پژوهش‌نامهٔ فیزیولوژی ورزشی کاربردی **مقاله پژوهشی**
سال هجدهم/ شماره سی و پنجم/بهار و تابستان ۱۴۰۱

دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۱۶ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۸ ص ص: ۱۳۸-۱۲۷

تاثیر پیش آمادگی ایسکمیک با زمان‌بندی متغیر بر عملکرد بی‌هوازی زنان فعال

طیبه امیری پارسا[۱]، اعظم ملانوروزی[۲]، وحید تادیبی[۳]، میترا خادم الشریعه[۴]

چکیده

اهداف: دوره‌های مکرر کاهش خون موضعی بعد از برقراری مجدد خون، به عنوان پیش آمادگی ایسکمیک شناخته می‌شود. پیش آمادگی ایسکمیک به عنوان یک کمک ارگوژنیک و غیر تهاجمی در نظر گرفته شده و اثرات جانبی دیگر کمک‌های ارگوژنیک را ندارد. همچنین بیان شده است که پیش آمادگی ایسکمیک، می‌تواند تاثیر مثبتی بر عملکرد و اجرا داشته باشد. هدف از مطالعهٔ حاضر بررسی اثر پیش آمادگی ایسکمیک با فواصل زمانی متفاوت بر عملکرد بی‌هوازی زنان فعال بود.

روش مطالعه: تحقیق حاضر به روش نیمه‌تجربی و با طرح تحقیق متقاطع انجام شد. بدین منظور ۲۱ زن فعال به صورت نمونه در دسترس انتخاب شدند. آزمودنی‌ها به طور تصادفی در سه گروه قرار گرفتند. گروه تجربی یک، سه ست پنج دقیقه‌ای انسداد عروق با فواصل استراحتی پنج دقیقه بین هر ست را اجرا کرد و بلافاصله پس از سومین انسداد آزمون‌های عملکرد بی هوازی گرفته شد. گروه تجربی دو، دقیقا مشابه با گروه اول، با این تفاوت که بین سومین انسداد تا شروع آزمون‌ها ۱۰ دقیقه استراحت در نظر گرفته شد. در گروه کنترل، نیز کش الاستیکی، بدون اینکه هیچ فشاری به ران وارد شود، فقط دور ران بسته شد. برای بررسی اثر تمرین از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری استفاده شد و سطح معنی داری $P \leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: تحقیق حاضر نشان داد توان بی‌هوازی در پرش سارجنت در گروه تجربی دو نسبت به گروه تجربی یک و کنترل افزایش معنادار داشت ($P\leq ۰/۰۵$). در رابطه با توان اوج نسبی در آزمون وینگیت و توان بی‌هوازی با آزمون ارگوجامپ بین گروه‌ها تفاوت معناداری مشاهده نشد.

نتیجه گیری: بر اساس نتایج این پژوهش، اجرای پیش آماده سازی ایسکمی، ۱۰ دقیقه قبل فعالیت، با شدت و مدت اعمال شده در این پژوهش، بر توانایی پرش عمودی اثر بیشتری دارد.

واژه‌های کلیدی: پیش آمادگی ایسکمیک، ریپرفیوژن، عملکرد بی‌هوازی

[۱] دکتری بیوشیمی و متابولیسم ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.

[۲] استادیار گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کوثر بجنورد، بجنورد، ایران.

[۳] دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

[۴] استادیار گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کوثر بجنورد، بجنورد، ایران. نویسنده مسئول m_khadem_un@kub.ac.ir

مقدمه

رسیدن به آمادگی جسمانی مطلوب برای ورزشکاران از اهمیت بالایی برخوردار است و ورزشکاران برای رسیدن به بالاترین اجرای ورزشی از تمرینات و روش‌های مختلفی استفاده می‌کنند. فاصله میان پیروزی و شکست در عرصه رقابت‌های ورزشی بسیار کم است. توجه به جزییات می‌تواند این فاصله‌ها را کم کند و یکی از این جزییات استفاده از کمک‌های ارگوژنیک یا نیروزا است (۱). استفاده از کمک‌های ارگوژنیک بهبود دهنده عملکرد ورزشی پیش‌زمینه بالینی یا پزشکی دارد که در میان بیماران و برای بهبود علائم و نشانه‌ها اعمال می‌گردد. یکی از جدیدترین کاربردهای بالینی با هدف کمک به اجرای ورزشی، پیش‌آمادگی ایسکمیک[1] (IPC) است (۱). IPC به دو صورت قبل و حین فعالیت اعمال می‌شود. انسداد حین فعالیت شامل بستن بخش پروگزیمال عضو و همزمان اجرای فعالیت می‌باشد، در صورتی که IPC شامل استفاده از دوره‌های متناوب ایسکمی– ریپرفیوژن می‌باشد که چند دقیقه بعد از آن فعالیت شروع می‌شود (۲). IPC، یکی از جدیدترین کاربردهای بالینی با هدف کمک به اجرای ورزشی است (۳، ۴). IPC دوره‌های کوتاه و متناوب ایسکمی و جریان خون مجدد غیرکشنده در یک بافت است (۵). مشاهده شده که علاوه بر بافت‌های حیاتی مهمی مانند مغز، قلب، کلیه و کبد، عضلات اسکلتی نیز می‌توانند از اثرات محافظتی IPC بهره‌مند گردند (۶) و بعضا IPC باعث بهبود اجرا شده است (۷، ۸، ۹). بنابراین با توجه به اثر محافظتی این روش در بهبود عملکرد عضلات و دستیابی به رکوردهای بهتر ورزشی توجه پژوهشگران به این روش معطوف گشته است (۹،۱۰). از جمله مطالعات در این زمینه می‌توان به مطالعه دی‌گروت و همکاران اشاره کرد که پس از پنج دقیقه اعمال IPC، فعالیت بر روی دوچرخه کارسنج انجام شد. نتایج نشان داد که اعمال IPC باعث افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی و حداکثر برونده توان شد اما تاثیر معناداری بر ضربان قلب، تهویه و لاکتات خون نداشت (۷). در پژوهشی تاثیر IPC به صورت یک‌طرفه یا دوطرفه در اندام فوقانی، بر برون‌ده توان اندام تحتانی پرداختند. در این تحقیق ۱۵ دقیقه پس از اعمال IPC، آزمودنی‌ها چهار آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای را اجرا کردند. نتایج نشان داد که IPC یک طرفه تاثیر معناداری بر برونده توان و شاخص خستگی اندام تحتانی نداشت اما با اعمال IPC دوطرفه، میانگین توان در وینگیت اول بیشتر از گروه کنترل و حداکثر توان در وینگیت چهارم به طور معناداری بیشتر بود (۹). همچنین بهبود عملکرد پس از اعمال IPC در ازمودنی‌ها مشاهده شده است (۱۱). در مطالعه دیگر ۳۰ دقیقه پس از اعمال IPC آزمودنی‌ها، ۱۲ فعالیت سرعتی ۶ ثانیه‌ای را بر روی دوچرخه کارسنج انجام دادند. نتایج نشان داد که حداکثر برونده توان در فعالیت اول، دوم و سوم در گروه IPC به طور معناداری بیش‌تر بود (۱۲). همچنین مشاهده شد که با اعمال IPC زمان کل کار، حداکثر برونده توان، ضربان قلب بیشینه و تهویه ریوی افزایش یافت اما حداکثر اکسیژن مصرفی، برونده قلبی بیشنه، حجم ضربه‌ای بیشینه و ظرفیت بی هوازی تفاوت معناداری نداشت (۱۳). در مطالعه گیبسون و همکاران پنج دقیقه پس از اعمال IPC افراد سه عملکرد سرعتی ۳۰ متر را انجام دادند. نتایج نشان داد که IPC تاثیر معناداری بر عملکرد سرعتی نداشت (۱۴). اثر پیش آماده‌سازی ایسکمی بر عملکرد بی‌هوازی ۱۷ آزمودنی فعال که بصورت متقاطع در دو وضعیت اعمال پیش آماده‌سازی ایسکمی و بودن اعمال ایسکمی قرار داشتند بررسی شد. نتایج در کل نشان داد که IPC اثر معنی‌داری بر عملکرد بی‌هوازی ندارد (۱۵).

[1] Ischemic Preconditioning

همانطور که مشاهده شد نتایج تحقیقات در زمینه اثر IPC بر عملکرد متناقض بوده و برخی از مطالعات بهبود و برخی دیگر عدم بهبود عملکرد را گزارش کردند. به نظر می‌رسد از جمله دلایل احتمالی تفاوت در نتایج مطالعات فاصله زمانی اتمام IPC تا شروع فعالیت باشد و اغلب مطالعات تنها به بررسی یک فاصله زمانی بین اعمال IPC و شروع فعالیت پرداخته‌اند. از سوی دیگر، تقریباً در تمامی مطالعات انجام شده تاکنون، اثر IPC بر فعالیت‌هایی مانند دویدن، شنا و دوچرخه‌سواری بررسی شده است که این موضوع امکان تعمیم به دیگر رشته‌های ورزشی را محدود می‌کند. همچنین اغلب فعالیت‌های ورزشی و یا حداقل بخشی از آنها، نیازمند اجرای فعالیت‌های سریع با بازده توانی حداکثر هستند. بنابراین بهبود توان بی‌هوازی یکی از عوامل اصلی موفقیت ورزشکاران در این گونه رشته‌ها به شمار می‌رود (۱۶). لذا هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر پیش آمادگی ایسکمی با زمان‌بندی متغیر بر عملکرد بی‌هوازی زنان فعال بود.

روش‌شناسی تحقیق

تحقیق حاضر به روش نیمه تجربی و با طرح تحقیق متقاطع انجام شد. بدین منظور از بین دانشجویان زن فعال دانشکده علوم ورزشی دانشگاه حکیم سبزواری که طی دو سال گذشته در فعالیت‌های ورزشی مختلف مشارکت داشتند، ۲۱ نفر به صورت نمونه در دسترس انتخاب شده و در طرح پژوهشی شرکت کردند. معیارهای ورود به پژوهش دارا بودن سلامت عمومی و قلبی عروقی، توانایی انجام آزمون‌ها، عدم هورمون درمانی، عدم مصرف دارو، عدم ابتلا به بیماری‌های خاص و بیماری‌های شدید ارتوپدیک بود که کلیه موارد فوق از طریق پرسشنامه ارزیابی شد. در ابتدا بعد از توضیح روش کار، از آزمودنی‌ها جهت شرکت در پژوهش، رضایت نامه کتبی اخذ شد و با توجه به پرسشنامه پزشکی و معیارهای خروج، آزمودنی‌های مناسب انتخاب شدند. از تمام آزمودنی‌ها درخواست شد از مصرف کافئین و فعالیت شدید ۲۴ ساعت قبل از آزمون خودداری کنند. یک هفته قبل از اجرای آزمون، افراد در یک جلسه آشنایی شرکت کرده و با نحوه اجرای کار آشنا شدند. در روز بعد اندازه‌گیری‌های تن‌سنجی شامل قد با متر، وزن با ترازوی دیجیتال و درصد چربی بدن با استفاده از دستگاه کالیپر (روش هفت نقطه‌ای جکسون و پولاک) انجام شد (۱۷). درضمن کمیته اخلاق پژوهشکده تربیت بدنی تهران، نیز انجام پژوهش را از نظر اخلاقی تایید نمود (IR.SSRC.REC.1398.019). طرح پژوهشی به صورت متقاطع و در سه هفته متوالی انجام شد. همچنین به منظور جلوگیری از اثر ریتم شبانه روزی آزمون‌ها در یک زمان مشابه انجام گرفت. آزمودنی‌ها به طور تصادفی در سه گروه قرار گرفتند. گروه تجربی یک، سه ست پنج دقیقه‌ای انسداد با فواصل استراحتی پنج دقیقه بین هر ست و بلافاصله پس از سومین انسداد آزمون‌ها گرفته می‌شد. گروه تجربی دو، سه ست پنج دقیقه‌ای انسداد با فواصل استراحتی پنج دقیقه بین هر ست و فاصله استراحتی بین سومین انسداد تا شروع فعالیت ۱۰ دقیقه بود. گروه کنترل نیز مشابه با گروه تجربی یک و دو فقط دراز کشیده و کش الاستیکی به صورت نمادین در قسمت فوقانی ران بدون اعمال هیچ فشاری بسته شد. نحوه انجام IPC بدین صورت بود که افراد در حالت طاق باز دراز کشیده و کش الاستیکی بر روی قسمت فوقانی ران هر دو پا بسته می شد. اعمال IPC با استفاده از یک کش الاستیکی (پرکتیکال کاف) صورت می‌گرفت. کش الاستیک در بالاترین قسمت ران‌ها بسته می‌شد. به منظور اطمینان از فشار لازم جهت انسداد جریان خون، از نبض پشت قوزک داخلی پا هنگام بستن ران‌ها استفاده می‌شد (شکل۱) (۱۸،۱۹). به این صورت که عدم وجود نبض در محل‌های مذکور در طول انسداد، دلالت بر انسداد کامل جریان خون داشت. برای این منظور، در یک آزمایش مقدماتی چند نفر از آزمودنی‌ها با دور اندام متفاوت توسط دستگاه

اولتراسونوگرافی مورد مطالعه قرار گرفتند. بعد از بستن کش به دور اندام و اطمینان از عدم وجود نبض در دیستال اندام، جریان خون شریان توسط دستگاه اندازه‌گیری شد که نشان دهنده قطع کامل جریان خون بود. به این صورت که عدم وجود نبض دلالت بر انسداد کامل جریان خون داشت (۲۰). میزان فشار درک شده با استفاده از شاخص درک فشار بورگ (۲۱) ارزیابی شد. به گونه‌ای که آزمودمی‌ها فشار شماره ۹ را احساس کنند. فعالیت‌های انجام شده پس از اعمال IPC شامل سه آزمون پرش سارجنت، ارگوجامپ و آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه با فواصل استراحتی پنج دقیقه بین هر آزمون بود.

شکل ۱: نحوه انجام تمرینات IPC

روش اندازه‌گیری متغیرها

آزمون درک فشار

آزمون میزان درک فشار بورگ شامل شدت امتیازدهی ۱۰ رتبه‌ای است. بعد از هر آزمون، از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا به‌طور شفاهی شماره مترادف با ادراک خود از فشار وارده را در یک مقیاس ۱۰ امتیازی، با دامنه‌ای از صفر (هیچ فشاری) تا ۱۰ (نهایت فشار) بیان کنند (۲۱).

پرش سارجنت

با استفاده از آزمون پرش عمودی سارجنت، توان انفجاری پاها اندازه‌گیری شد. توان به دو روش ارزیابی شد؛ اول بر مبنای ارتفاع پرش (با استفاده از آزمون پرش عمودی سارجنت) و دوم بر مبنای فرمول (۲۲) ذیل.

$$power\ kg.\ m/s = \sqrt{(۴.۹)} \times \text{weight(kg)} \times \sqrt{\text{jumpheight(m)}}$$

ارگوجامپ

برای انجام این تست، ابتدا جعبه کنترل را روشن کرده سپس با استفاده از دکمه‌های up یا down زمان تست را از پنج ثانیه تا ۳۰ ثانیه انتخاب کرده و از آزمودنی‌ها خواسته شد بر روی صفحه سنسور قرار بگیرند. دکمه استارت را زده و با بلند شدن صدای بوق تست شروع شد. در این هنگام آزمودنی بایستی با تمام توان خود بر روی صفحه به صورت تواتری در زمان تعیین شده پرش را انجام دهد به طوری‌که زمان تماس با زمین را به حداقل و زمان پرواز را به حداکثر برساند. پس از پایان تست تعداد پرش و توان بر روی صفحه نمایشگر نشان داده و ثبت شد (۲۳).

توان بی‌هوازی

تست وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای برای اندازه‌گیری توان بی‌هوازی آزمودنی‌ها استفاده شد. آزمودنی‌ها، روی چرخ کارسنج مونارک (مدلe ۸۹۴،ساخت سوئد)، بدون مقاومت، پنج دقیقه گرم کردند. سپس برحسب وزن افراد، مقاومتی معادل با ۷/۵ ٪ وزن بدن اضافه شد و آزمودنی‌ها به‌مدت ۳۰ ثانیه با تمام توان رکاب زدند. رایانه اوج، میانگین و حداقل توان را برآورد کرد (۲۴).

تجزیه و تحلیل آماری

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون آنووا با اندازه‌گیری‌های مکرر (repeated Measure ANOVA) استفاده شد. در صورت معنی‌دار بودن اثر زمان در گروه و برای مقایسه جفت گروه‌ها آزمون تقیبی LSD مورد استفاده قرار گرفت. سطح معناداری p≤۰/۰۵ در نظر گرفته شده و داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ تجزیه و تحلیل شد. پذیره‌های زیربنایی مدل شامل آزمون‌های توزیع طبیعی با استفاده از آزمون‌های کولموگراف–اسمیرنف و شاپیرو ویلک و همچنین برابری خطاهای واریانس با آزمون لوین مورد ارزیابی و تایید قرار گرفت.

یافته‌ها

جدول ۱ خصوصیات آنتروپومتریک آزمودنی‌ها را نشان می‌دهد.

جدول۱- ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها

ویژگی ها	میانگین ±انحراف استاندارد
سن (سال)	۱۹/۲۷ ± ۱/۶
قد (سانتی متر)	۱۶۱/۷۵ ± ۳/۴۳
وزن (کیلوگرم)	۵۷/۵۵ ± ۶/۳۹
BMI (کیلوگرم/مترمربع)	۲۱/۹۹± ۲/۳۴

جدول ۲ نتایج آزمون‌های مختلف توان بی‌هوازی را در هر یک از گروه‌ها نشان می‌دهد. همان‌طور که نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان می‌دهد، در مورد توان انفجاری پاها در پرش سارجنت نتایج آزمون های آماری تفاوت معنادار بین گروه ها را نشان می‌دهد (P<۰/۰۵) . نتایج آزمون تعقیبیLSD نشان داد که این تفاوت بین گروه تمرین دو (۱۰ دقیقه بعد از ایسکمی)، با گروه کنترل و گروه تمرین ۱ (بلافاصله بعد از ایسکمی) معنادار بود (P≤۰/۰۵). بین گروه‌ها در توان اوج نسبی آزمون وینگیت و توان بی‌هوازی در آزمون ارگوجامپ تفاوت معناداری مشاهده نشد.

بحث و بررسی:

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ۱۰ دقیقه بعد از پیش آمادگی ایسکمی، در پرش سارجنت، توان انفجاری پاها افزایش یافت، اما ایسکمی سبب تغییر معناداری در توان اوج نسبی در آزمون وینگیت و توان بی‌هوازی آزمون ارگوجامپ بین گروه‌ها نشد. در حالت هیپوکسی (کاهش در دسترس بودن اکسیژن)، در عضله ممکن است افزایش متابولیت و تجمع لاکتات رخ دهد (۲۵). کاهش جریان خون شریانی اکسیژن‌دار به عضلات در حال کار و محدودیت تحویل اکسیژن، سبب ایجاد یک محیط بی‌هوازی برای عضله می‌شود.

جدول ۲ - تغییرات توان انفجاری پاها ،توان اوج نسبی و توان اوج بی هوازی در گروه‌های پژوهش

متغیرها	گروه ها	میانگین ± انحراف استاندارد	p
توان انفجاری پاها (سارجنت) (ثانیه /کیلوگرم متر)	**کنترل**	**۵۶۷/۳ ± ۵۴/۵**	**۰/۰۰۰۱**
	فعالیت بلافاصله بعد از ایسکمی	**۵۶۴/۴ ± ۴۲/۲**	
	فعالیت ۱۰ دقیقه بعد از ایسکمی	**۶۱۰/۷ ± ۲۳/۳۱**	
توان اوج نسبی در آزمون وینگیت (وات)	**کنترل**	**۵/۷۲ ± ۱/۵۸**	**۰/۸**
	فعالیت بلافاصله بعد از ایسکمی	**۵/۵۱ ± ۱/۳۳**	
	فعالیت ۱۰ دقیقه بعد از ایسکمی	**۵/۷۴ ± ۱/۵۹**	
توان بی‌هوازی ارگوجامپ (ثانیه /کیلوگرم متر)	**کنترل**	**۲۱/۴۵ ± ۴/۲۱**	**۰/۹**
	فعالیت بلافاصله بعد از ایسکمی	**۲۱/۶۷ ± ۴/۴۳**	
	فعالیت ۱۰ دقیقه بعد از ایسکمی	**۲۱/۵۰ ± ۴/۲۴**	

$P\leq ۰/۰۵$ به عنوان سطح معناداری در نظر گرفته شده است.

افزایش تجمع متابولیت و کاهش پاکسازی ممکن است سبب تورم سلول گردد که یکی دیگر از مکانیسم‌های انسداد است. توقف جریان وریدی نیز سبب حفظ این متابولیت پیشنهادی برای اثربخشی بیشتر می‌شود که اجازه نمی‌دهد برای سوخت و ساز بدن و دفع مواد تولید شده، جریان خون کافی به عضلات فعال برسد. تمامی این مراحل، یک محیط مطلوب را برای بکارگیری الیاف عضلانی FT فراهم می‌آورد (۲۶). با این عمل خون‌رسانی شریانی کاهش می‌یابد و متعاقب آن، توقف بازگشت خون وریدی صورت می‌گیرد که به اعتقاد بسیاری از پژوهشگران، از جمله بهترین مکانیسم‌های پیشنهادی برای اثربخشی تمرین انسداد در افزایش قدرت عضلانی و توان خواهد بود. از دیدگاه محققان یکی از سازوکارهای افزایش قدرت (به عنوان یک فاکتوردرگیر در توان) می‌تواند سازگاری‌های عصبی عضلانی و تغییر شرایط متابولیکی موضعی عضله باشد (۲۶).

از جمله دلایل عدم افزایش توان بی‌هوازی در پژوهش حاضر، می‌توان به این موضوع اشاره کرد که در پرش عمودی، در اجرای حرکت، عناصر انقباضی به تنهایی درگیر نیستند، بلکه بخش‌های الاستیک نیز فعال می‌شوند، بنابراین شاید افزایش توان در پرش سارجنت در این پژوهش را بدون افزایش در خروجی توان در آزمون وینگیت، بتوان توجیه کرد. همچنین عمل انقباضی عضلات در تست وینگیت اغلب انتقال شیمیایی–مکانیکی را منعکس می‌کند. در واقع، توان بی‌هوازی توانایی ورزشکار برای انتقال توان انفجاری و انرژی از سیستم‌های بی‌هوازی به توان است. لذا می‌توان گفت طبق یک پیوستار، ابتدا قدرت، بعد توان انفجاری عضلات پا و سرانجام توان بی هوازی افزایش می‌یابد (۲۷). همراستا با پژوهش حاضر، نشان داده شد که سه دور پنج دقیقه‌ای IPC بر روی هر دو پا و پنج دقیقه قبل فعالیت، تأثیر معناداری بر عملکرد زیربیشینه دوچرخه‌سواری ندارد (۲۸). همچنین بعد از اعمال سه دور IPC در هر دو پا، تغییر معنی‌داری در ظرفیت بی‌هوازی مشاهده نشده است (۱۳). لالونده و همکاران نیز تغییر معنی‌دار عملکرد بی‌هوازی بی‌اسیدلاکتیک و بااسیدلاکتیک را در نتیجه اعمال چهار دور پنج دقیقه‌ای IPC در یک دست، مشاهده نکردند (۱۵). رجبی و همکاران و شریفی و همکارن نیز تغییر معناداری را در عملکرد

بی‌هوازی با محدودیت جریان خون مشاهده نکردند (۲۹، ۳۰). در مقابل، بعضی تحقیقات تأثیر IPC بر عملکرد را تأیید کرده‌اند. دی‌گروت و همکاران (۲۰۱۰) ایسکمی در سه دور پنج دقیقه‌ای بر روی هر دو پا و پنج دقیقه قبل از فعالیت بررسی کردند. نتایج، بهبود برون‌ده توان در طی فعالیت دوچرخه‌سواری فزآینده بیشینه را نشان داد (۷). باربوسا و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که زمان واماندگی در فعالیت هندگریپ (فعالیتی با حجم عضلانی کوچکتر) با اعمال IPC در اندام تحتانی (بافت عضلانی بزرگتر)، افزایش یافت (۳۱). نشان داده شده است که که مقدار بیشتر حجم بافت درگیر در IPC، اثر محافظتی بیشتری در برابر آسیب ایسکمی– رپرفیوژن ایجاد می‌کند (۳۲).

از دلایل احتمالی که ممکن است این تفاوت‌ها را توجیه کند، اعمال IPC در اندام‌ها با حجم عضلانی متفاوت می‌باشد. تحقیقات نشان داده‌اند که تجمع متابولیت‌هایی مانند آدنوزین، برادی‌کینین و اپوئیدها باید به حد آستانه بحرانی برسد تا اثرات IPC آشکار شود (۱۴). از طرفی شدت، مدت و سیستم‌های انرژی درگیر در فعالیت‌های مورد استفاده ممکن است از عوامل احتمالی تفاوت در نتایج تحقیقات مذکور با تحقیق حاضر باشد. از دیگر دلایل احتمالی برای تفاوت در نتایج حاصل از اعمال IPC بر عملکرد، فاصله زمانی بین اعمال IPC و شروع فعالیت است. دراین‌راستا، فاصله زمانی پنج دقیقه (۷) و ۳۰ دقیقه (۱۲) در مطالعات مختلف لحاظ و نتایج متفاوتی حاصل گردیده است. در حقیقت محققین از این نتایج استفاده و اینطور استدلال کردند که اعمال IPC در زمان‌های مختلف قبل از فعالیت ممکن است منجر به پاسخ‌های متفاوتی شود. به نظر می‌رسد مطالعه حاضر اولین تحقیقی باشد که اثر فواصل زمانی مختلف بین اعمال IPC و شروع فعالیت بر عملکرد ورزشی را مورد بررسی قرار داده است.

در تحقیقاتی هم که فاصله زمانی بین اعمالIPC و شروع فعالیت مشابه بود نتایج متفاوتی حاصل شده است. در این راستا، دی‌گروت گزارش کرد اعمال IPC پنج دقیقه قبل از فعالیت فزاینده ۱۳ دقیقه‌ای منجر به بهبود عملکرد شد (۷). در مقابل، کلویدنس نشان داد که اعمال IPC ۵ دقیقه قبل فعالیت زیربیشینه دوچرخه‌سواری بر عملکرد تأثیری نداشت (۲۸). همچنین، اثرات معنی‌داری در نتیجه اعمال IPC پنج دقیقه قبل از فعالیت بر عملکرد بی‌هوازی الاکتیک (فعالیت شش ثانیه‌ای) و با اسیدلاکتیک (وینگیت ۳۰ ثانیه) مشاهده نشده است (۱۵). کراوس (۲۰۱۵) IPC را ۱۵ دقیقه قبل از چهار تکرار وینگیت ۳۰ ثانیه در یک و هر دو اندام فوقانی اعمال کرد و اثرات معنی‌داری در میانگین برون‌ده توان در وینگیت اول و اوج برون‌ده توان در وینگیت چهارم در وضعیت اعمال IPC در دو اندام مشاهده کرد (۹). در مقابل، گیبسون (۲۰۱۳) نشان داد که اعمال IPC ۱۵ دقیقه قبل از فعالیت بر اجرای عملکرد سرعتی ۳۰ متر ورزشکاران تمرین‌کرده تأثیر ندارد (۱۴). از دلایل احتمالی تفاوت در نتایج تحقیقات، شدت، مدت و سیستم‌های انرژی درگیر فعالیت است. همانطور که در بالا ذکر شد فعالیت در تحقیق دی‌گروت فزاینده بود ولی در تحقیق کلویدنس زیربیشینه بود. در تحقیق گیبسون از فعالیت سرعتی ۳۰ متر استفاده شد که حدود پنج ثانیه طول کشید و در تحقیق لولانده (۲۰۱۴) از فعالیت سرعتی شش و آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای استفاده شد. سیستم غالب انرژی در فعالیت لحاظ شده در تحقیقات مذکور سیستم بی‌هوازی با اسید لاکتیک است. از طرفی، لولانده در تحقیق خود از یک آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه استفاده کرد که سیستم غالب انرژی در آن سیستم گلیکولیز بی‌هوازی است در صورتی که در تحقیق کراوس چهار آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای استفاده شد و نکته جالب اینکه IPC بر اوج برون‌ده توان آزمون وینگیت چهارم اثر داشت. با توجه به پروتکل فعالیت، در اجرای چهار آزمون وینگیت، سیستم انرژی هوازی نقش بیشتری ایفا می‌کند. این موضوع بر این نکته مهم دلالت دارد که احتمالاً مدت و شدت فعالیت در مطالعات مذکور و همچنین مطالعه حاضر به اندازه‌ای نبوده است تا باعث تجمع متابولیت‌ها برای شروع

آبشار بیوشیمیایی مرتبط با IPC شود. بخصوص اینکه این فعالیت‌ها با مصرف کمتر ATP و کاهش کمتر سطح انرژی همراه بوده است (۱۴). در تحقیق حاضر عملکرد شامل اجرای آزمون‌های مختلف بی‌هوازی بود که نهایت حدود یک دقیقه طول کشید و همچنین، اعمال ایسکمی بلافاصله و ۱۰ دقیقه قبل از شروع آزمون‌ها انجام شد که اعمال ایسکمی ۱۰ دقیقه قبل فعالیت اثرات بیشتری داشت. این مطالب این موضوع را پیشنهاد می‌کند که وقتی شدت و مدت فعالیت به یک آستانه مطلوب برسد ممکن است اثرات مفید IPC بیشتر آشکار شود. آستانه‌ای که هنوز به روشنی مشخص نیست (۱۴). علاوه براین، ممکن است اثر IPC بر سازوکارهای سیستم انرژی هوازی بیشتر باشد.

همچنین از دیگر دلایل احتمالی تفاوت نتایج این تحقیق با سایر تحقیقات، می‌توان به تفاوت در سطح عملکرد آزمودنی‌ها (ورزشکار، غیر ورزشکار) اشاره کرد. آزمودنی‌های پژوهش حاضر دختران دانشجوی تربیت بدنی بودند که بعضا از سطح بالای عملکرد برخوردار بودند و تحقیقات حاکی از آن است که اصولاً ورزشکاران به راحتی به تمرینات معمول ورزشی پاسخ نمی دهند (۳۳). از دیگر دلایل احتمالی ناهمخوان بودن نتایج پژوهش حاضر با پژوهش‌های یاد شده می‌توان به تفاوت‌های جنسی آزمودنی‌ها اشاره کرد. تحقیقات نشان داده است، زنان به دلیل مقاومت ذاتی بالاتری که در مقابل آسیب‌های ناشی از ایسکمی دارند، آستانه ایجاد اثرات محافظتی ایسکمی–ریپرفیوژن در آن‌ها بالاتر و متفاوت از جنس مذکر است (۳۴،۳۵). لذا به منظور موثر واقع شدن این روش در بهبود عملکرد، احتمالا باید پروتکل قوی‌تر و متفاوتی را به کار برد. این مطالعه نیز همانند هر مطالعه دیگری دارای محدودیت‌هایی بود و از آن جمله می توان به عدم اندازه‌گیری لاکتات اشاره کرد که در مطالعات آتی می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. همچنین با توجه به مطالعات اندکی که در این زمینه انجام شده است، بیان سازوکارهای احتمالی اثر IPC بر عملکرد بر اساس مبانی تئوری و تأیید سازوکارهای ذکر شده نیاز به مطالعات بیشتر دارد.

نتیجه گیری

بر اساس نتایج مطالعه حاضر می‌توان گفت، اعمال پیش آماده‌سازی ایسکمیک در دختران جوان عملکرد بی‌هوازی و به ویژه توانایی پرش عمودی را بهبود می‌بخشد و به نظر می‌رسد که اگر پیش آمادگی ایسکمیک ۱۰ دقیقه قبل فعالیت اعمال شود، نسبت به ۵ دقیقه قبل فعالیت، اثرات بیشتری بر بهبود عملکرد توانی خواهد داشت. بنابراین می توان نتیجه گرفت که دختران جوان که به طور معمول تمایلی به انجام تمرینات سنگین ندارند، از این روش می‌توانند در بهبود عملکرد توانی خود استفاده کنند و به اهداف تمرینی خود دست یابند.

تشکر و قدردانی

از تمامی کسانی که به عنوان آزمودنی در این پژوهش شرکت کردند، تشکر و قدرانی می‌شود

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

منابع

1 da Silva Novaes, J., da Silva Telles, L. G., Monteiro, E. R., da Silva Araujo, G., Vingren, J. L., Silva Panza, P., . . . Vianna, J. M. (2021). Ischemic preconditioning improves resistance training session performance. Journal of Strength and Conditioning Research, 35(11), 2993-2998.

2 Rytter, N., Carter, H., Piil, P., Sørensen, H., Ehlers, T., Holmegaard, F., . . . Gliemann, L. (2020). Ischemic preconditioning improves microvascular endothelial function in remote vasculature by enhanced prostacyclin production. Journal of the American Heart Association, 9(15), e016017.

3 Marocolo, M., Billaut, F., & Da Mota, G. R. (2018). Ischemic preconditioning and exercise performance: an ergogenic aid for whom? Frontiers in Physiology, 9, 1874.

4 Marocolo, M., Simim, M. A. M., Bernardino, A., Monteiro, I. R., Patterson, S. D., & da Mota, G. R. (2019). Ischemic preconditioning and exercise performance: shedding light through smallest worthwhile change .European journal of applied physiology, 119(10), 2123-2149.

5 Caru, M., Levesque, A., Lalonde, F., & Curnier, D. (2019). An overview of ischemic preconditioning in exercise performance: A systematic review. Journal of sport and health science, 8(4), 355-369.

6 Li, J. R., Ou, Y. C., Wu, C. C., Wang, J. D., Lin, S. Y., Wang, Y. Y., . . . Chen, C. J. (2019). Ischemic preconditioning improved renal ischemia/reperfusion injury and hyperglycemia. IUBMB life, 71(3), 321-329.

7 De Groot, P. C., Thijssen, D. H., Sanchez, M., Ellenkamp, R., & Hopman, M. T. (2010a). Ischemic preconditioning improves maximal performance in humans. European journal of applied physiology, 108(1), 141-146.

8 Jean-St-Michel, E., Manlhiot, C ,.Li, J., Tropak, M., Michelsen, M. M., Schmidt, M. R., . . . Redington, A. N. (2011). Remote preconditioning improves maximal performance in highly trained athletes. Medicine and science in sports and exercise, 43(7), 1280-1286.

9 Kraus, A. S. (2014). Bilateral upper limb remote ischemic preconditioning improves peak anaerobic power.

10 De Groot, P. C., Thijssen, D. H., Sanchez, M., Ellenkamp, R., & Hopman, M. T. (2010b). Ischemic preconditioning improves maximal performance in humans. European journal of applied physiology, 108, 141-146.

11 Arriel, R. A., Meireles, A., Hohl, R., & Marocolo, M. (2020). Ischemic preconditioning improves performance and accelerates the heart rate recovery. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 60(9), 1209-1215.

12 Patterson, S. D., Bezodis, N. E., Glaister, M., & Pattison, J. R. (2015). The effect of ischemic preconditioning on repeated sprint cycling performance. Medicine & science in sports & exercise, 47(8), 1652-1658.

13 Crisafulli, A., Tangianu, F., Tocco, F., Concu, A., Mameli, O., Mulliri, G., & Caria, M. A. (2011). Ischemic preconditioning of the muscle improves maximal exercise performance but not maximal oxygen uptake in humans. Journal of applied physiology, 111(2), 530-536.

14 Gibson, N., White, J., Neish, M., & Murray, A. (2013). Effect of ischemic preconditioning on land-based sprinting in team-sport athletes. International journal of sports physiology and performance, 8(6), 671-676.

15 Lalonde, F., Poirier, P., Arvisais, D., & Curnier, D. (2015). Exercise-induced ischemic preconditioning and the potential application to cardiac rehabilitation. Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention, 35(2), 93-102.
16 MacIntosh, B. R., Rishaug, P., & Svedahl, K. (2003). Assessment of peak power and short-term work capacity. European journal of applied physiology, 88(6), 572-579.
17 Jackson, A. S., Pollock, M. L., & Ward, A. (1980). Generalized equations for predicting body density of women. Medicine and science in sports and exercise, 12(3), 175-181.
18 Loenneke, J. P. & ,Pujol, T. J. (2009). The use of occlusion training to produce muscle hypertrophy. Strength & Conditioning Journal, 31(3), 77-84.
19 Loenneke, J. P., Kearney, M. L., Thrower, A. D., Collins, S., & Pujol, T. J. (2010). The acute response of practical occlusion in the knee extensors. The Journal of Strength & Conditioning Research, 24(10), 2831-2834.
20 Mostafa Farkhani, B., Saghebjoo, M., Hosseini Kakhk, S. A., & Hedayati, M. (2022). The effect of speed endurance production training with blood flow restriction during rest intervals on serum VEGF and HIF-1α levels and aerobic and anaerobic performance in male soccer players. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport.
21 Arazi, H., & Heidari, N. (2013). Rating of perceived exertion and blood lactate responses during special judo fitness test in Iranian elite and non-elite judo players. Medicina Dello Sport, 66(4), 523-530.
22 Prabowo, A., Ihsan, N., Barlian, E., & Welis, W. (2020). Development of digital based vertical jump test instruments. Paper presented at the Journal of Physics: Conference Series.
23 Harman, E. A., Rosenstein, M. T., Frykman, P. N., & ROSenStein, R. M. (1990). The effects of arms and countermovement on vertical jumping. Medicine and science in sports and exercise, 22(6), 825-833.
24 Mekhdieva, K., Zakharova, A., Vladelshchikova, M., & Timokhina, V. (2021). Wingate tests in elite sports: comparative analysis. Theory and Practice of Physical Culture(1), 27-29.
25 Boraczyński, M., Boraczyński, T., Podstawski, R., Wójcik, Z., & Gronek, P. (2020). Relationships between measures of functional and isometric lower body strength, aerobic capacity, anaerobic power, sprint and countermovement jump performance in professional soccer players. Journal of Human Kinetics, 75(1), 161-175.
26 Hoffman, J. (2006). Norms for fitness, performance, and health: Human Kinetics.
27 Arslan, C. (2005). Relationship between the 30-second Wingate test and characteristics of isometric and explosive leg strength in young subjects. Journal of Strength and Conditioning Research, 19(3), 658.
28 Clevidence, M. W., Mowery, R. E., & Kushnick, M. R. (2012). The effects of ischemic preconditioning on aerobic and anaerobic variables associated with

submaximal cycling performance. European journal of applied physiology, 112(10), 3649-3654.

29 Rajabi, H., Motamedi, P., & Zabihi, D. (2020). The effect of twelve session of high intensity cycle training with blood flow restriction on aerobic and anaerobic performance of active men. Research in Sport Medicine and Technology, 18(19), 11-21.

30 Sharifi Moghadam, A., & Naserkhani, F. (2019). The effect of ischemic preconditioning on the of anaerobic performance in female student's athletes. Journal of Sport and Exercise Physiology, 12(2), 1-14.

31 Barbosa, T., Machado, A., Braz, I., Fernandes, I., Vianna, L., Nobrega, A., & Silva, B. (2015). Remote ischemic preconditioning delays fatigue development during handgrip exercise. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 25(3), 356-364.

32 Loukogeorgakis, S. P., Panagiotidou, A. T., Broadhead, M. W., Donald, A., Deanfield, J. E., & MacAllister, R. J. (2005). Remote ischemic preconditioning provides early and late protection against endothelial ischemia-reperfusion injury in humans: role of the autonomic nervous system. Journal of the American College of Cardiology, 46(3), 450-456.

33 Takarada, Y., Sato, Y., & Ishii, N. (2002). Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. European journal of applied physiology, 86, 308-14.

34 Penna, C., Tullio, F., Merlino, A., Moro, F., Raimondo, S., Rastaldo, R., . . . Pagliaro, P. (2009). Postconditioning cardioprotection against infarct size and post-ischemic systolic dysfunction is influenced by gender. Basic research in cardiology, 104, 390-402.

35 Pitcher, J. M., Nagy, R. D., Tsai, B. M., Wang, M., Kher, A., & Meldrum, D. R. (2005). Is the preconditioning threshold different in females? Journal of Surgical Research, 125(2), 168-172.

The effect of ischemic preconditioning with variable timing on the anaerobic performance of active female

Tayebeh Amiri Parsa[1], Azam Mollanovruzi[2], Vahid Tadibi[3], Mitra Khademosharie[2*]

1 Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran.

2 Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, Kosar University of Bojnord, Bojnord, Iran.

3 Department of Biological Sciences in Sports, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran.

[*]**Corresponding author**: m_khadem_un@kub.ac.ir

Abstract

Objectives: It has been stated that ischemia preparation can have a positive effect on performance. The purpose of this study was to investigate the effect of ischemic preconditioning with different time intervals on the anaerobic performance of active female.

Methods: 21 active female were selected and participated in the study. The study design was cross-over. Subjects were randomly assigned to three positions. The one experimental group performed, three sets of five minutes of vascular occlusion with five minutes' rest between each set and immediately after the third occlusion, tests were taken. Two experimental group were exactly the same as the first group, except that between the third occlusion until the start of the tests, 10 minutes of rest are considered. In the control group, the elastic band was closed just behind the throat without any pressure on the thigh. Analysis of variance with repeated measurements was used to check the mean difference of the desired variables.

Results: The results indicated a significant increase in anaerobic power in Sargent jump in experimental group two compared to experimental group one and control ($P<0.05$). Regarding relative peak power in the Wingate test and anaerobic power with the Ergo jump test, there was no significant difference between the groups.

Conclusion: According to the results of this research, the implementation of ischemia preconditioning, 10 minutes before the activity, with the intensity and duration applied in this research, has a greater effect on the vertical jump ability.

Key words: Ischemic Preconditioning, Reperfusion, Anaerobic Performance