

مقدمه: اثرات فعالیت مقاومتی- بی‌هوازی بر پاسخ‌های هماتولوژیک و گازهای خون که می‌توانند بر عملکرد ورزشکار اثر گذار باشند، متفاوت می‌باشد. بنابراین هدف پژوهش حاضر تاثیر فعالیت مقاومتی- بی‌هوازی بر پاسخ برخی از شاخص‌های هماتولوژیک و گازهای خون در افراد تمرین کرده بود.

روش کار: در این مطالعه نیمه تجربی تعداد ۱۲ورزشکار (سن ۰/۰۷۷ ± ۲۴/۰۳۳ سال، قد ۱۱/۰۸ ± ۱۶۹/۷۵سانتی‌متر، وزن ۱۱/۷۱± ۶۶/۹۳ کیلوگرم) به صورت داوطلبانه در پژوهش شرکت کردند آزمودنی‌ها به طور تصادفی در دو وضعیت به اجرای فعالیت با دو توالی در اجرا به صورت (توانی- قدرتی- سرعتی)، (توانی- سرعتی- قدرتی) پرداختند. فعالیت حدود ۴۰ دقیقه به طول انجامید که شامل ده دقیقه گرم کردن عمومی و سپس اجرای فعالیت توانی (پرش)، سرعتی (دوی ۴۵ متر سرعت) و قدرتی (حرکت اسکوات) با فواصل استراحتی مشخص در بین هر کدام از این فعالیت‌ها بود. نمونه خون در زمان قبل و بلافاصله پس از اجرا به مقدار ۷ سی سی از ورید بازویی گرفته شد. همچنین از آزمون ANOVA دو راهه برای بررسی متغیرهای پژوهش در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در سطح معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) استفاده شد.

نتایج: نتایج نشان داد پس از اجرای فعالیت، مقادیر مرتبط با متغیرهای هماتوکریت، هموگلوبین، گلبول‌های قرمز، گلبول‌های سفید، پلاکت‌ها و لاکتات، به طور معناداری افزایش یافتند ($p=$ ۰/۰۰۱). در مقدار یون بیکربنات و مقدار pH نیز در هردو وضعیت با کاهش مشاهده شد ($p=$ ۰/۰۰۱). در مقدار فشار سهمی اکسیژن در هر دو وضعیت افزایش معنی‌داری مشاهده شد ($p=$ ۰/۰۰۲) و در مقدار فشار سهمی دی‌اکسیدکربن نیز در هردو وضعیت با کاهش همراه بود ($p=$ ۰/۰۰۸).

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج بین اجرای فعالیت‌های ورزشی با توالی اجرا به صورت توانی - سرعتی - قدرتی یا توانی - قدرتی - سرعتی تفاوتی وجود نداشت و همچنین نتایج این مطالعه می‌تواند برای تشخیص اختلالات اسیدی-بازی و مراقبت‌های بالینی برای حفظ ظرفیت جسمانی ورزشکاران استفاده شود.

کلمات کلیدی: توالی فعالیت مقاومتی - بی‌هوازی، شاخص‌های هماتولوژی، گازهای خون

DOI: 10.22038/MJMS.2025.82391.4745

مقدمه

خون یک بافت مایع است که وظیفه اصلی آن حفظ وضعیت پایدار محیط داخلی بدن یا به عبارت دیگر حفظ هموستاز است. این ماده مانند سایر اندام‌های بدن به فعالیت بدنی پاسخ یکسانی ندارد به گونه‌ای که میزان پاسخ آن به شدت، مدت و نوع فعالیت بستگی دارد (۱). از جمله این پژوهش‌ها می‌توان به مطالعه بیات و همکاران (۱۴۰۱) اشاره نمود که به بررسی تاثیر تمرینات مقاومتی بر منتخبی از شاخص‌های سیستم ایمنی پرداختند و گزارش کردند که سطوح گلبول سفید پس از هشت هفته تمرین مقاومتی کاهش یافته است (۲). اراضی و همکاران (۱۳۹۲)، در پژوهشی به بررسی پاسخ شاخص‌های همودینامیک در افراد تیم ملی ایروبیک ژیمناستیک پس از یک جلسه تمرین تخصصی شبه رقابتی پرداختند و نشان دادند که تعداد گلبول‌های سفید خون، پلاکت‌ها و همچنین تعداد لفنوسیت‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت (۳). در مطالعه‌ای دیگر کاشف همکاران (۱۳۹۹) به بررسی تاثیر یک جلسه فعالیت تناوبی شدید بر برخی عوامل ایمنی و التهابی در مردان ورزشکار پرداختند؛ آنها نشان دادند مقدار لنفوسیت‌ها پس از یک جلسه تمرین (مسابقه کراسفیت) به طور معنی‌داری افزایش یافت (۴). پاسخ‌های هماتولوژیک خون به اجرای انواع مختلف فعالیت‌ها متفاوت است. در این زمینه اثرات تمرینات استقامتی بر شاخص‌های هماتولوژی خون مانند گلبول قرمز به خوبی مستند شده است و شامل افزایش تعداد گلبول قرمز می‌شود . تحقیقات نشان داده است که تمرینات مقاومتی یک استراتژی موثر برای بهبود سیستم گلبول‌های قرمز خون می‌باشد (۵, ۶).

خستگی، به عنوان یک فرآیند چند وجهی و پیچیده، می‌تواند عملکرد ورزشکار را با کاهش منابع گلیکوژن یا محصولات جانبی متابولیک ناشی از تجزیه گلیکوژن کاهش دهد. به همین ترتیب، به دلیل کاهش ذخایر گلیکوژن ناشی از انقباض شدید عضلانی، تجمع یون‌های هیدروژن همزمان با افزایش تولید لاکتات افزایش می‌یابد. بنابراین، فعالیت شدید باعث تخلیه ذخایر گلیکوژن، کاهش pH عضلانی و ایجاد اختلالات متابولیک و تغییر در انقباض عضلانی می‌شود (۷). نشانگان خستگی، همانطور که با کاهش توانایی تولید نیرو یا قدرت مشاهده می‌شود، به سرعت پس از آغاز فعالیت شدید آشکار می‌شوند و منجر به اختلال در عملکرد عضلانی می‌شود (۸). مکانیسم‌های مسئول برای اختلال در عملکرد متنوع هستند، با توجه به فشار شدیدی که توسط فعالیت ورزشی بر بافت ها و سلول ها اعمال می‌شود در سطح سلول عضلانی، استفاده از ATP به طور چشمگیری افزایش می‌یابد که به منظور برآورده کردن نیازهای انرژی فرایندهای اصلی درگیر در تحریک و انقباض یعنی تبادل Na^+/K سارکولما، ذخیره $Ca2^+$ سارکوپلاسمی و چرخه اکتومیوزین به منظور حفظ سطوح ATP، انتقال فسفات انرژی بالا، گلیکولیز و فسفریلاسیون اکسایشی فعال می‌شوند. (۹). اسیدوز متابولیک یک اختلال اسید-باز قابل توجه است که با کاهش سطح یون‌بیکربنات و افزایش در سازه‌های یون هیدرژن مشخص می شود، که منجر به تغییرات مختلف غدد درون ریز و متابولیک می‌شود (۱۰). فعالیت بی‌هوازی با افزایش آزادسازی پروتون در طول بازسازی ATP از منابع غیر میتوکندریایی به اسیدوز متابولیک کمک می‌کند. این فرایند شامل تجزیه ATP به ADP و Pi است و پروتون‌هایی را آزاد می‌کند که با افزایش شدت تمرین فراتر از حالت پایدار تجمع می‌یابند (۱۱). تولید لاکتات همزمان با اسیدوز سلولی است و به عنوان یک نشانگر غیر مستقیم برای شرایط متابولیکی عمل می‌کند که اسیدوز را القا می‌کند و از تجمع پیرووات جلوگیری می‌کند. علاوه بر این، ورزش با شدت بالا با تکیه بر متابولیسم گلیکولیتیک یون‌های H^+ بیشتری تولید می‌کند و اسیدوز را تشدید می‌کند که می‌تواند منجر به خستگی شود (۱۱). بنابراین، فعالیت بی هوازی، به ویژه در شدت‌های بالا، از طریق افزایش انتشار

پروتون و تولید لاکتات، به طور قابل توجهی بر اسیدوز متابولیک اثر گذاشته و فرآیندهای بیوشیمیایی پیچیده دخیل در تعادل اسید- باز در طول فعالیت بدنی شدید را برجسته می-کند (۱۲). مطالعات در ارتباط با پاسخ گازهای خون به ورزش گزارش کرده‌اند که این پاسخ‌ها بسته به شرایط خاص و افراد مختلف متفاوت است (۱۳). به طور کلی، درهنگام انجام فعالیت ورزشی، مصرف اکسیژن افزایش می‌یابد و تولید دی اکسید کربن، منجر به تغییراتی در گازهای خون شریانی می شود. فشار جزئی اکسیژن شریانی (PaO_2) ممکن است در طول ورزش نسبتاً ثابت بماند یا کمی افزایش یابد. با این حال، ممکن است استثناهایی وجود داشته باشد، مانند هیپوکسمی شریانی ناشی از ورزش که در برخی از ورزشکاران نخبه مشاهده می‌شود. فشار جزئی دی اکسید کربن شریانی ($PaCO_2$) ممکن است در طول ورزش کمی کاهش یابد (۱۴). پترو[1] و همکاران (۲۰۱۴)، در پژوهشی به بررسی تعادل اسیدی- بازی خون ورزشکاران در حین فعالیت بدنی پرداختند و تغییرات معنی‌داری را در مقدار گازهای خون گزارش نمودند (۱۵). گزارش‌ها نشان می‌دهد که پاسخ گاز-های خونی بسته به شرایط خاص از جمله عوامل تغذیه‌ای، فیزیولوژیکی و محیطی مختلف، متفاوت باشد. این مساله ضرورت اجرای مطالعات بیشتر را توجیه می‌کند و با توجه به نقش کلیدی خون در انتقال اکسیژن و مواد مغذی، مطالعه تغییرات هماتولوژیک و گازهای خون در پاسخ به تمرینات ورزشی می‌تواند در طراحی برنامه‌های تمرینی کارآمد برای بهبود عملکرد ورزشی و پیشگیری از خستگی و تسریع روند ریکاوری مؤثر باشد. به‌ویژه، تأثیر توالی تمرینات ورزشی که می‌تواند سیستم‌های انرژی مختلف را تحت تاثیر قرار دهد، بر این متغیرها به طور کامل بررسی نشده و پژوهش‌های آینده باید به رفع این خلا علمی بپردازند. در چنین شرایطی این سوال مطرح است که اگر توالی اجرا در تمرینات دستکاری شود آیا می‌تواند بر متغیرهای هماتولوژیک و گازهای خون تاثیرگذار باشد یا خیر؟ بنابراین هدف پژوهش حاضر بررسی اثر توالی فعالیت مقاومتی، سرعتی وتوانی بر پاسخ برخی از شاخص‌های هماتولوژیک و تغییرات گازهای خون در افراد تمرین کرده بود.

روش کار

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی و کاربردی است که با طرح پیش‌آزمون پس‌آزمون انجام شد. تعداد نمونه بر اساس نرم-افزار جی پاور با اندازه اثر ۰/۵۵، توان آزمون ۰/۸۵ (دو وضعیتبا دو بار اندازه‌گیری) و آلفای ۰/۰۵ معادل ۱۲ نفر در نظر گرفته شد. تعداد ۱۲ نفر ورزشکار (۶ مرد و ۶ زن) (جدول۱) از دانشگاه گیلان در این پژوهش شرکت کردند. همه شرکت کنندگان از تمامی مراحل تحقیق آگاه بودند. نحوه گزینش آزمودنی‌ها با توجه به معیارهای ورود به پژوهش، شامل برخورداری از سابقه تمرینی بیش از ۶ ماه، عدم مصرف دارو، عدم برخورداری از بیماری و اختلال عضلانی بود و رضایت نامه کتبی قبل از شرکت درپژوهش از آزمودنی‌ها گرفته شد.

این مطالعه توسط کارگروه اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی وزارت علوم تحقیقات و فناوری بررسی و با شناسه (IR/SSRI.REC.2023.13829.1974) مورد تایید قرار گرفت و همه مراحل پروتکل در سالن ورزشی و آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه گیلان، مطابق با موازین توافق نامه هلسینکی اجرا شد. همچنین از آزمودنی‌ها خواسته شد که در هفته اجرای پروتکل از انجام فعالیت شدید خودداری کنند و رژیم غذایی معمولی خویش را در هفته حفظ نموده و در روز اجرای پروتکل به صورت ناشتا حضور یابند.

آزمودنی‌ها در جلسه اول با هدف آشنایی با اجرای حرکات پروتکل و اندازه‌گیری‌های اولیه (قد، وزن، شاخص توده

[1] Petrushova

بدن) و یک تکرار بیشینه[1] (1-RM) در سالن ورزشی حاضر شدند و محاسبه حداکثر یک تکرار بیشینه آزمودنی‌ها با استفاده از فرمول برزیسکی انجام شد (۱۶). جلسه دوم (پروتکل با اجرای فعالیت توانی – قدرتی - سرعتی)، جلسه سوم (پروتکل با اجرای فعالیت توانی - سرعتی - قدرتی)، و نمونه‌گیری خون حضور پیدا کردند. نمونه خونی در جلسه های دوم و سوم در دو زمان قبل و بلافاصله پس از فعالیت به مقدار (۷ سی‌سی) از ورید براکورادیال بازویی دست چپ آزمودنی‌ها در وضعیت نشسته، توسط تکنیسین آزمایشگاه گرفته شد و در لوله‌های آزمایش ونوجکت تخلیه شد. سپس توسط تکنیسین با استفاده از دستگاه سانترفیوژ عمل جدا سازی خون انجام شد و برای تجزیه و تحلیل بیشتر سرم خون برداشته شد و در دمای ۷۰- درجه سانتی گراد منجمد گردید. تعیین غلظت لاکتات خون با استفاده از کیت تجاری بایرکس فارس با کد BXC0622 ساخت کشور ایران توسط دستگاه آنالیز بیوشیمیایی BT3000 با دقت و حساسیت غلظت ۲ میلی‌گرم در دسی‌لیتر انجام شد. شاخص‌های هماتولوژی خون (هماتوکریت، هموگلوبین، گلبول قرمز، گلبول سفید، پلاکت‌ها) با استفاده از دستگاه هماتولوژی Sysmex مدل Kx21n ساخت کشور ژاپن و تغییرات گازهای خون (PO_2, PCO_2) و مقدار یون بی‌کربنات با دقت و حساسیت بالایی در محدوده فیزیولوژیک (۲۶-۲۲ میلی‌اکی‌والان در لیتر)، به همراه pH با دقت و حساسیت در محدوده ۰/۰۱ pH با استفاده از دستگاه Gastat 720 ساخت شرکت تکنومدیا کشور ژاپن در محیط آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد.

پروتکل توالی فعالیت

آزمودنی‌ها قبل از شروع فعالیت به مدت ۱۰ دقیقه به گرم کردن پرداختند (شامل ۵ دقیقه دویدن بر روی تردمیل و حرکات کششی کل بدن) پس از آن شرکت‌کنندگان با توجه به تریالی که در آن قرار داشتند به اجرای تمرینات با توالی (توانی - قدرتی - سرعتی و بالعکس) پرداختند. برای انجام تمرین توانی از تست ارگوجامپ استفاده شد به این گونه که ورزشکار باید حداقل ۳۰ سانتی‌متر به صورت متناوب در مدت ۳۰ ثانیه پرش داشته باشد (۶ ست با ۱۰ تکرار تا رسیدن به خستگی با یک دقیقه استراحت)؛ سپس هر فرد پس از تمرینات توانی به انجام تمرینات سرعتی یا قدرتی پرداخت. تمرینات قدرتی با توجه به حداکثر یک تکرار بیشینه هر فرد، حرکت اسکوات با هالتر در شدت‌های (۱۰۰-۵۵ ٪ 1-RM) در پنج ست (از ۱ تکرار تا رسیدن به خستگی همراه با ۵ دقیقه استراحت بین هر ست) انجام شد. همچنین برای اجرای فعالیت سرعتی از دوی ۶۰ یارد (۴۵ متر سرعت) استفاده گردید. شماتیک پروتکل پژوهش در شکل ۱ نشان داده شده است.

روش‌های آماری

برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها، از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده گردید. برای تجزیه وتحلیل آماری متغیرهای پژوهش از آزمون ANOVA دوراهه در سطح معنی‌داری ($p< ۰/۰۵$) استفاده شد. عملیات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ استفاده شد.

شکل ۱- نمای شماتیک طرح پژوهش

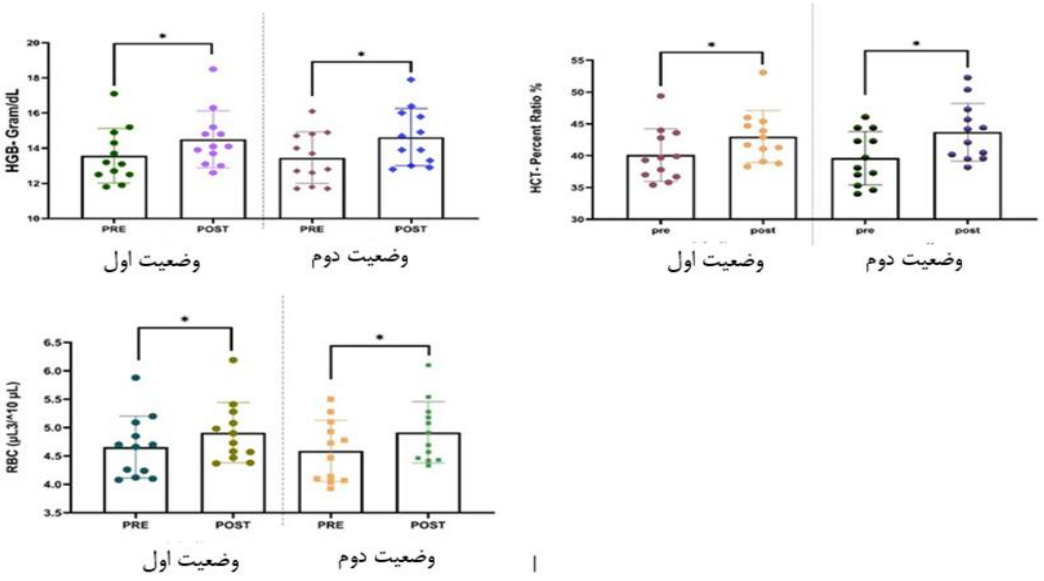
[1] One-repetition maximum

نتایج

یافته‌های متغیرهای فردی و ترکیب بدن آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. مشخصات توصیفی آزمودنی‌ها (انحراف معیار ± میانگین)

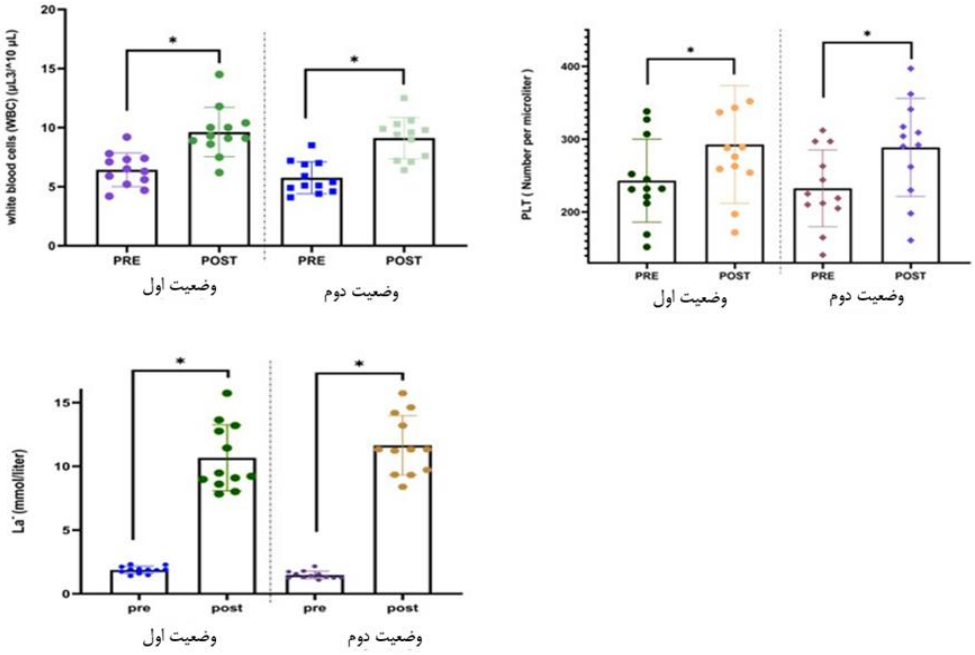
مولفه	مقدار
سن (سال)	۲۴/۳۳ ± ۰/۷۷
قد (سانتی متر)	۱۶۹/۷۵ ± ۱۱/۰۸
وزن (کیلوگرم)	۶۶/۹۳ ± ۱۱/۷۱
شاخص توده بدن (کیلوگرم/متر مربع)	۲۳/۱۴ ± ۲/۸۲



نمودار ۱. مقادیر هموگلوبین، هماتوکریت وگلبول‌های قرمز (میانگین ± انحراف معیار) در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

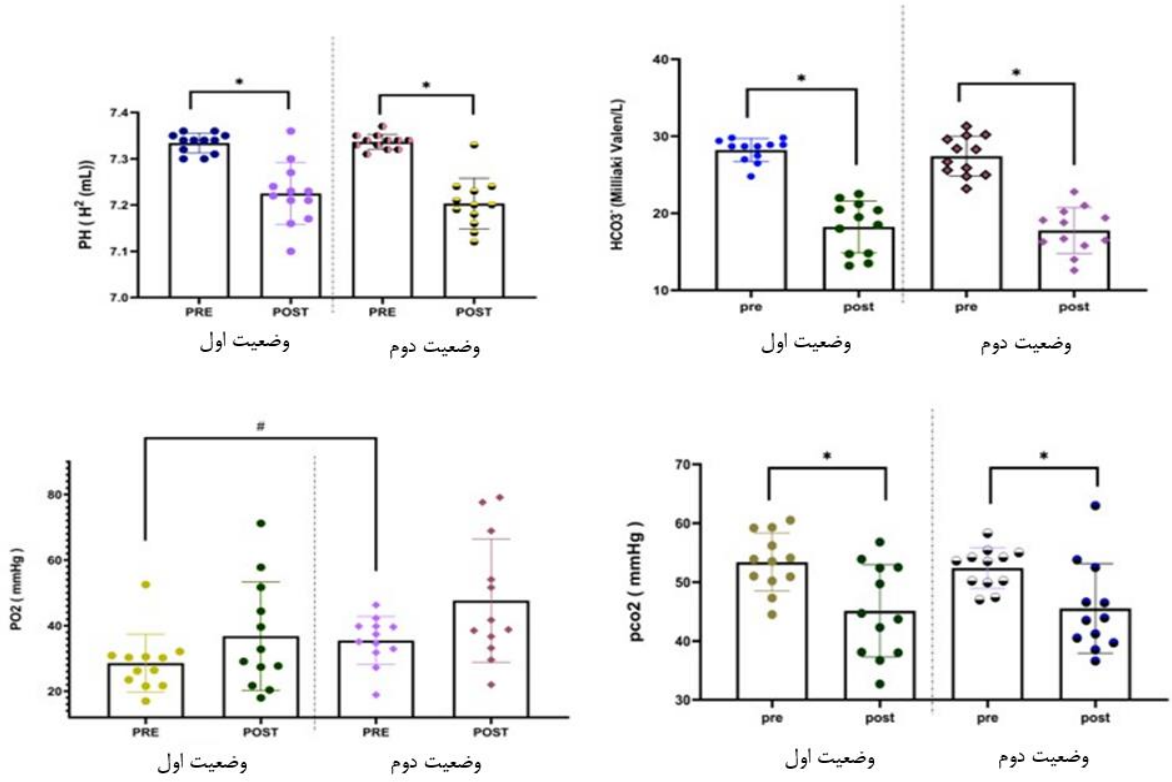
*معنی‌داری در سطح ($p<۰/۰۵$) با آزمون ANOVA دو راهه

نتایج آزمون ANOVA دو راهه در ارتباط با متغیرهای هماتوکریت، هموگلوبین و گلبول قرمز، تفاوت معناداری را در درون وضعیت‌ها نشان داد ($p<۰/۰۵$). اما هیچ تفاوتی در بین دو وضعیت مشاهده نشد (نمودار ۱).



نمودار ۲. مقادیر گلبول سفید، پلاکت و لاکتات (میانگین ± انحراف معیار) در پیش‌آزمون و پس‌آزمون
*معنی‌داری در سطح (p< ۰/۰۵) با آزمون ANOVA دو راهه

نتایج آزمون ANOVA دو راهه با اندازه‌گیری مکرر در مقدار گلبول سفید و میزان پلاکت‌ها در نسبت پیش‌آزمون و پس‌آزمون در درون هر وضعیت تفاوت معناداری را نشان داد (p<۰/۰۵). اما در بین وضعیت‌ها تفاوت معناداری را نشان نداد. همچنین مقایسه تغییرات درون گروهی و بین گروهی لاکتات نشان از عدم تفاوت در بین دو وضعیت (p=۰/۴۲۰) و تفاوت در درون هر یک از وضعیت در نسبت پیش‌آزمون و پس‌آزمون داشت (p=۰/۰۰۱). (نمودار ۲).



نمودار ۳. مقادیر pH، یون‌بیکربنات، فشار سهمی اکسیژن و فشار سهمی دی‌اکسید کربن (میانگین ± انحراف معیار) در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

*معنی‌داری در سطح (p<۰/۰۵) با آزمون ANOVA دو راهه

تفاوت بین دو وضعیت

نتایج آزمون ANOVA دو راهه در بررسی مقدار pH و بی-کربنات (HCO3-) نشان داد در هر دو متغیر بین دو وضعیت تفاوت معناداری وجود ندارد (p= ۰/۰۸۷) اما در درون هر یک از وضعیت‌ها در نسبت پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت معنا داری وجود دارد (p= ۰/۰۰۱). در ارتباط با مقدار فشار سهمی اکسیژن (PO2) نشان داد که در پیش‌آزمون در بین دو وضعیت تفاوت معناداری وجود دارد (p< ۰/۰۵). و در مقدار فشار سهمی دی‌اکسید کربن (PCO2) در نسبت پیش‌آزمون و پس‌آزمون در درون وضعیت‌ها تفاوت معناداری مشاهد شد (p =۰/۰۰۸) اما در بین وضعیت‌ها تفاوت معناداری مشاهده نشد (p= ۰/۸۴) (نمودار ۳).

بحث

هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر تمرینات مقاومتی- بی-هوازی با توالی اجرا بر پاسخ برخی از شاخص‌های هماتولوژیک و تغییرات گازهای خونی در افراد تمرین کرده بود. نتایج نشان داد که اجرای تمرینات مقاومتی- بی‌هوازی با توالی اجرا در دو وضعیت باعث افزایش در مقادیر

هماتوکریت، هموگلوبین، گلبول قرمز، گلبول سفید، پلاکت-ها، فشار اکسیژن و مقدار لاکتات شد. و در مقابل در مقادیر فشار دی‌اکسید کربن، بیکربنات و مقدار pH با کاهش مشاهده شد. با وجود این تغییر در وضعیت درون گروهی (درون وضعیتی)، تغییرات در بین دو وضعیت مشاهده نشد. به بیان دیگر می‌توان گفت هر دو شیوه اجرا می‌توانند به یک نسبت باعث تغییرات ریخت شناسی خون و همچنین تغییرات در گازهای خون شود.

در خصوص مقدار هماتوکریت خون با توجه به نتایج می‌توان گفت اجرا به شیوه فعالیت توانی – سرعتی – قدرتی (وضعیت دوم) باعث افزایش بیشتر در مقدار هماتوکریت در مقایسه با شیوه اجرا به ترتیب تمرینات توانی – قدرتی – سرعتی (وضعیت اول) می‌گردد. همچنین در مقادیر هموگلوبین، گلبول قرمز، گلبول سفید و پلاکت‌ها در وضعیت دوم افزایش بیشتری نسبت به وضعیت اول مشاهده شد. در ارتباط با پاسخ شاخص‌های هماتولوژیک به تمرینات مقاومتی و همچنین تمرینات بی‌هوازی پژوهش‌های متعددی انجام شده است که هر کدام از این تمرینات به صورت مستقل به بررسی پاسخ این شاخص‌ها پرداختند و نتایج متفاوتی را گزارش نموده‌اند. یکی از مهمترین و اصلی‌ترین تغییرات خون در پی تمرینات ورزشی تغییر در حجم پلاسما می باشد و با توجه به اینکه فاکتورهای هماتولوژی در درون این مایع قرار دارند هر گونه تغییر در حجم پلاسما می‌تواند منجر به تغییرات نسبی در این فاکتورها شود (۱۷). با توجه به دلایلی که در مورد تغییرات حاصله در میزان هموگلوبین و هماتوکریت و گلبول‌های قرمز خون وجود دارد این نکته حائز اهمیت است که کلیه اعمال متابولیک بدن و نیز میزان شاخص‌های خونی توسط مواردی همچون هورمونی و عصبی کنترل شده و تنها یک علت را نمی‌توان جهت افزایش و یا کاهش یک شاخصه ذکر کرد (۱۸). احتمالا یکی از دلایل مهم افزایش سنتز گلبول‌های قرمز خون، افزایش تولید هورمون اریتروپویتین کلیه است. محرک اصلی برای تولید اریتروپویتین، میزان اکسیژن موجود برای رفع نیازهای متابولیک بافت‌های بدن است که یکی از علل افزایش نیاز بافت‌های بدن به اکسیژن به هنگام انجام فعالیت بدنی هوازی است. همچنین، اجرای فعالیت‌های بی‌هوازی به دلیل ایجاد یک وضعیت ایسکمیک هایپوکسی حاد و شدید، به منظور عملکرد بافری و کاهش متابولیت‌های بی‌هوازی، به تدریج فرایند تولید سلول‌های خونی را تحریک می‌کند. جهت انجام خون سازی، علاوه بر تولید اریتروپویتین عملکرد طبیعی سلول‌های پیش ساز مغز استخوان و در دسترس بودن مواد اولیه جهت تولید گلبول‌های قرمز و هموگلوبین نیاز است به گونه ای که با انجام فعالیت ورزشی (فعالیت بی هوازی)، سطح اکسیژن در دسترس در سطح بافت و خون با کمبود مواجه می گردد و در پاسخ به هیپوکسی، کلیه‌ها هورمون اریتروپویتین را ترشح می‌کنند. این هورمون از طریق جریان خون به مغز استخوان منتقل می‌شود و اریتروپویتین سلول‌های بنیادی خونساز[1] را در مغز استخوان تحریک می‌کند تا به سلول‌های پیش‌ساز گلبول‌های قرمز (اریتروبلاست‌ها) تمایز یابند و تکثیر کنند. در نتیجه تولید گلبول‌های قرمز را افزایش یافته و اکسیژن‌رسانی به بافت‌ها را بهبود می‌یابد (۱۸). همچنین در تبیین نتایج، مطالعات نشان داده‌اند که انجام فعالیت بدنی موجب افزایش تعداد گلبول‌های سفید خون می‌شوند؛ این وضعیت افزایش در گلبول سفید ناشی از ورزش نامیده می-شود که مقدار آن به شدت فعالیت و همچنین سطح آمادگی افراد بستگی دارد. در هنگام تمرین ، بعضی از گلبول‌های سفید به محل تارهای عضلانی آسیب دیده جریان پیدا می‌کنند که منبع اصلی این سلول‌ها، گلبول‌های سفید چسبیده به اندوتلیوم عروقی هستند و به احتمال زیاد برخی از عوامل مکانیکی ناشی از ورزش مانند افزایش برونده قلبی و ایجاد تغییرات در سلول‌های اندوتلیال مویرگ‌ها، باعث فرآیند لکوسیتوز می‌شوند. علاوه بر این نشان داده شده است که افزایش غلظت کاتکولامین‌های پلاسما نیز ممکن است سبب

[1] Hematopoietic Stem Cells

بالا رفتن سطح گلبول‌های سفید در پلاسما شود که این رخداد با افزایش جداسازی گلبول‌های سفید از راه کاهش اتصال آن به اندوتلیال عروقی انجام می‌شود (۱۹). همچنین زر و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی به بررسی تعیین اثر شدت ورزش بر پلاکت و شاخص‌های هماتولوژیکی دختران فوتسالیست دانشگاهی پرداختند؛ نتایج آنان در ارتباط با مقدار هماتوکریت، و تعداد پلاکت با نتایج پژوهش حاضر در یک راستا قرار داشت (۲۰). افزایش در مقدار گلبول‌های سفید خون به عواملی چون (شدت تمرین، مدت تمرین و همچنین نوع تمرینات بستگی دارد و اساسا ناشی از لنفوسیتوزیس (افزایش لنفوسیت ها در خون و ترشحات بدن) است (۲۰). به خوبی شناخته شده است که ورزش شدید می‌تواند باعث شروع برخی از ریزمحیط‌های پیش التهابی و پیش‌گیر شود و گسترش این تغییرات به تمرین بیش از حد در ورزشکاران و غیرورزشکاران کمک می‌کند. این تغییرات پیش‌التهابی می‌توانند شامل افزایش سطوح مواد التهابی مانند سیتوکین‌ها و پروتئین‌های واکنشگر فاز حاد در خون باشند که با آسیب عضلانی و واکنش‌های فیزیولوژیکی در بدن مرتبط هستند. در پاسخ به این تغییرات، بدن سعی می‌کند با سیستم‌های خود به تنظیم و کاهش التهاب‌ها بپردازد. به طور خاص، تأثیرات منفی ورزش شدید می‌تواند به اثرات التهابی در سلول‌های مختلف بدن و عضلات، آسیب به بافت‌ها، اختلالات در متابولیسم و عملکرد سیستم ایمنی مرتبط باشد. این آسیب‌ها می‌توانند باعث خستگی و کاهش عملکرد شوند. با این حال، مکانیسم-های دخیل در اثرات نامطلوب ورزش هنوز موضوع بحث است (۲۱). در پژوهشی کردی و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی تأثیر تمرینات بی‌هوازی بر رئولوژی خون زنان جوان فعال پرداختند به همین منظور آزمودنی‌ها در یک پروتکل تمرین بی‌هوازی رست شرکت کردند. نتایج حاصل از پژوهش آنان نشان داد مقدار هماتوکریت و هموگلوبین بلافاصله پس از تمرین به طور معنی‌داری افزایش یافت (۲۲) که با نتایج پژوهش حاضر در یک راستا می‌باشد. در تبیین نتایج می‌توان بیان کرد که تغییرات حجم پلاسما می‌تواند بر غلظت مواد در خون تأثیر بگذارد، بنابراین می‌تواند نتیجه متابولیت‌ها، سوبستراها و هورمون‌ها را در خون تغییر دهد. همچنین فعالیت عضلانی باعث تغییر در تعداد سلول‌های خونی و توزیع خاص در آنها می‌شود. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که کاهش حجم پلاسما (به دلیل از دست دادن مایعات از بدن یا تغییرات در جریان خون) موجب افزایش شمار گلبول‌های قرمز خون، هموگلوبین و هماتوکریت و در نهایت، موجب افزایش ویسکوزیته پلاسما بلافاصله بعد از فعالیت‌های مقاومتی می-شود و این تغییرات باعث افزایش توان حمل اکسیژن خون و در نتیجه افزایش عملکرد ورزشی می‌شود (۲۲). علاوه بر این، احمدی زاده و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی به بررسی پاسخ‌های حاد تعداد پلاکت و تجمع پلاکتی ناشی از ADP به حالت‌های مختلف تمرین تناوبی با شدت بالا به مطالعه پرداختند. نتایج حاصل از پژوهش آنان افزایش در مقدار پلاکت را نشان داد (۲۳) که با نتایج پژوهش حاضر در یک راستا می‌باشد. یکی از مکانیسم‌های اصلی مسئول ترومبوسیتوز ناشی از ورزش (افزایش پلاکت ها)، افزایش فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک ناشی از ورزش است که با افزایش غلظت کاتکولآمین (مانند آدرنالین و نورآدرنالین) در گردش انجام می‌شود، که باعث انقباض طحال و در نتیجه افزایش در ترشح پلاکت می‌شود (۲۴). دیگر یافته پژوهش حاضر در ارتباط با مقدار فشار سهمی اکسیژن و دی اکسید کربن بود که به ترتیب با افزایش و کاهش همراه بود. به اینگونه که بیشترین مقدار افزایش در فشار اکسیژن در وضعیت دوم (فعالیت توانی - سرعتی - قدرتی) و بیشترین مقدار کاهش در فشار دی اکسید کربن در وضعیت اول (فعالیت توانی - قدرتی - سرعتی) مشاهده شد. مقدار لاکتات نیز در هر دو وضعیت با افزایش همراه بود که بیشترین افزایش در وضعیت دوم (فعالیت توانی - سرعتی - قدرتی) مشاهده شد. در مقادیر بی-

کربنات ($HCO3^-$) و pH نیز در هر دو وضعیت کاهش مشاهده شد به این ترتیب که مقدار بی‌کربنات در وضعیت اول (فعالیت توانی – قدرتی – سرعتی) و مقدار pH در وضعیت دوم (فعالیت توانی – سرعتی – قدرتی) بیشترین کاهش را نشان دادند. تجمع لاکتات از نشانه‌های اصلی بروز خستگی در بین ورزش‌های سرعتی و تناوبی است. بنابراین، تحمل بالای لاکتات و به تعویق انداختن خستگی، موجب اجرای بهتر و عملکرد ورزشی بالا حائز اهمیت می‌باشد. در حقیقت اجرای حرکات انفجاری و تمرینات با شدت بالا با فواصل زمانی کوتاه سبب درگیری سیستم بی‌هوازی شده و از طریق مسیر گلیکولیز، حالت اسیدوز در بدن ایجاد می‌کند، که همین امر سبب خستگی و کاهش سرعت در تمرین یا مسابقه می‌شود. همچنین لاکتات معرف شرایط متابولیکی عضله می‌باشد و هنگام ترشح آن، سبب می‌شود که بدن تغییرات لازم را برای مقابله با آن انجام دهد و یکی از این راهکارهای اثرگذار سیستم بافری عضله می باشد (۲۵). اسید لاکتیک در نتیجه اکسیداسیون گلوکز در مسیر گلیکولیز بی‌هوازی و عدم حضور اکسیژن در عضله تولید می‌گردد. همچنین میزان برداشت و خروج اسید لاکتیک از عضله و دریافت اکسیژن به میزان حجم خونی که از شبکه عروقی عضلات می‌گذرد بستگی دارد (۲۶). از طرفی دیگر افزایش سطح اسید لاکتیک در خون موجب بالا رفتن غلظت یون هیدرژن و لاکتات پلاسما می‌گردد. یون هیدرژن با بی‌کربنات ترکیب شده و در خون ایجاد اسید لاکتیک می‌کند و سپس در دستگاه تنفسی اسید کربنیک مجددا به CO_2 و H_2O تجزیه شده و CO_2 از طریق بازدم به خارج منتقل می‌شود و برای سهولت در دریافت اکسیژن توسط خون در محل ریه‌ها و همچنین رها سازی اکسیژن از خون در بافت‌ها، تغییرات فشار آنیدریدکربنیک خون اهمیت بسزایی دارد. همزمان که خون از محل ریه‌ها عبور می‌کند، آنیدریدکربنیک از خون به داخل حبابچه ها منتشر می‌شود.که این عمل باعث کاهش فشار آنیدریدکربنیک (CO_2) و افزایش pH می‌شود. در نتیجه این دو عامل، میزان اکسیژن که با هموگلوبین ترکیب می‌شود به صورت چشمگیری افزایش می‌یابد و میزان اکسیژن بیشتری در اختیار بافت‌ها قرار می‌گیرد (۲۶). داد[1] و همکاران (۱۹۸۹) تغییرات معنی‌داری در مقدار گازهای خون (CO_2 و O_2) که پس از فعالیت شدید با دو چرخه سواری ثابت تا سر حد خستگی را بر روی ۱۰ مرد انجام دادند را مشاهده کردند که با نتایج پژوهش حاضر در یک راستا می‌باشد (۲۷). وال[2] و همکاران (۲۰۱۳)، تغییرات معنی‌داری در مقدار گازهای خون گزارش کردند که با نتایج پژوهش حاضر در یک راستا قرار دارد (۲۸). همچنین ابراهیم پور و همکاران (۱۳۸۰) به بررسی اثرات دو نوع بازیافت فعال و غیر فعال بر گازهای خون در افراد ورزشکار پرداختند و در میزان گازهای خون تغییرات معناداری را گزارش کردند که با نتایج پژوهش حاضر در یک راستا می‌باشد. (۲۶) در پژوهشی پترو[3] و همکاران (۲۰۱۴)، به بررسی تغییرات گازهای خون در حین فعالیت ورزشی پرداختند و کاهش در مقدار فشار دی اکسید کربن (pCO_2) را بلافاصله پس از فعالیت گزارش نمودند که با نتایج پژوهش حاضر در یک راستا می باشد (۱۵)

در مقدار pH و یون بیکربنات ($HC03^-$) در هر دو وضعیت با کاهش همراه بود که بیشترین کاهش در مقدار یون بی-کربنات در وضعیت اول (فعالیت توانی – قدرتی – سرعتی) و در مقدار pH در وضعیت دوم (فعالیت توانی – سرعتی – قدرتی) مشاهده شد. همچنین در مقدار لاکتات در هر دو وضعیت همراه با افزایش بود که بیشترین مقدار افزایش در لاکتات در وضعیت دوم مشاهده شد. همسو با نتایج می‌توان از پژوهش جاستین[4] و همکاران (۲۰۱۹) نام برد. آنها نشان دادند

[1] Dodd

[2] Wahl

[3] Petrushova

[4] Justin

که بعد از فعالیت مقدار pH کاهش یافت. با افزایش خروج لاکتات از سلول‌های عضلانی و آب میان بافتی و در پی آن به سوی پلاسما، انتظار می‌رود pH خون نیز دچار کاهش شود. این تغییرات نشان دهنده توسعه لاکتات-اسیدوز است که تا حدی با سیستم بافرینگ بیکربنات و آلکالوز تنفسی جبران می‌شود (۱۵). بنابراین pH پایین نشانه خستگی عضلانی است و تغییرات pH می تواند خواص کانال های پروتئینی را تغییر دهد (به عنوان مثال، پروتئین‌هایی مانند کانال‌های کلسیمی و دیگر کانال‌های یونی ممکن است تحت تأثیر تغییرات pH قرار گیرند و این باعث اختلال در انتقال سیگنال‌ها و عملکرد سلول‌های عضلانی می‌شود) و فعالیت آنزیم های کلیدی در گلیکولیز را کاهش دهد و منجر به کاهش تولید ATP شود. علاوه بر این، رابطه مثبتی بین سطح لاکتات و کاهش عملکرد در دوهای سرعتی پس از یک دوره فعالیت شدید به دست آمده است، بنابراین سطح لاکتات بالا و pH پایین ممکن است با عملکرد عضلانی تداخل داشته باشد (۲۹). فعالیت عضلانی منجر به تغییر در pH داخل سلولی درپاسخ به افزایش تقاضای متابولیک می‌شود و کاهش pH به عنوان یکی از دلایل اصلی خستگی عضلانی پیشنهاد شده است (۳۰) به طور کلی چندین مکانیزم برای کاهش pH درون سلولی در نظر گرفته شده است که عبارتند از افزایش انتقال همزمان لاکتات و یون هیدروژن، افزایش تبادل میان سدیم و هیدروژن (H^+)، افزایش کاتیون‌های درون سلولی مانند (Ca^{++}، k^-، Mg^{++}). این عوامل با هم، باعث ایجاد یک محیط اسیدی در داخل سلول‌های عضلانی می‌شوند که به نوبه خود عملکرد عضلات را کاهش داده و احساس خستگی را تسریع می‌کند. همچنین تحقیقات نشان داده‌اند که فعالیت انتقال دهنده همزمان یون هیدروژن و لاکتات تحت تاثیر میزان اسیدی و یا بازی بودن فضای سلول نیست. بنابراین دو عامل باقی مانده دیگر از کاهش pH جلوگیری می‌کنند (۳۱). از طرفی دیگر افزایش در ظرفیت بافری سلول و مقدار pH فضای برون سلولی باعث افزایش گرادیان یون هیدروژن (H^+) در سارکولما می‌شود که این به نوبه خود موجب خروج لاکتات و هیدروژن از سلول‌های عضلانی شده نتیجه این فرآیند، کاهش تجمع اسید لاکتیک و یون‌های هیدروژن در عضلات است که در نهایت باعث تأخیر در کاهش pH عضله و جلوگیری از خستگی زودرس می‌شود (۳۲).

نتیجه‌گیری

با توجه به مطالعات انجام شده در زمینه انجام تمرینات مقاومتی و بی‌هوازی و اثر آنها بر شاخص‌های هماتولوژی و گازهای خون نتایج متفاوتی گزارش شده است به نحوی که در بعضی از تحقیقات کاهش، افزایش و در برخی دیگر عدم تغییر گزارش شده است. حال با توجه به مطالعات گذشته، مطالعه حاضر به بررسی اثر ترکیبی دو نوع تمرین مقاومتی – بی-هوازی با توالی در اجرای بر این شاخص‌ها انجام شد. نتایج مطالعه حاضر موید این است که هر کدام از این شیوه‌های طراحی تمرینات به صورت توانی - سرعتی - قدرتی یا به صورت توانی - قدرتی - سرعتی می‌تواند بر این شاخص‌ها اثر معنی‌داری داشته باشد ولی در بین هیچ کدام از دو شیوه طراحی تمرین تفاوتی برا شاخص‌ها مشاهده نشد. تمرینات بی‌هوازی تأثیرات قابل‌توجهی بر PaO_2 و $PaCO_2$ دارند. این تغییرات منعکس‌کننده تلاش بدن برای حفظ تعادل اسید-باز و تأمین اکسیژن کافی برای بافت‌ها در شرایط افزایش نیاز متابولیکی است و تنظیم این فشارها وابسته به شدت، مدت و آمادگی فیزیکی ورزشکار است. علاوه بر این نتایج این مطالعه می‌تواند برای تشخیص اختلالات اسیدی-بازی، مراقبت‌های بالینی در جهت حفظ ظرفیت جسمانی ورزشکاران استفاده شود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از تمامی آزمودنی‌هایی شرکت کننده در این پژوهش و همچنین پرسنل آزمایشگاه کمال تشکر و قدردانی را داریم.

References

1. Watani Sa-I, Falahi, Tabei, Ronak. The effect of six weeks of resistance training with different movement sequences on hematological variables of overweight girls. Physiology of exercise and physical activity journal. 2019;11(1):45-58.
2. Begi MK, Hadith B, Beigi SMK, Nikbakht HA. The effect of resistance training on a selection of indicators of the immune system of female student athletes. Journal of physical activity and wellness. 2022;1(4):17-26.
3. Arazi H, Rahmati, Pehlanzadeh. The effect of a semi-competitive specialized training session on the hematological indicators of the members of the national aerobic gymnastics team of Iran. Applied studies of biological sciences in sports. 2013;1(1):58-69.
4. kashef, farmer K, nikoo s, kashef. The effect of an intense intermittent activity session on some immune and inflammatory factors in male athletes and the risk of contracting the corona virus. Scientific research monthly of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd. 2021;28(12):3326-37.
5. Ahmadizad S, El-Sayed MS. The acute effects of resistance exercise on the main determinants of blood rheology. J Sports Sci. 2005;23(3):243-9.
6. Hu M, Finni T, Sedliak M, Zhou W, Alen M, Cheng S. Seasonal variation of red blood cell variables in physically inactive men: effects of strength training. Int J Sports Med. 2008;29(7):564-8.
7. Aquino M, Petrizzo J, Otto RM, Wygand J. The Impact of Fatigue on Performance and Biomechanical Variables—A Narrative Review with Prospective Methodology. Biomechanics.۵۱۳-۲۴:(۴)۲;۲۰۲۲ .
8. Kent-Braun JA, Fitts RH, Christie A. Skeletal muscle fatigue. Compr Physiol. 2012;2(2):997-1044.
9. Theofilidis G, Bogdanis GC, Koutedakis Y, Karatzaferi C. Monitoring Exercise-Induced Muscle Fatigue and Adaptations: Making Sense of Popular or Emerging Indices and Biomarkers. Sports (Basel). 2018;6.(۴)
10. Wiederkehr M, Krapf R. Metabolic and endocrine effects of metabolic acidosis in humans. Swiss Med Wkly. 2001;131(9-10):127-32.
11. Robergs RA, Ghiasvand F, Parker D. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology. 2004.
12. Bishop DJ. Fatigue during intermittent-sprint exercise. Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology. 2012;39(9):8.۳۶-۴۱
13. Hicks JW, Wang T. Arterial blood gases during maximum metabolic demands: Patterns across the vertebrate spectrum. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology. 2021;254:110888.
14. Yasuda T, Abe T, Brechue WF, Iida H, Takano H, Meguro K, et al. Venous blood gas and metabolite response to low-intensity muscle contractions with external limb compression. Metabolism. 2010;59(10):1510-9.
15. Petrushova OP, Mikulyak NI. [Blood acid-base balance of sportsmen during physical activity]. Biomed Khim. 2014;60(5):591-5.
16. Grgic J, Lazinica B, Schoenfeld BJ, Pedisic Z. Test-Retest Reliability of the One-Repetition Maximum (1RM) Strength Assessment: a Systematic Review. Sports Med Open. 2020;6(1):31.
17. Nelson WB, Walker JM, Hansen C, Foote KM, Bexfield NA, Mack GW. The influence of exercise volume and posture on exercise-induced plasma volume expansion. Physiological Reports. 2023;11(4):e15601.
18. Huanlu, Ahmadizad, Mardani, Sahami. The effect of two types of upper body and lower body physical activity on some cardiovascular, metabolic and hematological factors. Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences. 2013;18(2):86-96.
19. Schlagheck ML, Walzik D, Joisten N, Koliamitra C, Hardt L, Metcalfe AJ, et al. Cellular immune response to acute exercise: Comparison of endurance and resistance exercise. European journal of haematology. 2020;105(1):75-84.
20. Zar, Saleh A, Ahmadi, Amin M. The effect of exercise intensity on platelets and hematological indices of futsalist girls. Pars Journal of Medical Sciences. 2022;16(3):17-24.
21. Cardoso AM, Abdalla FH, Bagatini MD, Martins CC, Zanini D, Schmatz R, et al. Swimming training prevents alterations in ecto-NTPDase and adenosine deaminase activities in lymphocytes from Nω-nitro-l-arginine methyl ester hydrochloride induced hypertension rats. Journal of Hypertension. 2015;33(4):763-72.

22. Kordie M, Chobineh S, Hematinafar M, Molaesmaeili Z. The effect of acute anaerobic exercise on blood rheology agents' response in active young women. Appl Manag Res Life Sci Sports. 2012;2012:45-52.
23. Ahmadizad S, Rahmani H, Khosravi N, Falakdin Z, Connes P, Daraei A. Acute responses of platelet count and ADP-induced platelet aggregation to different high intensity interval exercise modes. Clinical hemorheology and microcirculation. 2020;75(4):467-74.
24. Zar A, Ahmadi F, Krustrup P, Fernandes RJ. Effect of high-intensity interval exercise in the morning and evening on platelet indices and exercise-induced thrombocytosis. Middle East Journal of Rehabilitation and Health Studies. 2020;7(3):e104417.
25. Rampinini E, Bishop D, Marcora S, Bravo DF, Sassi R, Impellizzeri F. Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. International journal of sports medicine. 2006:228-35.
26. Alireza E, Mehdi K. Effects of two types of active and passive recovery on enzymes and blood gases in young athletes. 2001.
27. Dodd S, Powers S, Thompson D, Landry G, Lawler J. Exercise performance following intense, short-term ventilatory work. International journal of sports medicine. 1989;10(01):48-52.
28. Wahl P, Mathes S, Köhler K, Achtzehn S, Bloch W, Mester J. Acute metabolic, hormonal, and psychological responses to different endurance training protocols. Hormone and Metabolic Research. 2013;45(11):827-33.
29. Qaradaghi, Kurdi, Gaini. Changes in Fatigue Specific Metabolic and Functional Indices in Response to a Period of Intense Aerobic Training in Football Players .Exercise Physiology. 2014;5(20):81-96.
30. Hoff J, Wisløff U, Engen LC, Kemi OJ, Helgerud J. Soccer specific aerobic endurance training. British journal of sports medicine. 2002;36(3):218-21.
31. Nikolaidis MG, Margaritelis NV, Matsakas A. Quantitative redox biology of exercise. International journal of sports medicine. 2020;41(10):633-45.
32. Hostrup M, Cairns SP, Bangsbo J. Muscle ionic shifts during exercise: implications for fatigue and exercise performance. Comprehensive Physiology. 2011;11(3):1895-959.

Orginal Article

The effect of combined resistance-anaerobic exercise on some hematological parameters and blood gas changes in trained individuals

Received: 07/09/2024 - Accepted: 12/01/2025

Hamid Faroghi[1]
Javad Mehrabani[2*]
Arazi Hamid[3]

[1] Exercise Physiology Department, , Faculty of Physical Education and Sports Science, University of Guilan, Rasht, Iran
[2] Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
[3] Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

Email: mehrabanij@gmail.com

Abstract

Introduction: The effects of resistance-anaerobic exercise on hematologic responses and blood gases that can have a significant impact on athletes' performance differ. Therefore, the aim of the present study was to investigate the effects of resistance-anaerobic exercise on some hematologic parameters and blood gases in trained individuals.

Methods: In this semi-experimental study, 12 athletes (mean age 24.33 ± 0.77 years, height 169.75 ± 11.08 cm, weight 66.93 ± 11.71 kg) voluntarily participated in the research. The participants randomly performed two trials of exercise with two sequences in execution (power, strength, velocity) and (power, velocity, strength). The exercise lasted about 40 minutes, including ten minutes of general warm-up and then performing power (jump), velocity (45-meter sprint), and strength (squat) exercise with specified rest intervals between each of these activities. A blood sample was taken before and immediately after the exercise from a 7 cc arm vein. Also, the two-way ANOVA test was used to examine the research variables at the pre-test and post-test stages at a significant level of 0.05.

Results: The results showed that after the exercise, the values related to hematocrit, hemoglobin, red blood cells, white blood cells, platelets, and lactate significantly increased (p=0.001). The bicarbonate ion and pH values decreased in both trials (p=0.001). A significant increase was observed in the partial pressure of oxygen in both trials (p=0.002), and the partial pressure of carbon dioxide decreased in both trials (p=0.008).

Conclusion: According to the results, there was no difference between the execution of Physical activities with the execution sequence of power-velocity -strength or power- strength - velocity, and also the results of this study can be used to diagnose acid-gaming disorders and clinical care. To be used to maintain the physical capacity of athletes.

Keywords: Sequence Of Resistance exercise - Anaerobic, Hematology Parameters, Blood Gases