



## اثربیش آماده‌سازی ایسکمی در زمان‌ها و اندام‌های مختلف بر پاسخ لاکتات و میزان درک فشار بعد از فعالیت شدید در جودوکاران

امین فرزانه حصاری<sup>۱\*</sup>، سید علیرضا حسینی کاخک<sup>۲</sup>، محمد رضا حامدی نیا<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۱۵

### چکیده

**هدف:** هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر پیش آماده‌سازی ایسکمی با فاصله‌های زمانی و در اندام‌های مختلف قبل از فعالیت بر تغییرات لاکتات خون و میزان درک فشار بعد از فعالیت شدید در جودوکاران بود. **روش‌شناسی:** ۱۳ جودوکار مرد (حداقل ۴ سال سابقه تمرین) به‌طور داوطلبانه در این مطالعه شرکت کردند. هر آزمودنی در هفت جلسه مجزا و به‌صورت تصادفی و موازنه متقابل دو آزمون ویژه جودو متوالی با فاصله ۹۰ ثانیه را در هفت وضعیت بدون ایسکمی، پیش آماده‌سازی ایسکمی در دست ۵ دقیقه قبل فعالیت، ایسکمی دست ۲۰ دقیقه قبل فعالیت، ایسکمی هم‌زمان در دست و پا ۵ دقیقه قبل فعالیت و ایسکمی دست و پا ۲۰ دقیقه قبل فعالیت اجرا کرد. پیش آماده‌سازی ایسکمی در سه دور ۵ دقیقه‌ای انسداد با ۵ دقیقه رپرفیوژن (برقراری مجدد جریان خون) متعاقب آن انجام شد. میزان درک فشار بلافاصله بعد هر آزمون و لاکتات خون در زمان‌های بلافاصله، ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه بعد فعالیت اندازه‌گیری شد. از روش آماری آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد.

**یافته‌ها:** غلظت لاکتات خون در زمان‌های ۱۰ و ۱۵ دقیقه بعد فعالیت و میزان درک فشار در وضعیت پیش آماده‌سازی ایسکمی هم‌زمان در دست و پا ۲۰ دقیقه قبل فعالیت کمتر از وضعیت‌های دیگر بود و با وضعیت کنترل تفاوت معنی‌داری داشت.

**نتیجه‌گیری:** طبق یافته‌های پژوهش اگر پیش آماده‌سازی ایسکمی در توده عضلانی بیشتر و ۲۰ دقیقه قبل از فعالیت اجرای شود بر متابولیسم لاکتات و میزان درک فشار اثر بیشتری دارد.

**واژگان کلیدی:** ایسکمی، رپرفیوژن، آزمون ویژه جودو، لاکتات خون.

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش، ۲. دانشیار دانشگاه حکیم سبزواری، ۳. استاد دانشگاه حکیم سبزواری

\*نشانی الکترونیک نویسنده مسئول: af.hessari@gmail.com

## مقدمه

شناخت دقیق عوامل مؤثر بر اجرای ورزشی به مربیان کمک می‌کند تا برنامه‌های تمرینی را بر اساس یافته‌های علمی طرح‌ریزی کنند. در اکثر مسابقات ورزشی فاصله بین دو وهله‌ی فعالیت کوتاه است در نتیجه ذخایر انرژی از دست رفته بدن به طور کامل بازسازی نمی‌شود که به تضعیف اجرای ورزشکار منجر می‌شود. فعالیت شدید باعث تولید مقادیر انبوه اسید لاکتیک در عضلات اسکلتی می‌شود که تعادل اسید-بازی بدن را به هم می‌زند و می‌تواند از طریق مسیرهای تولید ATP و یا دخالت در مراحل انقباض عضله فعال باعث اختلال در اجرای ورزشی گردد (۱۲). در زمان برگشت به حالت اولیه، باید روش‌هایی را به کاربرد تا لاکتات تشکیل شده با سرعت بیشتری دفع شود. یکی از عواملی که باعث کاهش لاکتات تولیدشده، بازسازی ذخایر انرژی و میوگلوبین و در نتیجه تسریع بازگشت به حالت اولیه می‌شود، افزایش جریان خون است (۱۳). مطالعات تأیید کرده‌اند که پیش آماده‌سازی ایسکمی<sup>۱</sup> (IPC) جریان خون عضله را بهبود می‌بخشد (۳۱).

پیش آماده‌سازی ایسکمی پدیده‌ای است که برقراری دوره‌های کوتاه و متناوب ایسکمی و جریان خون مجدد غیرکشنده در یک بافت، اثر حفاظتی قدرتمندی در برابر آثار زیان‌آور یک ایسکمی کشنده طولانی مدت پس از آن در همان بافت القاء می‌کند. این روش در ابتدا برای محافظت سلول‌های قلبی علیه آسیب‌های ایسکمی ناشی از سکتة قلبی و انفارکتوس مورد مطالعه قرار گرفت (۲۵). مزیت استفاده از این روش این است که استفاده از آن در بسیاری از

موارد بالینی و یا غیر بالینی اخلاقی بوده و اجرای آن آسان و بدون ضرر است. اما علاوه بر مطالعاتی که در ابتدا در بافت‌های حیاتی مهم مثل مغز، قلب، کلیه و کبد انجام شد، در مراحل بعدی نشان داده شد که بافت‌های دیگری از جمله عضلات اسکلتی نیز می‌توانند از اثرات محافظتی پیش آماده‌سازی ایسکمی در برابر ایسکمی و جریان مجدد بهره‌مند گردند (۶). بنابراین با توجه به اثرات محافظتی این پدیده بر روی عضلات اسکلتی، توجهات به سمت استفاده از این روش در بهبود عملکرد عضلات اسکلتی و به دست آوردن رکوردهای بهتر ورزشی معطوف گردید. در همین راستا، شواهدی وجود دارد که IPC ممکن است اثرات مثبت بر عملکرد عضله اسکلتی داشته باشد که منجر به افزایش ظرفیت اجرا می‌شود (۱۹، ۱۷، ۱۱). جین اس تی مایکل و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۱) نشان داد که اجرای IPC اجرای شنای ۱۰۰ متر بیشینه را بهبود می‌بخشد (۱۷). مدت‌زمان فعالیت بیشینه فزاینده بعد از اجرای IPC در تحقیق دی گروت<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۰) افزایش یافت (۱۱). در مقابل چند مطالعه عدم تأثیر IPC بر فعالیت را نشان دادند (۷، ۱۵). از دلایل احتمالی تفاوت در نتایج مطالعات ممکن است مدت‌زمان بین اجرای IPC و شروع فعالیت باشد. همچنین، اجرای IPC در مطالعات مذکور ممکن است به حدی نبوده است که باعث شود تجمع متابولیت‌های اثرگذار به آستانه برسد تا منجر به شروع آبشار و پیام‌رسانی داخل سلولی شود.

2. Jean St Michel  
3. De Groot

1. ischemic preconditioning

مداخله‌گرهای فیزیولوژیکی، عوامل روانی و علائم اختصاصی و غیراختصاصی وجود فشار (تعریق، درد و خستگی عمومی) است (۲۰). در رابطه با اثر اجرای IPC بر میزان درک فشار، کریسافولی<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۱) زمان کل فعالیت را به‌عنوان شاخص خستگی بررسی کرد و نشان داد که IPC زمان اجرای فعالیت زیربیشینه را افزایش می‌دهد (۸).

از آنجا که IPC ممکن است کارایی انقباض عضله را احتمالاً به‌وسیله افزایش انقباض‌پذیری عضله و یا افزایش کارایی زوج تحریک انقباض بهبود دهد و انقباض عضلانی کاراتر، ظرفیت میتوکندریایی را افزایش می‌دهد که متعاقباً تعادل بین تولید و حذف لاکتات را بهبود می‌بخشد (۱۷)، بنابراین IPC ممکن است بر میزان فشار ادراک‌شده ناشی از فعالیت اثر داشته و متابولیسم لاکتات بعد از فعالیت شدید را تغییر دهد که منجر به افزایش بازگشت به حالت اولیه و افزایش عملکرد ورزشی بعدی شود. همچنین، با توجه به اینکه اجرای IPC در اندام‌ها با حجم عضلانی متفاوت ممکن است منجر به پاسخ‌های بیوشیمیایی مختلف شود (۱۱) و همچنین مشخص نبودن فاصله زمانی بین اجرای IPC و شروع فعالیت در تحقیقات، محققان به دنبال بررسی این موضوع هستند که آیا اجرای IPC در حجم عضلانی و زمان‌های متفاوت می‌تواند اثرات متمایزی داشته باشد؟ بنابراین، هدف از این تحقیق، بررسی اجرای پیش آماده‌سازی ایسکمی در زمان‌های مختلف و در اندام‌ها با حجم عضلانی متفاوت بر پاسخ لاکتات در یک دوره زمانی بعد از فعالیت شدید و میزان درک فشار در جودوکاران می‌باشد.

مطالعات تأیید کردند که IPC جریان خون عضله را از طریق افزایش فعالیت کانال‌های پتاسیم حساس به ATP افزایش می‌دهد (۲۹). این جریان خون افزایش‌یافته تحویل اکسیژن را بهبود می‌بخشد و ممکن است در افزایش پاک‌سازی لاکتات مشارکت کند که احتمالاً شامل تنظیم افزایشی شاتل‌های لاکتات درون و برون سلولی است (۱۶). بعضی مطالعات اثر اجرای IPC بر لاکتات خون را بررسی کردند. بیلی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کرد که غلظت لاکتات خون حین فعالیت زیربیشینه پیش‌رونده در گروه IPC کمتر از گروه کنترل بود (۳). دی گروت و همکاران (۲۰۰۹) و پاترسون<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۴) هم نشان دادند که غلظت لاکتات بلافاصله بعد از فعالیت شدید بین گروه اجرای IPC و کنترل مشابه بود (۱۱، ۲۷). در مقابل، کروز<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۶) پاسخ لاکتات را در یک دوره زمانی ۴۵ دقیقه بعد از فعالیت شدید دوچرخه‌سواری بررسی و مشاهده کرد که غلظت لاکتات بعد از اجرای IPC بالاتر از وضعیت کنترل بود (۹). به نظر می‌رسد که مطالعه کروز (۲۰۱۶) تنها مطالعه‌ای است که پاسخ لاکتات را در یک دوره زمانی بعد از فعالیت بررسی کرده است. در مطالعات بیلی (۲۰۱۲)، پاترسون (۲۰۱۴) و دی گروت (۲۰۰۹)، غلظت لاکتات حین و یا بلافاصله بعد از فعالیت اندازه‌گیری شده است.

علاوه بر لاکتات، میزان فشار ادراک‌شده از روش‌های دیگری است که برای سنجش فشار کاری فعالیت مورد استفاده قرار می‌گیرد. در واقع میزان درک فشار، نتیجه یکپارچه‌سازی پیچیده

1. Bailey
2. Paterson
3. Cruz

## روش پژوهش

۱۳ نفر (میانگین سن:  $20/7 \pm 3/0$  سال، وزن:  $70/1 \pm 6/9$  کیلوگرم، قد:  $177/5 \pm 8/3$  سانتیمتر) از جودوکاران مرد رده سنی جوانان استان گلستان که حداقل یکبار تجربه قهرمانی استان و شرکت در مسابقات کشور و همچنین حداقل ۴ سال سابقه تمرین جودو داشتند به طور داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. بر اساس سابقه پزشکی، آزمودنی‌ها هیچ مشکل پزشکی نداشته و هیچ دارویی استفاده نمی‌کردند. افرادی که اخیراً جراحی کرده و همین‌طور دارای فشارخون بیشتر از  $140/100$  و یا بیماری قلبی عروقی بودند از مطالعه حذف شدند.

## پروتکل IPC و اندازه‌گیری‌ها

از تمام آزمودنی‌ها خواسته شد از مصرف کافئین و فعالیت شدید ۲۴ ساعت قبل از آزمون خودداری کنند. به منظور بررسی اثر حاد IPC، آزمودنی‌ها ۸ جلسه مجزای متناوب به محل اجرای تحقیق آمدند. در جلسه اول، آشنا ساختن افراد با طرح تحقیق و روش اجرای آزمون‌ها و اندازه‌گیری قد، وزن و فشارخون استراحت صورت گرفت. در ۷ جلسه بعد آزمودنی‌ها به صورت تصادفی و به شکل متقابل (counter balance) یکی از وضعیت‌های زیر را انجام دادند: ۱. اجرای دو آزمون جسمانی ویژه جودو<sup>۱</sup> (SJFT) با فاصله ۹۰ ثانیه از یکدیگر بدون اجرای IPC (وضعیت کنترل)، ۲. اجرای IPC در دست‌ها ۵ دقیقه قبل از آزمون جودو اول، ۳. اجرای IPC در دست‌ها ۲۰ دقیقه قبل از آزمون جودو اول، ۴. اجرای IPC در پاها ۵ دقیقه قبل از آزمون جودو اول، ۵. اجرای IPC

در پاها ۲۰ دقیقه قبل از آزمون جودو اول، ۶. اجرای IPC در دست‌ها و پاها ۵ دقیقه قبل از آزمون جودو اول، ۷. اجرای IPC در دست‌ها و پاها ۲۰ دقیقه قبل از آزمون جودو اول. برای جلوگیری از اثرات IPC، جلسات با فاصله ۵ الی ۷ روز از یکدیگر انجام شد (۷) و به منظور جلوگیری از اثر ریتم شبانه‌روزی در یک‌زمان مشابه به محل تحقیق مراجعه کردند. همچنین به منظور حذف اثر احتمالی تمرین یا آشناسازی، ترتیب اجرای IPC به صورت متقاطع انجام شد. میزان فشار درک شده با استفاده از شاخص درک فشار بورگ (۱۰-۱) ارزیابی شد (۲) که بعد از هر یک از آزمون‌ها ثبت گردید. سطوح لاکتات خونی با استفاده از نمونه خونی به دست آمده از نوک انگشت وسط و با استفاده از دستگاه لاکتومتر (مدل YSI، ۱۵۰۰، آمریکا) در زمان‌های قبل از آزمون اول جودو، بلافاصله، ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه بعد از آزمون جودو دوم اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که دلیل انتخاب و اجرای دو آزمون ویژه جودو، شباهت و نزدیکی به زمان مسابقه رسمی جودو (۵ دقیقه) بود.

## اجرای پیش آماده‌سازی ایسکمی

مداخله IPC در وضعیت طاق باز و با انسداد شریانی هر دو دست و یا پا اجرا شد. اجرای IPC با استفاده از یک کش الاستیکی انجام شد (۲۳). کش الاستیک در بالاترین قسمت بازوها و ران‌ها بسته شد. به منظور اطمینان از انسداد جریان خون، از نبض بازویی برای اندام فوقانی و نبض پشت قوزک داخلی پا برای اندام تحتانی استفاده شد. به این صورت که عدم وجود نبض دلالت بر انسداد کامل جریان خون داشت (۳۲) برای این منظور، در یک آزمایش راهنما یا

بونفرونی استفاده شد. سطح معناداری در این پژوهش ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

#### یافته‌های پژوهش

نتایج نشان داد که اثر مستقیم اجرای IPC، اثر مستقیم زمان و همین‌طور اثر متقابل IPC و زمان بر تغییرات لاکتات معنی‌دار است. مقایسه غلظت لاکتات در زمان‌های مختلف بعد از فعالیت بین وضعیت‌های مختلف نشان داد که غلظت لاکتات خون بلافاصله و همین‌طور ۵ دقیقه بعد از فعالیت بین وضعیت‌های مختلف IPC تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

بین وضعیت‌های مختلف IPC در میانگین غلظت لاکتات ۱۰ دقیقه بعد از فعالیت تفاوت معنی‌داری وجود داشت. مقایسه وضعیت‌ها نشان داد که بین وضعیت‌های اجرای IPC با ۵ دقیقه قبل فعالیت ( $P=0/031$ )، IPC با ۲۰ دقیقه قبل فعالیت ( $P=0/004$ )، IPC هم‌زمان دست‌وپا ۵ دقیقه قبل فعالیت ( $P=0/001$ ) و IPC هم‌زمان دست‌وپا ۲۰ دقیقه قبل فعالیت ( $P=0/01$ ) با وضعیت کنترل تفاوت معنی‌داری وجود داشت. همچنین برای میانگین غلظت لاکتات ۱۵ دقیقه بعد از فعالیت بین وضعیت‌های مختلف IPC تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. مقایسه وضعیت‌ها نشان داد که بین وضعیت‌های اجرای IPC هم‌زمان دست‌وپا ۵ دقیقه قبل فعالیت ( $P=0/01$ ) و ۲۰ دقیقه قبل فعالیت ( $P=0/01$ ) با وضعیت کنترل، بین اجرای IPC دست ۵ دقیقه قبل فعالیت با وضعیت‌های

قسمت آزمایشی چند نفر از آزمودنی‌ها با دور اندام متفاوت توسط دستگاه اولتراسونوگرافی (مدل LOGIQ400) 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 نشان‌دهنده قطع کامل جریان خون بود. مداخله IPC در سه دور ۵ دقیقه‌ای انسداد با ۵ دقیقه رپرفیوژن انجام شد. به‌منظور مداخله IP هم‌زمان روی بازوها و پاها، بعد از انسداد و در فاصله رپرفیوژن بازوها، انسداد در پایین‌تنه انجام شد (۱۱). مدت‌زمان مداخله IP در پایین‌تنه مشابه بالاتنه بود.

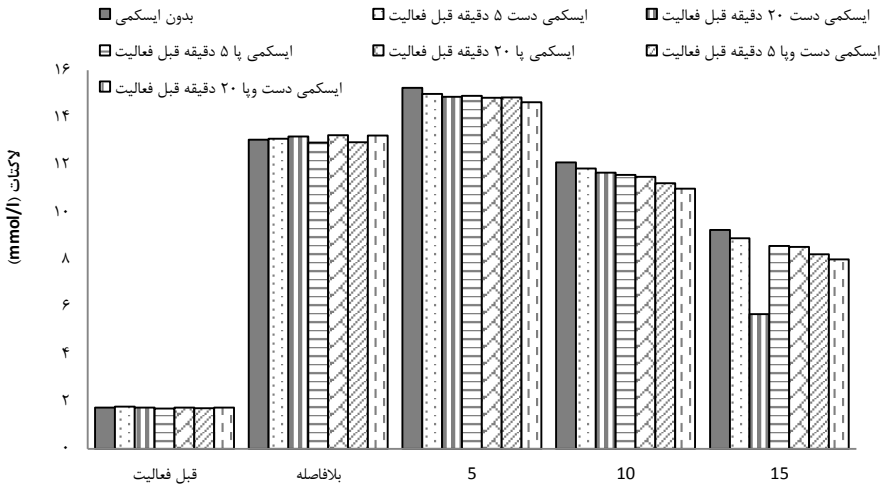
#### آزمون ویژه جودو

این آزمون شامل سه مرحله؛ مرحله یک، ۱۵ ثانیه، مرحله ۲ و ۳، ۳۰ ثانیه بود که بین هر مرحله ۱۰ ثانیه استراحت وجود داشت. آزمون به این صورت اجرا شد که در هر مرحله آزمودنی بر روی دو جودوکار هم‌قد و هم‌وزنش که در فاصله ۶ متری از هم قرار داشتند، تکنیک ایپون سوئی ناگه<sup>۱</sup> را با حداکثر تلاش و تا حداکثر تعداد ممکن اجرا کرد (۳۰).

#### تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از روش‌های آماری توصیفی و استنباطی استفاده شد. از آمار توصیفی برای تعیین میانگین و انحراف معیار استفاده گردید. توزیع نرمال بودن داده‌ها از طریق آزمون گولموگراف - اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت. جهت آزمون فرضیه‌های پژوهش از روش تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری (گروه × زمان) و آزمون تعقیبی

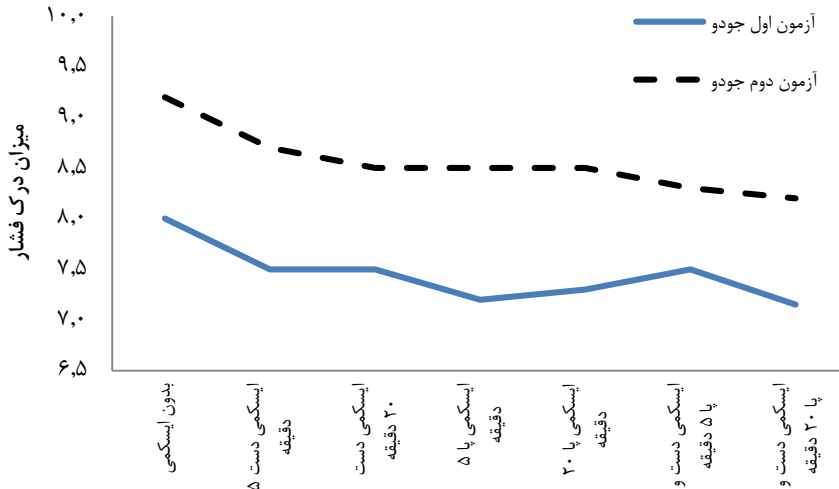
اجرای IPC همزمان دستوپا ۵ دقیقه قبل فعالیت (P=۰/۰۱) تفاوت معنی داری وجود داشت (شکل ۱).  
 فعالیت (P=۰/۰۱) و IPC همزمان دستوپا ۲۰



شکل ۱. میزان لاکتات خون در زمان های مختلف بعد از آزمون جودو در وضعیت های مختلف IPC

فعالیت کمتر از سایر وضعیت ها بود و با وضعیت کنترل تفاوت معنی داری داشت (P=۰/۰۴۳). برای درک فشار بعد از آزمون دوم جودو این تفاوت بین وضعیت اجرای IPC در پا ۲۰ دقیقه قبل فعالیت (P=۰/۰۳۱) و وضعیت اجرای IPC همزمان دستوپا ۲۰ دقیقه قبل فعالیت با وضعیت کنترل معنی دار بود (P=۰/۰۱۵).

نتایج تحقیق (شکل ۲) نشان داد که IPC بر میزان درک فشار بعد از SJFT1 (P=۰/۰۰۸) SJFT2 (F(۲۴,۲)=۵/۹۱۴، و بعد از SJFT2 (F(۲۴,۲)=۴/۱۹۷، P=۰/۰۲۷) اثر معنی داری دارد. مقایسه گروه ها نشان داد که میزان درک فشار بعد از آزمون اول جودو در وضعیت اجرای IPC همزمان دست و پا ۲۰ دقیقه قبل از



شکل ۲. میزان درک فشار بعد از دو آزمون جودو در وضعیت‌های مختلف اجرای IPC

تواند از کاهش در عملکرد اندوتلیال شریان بازویی جلوگیری کند که دلالت بر اثر سیستمیک IPC دارد (۳۳). مطالعات قبلی نشان دادند که اجرای IPC در اندام‌های دور<sup>۱</sup> (RIPC) جریان خون در عضله اسکلتی (۱۴)، کبد (۲۴) و قلب (۲۸) را حین رپرفیوژن بعد از ایسکمی طولانی مدت افزایش می‌دهد. در مطالعه دیگری بعد از هر چرخه ایسکمی - رپرفیوژن در دست، قطر شریان بازویی در دست مقابل اندازه‌گیری شد و رگ‌گشایی تجمعی را نشان داد (۱). بنابراین این احتمال وجود دارد که IPC جریان خون عضله اسکلتی را افزایش می‌دهد و تعادل بین مصرف و تحویل O<sub>2</sub> را بهبود می‌بخشد که منجر به بهبود عملکرد می‌شود. با این حال، نتایج بعضی تحقیقات پیشنهاد می‌کند که IPC ممکن است فاکتورهای دیگر غیر از جریان خون را تغییر دهد. در این مورد، مطالعات حیوانی که بر آسیب ایسکمی-

## بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان داد که پیش آماده‌سازی ایسکمی منجر به تجمع کمتر لاکتات در زمان‌های ۱۰ و ۱۵ دقیقه بعد فعالیت شد و این کاهش بین وضعیت ایسکمی هم‌زمان دست‌وپا ۲۰ دقیقه قبل فعالیت با وضعیت کنترل معنی‌دار بود. همچنین میزان درک فشار در وضعیت ایسکمی هم‌زمان دست‌وپا و ۲۰ دقیقه قبل از فعالیت کمتر از وضعیت‌های دیگر بود.

یافته مهم این تحقیق این است اجرای IPC هم‌زمان در دست‌وپا و ۲۰ دقیقه قبل از فعالیت آثار بیشتری داشت که ممکن است پیشنهادکننده این موضوع باشد که شاید فواید IPC در یک‌فاصله زمانی خاص و در اندام‌های بیشتر آشکارتر است.

در خصوص مکانیسم‌های احتمالی اثر IPC بر عملکرد در مطالعات قبل ذکر شده است که IPC دارای اثرات سیستمیک مثبت متنوعی است (۱۸). برای مثال، IPC اجرا شده در پاها می-

1. remote ischemic preconditioning

های سرعت ۶ ثانیه‌ای تکراری مشاهده نکرد (۲۷). کروز (۲۰۱۶) تغییرات لاکتات را تا ۴۵ دقیقه پس از فعالیت بررسی کرد و نشان داد که سطوح لاکتات در وضعیت IPC بالاتر از وضعیت کنترل بود (۹).

از دلایل احتمالی که ممکن است این تفاوت‌ها را توجیه کند، شدت فعالیت، مدت‌زمان بین اجرای IPC و شروع فعالیت و اجرای IPC در اندام‌ها و حجم‌های عضلانی متفاوت است. در مطالعه کلپدنس (۲۰۱۲) IPC در پاها و ۵ دقیقه قبل از فعالیت زیر بیشینه فزاینده اجرا شد (۷). فعالیت انجام شده در مطالعه پاترسون (۲۰۱۴) تکرارهای متناوب سرعتی (۶۰ ثانیه) بود و IPC ۵ دقیقه قبل از فعالیت و روی پاها اجرا گردید (۲۷). در مطالعه کروز (۲۰۱۶)، ۳۳ دقیقه قبل از فعالیت بیشینه دوچرخه‌سواری (یک دقیقه‌ای) IPC روی پاها اجرا شد (۹). در مطالعه حاضر، IPC علاوه در پاها، هم‌زمان در دست‌ها و پاها هم و در زمان ۲۰ دقیقه قبل از آزمون ویژه جودو اجرا شد. اعمال IPC بر گروه عضلانی کوچک‌تر ممکن است به‌اندازه‌ای نبوده تا باعث تجمع متابولیت‌های خاص برای شروع آبشار درون سلولی شود. مطالعات پیشنهاد می‌کنند که احتمالاً یک آستانه برای تحریک IPC موردنیاز است تا فواید آن بر عملکرد آشکارتر شود. آستانه‌ای که در آن متابولیت‌های خاص از جمله برادی‌کینین، اپوپیدها و آدنوزین باید به یک سطح بحرانی برسند تا اثرات IPC حاصل شود (۱۵).

بعضی مطالعات عنوان کرده‌اند که یکی از دلایل احتمالی برای تفاوت در نتایج حاصل از اجرای IPC بر عملکرد، فاصله زمانی بین اجرای IPC و شروع فعالیت است. در این راستا، فاصله زمانی ۵

رپرفیوژن تمرکز دارند نشان دادند که RIPC می‌تواند کارایی عضله در مصرف ATP را از طریق صرفه‌جویی ATP، افزایش جریان میتوکندریایی<sup>۱</sup> و یا افزایش کارایی زوج تحریک - انقباض<sup>۲</sup> بهبود دهد (۸،۲۶). پیشنهاد شده است که فسفوریلاسیون اکسایشی غیرجفتی به‌وسیله باز کردن کانال‌های  $K_{ATP}$  میتوکندریایی یک مکانیسم فیزیولوژیکی برای اثر IPC است. علت احتمالی ممکن است این باشد که محتوای فسفاژن (ATP, CP) در عضله اسکلتی شاید به‌وسیله تحریک IPC افزایش یابد. با این حال، این ساز و کار مستقیماً تأیید نشده است (۱۹).

یافته‌های تحقیق نشان داد که اجرای پیش آماده‌سازی ایسکمی بخصوص در حجم‌های عضلانی بیشتر منجر به کاهش بیشتر لاکتات خون بعد از اجرای آزمون ویژه جودو شد. در این رابطه، بیلی (۲۰۱۴) نشان داد که تجمع لاکتات حین فعالیت زیر بیشینه در گروه مداخله IPC نسبت به گروه کنترل کمتر بود (۳). در مقابل، دی‌گروت (۲۰۰۹) نشان داد میزان لاکتات خون ۲ دقیقه بعد از یک آزمون بیشینه پیش‌رونده بین دو شرایط اجرای IPC و کنترل تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (۱۱). کلپدنس (۲۰۱۲) نتیجه گرفت که غلظت لاکتات خون بعد از هر یک از مراحل یک آزمون زیر بیشینه و در شدت‌های ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد حداکثر برون ده توان بین شرایط اجرای IPC و کنترل تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (۷). پاترسون (۲۰۱۴) تفاوتی در مقادیر لاکتات خون بین گروه اجرای IPC و کنترل بعد از اجرای آزمون

1. mitochondrial flux
2. excitation- contraction coupling



دقیقه (۲۱،۱۱)، ۳۰ دقیقه (۲۷،۹) و ۴۵ دقیقه (۱۷) در مطالعات لحاظ شده است و نتایج متناقضی حاصل شده است. دلیل انتخاب زمان‌های ۵ دقیقه و ۲۰ دقیقه در مطالعه حاضر، نزدیکی و شباهت بیشتر به مسابقه رسمی جودو است. از آنجا که مسابقات رسمی جودو برای هر وزن در یک روز انجام می‌شود و جودوکاران باید در یک روز ۵ الی ۶ مسابقه انجام دهند، معمولاً فاصله دو مسابقه متوالی حدود ۳۰ تا ۶۰ دقیقه است. بنابراین، زمان‌بندی اجرای IPC و شروع فعالیت در تحقیق حاضر طوری بود که عملی‌تر باشد.

اثرات IPC بر متابولیسم لاکتات ممکن است به افزایش پاک شدن<sup>۱</sup> بعد از فعالیت و یا کاهش تولید لاکتات حین فعالیت و یا هر دو مرتبط باشد. طبق یافته‌های تحقیق، میزان لاکتات بلافاصله بعد از فعالیت بین شرایط اجرای IPC و کنترل مشابه بود، بنابراین این احتمال وجود دارد که اثر IPC بر تغییرات لاکتات به مکانیسم‌های تولید لاکتات حین فعالیت مربوط نباشد. IPC ممکن است عملکرد عروق را بهبود بخشد که جریان خون را برای حذف و انتقال لاکتات به بافت‌های دیگر برای مصرف و استفاده تنظیم کند و دفع لاکتات را افزایش دهد (۲۹). شواهد پیشنهاد می‌کنند که کاهش سیستمیک در عملکرد اندوتلیال بلافاصله بعد از فعالیت شدید وجود دارد. کاهش عملکرد اندوتلیال ممکن است به افزایش نیروی برشی در طول فعالیت مربوط باشد که منجر به اختلال در بیوسنتز نیتریک اکساید می‌شود (۱۰). همچنین، فعالیت شدید ممکن است رگ‌گشایی وابسته به اندوتلیوم را مختل کند زیرا افزایش گونه‌های فعال اکسیژن

منجر به کاهش در دسترس بودن نیتریک اکساید می‌شود (۴). جلوگیری از کاهش در عملکرد اندوتلیالی بعد فعالیت ناشی از IPC ممکن است به‌وسیله سطوح پایین‌تر فشار اکسایشی در حین فعالیت شدید تعدیل شود. مطالعات حیوانی شواهدی ارائه کرده‌اند که IPC قادر است سطوح افزایش‌یافته فشار اکسایشی بعد از یک دوره ایسکمی طولانی‌مدت را کاهش دهد (۵). همچنین، IPC بر رهایی موضعی آدنوزین که مسیرهای نوروژنیک را تحریک می‌کند و منجر به فعال‌سازی گیرنده‌های آدنوزین سیستمیک می‌شود اثرگذار است. اثر IPC بر رگ‌گشایی ناشی از آدنوزین و بردای کینین ممکن است در اثرات IPC مشارکت داشته باشد (۲۲). نکته قابل‌توجه اینکه IPC ممکن است جریان خون عضله را از طریق افزایش کانال‌های  $K_{ATP}$  درون‌سلولی و سطوح آدنوزین افزایش دهد. علاوه بر این، تنظیم افزایشی انتقال نفوذپذیری میتوکندریایی در هر دو بعد موضعی و سیستمی در حین فعالیت ممکن است جریان رو به داخل لاکتات میتوکندریایی و اکسیداسیون متعاقب در بافت‌هایی مانند قلب را افزایش دهد (۲۹).

نتایج تحقیق نشان داد که میزان فشار ادراک شده ناشی از فعالیت بعد از اجرای IPC کمتر از وضعیت کنترل بود. کاهش فشار ادراک شده بعد از IPC ممکن است به این دلیل باشد که IPC احتمالاً انقباض عضلانی مؤثرتری ایجاد می‌کند که منجر به بار کار بیشتر می‌شود. علاوه بر این احتمال دارد که IPC حساسیت بدن به خستگی را کاهش دهد و بنابراین منجر به اجرای طولانی‌تر شود.

شدید را بهبود می‌بخشد و به نظر می‌رسد که اگر IPC در اندام‌های بیشتر و ۲۰ دقیقه قبل از فعاليت اجرا شود اثرات بیشتری نسبت به اجرای IPC ۵ دقیقه قبل از فعاليت دارد. بنابراین، IPC به‌عنوان یک کمک ارگوژنیک می‌تواند منجر به ریکاوری زودتر جودوکاران شود.

### تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از کلیه مسئولین و ورزشکاران هیأت جودو استان گلستان که در انجام این تحقیق همکاری نمودند تشکر و قدردانی می‌شود.

این‌طور بیان می‌شود که CNS فعاليت را بر اساس بازخوردهایی که از ارگان‌های مختلف می‌گیرد تنظیم می‌کند. بخصوص پیشنهاد شده است که مغز خستگی محیطی و تغییرات متابولیک درون سلولی را احتمالاً از طریق گروه-های آوران عضلانی III و IV درک می‌کند (۲۴). IPC ممکن است سطح آستانه را که در آن CNS فعاليت را به‌وسیله کاهش حساسیت آوران‌های III و IV محدود می‌کند تغییر دهد و در مقابل انتقال عصبی و تعداد واحدهای حرکتی فراخوان شده و بنابراین نیروی تولیدی را افزایش دهد (۲۸). در تحقیقات انجام شده، میزان درک فشار به صورتی که در تحقیق حاضر بررسی شده است مطالعه نشده است. کریسافولی<sup>۱</sup> (۲۰۱۱) زمان کل فعاليت را به‌عنوان شاخصی از خستگی استفاده کرد و اثر IPC بر آن بررسی کرد (۸). نتایج تحقیق حاضر با تحقیق کریسافولی (۲۰۱۱) مطابقت دارد.

یکی از محدودیت‌های ذکر شده در تحقیقات گذشته استفاده از فشار مطلق ۲۲۰ میلی‌متر جیوه و یا کمی بالاتر از فشار سیستول برای تمام آزمودنی‌ها با محیط و حجم ران متفاوت به‌منظور انسداد بود. با توجه به اینکه برای انسداد کامل جریان خون باید محیط عضو را در نظر گرفت، بنابراین استفاده از یک فشار مطلق ممکن است برای همه مناسب نباشد (۷). این تحقیق اولین مطالعه‌ای است که فشار لازم برای انسداد را به‌صورت فردی بکار برد و از شاخص بالینی عدم وجود نبض در اندام تحتانی برای اطمینان از انسداد جریان خون بهره جست. در مجموع، اجرای حاد IPC احتمالاً متابولیسم لاکتات خون و میزان درک فشار بعد از فعاليت

## منابع

1. Aman M, Eldridge MW, Lovering AT, Stickland MK, Pegelow DF, Dempsey JA. (2006). Arterial oxygenation influences central motor output and exercise performance via effects on peripheral locomotor muscle fatigue. *J Physiol*, 5(7): 937-952.
2. 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. *J Med Dello Sport*, 66(4): 523-30.
3. Bailey TG, Birk GK, Cable NT, Atkinson G, Green DJ, Jones H, Thijssen DH. (2012). Remote ischemic preconditioning prevents reduction in brachial artery flow-mediated dilatation after strenuous exercise. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 30(5): 533-8.
4. Bergholm R, Makimattila S, Valkonen M, Liu ML, Lahdenpera S, Taskinen MR, Sovijarvi A, Malmberg P, Yki-Jarvinen H. (1999). Intense physical training decreases circulating antioxidants and endothelium dependent vasodilatation in vivo. *J Atherosclerosis*, 145: 341-349.
5. Black MA, Cable NT, Thijssen DH, Green DJ. (2008). Importance of measuring the time course of flow mediated dilatation in humans. *J Hypertension*, 51: 203-210.
6. Candilio L, Hausenloy DJ, Yellon DM. (2011). Remote ischemic conditioning: a clinical trial's update. *J Cardiovasc Pharmacol Ther*, 16(3):304-12.
7. Clevidence MW, Mowery RE, Kushnick MR. (2012). The effects of ischemic preconditioning on aerobic and anaerobic variables associated with submaximal cycling performance. *Eur J Appl Physiol*, 112 (10): 3649-54.
8. Crisafulli A, Tangianu F, Tocco F, Concu A, Mameli O, Mulliri G, Caria MA. (2011). Ischemic preconditioning of the muscle improves maximal exercise performance but not maximal oxygen uptake in humans. *J Appl Physiol*, 111(2):530-6.
9. Cruz R, Aguiar RA, Turns T, Salvador A, Caputo F. (2016). Effects of ischemic preconditioning on short-duration cycling performance. *J Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 41, 1-7.
10. Dawson EA, Whyte GP, Black MA, Jones H, Hopkins ND, Oxborough D, Gaze D, Shave RE, Wilson M, George KP, Green DJ. (2008). Changes in vascular and cardiac function after prolonged strenuous exercise in humans. *J Appl Physiol*, 105: 1562-1568.
11. De Groot PC, Thijssen DH, Sanchez M, Ellenkamp R, Hopman MT. (2010). Ischemic preconditioning improves maximal performance in humans. *Eur J Appl Physiol*, 108(1):141-6.
12. Draper N, Bird E, Coleman I, Hodgson C. (2006). Effects of active recovery on lactate concentration, Heart rate and RPE climbing. *J Sports Sci Med*, 5(1): 97-105.
13. Dotan R, Falk B, Raz A. (2000). Intensity effect of recovery from glycolytic exercise on decreasing blood lactate concentration in prepubertal children. *J Med Sci Sports exerc*, 32(3): 564-70.
14. Enko K, Nakamura K, Yunoki K, Miyoshi T, Akagi S, Yoshida M, Toh N, Sangawa M, Nishii N, Nagase S, Kohno K, Morita H, Kusano KF, Ito H. (2011). Intermittent

- arm ischemia induces vasodilatation of the contralateral upper limb. *J Physiol Sci*, 61:507–513.
15. Gibson N, White J, Neish M. (2013). Effect of Ischemic Preconditioning on Land-Based Sprinting in Team-Sport Athletes. *Int J Sports Physiol and Perform*, 8: 671-676.
  16. Hashimoto T, Brooks GA. (2008). Mitochondrial lactate oxidation complex and an adaptive role for lactate production. *J Med Sci Sports Exerc*, 40(3):486–94.
  17. Jean-St-Michel E, Manlhiot C, Li J, et al. (2011). Remote preconditioning improves maximal performance in highly trained athletes. *J Med Sci Sports Exer*, 43(7):1280-6.
  18. Kanoria S, Glantzounis G, Quaglia A, Dinesh S, Fusai G, Davidson BR, Seifalian AM. (2012). Remote preconditioning improves hepatic oxygenation after ischaemia reperfusion injury. *TransplInt*, 25(2): 783–791.
  19. Kraus A, Pasha E, Machin D, Kloner R. (2015). Bilateral Upper Limb Remote Ischemic Preconditioning Improves Peak Anaerobic Power. *J Sport Med*, 9(3): 1-6.
  20. Krause M.P., Concurrent Validity of a pictorial rating of perceived exertion scale for bench stepping exercise. Submitted to the graduate faculty of school of education in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy. University of Pittsburgh. 2010.
  21. Lalonde F, Curnier D. (2015). can anaerobic performance is improved by remote ischemic preconditioning? *J Strength Cond Res*, 29(1): 80-85.
  22. Liem DA, Verdouw PD, Ploeg H, Kazim S, Duncker DJ. (2002). Sites of action of adenosine in interorgan preconditioning of the heart. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 283: 29–37.
  23. Lowerty R, Joy J, Loenneke J, Souza E. (2014). practical blood flow restriction training increases muscle hypertrophy during a periodized resistance training program. *Clin physical j*, 34(5): 317-321.
  24. Mansour Z, Bouitbir J, Charles AL, Talha S, Kindo M, Pottecher J, Zoll J, Geny B. (2012). Remote and local ischemic preconditioning equivalently protects rat skeletal muscle mitochondrial function during experimental aortic cross-clamping. *J Vasc Surg*, 55:497–505.
  25. Murry CE, Jennings RB, Reimer KA. (1986). Preconditioning with ischemia: a delay of lethal cell injury in ischemic myocardium. *Circulation*, 74(5):1124-36.
  26. Noakes TD. (2011). Time to move beyond a brainless exercise physiology: the evidence for complex regulation of human exercise performance. *J Appl Physiol Nutr Metab*, 36: 23–35.
  27. Patterson S, Bezodis N, Glaister M, Pattison J. (2014). The Effect of Ischemic Preconditioning on Repeated Sprint Cycling Performance. *J Med Sci Sports Exerc*, 24(5): 63-74.
  28. Pang CY, Yang RZ, Zhong A, Xu N, Boyd B, Forrest CR. (1995). Acute ischemic preconditioning protects against skeletal muscle infarction in the pig. *J Cardiovasc Res*, 29(6): 782–788.
  29. Riksen NP, Smits P, Rongen GA. (2004). Ischaemic preconditioning: from molecular characterisation to clinical application - part 1. *Neth J Med*, 62(10):353–63.

30. Sterkowicz S, Franchini E. (2001). Specific fitness of elite and novice judoists. *J Hum Kinet*, 6(2): 44-52.
31. Tom G. Bailey, Gurpreet K. Birk, N. Timothy Cable, Greg Atkinson, Daniel J. Green, Helen Jones, and Dick H. J. Thijssen. (2012). Remote ischemic preconditioning prevents reduction in brachial artery flow-mediated dilation after strenuous exercise. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 303: 533–538.
32. Wound, Ostomy and Continence Nurses Society. Ankle Brachial Index: Best Practice for Clinicians. *J Wound Ostomy Continence Nurs*. 2012; 39(2S):21-29.
33. Zhou K, Yang B, Zhou XM, Tan CM, Zhao Y, Huang C, Liao XB, Xiao HB. (2007). Effects of remote ischemic preconditioning on the flow pattern of the left anterior descending coronary artery in normal subjects. *Int J Cardiol*, 122: 250–251.





**Metabolism and Exercise**  
A bioannual journal

**Vol 6, Number 1, 2016**



**The effect of ischemic preconditioning with different time periods and limbs on lactate response and rating the perceived exertion after strenuous exercise in judoists**

**Farzaneh Hesari A<sup>1\*</sup>, Hosseini-Kakhk S A<sup>2</sup>, Hamedinia M R<sup>3</sup>**

Received: 23/12/2015

Accepted: 4/1/2017

**Abstract**

**Aim:** The purpose of this study was to determine the effect of ischemic preconditioning (IPC) in different time periods and limbs on lactate and rating the perceived exertion after strenuous exercise in judoists.

**Method:** In a randomized, crossover study, 13 male judo athletes were volunteered (more than 4 years of judo practice) took part in this study and performed two spacial judo fitness test (SJFT) with 90 second between trials in seven conditions: IPC in hands 5 and 20 min before exercise, IPC in legs 5 and 20 min before exercise, IPC in hands and legs 5 and 20 min before exercise and a sham intervention. IPC treatment consisted of 3, 5 min bouts of ischemia, followed each by 5 min of reperfusion. Rating the perceived exertion immediately after each test and lactate response were measured after 5, 10 and 15 min of exercise. One-way repeated measures ANOVA and Bonferroni post-hoc test used.

**Results:** IPC in hands and legs 20 min before exercise decreased lactate accumulation in 10 and 15 min after exercise and rate of perceived exertion than sham condition.

**Conclusion:** If remote ischemic preconditioning applied in more muscular mass and 20 min before exercise, it improves lactate metabolism and rating of perceived exertion in judo athletes.

**Keywords:** Ischemia, Reperfusion, Special Judo Test, Blood Lactate.

1. PhD student at Hakim Sabzevari University, 2. Associate Professor, Hakim Sabzevari University, 3. Professor, Hakim Sabzevari University

\*Email: af.hessari@gmail.com