پژوهش‌های فیزیولوژی و مدیریت در ورزش
دورهٔ ۱۶، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۴۰۳
ص ص : ۴۲ – ۲۹

تأثیر تمرین هوازی به‌همراه مصرف مکمل کافئین بر توان بی‌هوازی و حداکثر اکسیژن مصرفی ورزشکاران پسر بهبودیافته از کووید-۱۹

ابراهیم شعبانی ازدینی[۱] – احمد رحمانی [۲] - مرتضی طاهری*[۳] – جواد صالحی[۴]

۱ و۲.گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران ۳.گروه علوم رفتاری و شناختی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران ۴.گروه روان‌شناسی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

(تاریخ دریافت : ۳۰/ ۰۱/ ۱۴۰۲ ، تاریخ تصویب : ۱۳/ ۰۴/ ۱۴۰۲)

چکیده

ویروس کووید-۱۹ از جدیدترین بحران‌های قرن حاضر به‌حساب می‌آید که عوارض و آثار منفی متفاوتی از جمله تأخیر در بازگشت به ورزش در ورزشکاران بهبودیافته را به‌همراه دارد. بنابراین هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر چهار هفته تمرین هوازی به‌همراه مصرف مکمل کافئین بر توان بی‌هوازی و حداکثراکسیژن مصرفی ورزشکاران پسر بهبودیافته از کووید-۱۹ بود. تعداد ۲۸ نفر از دانشجویان پسر ورزشکار دانشگاه بین المللی امام‌خمینی (ره) قزوین با سن ۱۸ تا ۲۵ سال به ۴ گروه ۷ نفری تمرین هوازی، کنترل، تمرین هوازی با کافئین، تمرین هوازی با دارونما، به‌صورت تصادفی در یک طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون تقسیم شدند. تمرین هوازی به‌صورت دویدن با تردمیل با شدت ۶۵ تا ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه و مکمل کافئین و مالتودکسترین (دارونما) به میزان ۰/۵ میلیگرم به‌ازای هر کیلوگرم از وزن بدن برای گروه‌های مربوطه ارائه شد. از آزمون شاپیروویلک جهت بررسی توزیع طبیعی داده‌ها و برای مقایسه بین گروهی از آزمون تحلیل کواریانس استفاده شد. از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ برای تجزیه تحلیل داده‌ها استفاده شد. نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد که بین میانگین حداکثر اکسیژن مصرفی و اوج توان بی‌هوازی در چهار گروه تفاوت معنی داری وجود دارد. همچنین مقایسه دوبه‌دو گروه با آمون تعقیبی بونفرونی حاکی از اختلاف معنی داری در میانگین گروه‌های تمرین هوازی با گروه کنترل و گروه تمرین هوازی - کافئین با تمرین هوازی-دارونما در حداکثر اکسیژن مصرفی (به‌ترتیب: P<۰/۰۰۱ و P<۰/۰۰۰۱) و اوج توان بی‌هوازی (به ترتیب: P<۰/۰۰۲ و P<۰/۰۱) بود. نتایج این مطالعه نشان داد که هم ورزش هوازی به‌تنهایی و هم ورزش هوازی همراه با مکمل کافئین تأثیر مثبتی بر حداکثراکسیژن مصرفی و توان بی‌هوازی در ورزشکاران مرد بهبودیافته از کووید-۱۹ دارد، اما گروه ورزش هوازی- مکمل کافئین عملکرد بهتری داشت. بنابراین، ورزش هوازی همراه با مکمل کافئین را می‌توان راه مؤثرتری برای بهبود عملکرد ورزشی مردان ورزشکار بهبود یافته از کووید-۱۹ در نظر گرفت.

واژه‌های کلیدی

تمرین هوازی، توان بی‌هوازی، حداکثر اکسیژن مصرفی، کووید-۱۹، مکمل کافئین.

* نویسندهٔ مسئول : پست الکترونیکی: taheri.morteza@ut.ac.oir

مقدمه

در دسامبر سال ۲۰۱۹ بیماری ویروسی از استان ووهان کشور چین گسترش پیدا کرد که منجر به یک همه‌گیری جهانی شد. بررسی‌های ژنتیکی نشان داد که ممکن است این ویروس منشأ حیوانی داشته باشد (۱). به هر جهت تأثیر بیماری کووید-۱۹ بر سلامتی چشمگیر است. این ویروس در درجه اول سیستم تنفسی را هدف قرار می‌دهد و علائمی مانند تب، سرفه و تنگی نفس ایجاد می‌کند. با این حال، علائم دیگری مانند خستگی، سردرد، و از دست دادن بویایی یا چشایی نیز گزارش شده است (۲). ویروس کووید-۱۹ در عرض چند ماه به تمام کشورها گسترش پیدا کرد که در واکنش به شیوع و گسترش آن طیف وسیعی از اقدامات بهداشت عمومی برای کاهش سرعت شیوع این همه‌گیری به اجرا درآمد که می‌توان به فاصله‌گذاری اجتماعی، محدودیت‌های رفت و آمدی، استفاده از ماسک در اماکن عمومی، قرنطینه‌های خانگی اشاره داشت. این اقدامات اثرات قابل توجهی بر تمام جنبه‌های سلامتی افراد به‌همراه داشت (۳) که علائمی مانند ضعف، بی‌حالی، خستگی مفرط از جمله این اثرات به‌حساب می‌آیند (۴). علاوه بر این هم اثرات منفی بسیاری بر سلامت روان نیز به وجود آمد که می‌توان به اضطراب، افسردگی پرخاشگری اشاره کرد (۴). به طورکلی با ابتلا به این بیماری طیف وسیعی از علائم گوناگون با توجه به‌شدت درگیری، سابقه بیماری‌های زمینه ای و سن فرد بروز می‌کند (۲) که پس از بهبودی از بیماری برخی از از این عوارض کوتاه‌مدت و بلندمدت غالباً تا چند ماه باقی می‌ماند که برخی از این عوارض عبارتند از: تغییرات فیبروزی پایدار به‌دنبال درمان با مداخلات پزشکی، عفونت‌های ریوی باکتریال و قارچی، سندروم تنفسی حاد[1]پنومومدیاستن[2] و پنوموتوراکس[3] آسیب‌های قلبی و آمبولی شریان ریوی (۵). همچنین از شایع‌ترین این عوارض می‌توان تنگی نفس، تب و هموپتیزی[4]را نام برد که به این عوارض اصطلاحاً سندروم پس از کووید -۱۹[5]گفته می‌شود (۶). در همین راستا نتایج مطالعات هوآنگ و همکاران (۲۰۲۱) نشان داد که ۶ ماه پس از بهبودی از بیماری کووید-۱۹ بازماندگان عمدتاً دارای علائمی مانند خستگی، ضعف عضلانی، مشکلات خواب، اضطراب و افسردگی بودند (۷). همچنین در میان بهبودیافتگان طیف وسیعی از علائم ریوی از جمله تنگی نفس در هنگام فعالیت ورزشی، فیزیولوژی محدودکننده سیستم تنفسی، کاهش ظرفیت انتشار و همچنین ضایعات فیبروتیک ریه ثبت شده است (۸).به طورکلی با توجه به بررسی‌های صورت گرفته این‌طور به نظر می‌رسد که هم شرایط قرنطینه‌ای و هم ابتلا به بیماری کووید-۱۹ با علائم و عوارض بسیار زیادی در همه افراد به‌ویژه ورزشکاران همراه است چرا که در دوره همه گیری ورزشکاران به‌دلیل محدودیت‌های ایجاد شده شاهد تعطیلی مراکز ورزشی، تفریحی، مسابقات و لیگ‌ها بودند که این عامل به سبب شرایط قرنطینه‌ای و ابتلا به بیماری کووید-۱۹ تأثیر منفی بر عملکرد ورزشی آنان داشت که سبب افت عملکرد ورزشی شده بود (۹). عملکرد ورزشی با ساختار چند بعدی شامل عوامل فیزیکی، فنی، تاکتیکی و روانی است که به توانایی ورزشکار برای انجام بهینه در یک رشته ورزشی کمک می‌کند. به‌عنوان مثال، مطالعه‌ای توسط موجیکا و همکاران (۲۰۰۱) نشان داد که حداکثر اکسیژن مصرفی، آستانه لاک تات، و اقتصاد دویدن عوامل فیزیولوژیکی مهمی هستند که بر عملکرد ورزشکاران تأثیر به سزایی دارد (۱۰). علاوه بر این ظرفیت بی‌هوازی یکی از عوامل تعیین کننده در عملکرد رشته‌های ورزشی با دوره

1. ARDS
2. Pneumomediastinum
3. pneumothorax
4. Hemoptysis
5. post covid-19 syndrome

های کوتاه مدت و شدت بالا است. ظرفیت بی‌هوازی به توانایی بدن در تولید انرژی از طریق متابولیسم بی‌هوازی اشاره دارد که نیازی به اکسیژن ندارد. تحقیقات نشان داده است که ظرفیت بی‌هوازی به‌شدت با عملکرد ورزشی در ورزش‌های مختلف از جمله دو سرعت، پرش و ورزش‌های تیمی مرتبط است (۱۱). شواهد پژوهشی بسیاری وجود دارد که تغذیه و فعالیت ورزشی ممکن است در کاهش خطر عوارض باقی مانده از کووید-۱۹ و بهبود عملکرد ورزشی نقش داشته‌باشند. تعداد فزاینده‌ای از تحقیقات نشان می‌دهند که حفظ یک رژیم غذایی سالم و درگیر شدن در فعالیت بدنی منظم می‌تواند عملکرد سیستم ایمنی را تقویت کند، که ممکن است به کاهش خطر عوارض شدید کووید-۱۹ کمک کند (۱۲). به‌طور کلی فعالیت هوازی به عنوان یک روش مؤثر برای بهبود حداکثر اکسیژن مصرفی و توان بی‌هوازی شناخته شده است (۱۳). یک متاآنالیز توسط مونترو و همکاران (۲۰۱۷) از ۱۰۱ مطالعه نشان داد که تمرینات استقامتی منجر به افزایش متوسط حداکثر اکسیژن مصرفی به میزان ۱۷٪ شد که بیشترین پیشرفت ها در افراد تمرین نکرده مشاهده شد (۱۴). علاوه بر این بورگومستر و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که شش جلسه تمرین تناوبی با شدت بالا منجر به افزایش ۲۸ درصدی توان بی هوازی در افراد جوان و سالم می‌شود (۱۵). با این حال، کامینسکی و همکاران (۱۹۹۷) نیز نشان دادند که فعالیت هوازی تأثیر کمی بر حداکثر اکسیژن مصرفی دارد (۱۶). در رابطه با توان بی‌هوازی نیز کارن و همکاران (۱۹۸۱) مطالعه ای نشان داد تمرین هوازی خاص تاثیری بر ظرفیت بی هوازی ندارد (۱۷). از طرفی در رابطه با راهکارهای تغذیه ای می توان به مصرف مکمل کافئین اشاره داشت. کافئین به‌طور عمده از گیاهی به نام کافئیاعربیکا به دست می‌آید و در قهوه، چای، کاکائو و... وجود دارد. کافئین بر اندام‌ها، بافت‌های مختلف مانند سیستم عصبی، سیستم قلبی عروقی، عضلات صاف و اسکلتی و بافت چربی اثر می‌گذارد (۱۸). نشان داده شده است که مکمل کافئین عملکرد ورزشی بی‌هوازی را بهبود می بخشد (۱۹). علاوه بر این این مکمل فواید فراوانی برای بیماران مبتلا به کووید-۱۹ دارد که می‌توان به اثرات ضد التهابی، اثرات گشادکنندگی مجاری تنفسی و اثرات ضد ویروسی اشاره داشت(۲۰). با این حال، دوزهای بالای کافئین می تواند عوارض جانبی ایجاد کند و ممکن است در برخی شرایط پزشکی منع مصرف داشته باشد. با توجه به کمبود مطالعات کافی در حیطه عملکرد ورزشی ورزشکاران بهبودیافته از کووید-۱۹ با استفاده از تمرین هوازی و مکمل کافئین تحقیقات بیشتری برای درک کامل آن مورد نیاز است. بنابراین، هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرین هوازی به همراه مصرف مکمل کافئین بر توان بی‌هوازی و حداکثر اکسیژن مصرفی ورزشکاران پسر بهبودیافته از کووید-۱۹ است.

روش‌شناسی پژوهش

مطالعه حاضر از نوع طرح‌های نیمه تجربی با اندازه گیری دومرحله‌ای پیش‌آزمون- پس‌آزمون است. جامعه آماری این پژوهش را دانشجویان ورزشکار پسر بهبودیافته از کووید-۱۹ دانشگاه بین‌المللی امام‌خمینی (ره) استان قزوین با میانگین وزنی ۴/۲۶±۷۳/۶۸ کیلوگرم، میانگین شاخص توده بدنی ۰/۷۲±۲۴/۰۰، میانگین سن ۷۶/۲۷±۲۱/۲ سال و میانگین قد ۷/۱۶±۱۷۵/۵۶ سانتی متر تشکیل دادند. آزمودنی‌هایی مجاز به شرکت در این پژوهش بودند که در دو سال گذشته در هیچ نوع برنامه منظم ورزشی فعالیت نداشته و سابقه مصرف مکمل و داروی خاص را نداشتند. همچنین فاقد هرگونه بیماری قلبی عروقی، تنفسی، دیابت، پر فشارخونی و... بودند. با

توجه به فراخوان عمومی جهت شرکت در این طرح، حدود ۶۰ نفر از داوطلبان واجد شرایط در این طرح شرکت نمودند که با توجه به فرایند همگن‌سازی و به حداقل رساندن مداخلات مزاحم به‌واسطه کسب اطلاعات مربوطه از طریق پرسشنامه‌ها ۲۸ نفر از واجدین شرایط در این طرح تحقیق انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی در چهار گروه ۷ نفری ۱- تمرین هوازی ۲- تمرین هوازی+ کافئین ۳-تمرین هوازی+ دارونما ۴- کنترل تقسیم شدند. قبل از انجام طرح تحقیق در اولین جلسه به توصیف کلی فرایند آزمایشگاهی برای شرکت‌کنندگان پرداخته شد. علاوه بر این، از آزمودنی‌ها خواسته شد که اطلاعات مربوط به سابقه پزشکی و رژیم غذایی و اطلاعات فردی را از طریق پرسشنامه‌های سابقه پزشکی (۲۱)، بسامد خوراک ۱۶۸ قلمی(۲۲) (برای کنترل مصرف کافئین) و فرم اطلاعات فردی را کامل کنند. همچنین، از آن‌ها خواسته شد بعد از درک کامل فرایند تحقیقی، رضایت‌نامه آگاهانه را نیز امضا نمایند. مرحله اول آزمایشات (توان بی‌هوازی و حداکثر اکسیژن مصرفی) به عنوان پیش‌آزمون به عمل آمد. پس از اتمام دوره یک ماهه مجدداً از شرکت کنندگان مرحله دوم آزمایشات (توان بی هوازی و حداکثر اکسیژن مصرفی) به‌عنوان پس‌آزمون به عمل آمد. برای ارزیابی حداکثر اکسیژن مصرفی از آزمون بروس با تردمیل آزمایشگاهی مدل Pulsar med 3p ساخت کشور آلمان و دستگاه تجزیه تحلیل گازهای تنفسی مدل(MM3B) ساخت کشور آلمان و برای ارزیابی توان بی هوازی از چرخ کارسنج مونارک مدل (Monark.894E) ساخت کشور سوئد با آزمون وینگیت استفاده شد. کلیه جنبه‌های اخلاقی این پژوهش با کد اخلاق به شماره IR.QUMS.REC.1401.171 از دانشگاه علوم پزشکی استان قزوین به تصویب رسید.

برنامه تمرینی: برنامه تمرین هوازی که در جدول ۱ به آن اشاره‌شده، شامل چهار هفته دویدن بر تردمیل به صورت سه جلسه در هفته با شدت بین ۶۵ تا ۸۵ درصد HRmax آزمودنی‌ها بود. هر جلسه تمرین شامل مرحله گرم کردن، برنامه اصلی تمرین و مرحله برگشت به‌حالت اولیه در سالن آمادگی جسمانی دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره) بود. محدوده ضربان قلب تمرین هر آزمودنی، قبل از شروع تمرین برآورد شد و به‌منظور کنترل ضربان قلب از ضربان‌سنج پولار مدل Pulsar med 3pساخت کشور آلمان استفاده شد. اگر هر یک از شرکت‌کنندگان علائم و نشانه‌های درد قفسه‌سینه، تنگی نفس، غش، لن گش، خستگی، آتاکسی، سرگیجه، سیانوز یا رنگ پریدگی را تجربه می‌کردند، فعالیت هوازی متوقف می‌شد. ضربان قلب بیشینه با استفاده از فرمول سن-۲۲۰ محاسبه شد (۲۳).

جدول ۱. برنامه تمرینی آزمودنی‌ها در ۴ هفته

مراحل تمرین	حرکات کششی	گرم کردن پویا	مدت برنامه تمرینی	شدت برنامه تمرینی	برگشت به‌حالت اولیه	راه رفتن و استراحت فعال
هفته						
هفته اول	۵ دقیقه	۱۰ دقیقه	۲۵ دقیقه	٪۶۵-٪۷۰	۱۰ دقیقه	۵ دقیقه
هفته دوم	۵ دقیقه	۱۰ دقیقه	۳۰ دقیقه	٪۷۰-٪۷۵	۱۰ دقیقه	۵ دقیقه
هفته سوم	۵ دقیقه	۱۰ دقیقه	۳۵ دقیقه	٪۷۵-٪۸۵	۱۰ دقیقه	۵ دقیقه
هفته چهارم	۵ دقیقه	۱۰ دقیقه	۳۵ دقیقه	٪۷۵-٪۸۵	۱۰ دقیقه	۵ دقیقه

مصرف مکمل

برای این منظور، ابتدا مکمل کافئین ساخت شرکت نیترومس (Nitro mass) آمریکا و مالتودسترین (دارونما) با تأیید از وزارت بهداشت و درمان از داروخانه معتبر به مقدار مورد نیاز خریداری و با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت اندازه‌گیری ۰/۱ گرم و ظرفیت ۳۱۰ گرم، به مقدار مناسب (۰/۵ میلیگرم به‌ازای هر کیلوگرم از وزن بدن) در بسته‌های پلاستیکی مخصوص قرار داده شد (۲۴).

گروه‌های مکمل و دارونما، ۰/۵ میلیگرم به‌ازای هر کیلوگرم از وزن بدن کافئین و دارونما در طول چهار هفته ۳۰ دقیقه قبل از تمرین مصرف کردند. ارائه مکمل برای شرکت کنندگان به‌صورت یک‌سوکور بود چراکه شرکت کنندگان هیچ اطلاعی از محتوای بسته‌های مکمل نداشتند.

تجزیه تحلیل آماری

از آزمون آماری شاپیروویلک برای تعیین وضعیت طبیعی بودن داده‌ها و برای تجزیه و تحلیل گروه‌ها از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد. همچنین تجزیه و تحلیل تمامی داده‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS-26 در سطح $p<۰/۰۵$ معنی‌داری صورت گرفت و برای رسم نمودار از نرم‌افزار Excel2013 استفاده شد.

یافته‌ها

در جدول ۲ میانگین ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی ها در ۴ گروه آورده شده است. مقایسه گروه‌ها نشان داد که گروه‌ها از نظر ویژگی‌های دموگرافیک تفاوت معنی داری ندارند ($p>۰/۰۵$).

جدول ۲. آمار توصیفی ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها در ۴ گروه

گروه / ویژگی	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	شاخص توده بدنی(kg/m2)
تمرین هوازی	۲۲/۲±۲/۰۵	۱۷۵/۵۷±۶/۳۷	۷۵/۳۸±۳/۶۷	۲۴/۴۵±۰/۸۴
کنترل	۲۱/۱۴±۲/۲۷	۱۷۴/۵۷±۸/۷۲	۷۲/۴۸±۵/۳۹	۲۴/۲۰±۰/۴۰
تمرین هوازی+ کافئین	۲۱/۵۷±۲/۵۷	۱۷۹/۴۲±۴/۶۴	۷۵/۳۲±۲/۰۵	۲۳/۴۳±۰/۶۴
تمرین هوازی+ دارونما	۲۲/۱۴±۲/۱۹	۱۷۲/۷۱±۸/۹۱	۷۱/۵۵±۵/۹۶	۲۳/۹۳±۱/۰۲

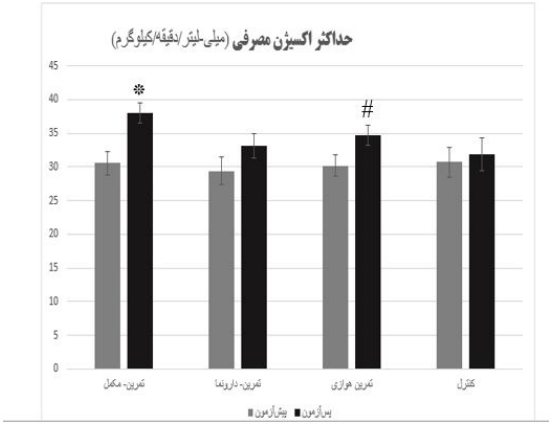
در جدول ۳ میانگین و انحراف استاندارد حداکثر اکسیژن مصرفی و اوج توان بی‌هوازی در حالت پیش‌آزمون و پس‌آزمون در ۴ گروه ۱. تمرین هوازی ۲. کنترل ۳. تمرین هوازی+ کافئین ۴. تمرین هوازی+ دارونما آورده شده است.

جدول ۳. تغییرات ویژگی‌های متغیرهای تحقیق در درون گروه‌ها

متغیر / گروه	حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی-لیتر / دقیقه / کیلوگرم)		اوج توان بی هوازی (وات)	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
تمرین هوازی	۳۰/۱±۱/۵۷	۳۴/۱±۱/۴۹	۴۸۰/۳۴±۱۴/۸۱	۵۰۱/۲۹±۷۱/۵۳
کنترل	۳۰/۲±۲/۲۱	۳۱/۲±۲/۴۱	۴۷۲/۲۶±۰۰/۹۶	۴۷۵/۲۵±۲۸/۷۰
تمرین هوازی+ کافئین	۳۰/۱±۱/۷۱	۳۸/۱±۱/۵۲	۴۸۱/۱۰±۱۴/۴۱	۵۲۸/۷±۵۷/۳۲
تمرین هوازی+ دارونما	۲۹/۲±۲/۰۷	۳۳/۱±۱/۷۷	۴۷۸/۳۵±۲۸/۲۹	۴۹۸/۳۰±۲۸/۳۸

نتایج نشان داد توزیع داده‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه‌ها نرمال بوده است (p>۰/۰۵). همچنین، شرط برابری واریانس‌های گروه‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون و همگنی شیب رگرسیون نیز برقرار است. با توجه به برقراری فرض‌های آزمون کوواریانس از این آزمون برای بررسی اختلاف داده‌های پس‌آزمون استفاده شد. نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد که در میانگین حداکثر اکسیژن مصرفی در ۴ گروه در مرحله پس‌آزمون پس از حذف اثر پیش‌آزمون اختلاف معنی‌داری وجود دارد (p=۰/۰۰). با مشاهده تفاوت معنی‌دار آماری از آزمون تعقیبی بونفرونی برای تعیین محل اختلاف بین‌گروهی استفاده شد. نتایج این آزمون نشان داد که بین گروه‌های تمرین هوازی با کنترل و بین گروه‌های تمرین هوازی - مصرف مکمل کافئین با تمرین هوازی -مصرف دارونما برای شاخص حداکثر اکسیژن مصرفی اختلاف معنی‌داری وجود دارد، به ترتیب: (η2 =۰/۰۷ ،p=۰/۰۱ ،$F_{۳و۲۳}$=۱۷/۵۴) و (η2 =۰/۵۰ ،p=۰/۰۰۰۱ ،$F_{۳و۲۳}$=۱۷/۵۴).

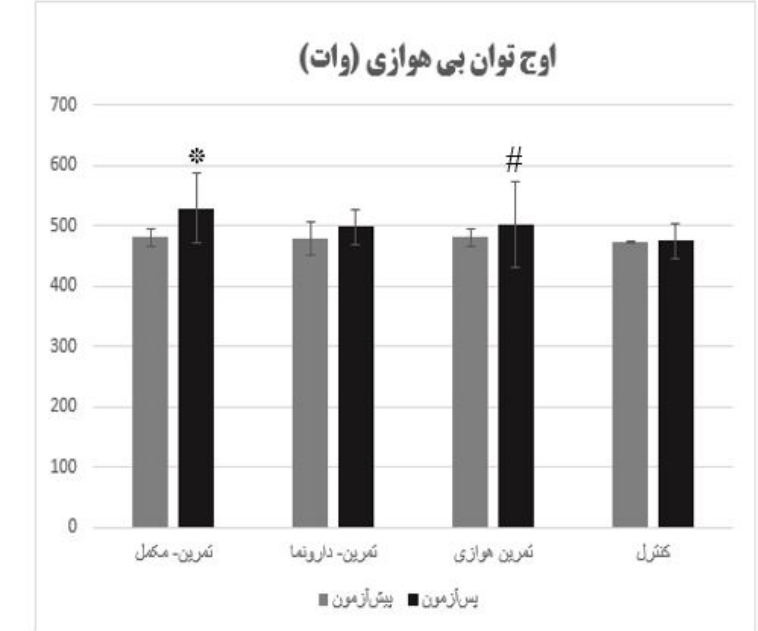
در رابطه با اوج توان بی‌هوازی هم نتایج آزمون تحلیل کوواریانس نشان داد که بین میانگین اوج توان بی‌هوازی مصرفی در ۴ گروه در مرحله پس‌آزمون پس از حذف اثر پیش‌آزمون اختلاف معنی‌داری وجود دارد (p=0.00). با مشاهده تفاوت معنی‌دار آماری از آزمون تعقیبی بونفرونی برای تعیین محل اختلاف بین‌گروهی استفاده شد. نتایج این آزمون نشان داد که بین گروه‌های تمرین هوازی با کنترل و بین گروه‌های تمرین هوازی - مصرف مکمل کافئین با تمرین هوازی -مصرف دارونما برای اوج توان بی هوازی اختلاف معنی‌داری وجود دارد، به‌ترتیب: (η2 =۰/۰۹ ،p=۰/۰۲ ،$F_{۳و۲۳}$=۱۸/۶۰) و (η2=۰/۴۸ ، p=۰/۰۰۰۱، $F_{۳و۲۳}$=۱۸/۶۰).



شکل ۱. تغییرات مربوط به اوج حداکثر اکسیژن مصرفی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

*: اختلاف معنی داری گروه تمرین مکمل-با گروه تمرین دارونما

اختلاف معنی داری گروه تمرین هوازی-با گروه کنترل



شکل ۲. تغییرات مربوط به اوج توان بی‌هوازی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

*: اختلاف معنی داری گروه تمرین مکمل-با گروه تمرین دارونما

اختلاف معنی داری گروه تمرین هوازی-با گروه کنترل

بحث و نتیجه‌گیری

همه‌گیری کووید-۱۹ تأثیر قابل توجهی بر ورزشکاران و علاقه‌مندان به ورزش در سراسر جهان داشته است. ورزشکارانی که به این ویروس مبتلا می‌شوند ممکن است به‌دلیل مشکلات تنفسی دچار تأخیر در بهبودی و کاهش عملکرد شوند. این بیماری همه‌گیر همچنین منجر به لغو یا به تعویق افتادن بسیاری از رویدادهای ورزشی شده است که برنامه تمرینی و مسابقات ورزشکاران را مختل کرده است که بر سلامت روان و رفاه آن‌ها نیز تأثیر داشته است (۲۸-۲۵). در همین راستا هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرین هوازی به‌همراه مصرف مکمل کافئین بر توان بی‌هوازی و حداکثر اکسیژن مصرفی ورزشکاران پسر بهبودیافته از کووید-۱۹ بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین گروه تمرین هوازی با گروه کنترل و گروه تمرین هوازی- مکمل کافئین با گروه تمرین هوازی- دارونما در توان بی‌هوازی مصرفی وجود دارد. به‌عبارت دیگر نشان داده شد که هم تمرین هوازی به‌تنهایی و هم تمرین هوازی با مصرف مکمل کافئین تأثیر مثبتی بر توان بی هوازی دارد. این‌طور به نظر می‌رسد که گروه تمرین هوازی- مکمل کافئین عملکرد بهتری نسبت به سایر گروه‌ها داشت چراکه توجه به‌اندازه اثر بالاتر گروه تمرین هوازی-کافئین نسبت به سایر گروه‌ها اندازه اثر بالاتری داشت. نتایج این تحقیق با یافته‌های سوزان (۲۰۱۸) و شورت و همکاران (۲۰۰۴) مبنی بر تأثیر مثبت تمرین هوازی بر توان بی هوازی همسو است(۲۹,۳۰). به‌طورکلی مکانیسم‌های اثرات تمرین هوازی بر توان بی‌هوازی به‌طور کامل شناخته شده نیست، با این حال چندین فرضیه در این رابطه مطرح شده که مکانیسم‌های زیربنایی دقیق آن به‌طور کامل ناشناخته مانده‌است. برخی از این فرضیه‌ها نشان می‌دهند که ورزش هوازی باعث بهبود تحویل و استفاده از اکسیژن در طول تمرینات با شدت بالا، افزایش ظرفیت بافر عضلانی و بهبود جذب و فعال‌سازی تارهای عضلانی تند انقباض می‌شود. مطالعات نشان داده است که تمرینات تناوبی دوی سرعت و تمرینات تناوبی با شدت بالا می‌توانند توان و ظرفیت بی

هوازی را بهبود بخشند (۳۱,۳۲). با این حال مطالعاتی نیز وجود دارد که نشان‌می‌دهد تمرین هوازی تأثیر معنی‌داری بر توان بی‌هوازی ندارد که می‌توان به پژوهش کارن و همکاران (۱۹۹۷) اشاره داشت. آن‌ها در پژوهشی نشان دادند که تمرینات هوازی بر بی‌هوازی تأثیر مثبتی ندارد (۱۷) که با نتایج مطالعه حاضر ناهمسو است. یک توضیح این است که سازگاری‌هایی که در پاسخ به تمرینات هوازی رخ می‌دهند، مستقیماً با نیازهای تمرینات بی‌هوازی متکی بر منابع انرژی که به اکسیژن نیاز ندارند، مرتبط نیستند. توضیح احتمالی دیگر این است که ورزش هوازی ممکن است سازگاری‌های فیزیولوژیکی مشابه ورزش‌های بی هوازی مانند هیپرتروفی عضلانی و سازگاری‌های عصبی را تحریک نکند (۳۷-۳۳). یکی دیگر از نتایج مطالعه حاضر تأثیر مثبت تمرین هوازی با مصرف مکمل کافئین بر توان بی‌هوازی بود. در همین راستا دانکن و همکاران (۲۰۰۹) و ولف و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که مصرف مکمل کافئین با افزایش توان بی‌هوازی همراه است(۳۸,۳۹) که با نتایج مطالعه حاضر همسو است. به‌طورکلی شواهد پژوهشی نشان داده است که مصرف مکمل کافئین با افزایش جذب و فعال‌سازی واحد حرکتی، افزایش آزادسازی یون‌های کلسیم از شبکه سارکوپلاسمی و مهار تجزیه cAMP که منجر به افزایش آدرنالین و سایر کاتکولامین‌ها می‌شود. همچنین نشان داده شده است که کافئین درک تلاش و خستگی در طول ورزش را کاهش می‌دهد که همه این آثار خود به‌نوعی افزایش عملکرد ورزشی را به‌همراه خواهند داشت (۴۰,۴۱). این در حالی است که گلایستر و همکاران(۲۰۱۵) در پژوهشی نشان دادند که مصرف مکمل کافئین تأثیری بر اوج توان بی‌هوازی بازیکنان راگبی ندارد (۴۲) که با نتایج مطالعه حاضر ناهمسو است. یک توضیح در این رابطه می‌تواند به دوزهای مختلف و زمانبندی‌های مصرف مکمل کافئین ارتباط پیدا کند که به نتایج متفاوتی منجر خواهد شد. علاوه بر این، نوع پروتکل ورزشی مورد استفاده برای ارزیابی توان بی‌هوازی نیز ممکن است در تفاوت نتایج تأثیر داشته باشد (۴۲). به‌طور کلی، نتایج متناقض در مورد اثرات تمرین هوازی و مکمل کافئین بر توان بی‌هوازی نیاز به تحقیقات بیشتر برای شناسایی دوز، زمان و جمعیت بهینه وجود دارد.

یکی دیگر از نتایج پژوهش حاضر وجود تفاوت معنی داری بین گروه تمرین هوازی با گروه کنترل و گروه تمرین هوازی- مکمل کافئین با گروه تمرین هوازی-دارونما در حداکثراکسیژن مصرفی بود. به‌عبارت دیگر نشان داده شد که هم تمرین هوازی به‌تنهایی و هم تمرین هوازی با مصرف مکمل کافئین تأثیر مثبتی بر حداکثراکسیژن مصرفی دارد. اما این‌طور به نظر می‌رسد که گروه تمرین هوازی-مکمل کافئین عملکرد بهتری نسبت به سایر گروه‌ها داشت. بنابراین با توجه به‌اندازه اثر بالاتر گروه تمرین هوازی-کافئین این‌طور می‌توان نتیجه‌گرفت که تمرین هوازی با مصرف کافئین تأثیر بیشتری نسبت به تمرین هوازی بر حداکثراکسیژن مصرفی داشته است. در همین راستا گورملی و همکاران (۲۰۰۳) در پژوهشی با بررسی تأثیر تمرین‌های شدید هوازی دریافتند که میزان حداکثر اکسیژن مصرفی به‌طور کلی در همه گروه‌های تمرینی افزایش پیدا کرد (۴۳).واستون و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهشی دریافتند که انواع تمرین هوازی متناوب باعث افزایش حداکثراکسیژن مصرفی می‌شود (۴۴) که هر دو پژوهش فوق با نتایج پژوهش حاضر همسو هستند. با این حال احسانی و همکاران (۱۹۸۶) دریافتند که ۱۲ ماه تمرین هوازی تأثیری بر حداکثراکسیژن مصرفی ندارد(۴۵). آدس و همکاران(۲۰۰۹) نیز در پژوهشی با بررسی تأثیر برنامه ۱۲ ماهه تمرین هوازی و مقاومتی بر عوامل خطر مختلف قلبی عروقی، از جمله VO_2max، در بیماران چاق مبتلا به بیماری عروق کرونر دریافتند که این نوع برنامه

تمرینی هیچ تأثیری بر VO_2max شرکت‌کنندگان نداشته است (۴۶) که با نتایج پژوهش حاضر ناهمسو هستند. شواهد پژوهشی نشان داده است که تمرین هوازی حداکثراکسیژن مصرفی را از طریق سازگاری‌های فیزیولوژیکی شامل افزایش برون ده قلبی (۴۷)، تراکم مویرگ (۴۸)، بیوژنز میتوکندری (۴۹)، نوع فیبر عضلانی (۵۰) و عملکرد ریوی (۵۱) بهبود می‌بخشد. اما در رابطه با اختلاف نتایج می‌توان به عواملی مانند تأثیر سقف (۵۲)، شدت تمرین (۵۳)، محرک تمرینی ناکافی (۵۴) و تنوع فردی (۵۵) اشاره داشت. برای مثال احسانی و همکاران (۱۹۸۶) در پژوهش خود پیشنهاد کردند که عدم‌تغییر در حداکثراکسیژن مصرفی ممکن است به‌دلیل اثر سقف (اوج پیشرفت) باشد، زیرا شرکت کنندگان در مطالعه سطوح اولیه نسبتاً بالایی از تناسب اندام داشتند (۴۵). آدس و همکاران (۲۰۰۹) نیز در پژوهش خود عدم‌تغییر در حداکثراکسیژن مصرفی را ناشی از عدم تحریک تمرینی به وسیله داروهایی می‌دانستند که توسط بیماران مبتلا به عروق کرونری مصرف می‌شد (۴۶). یکی دیگر از نتایج مطالعه حاضر تأثیر مثبت تمرین هوازی با مصرف مکمل کافئین بر حداکثراکسیژن مصرفی بود. هوگوروست و همکاران (۲۰۰۸) مصرف کافئین را قبل از دوچرخه سواری به‌مدت ۲/۵ ساعت و با شدت ۶۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی، روی عملکرد مورد بررسی قرار دادند. آنها مشاهده کردند که مصرف کافئین قبل از فعالیت ورزشی به‌شدت عملکرد استقامتی را بهبود می‌بخشد(۵۶) که با نتایج مطالعه حاضر همسو است. در تحقیقی توکر و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی تأثیر مصرف مکمل کافئین در حداکثر اکسیژن مصرفی و عملکرد پرش عمودی در بازیکنان بسکتبالیست پرداختند. نتایج نشان داد که فعالیت بدنی با مصرف کافئین هیچ تأثیری بر میزان حداکثر اکسیژن مصرفی ندارد (۵۷)که با نتایج مطالعه ما ناهمسو است.

اثربخشی کافئین شامل افزایش تحرک و اکسیداسیون اسیدهای چرب، تحریک سیستم عصبی مرکزی و افزایش ضربان قلب و برون ده قلبی در طول ورزش است (۶۰-۵۸). با این حال عدم تأثیر کافئین بر حداکثر اکسیژن مصرفی می‌تواند به پاسخ‌های متفاوت فردی، تحمل کافئین و جنسیت ارتباط پیدا کند. از طرفی پژوهش حاضر با محدودیت‌هایی مانند تعداد محدود واجدین شرایط از شرکت‌کنندگان روبه‌رو بود، چرا که در آن زمان (اواخر بهار ۱۴۰۱) همه‌گیری کووید-۱۹ به‌تازگی کنترل شده بود ولی همچنان ترس از ابتلا و محدودیت‌های کرونایی پابرجا بود که این عامل باعث شده بود که محدودیت در تعداد شرکت کنندگان وجود داشته باشد. به همین منظور تحقیقات بیشتری در رابطه با یافتن شدت‌های مناسب تمرینی، دوز بهینه و زمان‌بندی مناسب مصرف مکمل کافئین و تأثیرات آن بر توان بی‌هوازی و حداکثراکسیژن مصرفی ورزشکاران بهبودیافته از کووید-۱۹ احساس می‌شود. با توجه به یافته های پژوهش حاضر به نظر می‌رسد تمرین هوازی با مصرف مکمل کافئین می‌تواند به‌عنوان یک شیوه مؤثر به‌منظور بهبود توان بی‌هوازی و حداکثراکسیژن مصرفی ورزشکاران بهبودیافته از کووید-۱۹ استفاده شود اما با توجه به ویژگی های فیزیولوژیکی هر فرد، ورزشکاران باید به میزان حساسیت نسبت به مصرف مکمل کافئین آگاهی داشته باشند و موارد احتیاطی را رعایت کنند.

تقدیر و تشکر

پژوهش حاضر مستخرج از از پایان نامه کارشناسی‌ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه زنجان است. بدین‌وسیله از تمامی کسانی که ما در انجام این پژوهش یاری نمودند تقدیر و تشکر می‌شود.

References

1. Zhang J, Xie B, Hashimoto K. Current status of potential therapeutic candidates for the COVID-19 crisis. Brain, behavior, and immunity. 2020;87:59-73.
2. Yang X, Yu Y, Xu J, Shu H, Liu H, Wu Y, et al. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study. The Lancet Respiratory Medicine. 2020;8(5):47581.
3. Brooks S, Webster R, Smith L, Woodland L, Wessely S, Greenberg N. Ve Rubin, GJ (2020). The Psychological İmpact of Quarantine and How to Reduce İt: Rapid Review of the Evidence Rapid Review. 395(10227):912-20.
4. Ammar A, Mueller P, Trabelsi K, Chtourou H, Boukhris O, Masmoudi L, et al. Psychological consequences of COVID-19 home confinement: The ECLB-COVID19 multicenter study. PloS one. 2020;15(11):e0240204.
5. Iranpour, Poua, Jahormi Q. Radiological manifestations of pulmonary and cardiovascular complications of COVID-19 disease: a narrative review. Scientific Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences. 2021;20(3):339-52. (in Farsi)
6. Ahmed OF, Amin BJH, Abdullah BA, Hassan MN, Salih RQ, Mohammed SH, et al. Post COVID-19 pulmonary complications; a single center experience. Annals of Medicine and Surgery. 2021;72:103052.
7. Huang C, Huang L, Wang Y, Li X, Ren L, Gu X, et al. 6-month consequences of COVID-19 in patients discharged from hospital: a cohort study. The Lancet.2021;397(10270):220-32.
8. Nalbandian A, Sehgal K, Gupta A, Madhavan MV, McGroder C, Stevens JS, et al. Post-acute COVID-19 syndrome. Nature medicine. 2021;27(4):601-15.
9. Hussein E, Daoud S, Alrabaiah H, Badawi R. Exploring undergraduate students' attitudes towards emergency online learning during COVID-19: A case from the UAE. Children and youth services review. 2020;119:105699.
10. Mujika I, Padilla S. Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part I: short term insufficient training stimulus. Sports medicine.2000;30:79-87.
11. Bishop D, Girard O, Mendez-Villanueva A. Repeated-sprint ability—part II: recommendations for training. Sports medicine. 2011;41:741-56.
12. Calder PC, Carr AC, Gombart AF, Eggersdorfer M. Optimal nutritional status for a well-functioning immune system is an important factor to protect against viral infections. Nutrients. 2020;12(4):1181.

13. Stevens CJ, Dascombe BJ. The reliability and validity of protocols for the assessment of endurance sports performance: an updated review. Measurement in Physical Education and Exercise Science. 2015;19(4):177-85.

14. Montero D, Lundby C. Refuting the myth of non-response to exercise training: 'non-responders' do respond to higher dose of training. The Journal of physiology.2017;595(11):337787.

15. Burgomaster KA, Hughes SC, Heigenhauser GJ, Bradwell SN, Gibala MJ. Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. Journal of applied physiology. 2005.

16. Kaminsky LA, Whaley MH. Evaluation of a new physical activity scoring system in a cardiac rehabilitation population. J Cardiopulm Rehabil. 1997;17(3):186-190.

17. Keren G, Epstein Y. The effect of pure aerobic training on aerobic and anaerobic capacity. Br J Sports Med. 1981;15(1):27-29.

18. Thelle DS, Heyden S, Fodor JG. Coffee and cholesterol in epidemiological and experimental studies. Atherosclerosis. 1987;67(2-3):97-103.

19. Grgic J, Mikulic P, Schoenfeld BJ, Bishop DJ. Caffeine ingestion enhances Wingate performance: a meta-analysis. Eur J Sport Sci. 2019;19(8):1079-1086.

20. Romero-Martínez BS, Montaño LM, Solís-Chagoyán H, Sommer B, Ramírez-Salinas GL, Pérez-Figueroa GE, Flores-Soto E. Possible beneficial actions of caffeine in SARS-CoV-2. Int J Mol Sci. 2021;22(11):5460.

21. Esmaelzadeh Toloee M, Faramarzi M, Noroozian P. Effect of Aerobic Training with Ginger Supplementation on some Liver Enzymes (AST, ALT, GGT) and Resistance to Insulin in Obese Women with Type 2 Diabetes. Med J Mashhad Univ Med Sci. 2017;60(4):636-647. [In Persian]

22. Jafari, A., Afshar, N., Zarghami Khamenei, A., & Akhtar Shojaei, M. (2014). The effect of different amounts of caffeine on the acute inflammatory response of male volleyball players following a grueling resistance training session. Bushehr University of Medical Sciences, Southern Medicine, 17(5), 847-859. [In Persian]

23. Mohamed AA, Alawna M. The effect of aerobic exercise on immune biomarkers and symptoms severity and progression in patients with COVID-19: A randomized control trial. J Bodyw Mov Ther. 2021;28:425-432.

24. Gilbert R. Caffeine consumption. In: Spiller GA, ed. The Methylxanthine Beverages and Foods: Chemistry, Consumption, and Health Effects. New York: Alan R. Liss Inc; 1984. p.185213.

25. Buckley, K. (2021). COVID-19 and Athletes. Sports Health, 13(3), 219-223.

26. Halabchi, F., Ahmadinejad, Z., Selk-Ghaffari, M., & Ahmadinejad, M. (2020). COVID-19 Epidemic: Exercise or Not to Exercise; That is the Question!. Asian Journal of Sports Medicine,11(1), e102630.

27. Joyner, M. J., Kumar, P., & Klassen, S. A. (2020). Could SARS-CoV-2 cause a cytokine storm in the lungs and result in acute respiratory distress syndrome? The Lancet Respiratory Medicine,8(6), 567-568. doi:10.1016/s2213-2600(20)30217-5

28. Pillay, L. (2020). An analysis of psychological stress experienced by elite South African athletes during COVID-19-induced national lockdown. South African Journal of Sports Medicine,32(1),1-6. doi:10.17159/2078-516x/2020/v32i1a8212

29.Sözen H. The effects of aerobic and anaerobic training on aerobic and anaerobic capacity. J Int Anatolia Sport Sci Vol. 2018;3(3).

30. Short KR, Vittone JL, Bigelow ML, Proctor DN, Nair KS. Age and aerobic exercise training effects on whole body and muscle protein metabolism. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism. 2004;286(1):E92-E101

31. Burgomaster, K. A., Howarth, K. R., Phillips, S. M., Rakobowchuk, M., Macdonald, M. J., McGee, S. L., & Gibala, M. J. (2008). Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. The Journal of Physiology,586(1), 151-160.

32. Jacobs, P. L., Mahoney, E. T., Cohn, K. A., Sheradsky, L. F., & Green, B. A. (2013). The effects of high-intensity interval training on aerobic and anaerobic contributions to running performance in trained runners. Journal of Strength and Conditioning Research,27(3),656663. doi: 10.1519/JSC.0b013e318260db12

33.ilson, J. M., Loenneke, J. P., Jo, E., Wilson, G. J., & Zourdos, M. C. (2012). The effects of endurance, strength, and power training on muscle fiber type shifting. Journal of Strength and Conditioning Research, 26(6), 1724-1729.

34. Hazell, T. J., Olver, T. D., Hamilton, C. D., & Lemon, P. W. (2011). Two minutes of sprint-interval exercise elicits 24-hr oxygen consumption similar to that of 30 min of continuous endurance exercise. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism,21(4),276-283.

35. Astorino, T. A., Allen, R. P., Roberson, D. W., Jurancich, M., & Lewis, R. (2012). Effect of high-intensity interval training on cardiovascular function, VO2max, and muscular force. Journal of Strength and Conditioning Research, 26(1), 138-145.

36. Wilson, J. M., Marin, P. J., Rhea, M. R., Wilson, S. M., Loenneke, J. P., & Anderson, J. C. (2012). Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. Journal of Strength and Conditioning Research, 26(8), 2293-2307.

37. Gastin, P. B. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. Sports Medicine, 31(10), 725-741.

38. Duncan, M. J. (2009). The effect of caffeine ingestion on anaerobic performance in moderately trained adults. Serbian Journal of Sports Sciences, 3(4), 129-134.

39. Woolf, K., Bidwell, W. K., & Carlson, A. G. (2008). The effect of caffeine as an ergogenic aid in anaerobic exercise. International journal of sport nutrition and exercise metabolism,18(4),412-429.

40. Tallis, J., James, R. S., & Cox, V. M. (2018). Caffeine and anaerobic performance: ergogenic value and mechanisms of action. Sports Medicine, 48(7), 1533-1548.

41. Davis, J. K., Green, J. M., Crouse, S. F., & Glickman, E. L. (2003). The effects of caffeine and exercise on body weight, fat-pad weight, and fat-cell size. Medicine and Science in Sports and Exercise, 35(9), 1632-1639

42. Glaister, M., McInnes, G., Howatson, G., & Pattison, J. R. (2015). The effects of caffeine supplementation on peak power output during repeated Wingate testing. Journal of Sports Sciences, 33(12), 1250-1257.

43. Gormley SE, Swain DP, High R, Spina RJ, Dowling EA, Kotipalli US, et al. Effect of intensity of aerobic training on V˙ O2max. Medicine & Science in Sports & Exercise.2008;40(7):133643.

44. Weston, K. S., Wisløff, U., & Coombes, J. S. (2014). High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. British journal of sports medicine, 48(16), 1227-1234.

45. Ehsani, A. A., Martin III, W. H., Heath, G. W., & Coyle, E. F. (1986). Cardiac effects of prolonged and intense exercise training in men and women. Medicine & Science in Sports & Exercise,18(1), 102-109.

46. Ades, P. A., Savage, P. D., Toth, M. J., Harvey-Berino, J., & Schneider, D. J. (2009). The influence of obesity and consequent insulin resistance on coronary risk factors in medically treated patients with coronary disease. International Journal of Obesity, 34(2), 281-288.

47. Joyner, M. J., & Coyle, E. F. (2008). Endurance exercise performance: the physiology of champions. Journal of Physiology, 586(1), 35-44.

48. Hudlicka, O., & Brown, M. (2009). Adaptation of skeletal muscle microvasculature to increased or decreased blood flow: role of shear stress, nitric oxide and vascular endothelial growth factor. Journal of vascular research, 46(5), 504-512.

49. Holloszy, J. O. (1967). Biochemical adaptations in muscle. Effects of exercise on mitochondrial oxygen uptake and respiratory enzyme activity in skeletal muscle. Journal of Biological Chemistry, 242(9), 2278-2282.

50. Booth, F. W., & Thomason, D. B. (1991). Molecular and cellular adaptation of muscle in response to exercise: perspectives of various models. Physiological reviews, 71(2), 541-585.

51. Wagner, P. D., & Naughton, J. P. (2012). Physiology of pulmonary gas exchange and circulation during exercise. Comprehensive Physiology, 2(2), 1493-1545.

52. Bassett, D. R., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. Medicine & Science in Sports & Exercise, 32(1),7084.

53. Weston, K. S., Wisløff, U., & Coombes, J. S. (2014). High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. British Journal of Sports Medicine, 48(16), 1227-1234.

54. Gormley, S. E., Swain, D. P., High, R., Spina, R. J., & Dowling, E. A. (2008). Effect of intensity of aerobic training on VO2max. Medicine & Science in Sports & Exercise, 40(7), 1336-1343.

55. Bouchard, C., Blair, S. N., & Church, T. S. (2012). Adverse metabolic response to regular exercise: is it a rare or common occurrence?. PLoS ONE, 7(5), e37887.

56. Hogervorst E, Bandelow S, Schmitt J, Jentjens R, Oliveira M, Allgrove J, et al. Caffeine improves physical and cognitive performance during exhaustive exercise. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2008;40(10):1841-51.

57. Tucker MA, Hargreaves JM, Clarke JC, Dale DL, Blackwell GJ. The effect of caffeine on maximal oxygen uptake and vertical jump performance in male basketball players. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2013;27(2):382-7.

58. Graham, T. E. (2001). Caffeine and exercise: metabolism, endurance and performance. Sports Medicine, 31(11), 785-807.

59. Astorino, T. A., & Roberson, D. W. (2010). Efficacy of acute caffeine ingestion for short-term high-intensity exercise performance: a systematic review. Journal of Strength and Conditioning Research, 24(1), 257-265.

60. Davis, J. K., & Green, J. M. (2009). Caffeine and anaerobic performance: ergogenic value and mechanisms of action. Sports Medicine, 39(10), 813-832

The effect of aerobic exercise with caffeine supplementation on the anaerobic power and VO_2max of COVID-19 recovered male athletes

Ebrahim Shaabani Ezdini[1]- Ahmad Rahmani[1]- Morteza Taheri[*2]- Javad Salehi[3]

1,2.Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, University of Zanjan 3. Department of Behavioral and Cognitive Sports Sciences, Faculty of Sports and Health Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran 4. Department of Psychology, Faculty of Humanities, University of Zanjan, Zanjan, Iran

(Received:2023/04/11;Accepted:2023/07/04)

Abstract

The COVID-19 virus is considered one of the latest crises of the present century, which has various negative effects and consequences, including delayed return to sports activities for recovered athletes. Therefore, the aim of the present study was to investigate the effect of four weeks of aerobic exercise with caffeine supplementation on the VO2max and anaerobic power of COVID-19 recovered male athletes. Twenty-eight male student-athletes aged between 18 and 25 years from the International University of Imam Khomeini of Qazvin were randomly divided into four groups: aerobic exercise (7 people), control (7 people), aerobic exercise with caffeine supplementation (7 people), and aerobic exercise with placebo (7 people), in a pre-test post-test design. The aerobic exercise intervention consisted of running on a treadmill at an intensity of 65% to 85% of age-predicted maximum heart rate for 25 to 35 minutes. Participants in the caffeine and placebo conditions consumed either 0.5 mg of caffeine per kilogram of body weight or a maltodextrin (placebo) tablet 30 minutes prior to exercise. The Shapiro-Wilk test was used to check for normality of data distribution and covariance analysis (ANCOVA) was used for intergroup comparison. Data analysis was conducted using SPSS version26 software. The ANCOVA analysis showed significant differences in the mean Vo_2max and Peak anaerobic power among the four groups. Pairwise comparisons using Bonferroni post-hoc test showed statistically significant differences in the mean Vo_2max between the aerobic exercise group and the control group, as well as between the aerobic exercise with caffeine and the aerobic exercise with placebo groups ($p < 0.001$ and $p < 0.0001$, respectively). Also, significant differences were observed in the mean peak anaerobic power between the aerobic exercise group and the control group, as well as between the aerobic exercise with caffeine and the aerobic exercise with placebo groups ($p < 0.002$ and $p < 0.01$, respectively). The results of this study showed that both aerobic exercise alone and aerobic exercise with caffeine supplementation have a positive effect on Vo_2max and anaerobic power in male athletes recovered from COVID-19, but the aerobic exercise - caffeine supplementation group had significantly better performance. Therefore, aerobic exercise with caffeine supplementation can be considered a more effective way to improve the sports performance of male athletes recovered from COVID-19.

Keywords

Aerobic exercise, anaerobic power, covid-19, caffeine supplement, vo_2max.