

## بررسی اثر پیش آماده‌سازی ایسکمی در اندام‌های مختلف بر عملکرد جودوکاران

امین فرزانه حساری<sup>۱</sup>، سیدعلیرضا حسینی کاخک<sup>۲</sup>، محمدرضا حامدی‌نیا<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش، دانشگاه حکیم سبزواری\*

۲. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزش دانشگاه حکیم سبزواری

۳. استاد گروه فیزیولوژی ورزش دانشگاه حکیم سبزواری

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۰۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۰۸

### چکیده

هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر مداخله پیش‌آماده‌سازی ایسکمی با سه وضعیت اعمال در بالاتنه، پایین‌تنه و ترکیب بالاتنه با پایین‌تنه بر اجرای آزمون ویژه جودو و عملکرد بی‌هوازی جودوکاران بود. ۱۳ جودوکار به‌صورت داوطلبانه در این مطالعه شرکت نمودند. هر آزمودنی در چهار جلسه مجزا و به‌صورت تصادفی و موازنه متقابل، دو آزمون ویژه جودوی متوالی با فاصله ۹۰ ثانیه و پس از ۱۵ دقیقه و نیز یک آزمون بی‌هوازی (رست) را در چهار وضعیت بدون اعمال ایسکمی (وضعیت کنترل)، اعمال ایسکمی در دست، اعمال ایسکمی در پا و نیز اعمال ایسکمی به‌صورت هم‌زمان در دست و پا اجرا کرد. شایان‌ذکر است که مداخله پیش‌آماده‌سازی ایسکمی در سه دور پنج دقیقه‌ای انسداد با پنج دقیقه ربرفیوژن متعاقب انجام شد. همچنین، در ادامه از روش آماری آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری و آزمون تعقیبی بون‌فرونی استفاده گردید. نتایج نشان می‌دهد که در وضعیت اعمال ایسکمی هم‌زمان در دست و پا، شاخص آزمون ویژه جودوی دوم کمتر از وضعیت‌های دیگر و تعداد اجراها در آزمون دوم جودو و همین‌طور حداکثر و میانگین برون‌ده توان به‌صورت معناداری بیشتر از دیگر وضعیت‌ها بود ( $P = 0.05$ ). همچنین، میزان درک فشار در وضعیت اعمال پیش‌آماده‌سازی ایسکمی هم‌زمان در دست و پا کمتر از سایر وضعیت‌ها بود ( $P = 0.05$ ). طبق یافته‌های پژوهش به‌نظر می‌رسد که اگر پیش‌آماده‌سازی ایسکمیک در اندام‌های بیشتر و با حجم عضلانی بزرگ‌تری اعمال شود، بر اجرای آزمون ویژه جودو و عملکرد بی‌هوازی جودوکاران اثر بیشتری دارد.

**واژگان کلیدی:** ایسکمی، ربرفیوژن، آزمون ویژه جودو، عملکرد بی‌هوازی

## مقدمه

ورزشکاران به منظور افزایش عملکرد و اجرای ورزشی خود روش‌های مختلفی را دنبال می‌کنند. بسیاری از این مواد یا روش‌های افزایش‌دهنده عملکرد از سوی بسیاری از فدراسیون‌ها و کمیته‌های المپیک ممنوع شده‌اند. یکی از این روش‌ها که در سال‌های اخیر توجه بسیاری از پژوهشگران را به خود جلب نموده است، استفاده از روش انسداد جریان خون می‌باشد. انسداد جریان خون هم در حین فعالیت (۱) و هم قبل از آن که شامل استفاده از دوره‌های متناوب ایسکمی - رپرفیوژن<sup>۱</sup> می‌باشد مورد استفاده قرار گرفته است. دوره‌های کوتاه و متناوب ایسکمی - رپرفیوژن قبل از فعالیت که به عنوان پیش‌آماده‌سازی ایسکمی<sup>۲</sup> شناخته شده است، در ابتدا برای محافظت سلول‌های قلبی علیه آسیب‌های ایسکمی ناشی از سکتة قلبی و انفارکتوس مورد مطالعه قرار گرفت (۲). همچنین، برخی از پژوهشگران پیش‌آماده‌سازی ایسکمی را برای محافظت از بافت‌های دیگر در مقابل عدم عملکرد، آسیب و مرگ سلولی به کار بردند و یافته‌های آن‌ها بهبود در کارایی نیازهای انرژی بافت، متابولیسم و تعادل یونی را نشان داد (۳). اثرات مثبت پیش‌آماده‌سازی ایسکمی در رسیدن متابولیت‌های خاص از جمله برادی کینین، اپوپیدها و آدنوزین، به یک سطح بحرانی بستگی دارد (۴). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که مهار یکی از این متابولیت‌ها، اثر محافظتی یک دوره پیش‌آماده‌سازی ایسکمی را از بین می‌برد و این نشان‌دهنده وجود یک آستانه مشخص است که در انسداد پایین‌تر از این آستانه، اثرات سودمند پیش‌آماده‌سازی ایسکمی حاصل نمی‌شود. استفاده از دوره‌های چندگانه پیش‌آماده‌سازی ایسکمی ممکن است رسیدن به این آستانه را تسهیل کند (۵). هر چند مکانیسم دقیق اثر پیش‌آماده‌سازی ایسکمی تا حدود زیادی ناشناخته مانده است (۶)، با این حال گفته می‌شود مکانیسم‌های مختلف عصبی و عضلانی از طریق اثرات موضعی و سیستمی، منجر به بهبود جریان خون و رهایی اکسیژن به عضلات می‌شود (۷)؛ به طوری که بخشی از این اثرات به کانال‌های پتاسیمی حساس به آدنوزین تری فسفات<sup>۲</sup> و آدنوزین عضلات نسبت داده شده است. مطالعات نشان داده‌اند که افزایش آدنوزین با رگ‌گشایی همراه است و این مورد به همراه افزایش باز شدن کانال‌های پتاسیم حساس به آدنوزین تری فسفات، منجر به سازگاری تحویل اکسیژن و سوبسترای مورد نیاز در عضله در حال فعالیت می‌شود (۶).

علاوه بر این، شواهدی وجود دارد که بیان می‌کند پیش‌آماده‌سازی ایسکمی ممکن است اثراتی مثبت بر عملکرد عضله اسکلتی داشته باشد که این امر منجر به افزایش ظرفیت اجرا می‌شود. در

- 
1. Ischemia - Reperfusion
  2. Ischemic Preconditioning
  3. Adenosine Triphosphate

همین راسنا، مایکل<sup>۱</sup> (۲۰۱۱) در پژوهش خود گزارش کرد که کاربرد پیش آماده سازی ایسکمی در اندام فوقانی قبل از فعالیت، به طور معناداری زمان شنای ۱۰۰ متر را در شناگران بهبود بخشیده است (۸). در دوچرخه سواران تمرین کرده نیز افزایش در کل کار، زمان کل فعالیت و برون ده توانی پس از اعمال پیش آماده سازی ایسکمی مشاهده شده است (۹). همچنین، نتایج مشابهی در یک گروه تمرین کرده پس از اعمال پیش آماده سازی ایسکمی برای برون ده توانی حداکثر در یک فعالیت بیشینه دوچرخه سواری به همراه افزایش در حداکثر اکسیژن مصرفی مشاهده شد (۶). کراوس<sup>۲</sup> (۲۰۱۵) نیز اثرات اعمال پیش آماده سازی ایسکمی در یک و دو اندام فوقانی را بر برون ده توانی اندام تحتانی بررسی کرد و نشان داد که میانگین توان و اوج توان بعد از پیش آماده سازی ایسکمی در دو اندام، بالاتر از گروه کنترل بود (۱۰). در مقابل، گیسون<sup>۳</sup> (۲۰۱۳) و لالونده<sup>۴</sup> (۲۰۱۴) عدم تأثیر پیش آماده سازی ایسکمی بر عملکرد را گزارش کردند. در پژوهش گیسون اثر پیش آماده سازی ایسکمی بر عملکرد سرعتی (سه تکرار ۳۰ متر با یک دقیقه استراحت بین تکرارها) بررسی گردید. شاپان ذکر است که اعمال ایسکمی، پنج دقیقه قبل از فعالیت و بر روی یک پا صورت گرفت. نتایج پژوهش وی نشان داد که اعمال ایسکمی بر هیچ یک از تکرارها اثر معناداری ندارد. از دلایل مغایرت در نتایج ممکن است تفاوت در حجم اندام های دچار ایسکمی، فاصله زمانی بین اعمال پیش آماده سازی ایسکمی و شروع فعالیت و نیز شدت فعالیت انجام شده باشد.

همان طور که مشاهده می شود، تقریباً در تمامی مطالعات انجام شده تاکنون اثر پیش آماده سازی ایسکمی بر فعالیت هایی مانند دویدن، شنا و دوچرخه سواری بررسی شده است که این موضوع امکان تعمیم به دیگر رشته های ورزشی را محدود می کند. آزمون های آمادگی جسمانی و مهارتی خاص رشته های ورزشی ضمن توصیف وضعیت ورزشکاران، مرز قابلیت های جسمانی - مهارتی آنها را تعیین می کند؛ به عنوان مثال، آزمون آمادگی جسمانی ویژه جودو<sup>۵</sup> قادر است جودوکاران را براساس سطح آمادگی جسمانی آنها طبقه بندی کند. مطالعات نشان داده اند که غلظت لاکتات خون پس از آزمون ویژه جودو، شبیه مقادیر آن پس از مسابقه جودو می باشد که این موضوع بیانگر پاسخ های متابولیک مشابه در این دو شرایط است (۱۱). بر این اساس، به نظر می رسد که تاکنون بررسی اثر

- 
1. Michel
  2. Kraus
  3. Gibson
  4. Lalonde
  5. Special Judo Fitness Test

پیش‌آماده‌سازی ایسکمی بر آزمون ویژه جودو که منعکس‌کننده ابعاد فیزیولوژیک و مهارتی این رشته ورزشی است مورد مطالعه قرار نگرفته است.

علاوه‌براین، در اکثر پژوهش‌ها، پیش‌آماده‌سازی ایسکمی در عضلاتی اعمال شده است که به صورت مستقیم در فعالیت درگیر بوده‌اند (برای مثال در شنا، کاف دور بازوها و در دویدن و دوچرخه‌سواری، دور ران‌ها بسته می‌شود) (۱۲،۹). در این راستا، کراوس (۲۰۱۴) نشان داد که اعمال ایسکمی در دو دست، برون‌ده توان اندام تحتانی را بیشتر از اعمال ایسکمی در یک دست افزایش می‌دهد. او اظهار داشت که جهت آشکارشدن اثرات مثبت پیش‌آماده‌سازی ایسکمی باید میزان متابولیت‌های خاص از جمله برادی‌کینین، اپوئیدها و آدنوزین به یک سطح بحرانی برسند و احتمالاً اعمال ایسکمی در یک دست به‌میزانی نبوده که سطوح مذکور را به حد آستانه رسانده و منجر به شروع آبشار بیوشیمیایی پیش‌آماده‌سازی شود (۹). بر همین اساس، در مطالعه حاضر ایسکمی در اندام‌های مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است. علاوه‌براین، گزارش‌های متناقضی از تأثیر پیش‌آماده‌سازی ایسکمی بر عملکرد بی‌هوازی وجود دارد؛ به‌صورتی که برخی از آن‌ها افزایش (۱۳) و برخی دیگر عدم تغییر (۱۴) عملکرد بی‌هوازی را در نتیجه اعمال پیش‌آماده‌سازی گزارش کرده‌اند. با توجه به این‌که در مطالعات فوق عملکرد بی‌هوازی به‌وسیله فعالیت‌های تکراری شش ثانیه‌ای ارزیابی شده است، تفاوت نتایج ممکن است به دلیل تفاوت در حجم اندام‌های دچار ایسکمی باشد؛ به‌طوری‌که پیش‌آماده‌سازی در پژوهش پاترسون<sup>۱</sup> (۱۳) بر روی پاها و در پژوهش لالونده (۱۴) بر روی دست‌ها اعمال گشت.

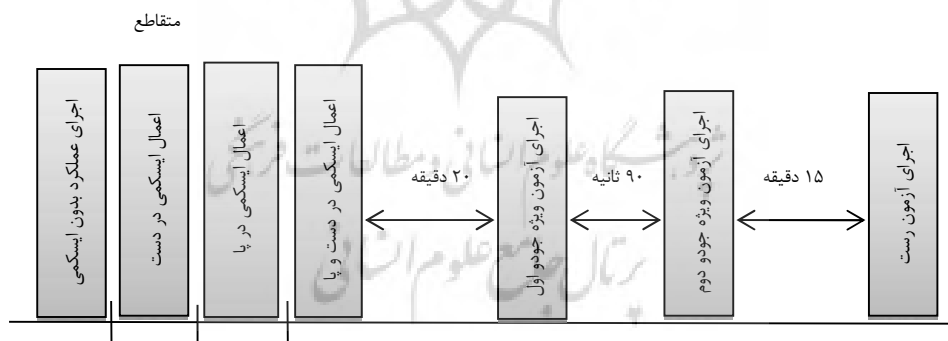
لذا، با توجه به این‌که اعمال پیش‌آماده‌سازی ایسکمی در اندام‌ها با حجم عضلانی متفاوت ممکن است منجر به پاسخ‌های بیوشیمیایی مختلف شود (۱۰)، پژوهشگران به دنبال بررسی این موضوع هستند که آیا اعمال پیش‌آماده‌سازی ایسکمی در اندام‌ها با حجم عضلانی مختلف می‌تواند اثرات متفاوتی داشته باشد؟ از سوی دیگر، از آن‌جا که کمتر مطالعه‌ای اثر پیش‌آماده‌سازی ایسکمی بر آزمون عملکردی ویژه رشته‌های ورزشی را بررسی کرده است و اثر پیش‌آماده‌سازی ایسکمی بر عملکرد بی‌هوازی به‌روشنی مشخص نمی‌باشد؛ بنابراین، هدف از این پژوهش بررسی اثر اعمال پیش‌آماده‌سازی ایسکمی در سه وضعیت بالاتنه (دست‌ها)، پایین‌تنه (پاها) و ترکیب بالاتنه با پایین‌تنه بر اجرای آزمون ویژه جودو و عملکرد بی‌هوازی جودوکاران می‌باشد.

### روش پژوهش

۱۳ نفر از جودوکاران رده جوانان (با میانگین سنی  $۱۸/۶۹ \pm ۲/۹۸$  سال، وزن:  $۷۰/۱۵ \pm ۶/۸۹$  کیلوگرم و قد:  $۱۷۷/۴۶ \pm ۸/۳۱$  سانتی متر) که حداقل چهار سال سابقه تمرین جودو داشتند و دارای کمربند کیو سه (قهوه‌ای) به بالا بودند، به صورت داوطلبانه در این پژوهش شرکت نمودند. تمامی آزمودنی‌ها حداقل یکبار تجربه قهرمانی در استان و شرکت در مسابقات کشوری را داشتند. براساس سابقه پزشکی، آزمودنی‌ها بیماری و مشکل پزشکی نداشتند و هیچ دارویی استفاده نمی‌کردند. شایان‌ذکر است افرادی که اخیراً جراحی کرده و دارای فشارخون بیشتر از  $۱۴۰/۱۰۰$  بودند و نیز افراد مبتلا به بیماری قلبی - عروقی از مطالعه حذف شدند.

جهت انجام پژوهش، از تمام آزمودنی‌ها خواسته شد که از مصرف کافئین و فعالیت شدید، ۲۴ ساعت قبل از آزمون خودداری کنند. همچنین، به منظور بررسی اثر حاد پیش‌آماده‌سازی ایسکمی، آزمودنی‌ها طی پنج جلسه مجزای متناوب به محل اجرای پژوهش آمدند. در جلسه اول، آشناساختن افراد با طرح پژوهش و روش اجرای آزمون‌ها و نیز اندازه‌گیری سن، قد، وزن و فشارخون استراحت صورت گرفت. سپس، به منظور حذف اثر احتمالی تمرین یا آشناسازی، ترتیب اجرای پیش‌آماده‌سازی ایسکمی به صورت تصادفی متقاطع انجام شد. بدین منظور، آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در چهار گروه (وضعیت) قرار گرفتند که عبارت هستند از: گروه بدون اعمال ایسکمی (وضعیت کنترل)، گروه اعمال ایسکمی در بازو، گروه اعمال ایسکمی در پا و گروه اعمال ایسکمی در بازو و پا. شایان‌ذکر است که در هر جلسه، هر گروه وضعیت مربوط به خود را اجرا می‌کرد. در وضعیت کنترل، اجرای آزمون ویژه جودوی اول اجرا گردید و پس از ۹۰ ثانیه، اجرای آزمون ویژه جودوی دوم صورت گرفت و سپس، بعد از ۱۵ دقیقه استراحت اجرای آزمون بی‌هوای رست به انجام رسید. در وضعیت پیش‌آماده‌سازی دست‌ها، دوره‌های ایسکی در بازوها و ۲۰ دقیقه قبل از آزمون اول جودو، در وضعیت پیش‌آماده‌سازی پاها، دوره‌های ایسکی در پاها و ۲۰ دقیقه قبل از آزمون اول جودو و در وضعیت پیش‌آماده‌سازی ترکیبی، دوره‌های ایسکمی هم‌زمان در بازوها و پاها و ۲۰ دقیقه قبل از آزمون اول جودو اجرا گردید (شکل شماره یک). لازم‌به‌ذکر است که در تمام جلسات، ترتیب اجرای آزمون‌ها مشابه و بدین صورت بود که ۹۰ ثانیه پس از اجرای آزمون جودوی اول، آزمون جودوی دوم به عمل آمد و سپس، پس از ۱۵ دقیقه استراحت آزمون رست اجرا گردید. دلیل طراحی دو آزمون ویژه جودو با فاصله ۹۰ ثانیه از یکدیگر، نزدیکی به زمان مسابقه رسمی جودو بود. همچنین، به منظور جلوگیری از اثرات پیش‌آماده‌سازی ایسکمی، جلسات با فاصله پنج تا

هفت روز از یکدیگر انجام شد (۸) و جهت جلوگیری از اثر ریتم بیولوژی روزانه، آزمودنی‌ها در یک زمان مشابه و در ساعت پنج بعدازظهر به محل پژوهش مراجعه کردند. ضربان قلب بلافاصله و یک دقیقه پس از هریک از دو آزمون ویژه جودو اندازه‌گیری گردید. میزان فشار درک‌شده نیز با استفاده از شاخص درک فشار بورگ<sup>۱</sup> (۱۰-۱۵) ارزیابی گشت (۱۵) و پس از هریک از آزمون‌ها ثبت گردید. مداخله پیش‌آماده‌سازی ایسکمی در وضعیت طاق‌باز و با انسداد شریانی هر دو پا یا هر دو بازو اجرا شد و اعمال پیش‌آماده‌سازی ایسکمی با استفاده از یک کش الاستیکی بدون تنظیم فشار (پرکتیکال کاف) انجام گرفت (۱۶، ۱۷) که این کش در بالاترین قسمت بازوها و ران‌ها بسته شد. همچنین، به‌منظور اطمینان از انسداد جریان خون، از نبض براکیال و نبض پشت قوزک داخلی پا استفاده شد. بدین‌منظور، در یک آزمایش پایلوت، چند نفر از آزمودنی‌ها با دور اندام متفاوت توسط دستگاه اولتراسونوگرافی مورد مطالعه قرار گرفتند. پس از بستن کش به دور اندام و اطمینان از عدم وجود نبض در دیستال اندام، جریان خون شریان توسط دستگاه اندازه‌گیری گردید که نشان‌دهنده قطع کامل جریان خون بود؛ بدین‌صورت که عدم وجود نبض، دلالت بر انسداد کامل جریان خون داشت (۱۸، ۱۶). علاوه‌براین، مداخله پیش‌آماده‌سازی ایسکمی در سه دور پنج دقیقه‌ای انسداد با پنج دقیقه رپرفیوژن انجام شد (۹). به‌منظور مداخله پیش‌آماده‌سازی ایسکمی هم‌زمان روی بازوها و پاها نیز پس از انسداد و در فاصله رپرفیوژن بازوها، انسداد در پاها انجام گرفت. شایان‌ذکر است که مدت‌زمان مداخله پیش‌آماده‌سازی ایسکمی در پایین‌تنه مشابه بالاتنه بود.



شکل ۱- طرح شماتیک پژوهش

هر | نشان‌دهنده پنج روز فاصله بین اجرای جلسات اعمال ایسکمی است

آزمون ویژه جسمانی جودو شامل سه مرحله است: مرحله یک، ۱۵ ثانیه و مرحله دو و سه، ۳۰ که بین هر مرحله ۱۰ ثانیه استراحت وجود دارد. آزمون بدین صورت اجرا می شود که در هر مرحله، آزمودنی بر روی دو جودوکار هم قد و هم وزن خود که در فاصله شش متری از یکدیگر قرار دارند، تکنیک ایپون سوئی ناگه<sup>۱</sup> را با حداکثر تلاش و تا حداکثر تعداد ممکن اجرا می کند. وی در شروع آزمون در میان دو جودوکار و در فاصله سه متری از هر کدام قرار گرفته و با اعلام فرمان رو، به سرعت به سوی جودوکار اول رفته و تکنیک را اجرا می کند و سپس، به سرعت به سوی جودوکار دیگر رفته و تکنیک را بر روی او اجرا می کند و این اجرای تکنیک تا پایان زمان هر مرحله ادامه دارد. شایان ذکر است که ضربان قلب آزمودنی در دو مرحله (بلافاصله پس از اتمام آزمون و یک دقیقه پس از اتمام آزمون) به وسیله شمارش ۱۵ ثانیه ای نبض براکیال اندازه گیری گردید. براساس ضربان قلب پس از آزمون و تعداد کل اجراها در سه مرحله آزمون، شاخص آزمون از معادله زیر برآورد گشت (۱۱).

$$\text{SJFT} = \frac{\text{ضربان قلب بلافاصله بعد از آزمون} + \text{ضربان قلب یک دقیقه بعد از آزمون}}{\text{تعداد اجراهای (مرحله 1 + مرحله 2 + مرحله 3)}} \times \text{شاخص}$$

آزمون رست شامل شش مرتبه دوی سرعت در مسافت ۳۵ متر با حداکثر شدت و با فاصله استراحت ۱۰ ثانیه بین هر تکرار می باشد. متغیرهای توان بی هوازی براساس معادله های زیر محاسبه شده اند:

اوج توان: وزن (کیلوگرم)  $\times (35)$  / (زمان سریع ترین تکرار (ثانیه))<sup>۲</sup>

حداقل توان: وزن (کیلوگرم)  $\times (35)$  / (زمان کندترین تکرار (ثانیه))<sup>۳</sup>

میانگین توان: مجموع تمام تکرارها / ۶

شاخص خستگی: (اوج توان - حداقل توان) / مجموع تمام تکرارها

همچنین، به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات از روش های آماری توصیفی و استنباطی استفاده شد که آمار توصیفی برای تعیین میانگین و انحراف معیار مورد استفاده قرار گرفت. نرمال بودن توزیع داده ها نیز از طریق آزمون گولموگراف - اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت. علاوه بر این، جهت آزمون فرضیه های پژوهش از روش تحلیل واریانس با اندازه گیری های مکرر و آزمون تعقیبی بون فرونی استفاده گردید. سطح معناداری نیز  $P < 0.05$  در نظر گرفته شد.

## نتایج

مقادیر مربوط به متغیرهای آزمون جودوی اول و دوم و نیز متغیرهای عملکرد بی‌هوازی و میزان فشار ادراک شده پس از هر سه آزمون در جدول شماره یک مشاهده می‌شود. نتایج نشان داد که اثر اعمال پیش‌آماده‌سازی ایسکمی بر تعداد اجراها و شاخص آزمون جودوی اول معنادار نمی‌باشد ( $P = 0.05$ )، اما اثر آن بر تعداد اجراهای آزمون جودوی دوم معنادار است ( $F_{(3,36)}=4.466, P=0.008, PES=0.276$ ). همچنین، تعداد اجراهای آزمون جودوی دوم در وضعیت اعمال پیش‌آماده‌سازی ایسکمی هم‌زمان در دست و پا، بیشتر از سایر وضعیت‌ها بود؛ به طوری که مقایسهٔ دوبه‌دوی گروه‌ها نشان داد که با وضعیت بدون ایسکمی تفاوت معناداری دارد ( $P=0.037$ ). نتایج بیانگر آن است که اثر پیش‌آماده‌سازی ایسکمی بر شاخص آزمون جودوی دوم معنادار می‌باشد ( $F_{(3,36)}=5.684, P=0.008, PES=0.321$ ). همان‌طور که در شکل شماره یک مشاهده می‌شود، شاخص آزمون جودوی دوم در وضعیت اعمال پیش‌آماده‌سازی ایسکمی هم‌زمان در دست و پا، کمتر از سایر وضعیت‌ها است که این امر دلالت بر بهبود شاخص مذکور و در نتیجه، بهبود آزمون ویژهٔ جودو دارد. علاوه‌براین، برای شاخص آزمون دوم، تفاوت معناداری بین وضعیت پیش‌آماده‌سازی ایسکمی در پا با وضعیت بدون ایسکمی ( $P = 0.050$ ) و نیز بین وضعیت پیش‌آماده‌سازی ایسکمی هم‌زمان در دست و پا با وضعیت بدون ایسکمی مشاهده گردید ( $P = 0.046$ ).

### جدول ۱- مقادیر متغیرهای آزمون ویژهٔ جودو، عملکرد بی‌هوازی و میزان فشار ادراک شده

#### در وضعیت‌های مختلف پیش‌آماده‌سازی ایسکمی

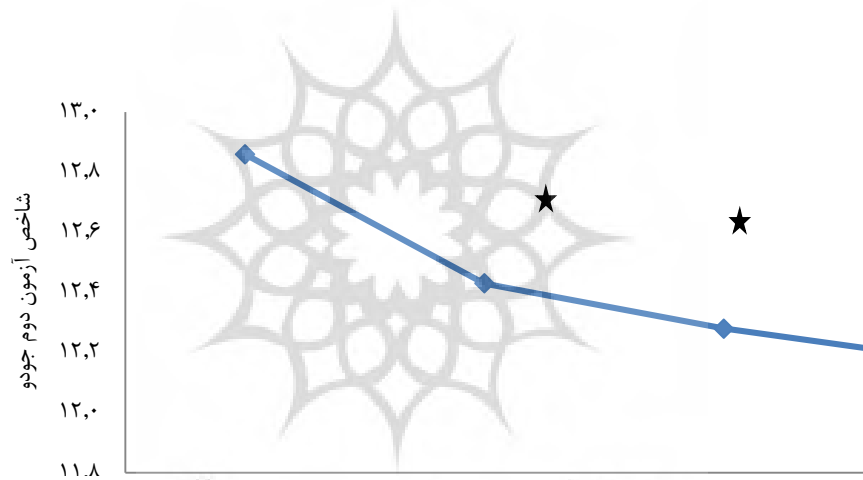
پیش‌آماده‌سازی ایسکمی در دست و پا	پیش‌آماده‌سازی ایسکمی ۲۰ در پا	پیش‌آماده‌سازی ایسکمی در دست	بدون ایسکمی	
۲۷±۱/۸	۲۶/۵۳±۱/۶	۲۶/۵۳±۱/۵	۲۵/۴۶±۱/۶۱	تعداد اجراها در آزمون اول جودو
۱۱/۷۲±۰/۹۴	۱۱/۷۸±۰/۸۵	۱۱/۹۱±۰/۶۲	۱۲/۲۸±۰/۸۷	شاخص آزمون اول جودو
†۲۶/۳۹±۱/۶	۲۵/۳۸±۱/۳	۲۵/۱۵±۱/۲	۲۴/۴۶±۰/۹۶	تعداد اجراها در آزمون دوم جودو
†۱۲/۱۷±۰/۹۶	†۱۲/۲۸±۰/۹۱	۱۲/۴۳±۰/۷۶	۱۲/۸۶±۱/۰	شاخص آزمون دوم جودو
† ۵۳۷/۹۴±۵۸/۹۸	۵۴۰/۸±۱۲۲/۹	۵۳۲/۳۷±۱۱۶/۶۵	۴۷۱/۸۷±۹۷/۴	حداکثر برون‌ده توان (وات)
†۴۶۵/۳۵±۸۳/۹۳	†۴۶۸/۸±۱۲۲/۹۵	۴۴۸/۷۴±۹۵/۶۹	۴۰۰/۷۶±۹۴/۴۲	میانگین برون‌ده توان (وات)
۳۹۲/۴۰±۸۸/۳	۳۹۹/۱۸±۷۴/۹	۳۸۷/۳۶±۸۶/۸	۳۳۹/۳۱±۸۸/۵	حداقل برون‌ده توان (وات)



ادامه جدول ۱- مقادیر متغیرهای آزمون ویژه جودو، عملکرد بی‌هوازی و میزان فشار ادراک شده در وضعیت‌های مختلف پیش‌آماده‌سازی ایسکمی

۴/۱۳±۱/۸۲	۴/۱۸±۱/۹۲	۴/۱۷±۲/۵۸	۳/۶۵±۱/۱	شاخص خستگی
†۷/۱۵±۰/۶۸	۷/۳±۰/۶۳	۷/۳±۰/۶۳	۸/۰±۰/۹۱	درک فشار یک
†۸/۱۵±۰/۸	†۸/۵۳±۰/۷۷	†۸/۵۳±۰/۷۷	۹/۱۵±۰/۸	درک فشار دو
۷/۲۳±۹۲/۰	۷/۲۳±۰/۹۲	۷/۲۳±۰/۹۲	۸±۱/۰	درک فشار سه

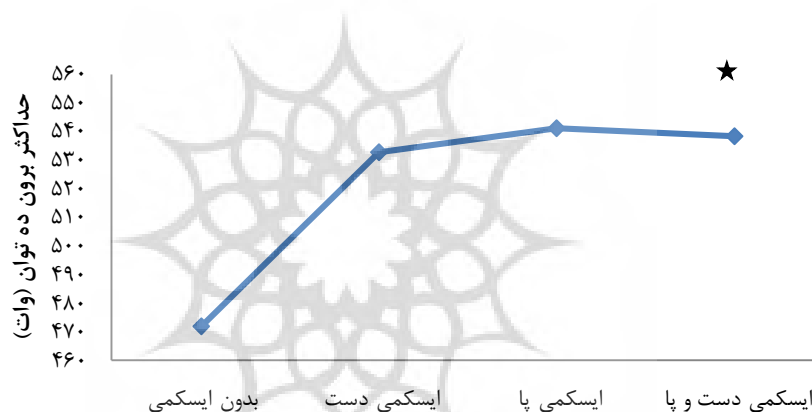
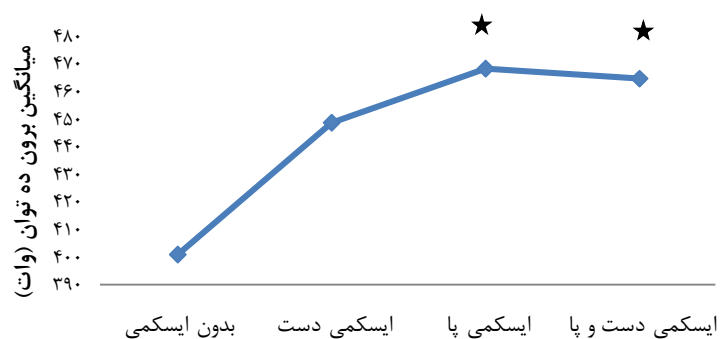
† تفاوت معنادار با وضعیت کنترل



شکل ۱- میزان شاخص آزمون جودوی دوم در وضعیت‌های مختلف اعمال پیش‌آماده‌سازی ایسکمی  
★ تفاوت معنادار با وضعیت کنترل

نتایج نشان می‌دهد که اثر پیش‌آماده‌سازی ایسکمی بر حداکثر برون‌ده توان (F(3,36)=3.911, P=0.033, PES=0.246) و میانگین برون‌ده توان معنادار می‌باشد (F(3,36)=4.925, P=0.021, PES=0.391). همچنین، حداکثر و میانگین برون‌ده توان در وضعیت پیش‌آماده‌سازی ایسکمی هم‌زمان در دست و پا، بیشتر از سایر وضعیت‌ها است. مقایسه وضعیت‌ها حاکی از این است که حداکثر برون‌ده توان بین وضعیت پیش‌آماده‌سازی ایسکمی در پا با وضعیت بدون ایسکمی (P=0.050) و نیز میانگین برون‌ده توان بین وضعیت پیش‌آماده‌سازی ایسکمی در پا با

وضعیت بدون ایسکمی ( $P=0.023$ ) تفاوت معناداری وجود دارد. همچنین، تفاوت بین وضعیت پیش‌آماده‌سازی ایسکمی هم‌زمان در دست و پا با وضعیت پیش‌آماده‌سازی ایسکمی در دست ( $P=0.00$ ) و نیز با وضعیت بدون ایسکمی معنادار می‌باشد ( $P=0.011$ ). شایان‌ذکر است که اثر پیش‌آماده‌سازی ایسکمی بر حداقل برون‌ده توان و شاخص خستگی معنادار نمی‌باشد ( $P=0.05$ ). علاوه‌براین، یافته‌ها بیانگر این است که اثر پیش‌آماده‌سازی ایسکمی بر میزان درک فشار یک و دو ( $F_{(1.89,22.77)}=4.746, P=0.002, PES=0.283$ ) و میزان درک فشار دو و درک فشار یک ( $F_{(1.89,22.75)}=9.331, P=0.001, PES=0.438$ ) معنادار است. در وضعیت پیش‌آماده‌سازی ایسکمی هم‌زمان در دست و پا نیز کمتر از سایر وضعیت‌ها است. همچنین، مقایسهٔ دوبه‌دوی گروه‌ها نشان می‌دهد که میزان درک فشار یک بین وضعیت پیش‌آماده‌سازی ایسکمی در دست و پا با وضعیت بدون ایسکمی تفاوت معناداری دارد ( $P=0.056$ ). میزان درک فشار دو نیز بین وضعیت پیش‌آماده‌سازی ایسکمی دست با وضعیت بدون ایسکمی ( $P=0.031$ )، ایسکمی پا با وضعیت بدون ایسکمی ( $P=0.031$ ) و ایسکمی هم‌زمان دست و پا با وضعیت بدون ایسکمی تفاوت معناداری دارد ( $P=0.012$ ). شایان‌ذکر است که اثر پیش‌آماده‌سازی ایسکمی بر میزان درک فشار سه معنادار نمی‌باشد ( $P=0.05$ ).



شکل ۲- میزان حداکثر و میانگین برون ده توان در وضعیت های مختلف اعمال پیش آماده سازی ایسکمی  
 ★ تفاوت معنادار با وضعیت بدون ایسکمی

### بحث و نتیجه گیری

نتایج پژوهش نشان داد که اعمال پیش آماده سازی ایسکمی در هیچ یک از وضعیت ها بر تعداد اجراها و شاخص آزمون جودوی اول تأثیر معناداری نداشت، اما تأثیر اعمال پیش آماده سازی ایسکمی همزمان در دست و پا بر تعداد اجراها و شاخص آزمون جودوی دوم معنادار بود. علاوه بر این، نتایج نشان داد که اعمال پیش آماده سازی ایسکمی همزمان در دست و پا، حداکثر و حداقل برون ده توان

را در جودوکاران نسبت به سایر وضعیت‌ها بهبود بخشید. میزان درک فشار نیز پس از آزمون ویژه جودوی دوم در وضعیت اعمال ایسکمی هم‌زمان در دست و پا کمتر از سایر وضعیت‌ها بود. عدم افت زیاد عملکرد جودوکاران از آزمون اول به آزمون دوم ممکن است به دلیل فاصله زمانی بین دو آزمون باشد. نتایج نشان داد که تعداد تکنیک‌های اجرا شده در وضعیت‌های بدون ایسکمی، ایسکمی دست، ایسکمی پا و ایسکمی هم‌زمان دست و پا برای آزمون اول جودو به ترتیب برابر با ۲۵/۴۶، ۲۶/۵۳، ۲۶/۵۳ و ۲۷ و برای آزمون دوم جودو به ترتیب برابر با ۲۴/۴۶، ۲۵/۱۵، ۲۵/۳۸ و ۲۶/۲۹ بود. همچنین، میانگین ضربان قلب بلافاصله بعد از آزمون اول جودو ۱۷۰ ضربه در دقیقه بود که ۹۰ ثانیه بعد؛ یعنی قبل از آزمون دوم جودو به ۱۱۴ ضربه در دقیقه رسید که نشان می‌دهد برگشت به حالت اولیه در این فاصله زمانی در جودوکاران تا حد زیادی اتفاق افتاده است. از آن‌جاکه آزمودنی‌ها، تیم منتخب استان بودند که در فصل آماده‌سازی قرار داشتند، این برگشت به حالت اولیه منطقی به نظر می‌رسد.

اکثر مطالعاتی که نقش پیش‌آماده‌سازی ایسکمی در فعالیت را بررسی کرده‌اند، آن را به صورت موضعی و در همان عضلاتی که عمدتاً در فعالیت درگیر بودند به کار برده‌اند و تنها یک مطالعه اثر اعمال پیش‌آماده‌سازی ایسکمی در دست و تأثیر آن بر عملکرد وینگیت پاها را بررسی کرده است (۱۰). برخی مطالعات عنوان کرده‌اند که یکی از دلایل احتمالی برای تفاوت در نتایج حاصل از اعمال پیش‌آماده‌سازی ایسکمی بر عملکرد، نسبت حجم بافت عضلانی در معرض پیش‌آماده‌سازی ایسکمی است. در این راستا، باربوسا<sup>۱</sup> (۲۰۱۴) نتیجه گرفت که اعمال پیش‌آماده‌سازی ایسکمی در اندام تحتانی (بافت عضلانی بزرگ‌تر)، زمان واماندگی در فعالیت هندگریپ ریتمیک (فعالیت با حجم عضلانی کوچک‌تر) را افزایش می‌دهد (۲۰) که این افزایش بیشتر از نتایج پژوهش‌های دی‌گروت<sup>۲</sup> (۲۰۱۱) و کریسافولی<sup>۳</sup> (۲۰۱۱) که پیش‌آماده‌سازی ایسکمی و فعالیت را در اندام فوقانی به کار بردند بود. لوکوجورگاکیس<sup>۴</sup> (۲۰۰۷) نشان داد که مقدار بیشتر حجم بافت درگیر در پیش‌آماده‌سازی ایسکمی، حمایت بیشتر آسیب ایسکمی - رپیرفیوژن را ایجاد می‌کند (۲۰). علاوه بر این، کراوس (۲۰۱۵) عنوان کرد که اعمال پیش‌آماده‌سازی ایسکمی در دو دست، بر عملکرد بی‌هوازی اندام تحتانی نسبت به اعمال آن در یک دست اثرات بیشتری دارد (۱۰). درحقیقت، پژوهشگران از این نتایج استفاده کردند و این‌گونه استدلال نمودند که اگر پیش‌آماده‌سازی ایسکمی بر اندام‌های با حجم عضلانی مختلف اعمال شود می‌تواند منجر به پاسخ‌های بیشتر شود. طبق نظر

- 
1. Baborsa
  2. De Groot
  3. Crisafulli
  4. Loukogeorgakis

نویسندگان، این اولین مطالعه‌ای است که با هدف بررسی پاسخ به دوز پیش‌آماده‌سازی ایسکمی، اثر اعمال پیش‌آماده‌سازی ایسکمی در اندام‌ها و با حجم عضلانی مختلف بر عملکرد ورزشی را مورد بررسی قرار داده است. یافته‌های ما نشان داد که اعمال پیش‌آماده‌سازی ایسکمی در اندام بیشتر و با حجم عضلانی بزرگ‌تر، اثر بارزتری بر عملکرد جودوکاران دارد و این امر دلالت بر این موضوع دارد که مقدار بزرگ‌تری از پیش‌آماده‌سازی ایسکمی مورد نیاز است تا اثرات سیستمیک کافی برای ایجاد اثر پیش‌آماده‌سازی ایسکمی به‌عنوان یک کمک ارگوژنیک حاصل شود. مطالعات پیشنهاد می‌کنند که احتمالاً یک آستانه برای تحریک پیش‌آماده‌سازی ایسکمی مورد نیاز است تا فواید آن بر عملکرد آشکارتر شود؛ آستانه‌ای که در آن متابولیت‌های خاص از جمله برادی‌کینین، اپویدها و آدنوزین می‌بایست به یک سطح بحرانی برسند تا اثرات پیش‌آماده‌سازی ایسکمی حاصل شود (۴).

نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های مایکل (۲۰۱۱)، دی‌گروت (۲۰۱۱) و کراوس (۲۰۱۵) مطابقت دارد. مطالعات قبلی نشان داده‌اند که اعمال پیش‌آماده‌سازی ایسکمی در اندام‌های دور<sup>۱</sup>، جریان خون در عضله اسکلتی (۲۱)، کبد (۲۲) و قلب (۲۳) را حین رپرفیوژن پس از ایسکمی طولانی‌مدت افزایش می‌دهد. در مطالعه دیگری پس از هر چرخه ایسکمی - رپرفیوژن در دست، قطر شریان بازویی در دست مقابل اندازه‌گیری گردید و رگ‌گشایی تجمعی را نشان داد (۲۴)؛ بنابراین، این احتمال وجود دارد که پیش‌آماده‌سازی ایسکمی جریان خون عضله اسکلتی را افزایش دهد و تعادل بین مصرف و تحویل اکسیژن را بهبود بخشد که در نهایت، منجر به بهبود عملکرد می‌شود. در مقابل این فرضیه، بابورسا (۲۰۱۴) از مدل هندگریپ<sup>۲</sup> ریتیمیک برای این فرضیه استفاده کرد و نشان داد که جریان خون عروق بزرگ‌تر و تعادل مصرف و تحویل اکسیژن در عروق کوچک‌تر، تحت تأثیر پیش‌آماده‌سازی ایسکمی نمی‌باشد (۲۰). دلیل این تفاوت ممکن است ناشی از تکنیک‌های اندازه‌گیری و مدت‌زمان بین آخرین رپرفیوژن و اندازه‌گیری باشد. با این حال، نتایج برخی از پژوهش‌ها بیان می‌کنند که پیش‌آماده‌سازی ایسکمی ممکن است فاکتورهای دیگر غیر از جریان خون را تغییر دهد. در این راستا، مطالعات حیوانی که بر آسیب ایسکمی - رپرفیوژن تمرکز دارند نشان دادند که پیش‌آماده‌سازی ایسکمی می‌تواند کارایی عضله در مصرف انرژی را از طریق

- 
1. Remote Ischemic Preconditioning
  2. Hand Grip

صرفه‌جویی آدنوزین تری فسفات، افزایش جریان میتوکندریایی<sup>۱</sup> و یا افزایش کارایی زوج تحریک - انقباض<sup>۲</sup> بهبود بخشد (۲۶،۲۵). در خلال شرایط ایسکمی مانند فعالیت شدید، سیستم انرژی بی‌هوازی، به‌ویژه گلیکولیز، به‌صورت عمده در تولید انرژی مشارکت دارد. انرژی موردنیاز در مرحله‌های مختلف آزمون ویژه جودو به‌طور عمده از متابولیسم اسیدلاکتیک تولید می‌شود. پیشنهاد شده است که فسفوریلاسیون اکسیداتیو غیرجفتی به‌وسیله بازکردن کانال‌های پتاسیم حساس به آدنوزین تری فسفات میتوکندریایی، یک مکانیسم فیزیولوژیکی برای اثر پیش‌آماده‌سازی ایسکمی است. علت احتمالی می‌تواند این امر باشد که محتوای فسفاژن (آدنوزین تری فسفات و فسفوکراتین) در عضله اسکلتی ممکن است به‌وسیله تحریک پیش‌آماده‌سازی ایسکمی افزایش یابد. همچنین، حفظ انرژی و کاهش در مصرف فسفات پرانرژی ممکن است در کاهش خستگی عضلانی و افزایش برون‌ده توانی مشارکت نماید. با این حال، این سازوکار به‌شکل مستقیم تأیید نشده است (۱۰).

یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج پژوهش گیبسون (۲۰۱۳) (۲۶) و کلودنس<sup>۳</sup> (۲۰۱۲) که عدم تأثیر پیش‌آماده‌سازی ایسکمی بر عملکرد بی‌هوازی را گزارش کردند مطابقت ندارد. گیبسون نشان داد که پیش‌آماده‌سازی ایسکمی تأثیری بر اجرای عملکرد سرعتی ۳۰ متر ورزشکاران تمرین‌کرده ندارد. کلودنس (۲۰۱۲) نیز گزارش کرد که اجرای دوچرخه‌سواری در نتیجه اعمال پیش‌آماده‌سازی ایسکمی تغییری نداشته است. همچنین، کریسافولی (۲۰۱۱) تغییر معناداری را در اجرای بی‌هوازی پس از اعمال پیش‌آماده‌سازی ایسکمی مشاهده نکرد. علاوه بر این، یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج پژوهش لالونده (۲۰۱۴) که اثرات معناداری را در نتیجه اعمال پیش‌آماده‌سازی ایسکمی بر عملکرد بی‌هوازی لاکتیک و با اسید لاکتیک مشاهده نکرد (۱۴) مغایرت دارد. از دلایل احتمالی که ممکن است این تفاوت‌ها را توجیه کند، اعمال پیش‌آماده‌سازی ایسکمی در اندام‌های متفاوت است. در پژوهش لالونده (۲۰۱۵)، پیش‌آماده‌سازی ایسکمی بر روی یک دست انجام شد و فعالیت شامل به‌کارگیری عضلات اندام تحتانی بود؛ در صورتی که اعمال پیش‌آماده‌سازی ایسکمی در پژوهش گیبسون (۲۰۱۳) به‌صورت متناوب بر روی یک پا اعمال گردید. همچنین، این احتمال وجود دارد که اعمال پیش‌آماده‌سازی ایسکمی بر گروه عضلانی کوچک‌تر به اندازه‌ای نبوده است تا باعث تجمع متابولیت‌های خاص برای شروع آبشار بیوشیمیایی شود (۲۷). از سوی دیگر، شدت و مدت فعالیت ممکن است از عوامل احتمالی تفاوت در نتایج مطالعات قبلی با پژوهش حاضر باشد. در پژوهش گیبسون از فعالیت سرعتی ۳۰ متر (پنج ثانیه) استفاده شد و در پژوهش لالونده فعالیت سرعتی

- 
1. Mitochondrial Flux
  2. Excitation- Contraction Coupling
  3. Clevidence

شش ثانیه به کار رفت و در پژوهش وینگیت، فعالیت سرعتی ۳۰ ثانیه مورد استفاده قرار گرفت. احتمالاً مدت و شدت فعالیت در این مطالعات برای تحریک اثرات پیش آماده سازی ایسکمی کافی نبوده است. از دلایل احتمالی دیگر، زمان بین اعمال پیش آماده سازی ایسکمی و شروع فعالیت است. در پژوهش گیبسون (۲۰۱۳) ۱۵ دقیقه و در پژوهش کلودنس (۲۰۱۲) پنج دقیقه پس از مداخله پیش آماده سازی ایسکمی، فعالیت بی هوازی آغاز گردید؛ در صورتی که در پژوهش حاضر این فاصله زمانی حدود ۴۰ دقیقه بود.

علاوه بر این، یکی از محدودیت های ذکر شده در مطالعات گذشته، استفاده از فشار مطلق ۲۲۰ میلی متر جیوه و یا کمی بالاتر از فشار سیستول برای تمام آزمودنی ها با محیط و حجم ران متفاوت به منظور انسداد کامل جریان خون حین دوره های ایسکمی می باشد. با توجه به این که برای انسداد کامل جریان خون می بایست محیط عضو را در نظر گرفت؛ لذا، استفاده از یک فشار مطلق ممکن است برای همه مناسب نباشد. این پژوهش اولین مطالعه ای است که فشار لازم برای انسداد به صورت فردی به کار برده و از شاخص بالینی عدم وجود نبض در اندام تحتانی به منظور اطمینان از انسداد جریان خون بهره جسته است. علاوه بر این، در پژوهش حاضر جهت اطمینان از شاخص نبض، در یک مطالعه آزمایشی اولیه چند نفر از آزمودنی ها با دور اندام متفاوت توسط دستگاه اولتراسونوگرافی مورد مطالعه قرار گرفتند؛ بدین صورت که پس از بستن کش به دور اندام و اطمینان از عدم وجود نبض در دیستال اندام، جریان خون شریان توسط دستگاه اندازه گیری شد که نشان دهنده قطع کامل جریان خون بود (۱۶).

علاوه بر این، نتایج پژوهش نشان داد که میزان فشار ادراک شده پس از اعمال پیش آماده سازی ایسکمی در تمامی وضعیت ها کمتر از وضعیت کنترل بود. این تفاوت ها به ویژه پس از اجرای آزمون جودوی دوم بین تمام وضعیت های اعمال پیش آماده سازی ایسکمی و وضعیت کنترل معنادار بود. کاهش فشار ادراک شده پس از پیش آماده سازی ایسکمی ممکن است به این دلیل باشد که پیش آماده سازی ایسکمی احتمالاً انقباض عضلانی مؤثرتری را ایجاد می کند که منجر به بار کار بیشتر می شود. علاوه بر این، احتمال دارد که پیش آماده سازی ایسکمی، حساسیت بدن به خستگی را کاهش دهد و بنابراین، منجر به اجرای طولانی تر گردد. این طور بیان می شود که سیستم عصبی مرکزی، فعالیت را بر اساس بازخوردهایی که از ارگان های مختلف می گیرد تنظیم می کند. عنوان شده است که مغز، خستگی محیطی و تغییرات متابولیک درون سلولی را احتمالاً از طریق گروه های آوران عضلانی و IV درک می کند (۲۹). همچنین، پیش آماده سازی ایسکمی ممکن است سطح

آستانه را که در آن سیستم عصبی مرکزی فعالیت را به وسیله کاهش حساسیت آوران‌های IV و محدود می‌کند تغییر دهد و در مقابل، انتقال عصبی و تعداد واحدهای حرکتی فراخوان شده و در نتیجه، نیروی تولیدی را افزایش دهد (۳۰). در پژوهش‌های انجام شده، میزان درک فشار به صورتی که در پژوهش حاضر بررسی گردید مطالعه نشده است. کریسافولی (۲۰۱۱) زمان کل فعالیت را به عنوان شاخصی از خستگی استفاده کرد و اثر پیش‌آماده‌سازی ایسکمی را بر آن بررسی نمود. نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های کریسافولی (۲۰۱۱) مطابقت دارد.

از دیگر محدودیت‌های این پژوهش و مطالعات گذشته این بود که با وجود استفاده از طرح پژوهش یک‌سویه کور، عدم آگاهی کامل آزمودنی‌ها از تفاوت فشار وارده در طول مراحل اعمال پیش‌آماده‌سازی ایسکمی و وضعیت کنترل غیرممکن بود. بدین جهت و به منظور تعدیل انحراف احتمالی، آزمودنی‌ها نسبت به اطلاعاتی که بر اجرای ورزشی تأثیر خواهد گذاشت (مانند فرضیه پژوهش و نتایج اجرا در جلسات قبلی) بی‌اطلاع بودند.

به طور کلی، اعمال حاد پیش‌آماده‌سازی ایسکمی احتمالاً اجرای آزمون ویژه جودو و عملکرد بی‌هوازی جودوکاران را بهبود می‌بخشد و به نظر می‌رسد که اگر پیش‌آماده‌سازی ایسکمی در اندام‌های با حجم عضلانی بزرگ‌تر اعمال شود، اثرات بیشتری دارد. همچنین، اعمال پیش‌آماده‌سازی ایسکمی در دست‌ها باعث افزایش کم و غیرمعنادار عملکرد می‌شود که این افزایش کم در رقابت‌های ورزشی بسیار مهم می‌باشد.

**پیام مقاله:** با توجه به نتایج پژوهش حاضر دریافت می‌شود که پیش‌آماده‌سازی ایسکمی به عنوان یک کمک ارگونومیک می‌تواند عملکرد جودوکاران را بهبود بخشد و اعمال آن در زمان مناسب قبل از مسابقه یا تمرین منجر به بهبود اجرا می‌گردد.

## منابع

1. Anabestani M, Hosseini-Kakhk S A, Hamedinia M R. Comparison of combined training with and without vascular occlusion on selected physical fitness components in postmenopausal women. *Sport Physiology*. 2014; 21(6): 123-36. (In Persian).
2. Murry C E, Jennings R B, Reimer K A. Preconditioning with ischemia: A delay of lethal cell injury in ischemic myocardium. *Circulation*. 1986; 74(5): 1124-36.
3. Candilio L, Hausenloy D J, Yellon D M. Remote ischemic conditioning: A clinical trial's update. *J Cardio vasc Pharmacol Ther*. 2011; 16(3): 304-12.
4. Downey J M, Davis A M, Cohen M V. Signaling pathways in ischemic preconditioning. *Heart Fail Rev*. 2007; 12(3-4): 181-8.
5. Liu G S, Thornton J, Van Winkle D M, Stanley A W, Olsson R A, Downey J M. Protection against infarction afforded by preconditioning is mediated by A1 adenosine receptors in rabbit heart. *Circulation*. 1991; 84(1): 350-6.



6. De Groot P C, Thijssen D H, Sanchez M, Ellenkamp R, Hopman M T. Ischemic preconditioning improves maximal performance in humans. *Eur J Appl Physiol.* 2010; 108(1): 141-6.
7. Hittinger E A, Maher J L, Nash M S, Perry A C, Signorile J F, Kressler J, et al. Ischemic preconditioning does not improve peak exercise capacity at sea level or simulated high altitude in trained male cyclists. Doctoral Dissertation. University of Miami; 2012.
8. Jean-St-Michel E, Manlhiot C, Li J, Tropak M, Michelsen M, Schmidt M, et al. Remote preconditioning improves maximal performance in highly trained athletes. *Med Sci Sports Exer.* 2011; 43(7): 1280-6.
9. Clevidence M W, Mowery R E, Kushnick M R. The effects of ischemic preconditioning on aerobic and anaerobic variables associated with submaximal cycling performance. *Eur J Appl Physiol.* 2012; 112(10): 3649-54.
10. Kraus A, Pasha E, Machin D, Kloner R. Bilateral upper limb remote ischemic preconditioning improves peak anaerobic power. *Sport Med.* 2015; 9(3): 1-6.
11. Sterkowicz S, Franchini E. Specific fitness of elite and novice judoists. *Hum Kinet.* 2001; 6(2): 44-52.
12. Beaven C M, Cook C J, Kilduff L, Drawer S, Gill N. Intermittent lower-limb occlusion enhances recovery after strenuous exercise. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2012; 37(6): 1132-9.
13. Patterson S, Bezodis N, Glaister M, Pattison J. The effect of ischemic preconditioning on repeated sprint cycling performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2014; 46(5): 63-74.
14. Lalonde F, Curnier D. Can anaerobic performance is improved by remote ischemic preconditioning? *Journal of Strength and Conditioning Research.* 2015; 29(1): 80-5.
15. Arazi H, Heidari N. Rating of perceived exertion and blood lactate responses during special judo fitness test in Iranian elite and non-elite judo players. *Med Dello Sport.* 2013; 66(4): 523-30. (In Persian).
16. Hosseini Khakik S A, Sharifi A, Hamedia Nia M R. A comparison of the effect of traditional resistance training with resistance training with vascular occlusion on - muscular function and cardiovascular endurance in young females. *Sport Bioscience J.* 2011; 3(10): 95-114. (In Persian).
17. Lowerty R, Joy J, Loenneke J, Souza E. Practical blood flow restriction training increases muscle hypertrophy during a periodized resistance training program. *Clin Physical J.* 2014; 34(4): 317-21.
18. Wound, Ostomy and Continence Nurses Society. Ankle brachial index: Best practice for clinicians. *J Wound Ostomy Continence Nurs.* 2012; 39(2): 21-9.
19. Sabbagh S, Henry Salzman M M, Kloner R A, Simkhovich B Z, Rezkalla SH. Remote ischemic preconditioning for coronary artery bypass graft operations. *Ann Thorac Surg.* 2013; 96(2): 727-36.
20. Bailey T G, Birk G K, Cable N T, Atkinson G, Green D J, Jones H, et al. Remote ischemic preconditioning prevents reduction in brachial artery flow-mediated dilation after strenuous exercise. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2012; 27(5): 533-8.

21. Barbosa T, Machado I, Braz A, Fernandes L, Vianna L, Nobrega A, et al. Remote ischemic preconditioning delays fatigue development during handgrip exercise. *Scand J Med Sci Sports*. 2014; 11(4): 247-54.
22. Crisafulli A, Tangianu F, Tocco F, Concu A, Mameli O, Mulliri G, et al. Ischemic preconditioning of the muscle improves maximal exercise performance but not maximal oxygen uptake in humans. *J Appl Physiol*. 2011; 111(2): 530-6.
23. Loukogeorgakis S P, Williams R, Panagiotidou A T, Kolvekar S K, Donald A, Cole T J, et al. Transient limb ischemia induces remote preconditioning and remote post conditioning in humans by aK(ATP)-channel dependent mechanism. *Circulation*. 2007;116(12): 1386-95.
24. Wang W Z, Stepheson L L, Fang X H, Khiabani K T, Zamboni W A. Ischemic preconditioning-induced microvascular protection at a distance. *J Reconstr Micro surg*. 2004; 20(2): 175-81.
25. Kanoria S, Glantzounis G, Quaglia A, Dinesh S, Fusai G, Davidson B R, et al. Remote preconditioning improves hepatic oxygenation after ischaemia reperfusion injury. *Transpl Int*. 2012; 25(7): 783-91.
26. Zhou K, Yang B, Zhou X M, Tan C M, Zhao Y, Huang C, et al. Effects of remote ischemic preconditioning on the flow pattern of the left anterior descending coronary artery in normal subjects. *Int J Cardiol*. 2007; 122(3): 250-1.
27. Gibson N, White J, Neish M. Effect of ischemic preconditioning on land-based sprinting in team-sport athletes. *Int J Sports Physiol and Perform*. 2013; 8(6): 671-6.
28. Enko K, Nakamura K, Yunoki K, Miyoshi T, Akagi S, Yoshida M, et al. Intermittent arm ischemia induces vasodilatation of the contralateral upper limb. *J Physiol Sci*. 2011; 61(6): 507-13.
29. Mansour Z, Bouitbir J, Charles A L, Talha S, Kindo M, Pottecher J, et al. Remote and local ischemic preconditioning equivalently protects rat skeletal muscle mitochondrial function during experimental aortic cross-clamping. *J Vasc Surg*. 2012; 55(2): 497-505, e491.
30. Pang C Y, Yang R Z, Zhong A, Xu N, Boyd B, Forrest C R. Acute ischemic preconditioning protects against skeletal muscle infarction in the pig. *Cardiovasc Res*. 1995; 29(6): 782-8.

### استناد دهی

فرزانه حصاری امین، حسینی کاخک سیدعلیرضا، حامدی نیا محمدرضا. بررسی اثر پیش آماده سازی ایسکمی در اندام های مختلف بر عملکرد جودوکاران. فیزیولوژی ورزشی. زمستان ۱۳۹۵؛ ۸(۳۲): ۴۸-۳۱.

Farzaneh Hesari A, Hosseini Kakhk S.A, Hamedinia M.R. The Effects of Ischemic Preconditioning in Different Limbs on Performance in Judo Athletes. *Sport Physiology*. Winter 2017; 8 (32): 31-48.

## The Effects of Ischemic Preconditioning in Different Limbs on Performance in Judo Athletes

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

1. Ph.D. Student of Sport Physiology, Hakim Sabzevari University\*
2. Associate Professor, Sport Physiology, Hakim Sabzevari University
3. Professor, Sport Physiology, Hakim Sabzevari University

Received: 2015/10/30

Accepted: 2015/12/22

---

### Abstract

The purpose of this study was to determine the effect of ischemic preconditioning (IPC) in upper limb, lower limb, and combined lower and upper limbs on specific judo fitness test (SJFT) and anaerobic performance in judo athletes. In a randomized, crossover design, 13 judo athletes participated in this study and performed two SJFT with 90 second between trials and a RAST test after 15 min rest, in four conditions: IPC Treatment in arms, legs, arms and legs, and a sham intervention. IPC treatment consisted of three 5-minute bouts of ischemia, followed by 5 minutes of reperfusion. One-way repeated measures ANOVA and Bonferroni post-hoc test was used. IPC treatment in arms and legs resulted in increased number of total throws and improved index of SJFT2, peak power and mean power compared with other conditions (P 0.05). IPC treatment in arms and legs also decreased the rate of perceives exertion compared with other conditions (P 0.05). In conclusion, if ischemic preconditioning is applied in more limbs and with greater muscular tissue, it will improve SJFT and anaerobic power in judo athletes.

**Keywords:** Ischemia, Reperfusion, Special Judo Test, Anaerobic Performance

---

---

\*Corresponding Author

Email: af.hessari@gmail.com