

آثار ۳۰ دقیقه پیش‌سرمایش بر شاخص‌های عملکرد بی‌هوازی مردان فوتسالیست

رضا منصوری مطلق پری^۱، امیرعباس منظمی^۲، ناصر بهپور^۳، حمیدرضا نگارستانی^۴

چکیده

مقدمه و هدف: هدف تحقیق حاضر تعیین آثار ۳۰ دقیقه پیش‌سرمایش بر شاخص‌های عملکرد بی‌هوازی مردان فوتسالیست بود.

مواد و روشها: ۱۲ آزمودنی مرد به صورت تصادفی و به روش متقاطع در دو جلسه جداگانه به فاصله ۳ روز از جلیقه معمولی و جلیقه یخ استفاده کردند. پروتکل پیش‌سرمایش شامل سرد کردن بدن به مدت ۳۰ دقیقه با جلیقه یخ بود که آزمودنی‌ها پس از آن به گرم کردن پرداخته و سپس آزمون توان بی‌هوازی RAST را اجرا کردند. متغیرهای دما، لاکتات خون، ضربان قلب، توان بیشینه، متوسط و کمینه اندازه‌گیری شدند. برای مقایسه تغییرات بین گروهی از روش آماری t مستقل استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج تحقیق نشان داد که در گروه پیش‌سرمایش، میانگین برون ده توان بیشینه، توان متوسط، توان کمینه، تغییرات ضربان قلب و دمای مرکزی، نسبت به گروه کنترل بالاتر بود و تفاوت معناداری در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد ($P < 0.05$)، اما تفاوت معنی‌داری در مقادیر لاکتات خون در بین گروه‌ها مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: این نتایج پیشنهاد می‌کنند که ۳۰ دقیقه پیش‌سرمایش موجب بهبود تکرار اجرای فعالیت شدید از طریق انسداد عروق پوستی که احتمالاً موجب افزایش جریان خون به عضلات کاری می‌شود، می‌گردد.

واژگان کلیدی: پیش‌سرمایش، آزمون RAST، فوتسال

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده تربیت بدنی دانشگاه رازی

۲. استادیار دانشکده تربیت بدنی دانشگاه رازی (نویسنده مسئول) monazzami.amirabbas@gmail.com

۳. استادیار دانشکده تربیت بدنی دانشگاه رازی

۴. کارمند اداره تربیت بدنی دانشگاه رازی

مقدمه

یکی از پیامدهای ورزش، افزایش گرمای متابولیکی بیش از زمان استراحت بوده و در تحقیقات مشخص شده است که ورزش شدید دمای بدن را بعد از ۵ تا ۷ دقیقه فعالیت، یک درجه بالا می‌برد (۳-۱). فوتسال یکی از ورزش‌های سنگین است که به علت فعالیت شدید باعث افزایش دمای مرکزی بدن می‌شود. عضلاتی که به طور مکرر تا میزان حداکثر فعالیت تحریک می‌شوند، فعالیت حداکثری آن‌ها به طور پیش‌رونده‌ای دچار کاهش و اُفت می‌شود که این پدیده قابل برگشت را خستگی عضلانی می‌نامند و در نهایت باعث کاهش عملکرد ورزشکار می‌شود (۴-۶). در چنین حالتی با تغییر جریان خون از عمق به سطح، خون کمتری راهی عضلات و دیگر اندام‌های ضروری برای انجام فعالیت شده و موجب اُفت عملکرد می‌شود (۷). همچنین با بالا رفتن دمای بدن، تعریق افزایش یافته و آب بیشتری از بدن دفع می‌شود. در این شرایط پلاسما و املاح معدنی مهم از دست رفته و از این طریق عملکرد کاهش می‌یابد. بنابراین به نظر می‌رسد برای رسیدن به بالاترین سطح عملکرد باید اثرات افزایش دما را کنترل کرد (۳-۶). بر همین اساس محققین تکنیک پیش‌سرمایش را به عنوان روشی جهت کنترل دما در مرحله گرم کردن مورد توجه قرار داده‌اند (۷). تکنیک پیش‌سرمایش به عنوان روشی برای کاهش دمای مرکزی بدن و پوست، افزایش جریان خون عضلات، افزایش ذخایر گرمایی بدن، کاهش تعریق و جلوگیری از کاهش پلاسما و الکترولیت‌های خون مورد توجه قرار گرفته است. در تکنیک پیش‌سرمایش از روش غوطه‌وری در آب، جلیقه یخ و قرار گرفتن در معرض هوای سرد جهت جلوگیری از افزایش دما استفاده می‌شود (۸). پیش‌سرمایش، دمای مرکزی و محیطی بدن را قبل، حین و پس از فعالیت کاهش داده و موجب بالا رفتن ذخایر گرمایی بدن می‌گردد. همچنین با طولانی کردن زمان رسیدن به آستانه تعریق، باعث تاخیر شروع مکانیسم‌های دفع گرما می‌شود (۷-۵). در این شرایط خون کمتری به سطح بدن آمده و از طرف دیگر، با تعریق کمتر، حجم خون و املاح معدنی حفظ شده و در نهایت، عملکرد ورزشی بهبود پیدا می‌کند (۹). در همین راستا مطالعات زیادی در ارتباط با اثر پیش‌سرمایش بر عملکرد ورزشی ورزشکاران انجام شده است. در یک مطالعه که توسط سیگیل^۱ و همکاران (۲۰۱۲) با تکنیک پیش‌سرمایش و به روش پوشیدن جلیقه یخ به مدت ۳۸ دقیقه صورت گرفت، مشخص شد که پیش‌سرمایش موجب بهبود اجرا و بهبود رکورد دوندگان استقامتی در مسابقات المپیک شده است (۱۰). در تحقیق کلارک^۲ و همکاران (۲۰۱۱) که روی فوتسالیست‌ها انجام شد، تکنیک پیش‌سرمایش به روش جلیقه یخ طی تمرینات اینتروال ویژه فوتسال در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که انجام دوره پیش‌سرمایش موجب کاهش ضربان قلب می‌شود (۱۱). هانتز^۳ و همکاران (۲۰۰۶)، تاثیر پوشیدن جلیقه یخ بر دمای بدن دوندگان آمریکایی و استرالیایی را در المپیک آتن قبل از مسابقه کراس کانتري به مدت ۴۵ دقیقه مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که پوشیدن جلیقه یخ موجب شده که دمای بدن هنگام گرم کردن پایین‌تر آمده و در هنگام انجام مسابقه دیرتر افزایش می‌یابد و از این طریق عملکرد بهبود پیدا کرده است (۱۲). ویل^۴ و همکاران (۲۰۰۸)، تاثیر غوطه‌وری در آب بر تکرار اجرای دوچرخه‌سواری و تنظیمات دمایی را در گرما مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که در بین دو تکرار، بین تاثیرات انجام ریکاوری فعال و پیش-سرمایش بر مقدار لاکتات، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. تکنیک پیش‌سرمایش با روش غوطه‌وری در آب تاثیر

1. Siegel

2. Clarke

3. Hunter

4. Veil

معنی‌داری در کاهش استرس‌های گرمایی داشته و موجب بهبود تکرار بعدی در مسابقه می‌شود (۱۳). جوس^۱ و همکاران (۲۰۰۶)، اثر پوشیدن جلیقه‌ی یخ هنگام گرم کردن به مدت ۲۵ دقیقه بر تمرینات اینتروال طولانی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که پوشیدن جلیقه یخ هنگام گرم کردن موجب بهبود تمرینات اینتروال می‌گردد (۱۴). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که استفاده از تکنیک غوطه‌وری در آب بر پایین آوردن دمای بدن، روشی غیر کاربردی در اکثر میادین ورزشی می‌باشد. علاوه بر آن به علت اثر مثبت فشار هیدرواستاتیک بر بازیافت نمی‌توان نتیجه گرفت که بهبود اجرا در تکرارهای متوالی صرفاً به علت کاهش دما در روش غوطه‌وری در آب بوده است. از طرف دیگر، بیشتر محققین، اثرات پیش‌سرمايش را در فعالیت‌های بلند مدت مورد بررسی قرار داده‌اند و همچنین مدت زمان پیش‌سرمايش در این گونه تحقیقات کم بوده است (۱۳، ۱۵، ۱۶). در نتیجه با توجه به تحقیقات محدود در زمینه اثر پیش‌سرمايش بر شاخص‌های عملکرد بی‌هوای در فعالیت‌های کوتاه مدت با شدت بالا، در این تحقیق به بررسی این که آیا تکنیک پیش‌سرمايش به مدت ۳۰ دقیقه عملکرد بی‌هوای مردان فوتسالیست را تغییر می‌دهد؟ پرداخته می‌شود تا از این طریق برخی از مکانیسم‌های احتمالی مسئول تنظیم و کنترل دما توسط این تکنیک معین گردد و همچنین بتوان از نتایج حاصل از این تحقیق گام‌های سودمندی در جهت بهبود اجرای عملکرد این رشته ورزشی برداشت.

روش‌ها

تعداد ۱۲ دانشجوی مرد فوتسالیست با دامنه سنی ۲۰-۲۳ سال که حداقل ۲ سال سابقه تمرین داشتند به صورت تصادفی انتخاب شدند. میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های آزمودنی‌ها شامل سن، قد و وزن در جدول ۱ بیان شده است. در این تحقیق آزمودنی‌ها در دو جلسه جداگانه به فاصله ۳ روز از یکدیگر گروه کنترل و تجربی را تشکیل دادند (۸). آزمودنی‌ها در جلسه اول با جلیقه و بدون یخ به اجرای آزمون رست پرداختند و در جلسه دوم پروتکل پیش‌سرمايش را با جلیقه یخ به مدت ۳۰ دقیقه اجرا کردند و سپس به اجرای آزمون رست پرداختند. همچنین در فاصله بین دو آزمون، آزمودنی‌ها حق انجام هیچگونه فعالیت ورزشی را نداشتند. پیش‌سرمايش توسط یک جلیقه‌ی که از لحاظ مواد به کار رفته در آن، مشابه جلیقه بارانی بود ساخته شد. یک زیپ در جلوی آن اجازه می‌داد که جلیقه به راحتی پوشیده و در آورده شود همچنین چندین جیب استوانه‌ای در جلو و عقب جلیقه تعبیه شده بود که اجازه می‌داد کیسه‌های یخ به راحتی در آن قرار و یا خارج شوند. دمای محیط در زمان اجرای پروتکل ۳۵ درجه بود و تمامی اندازه‌گیری‌ها در ساعت ۱۰ صبح انجام گرفت.

جدول ۱. مشخصات آزمودنی‌ها و دمای محیط

ویژگی آزمودنی‌ها	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	سن (سال)	دمای محیط (سیلیسیوس)
میانگین ± انحراف استاندارد	۱۷۴ ± ۵/۸	۷۳/۵۵ ± ۸/۶۸	۲۲/۶ ± ۰/۹۶	۳۴/۵ ± ۰/۸۴

پروتکل تمرینی

در روز نخست آزمودنی‌ها به مدت ۱۰ دقیقه با ضربان قلب زیر بیشینه ۱۴۰-۱۲۰ که معادل ۶۰-۴۰ درصد ضربان قلب بیشینه بود، گرم کردند و سپس به اجرای آزمون رست پرداختند. آزمون رست یک آزمون اندازه‌گیری توان بی‌هوازی است که در این تحقیق به صورت اجرای شش مرتبه دوی سرعت ۳۵ متر انجام گرفت. بدین صورت که در ابتدا دو مخروط به فاصله ۳۵ متری از هم قرار داده شد و آزمودنی‌ها با صدای سوت فاصله دو مخروط را با حداکثر سرعت طی نمودند سپس ۱۰ ثانیه استراحت نموده و دوباره مسیر ۳۵ متری را طی کردند و این کار ۶ مرتبه تکرار شد. مدت زمان پیمودن فاصله ۳۵ متری هر بار به طور مجزا ثبت گردید (۲۹-۲۵). همچنین با استفاده از دستگاه ترمومتر مدل TET-350 از طریق مجرای گوش داخلی و دمای پرده صماخ، دمای مرکزی بدن اندازه‌گیری شد (۲۹-۲۵). علاوه بر آن با استفاده از دستگاه لاکتومتر مدل hp-cosmos متغیر لاکتات و ضربان سنج پلار متغیر ضربان قلب آزمودنی‌ها قبل و بعد از آزمون رست به دقت اندازه‌گیری شد اما متغیر توان فقط پس از آزمون اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری شاخص‌های خستگی و توان بیشینه، متوسط و کمینه بر اساس فرمول‌های مخصوص و موجود در منابع استفاده گردید (۲۹-۲۵).

تجزیه و تحلیل آماری

جهت نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف و از آزمون لوین برای تجانس و همگنی داده استفاده شد. همچنین جهت تعیین تفاوت بین متغیرهای تحقیق از آزمون t مستقل استفاده و سطح معنی داری در تمامی مراحل $P < 0/05$ در نظر گرفته شد.

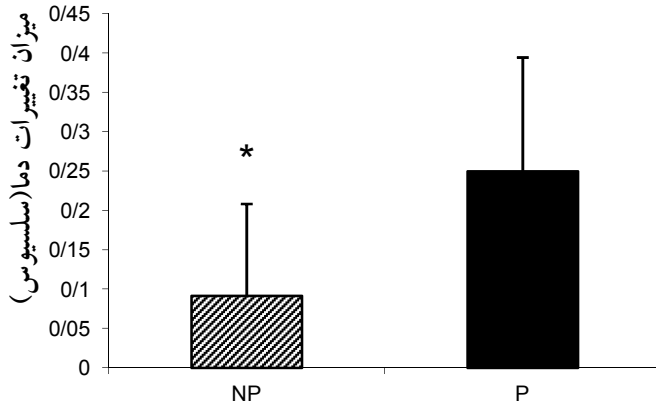
یافته‌ها

نتایج آنالیز داده‌های تحقیق نشان داد که اجرای پروتکل پیش سرمایش موجب افزایش تغییرات دمای مرکزی در گروه پیش سرمایش (P) نسبت به گروه بدون پیش سرمایش (NP) شده است که این تغییرات در بین دو گروه معنا دار بود ($p = 0/038$). میزان تغییرات در گروه (P) $0/2$ درجه بود که نشان از کاهش دمای مرکزی بدن پس از اجرای پروتکل پیش سرمایش داشته است (جدول ۲) اما در گروه (NP) تغییری مشاهده نشد ($P < 0/05$) (شکل ۱). از طرف دیگر تغییرات ضربان قلب در گروه (P) نسبت به گروه (NP) بیشتر و معنا دار بود ($p = 0/001$). میزان این تغییرات در گروه (P) 8 ± 114 ضربه و در گروه (NP) 8 ± 111 ضربه گزارش شد (جدول ۲). این نتایج نشان داد که پیش سرمایش موجب افزایش تغییرات در ضربان قلب شده است و این تغییرات در هر دو گروه معنا دار بود ($P < 0/05$) (شکل ۲). از طرف دیگر اجرای پروتکل پیش سرمایش نتوانست تغییر معنا داری در میزان تغییرات لاکتات خون قبل و بعد از آزمون رست ایجاد نماید (جدول ۲) ($p = 0/38$) هرچند این میزان تغییرات در گروه (P) نسبت به گروه (NP) بیشتر بود ($P < 0/05$) (شکل ۳). همچنین اجرای پیش سرمایش در گروه (P) نشان از تغییر معنادار در مقادیر حداکثر توان با تغییرات گروه (NP) دارد ($p = 0/012$). اجرای پیش سرمایش موجب کاهش زمان رکورد آزمودنی‌ها گردید بنابراین نتایج نشان می‌دهد که میزان توان بیشینه در گروه (P) 141 ± 647 وات بیشتر از گروه (NP) 136 ± 587 وات است (جدول ۲) و آزمودنی‌ها توانسته‌اند اوج توان بالاتری را در گروه (P) ایجاد نمایند و این افزایش موجب تغییر معنادار بین دو گروه شده است (شکل ۴) ($P < 0/05$). همچنین نتایج تحقیق حاکی از افزایش میزان توان کمینه در گروه (P) نسبت به گروه (NP) است ($p = 0/139$). این نتایج نشان داد که اجرای ۶ تکرار ۳۵ متری آزمون رست موجب کاهش توان بیشتری در گروه (NP) 333 وات نسبت به گروه

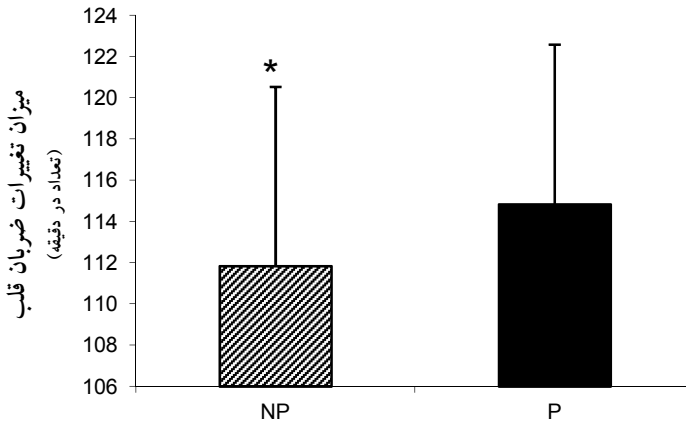
(P) ۳۷۴ وات می‌گردد (جدول ۲) و پیش‌سرمایش موجب جلوگیری از کاهش توان بیشتر در گروه (P) شده است ($P < 0.05$) (شکل ۴). علاوه بر این تفاوت معناداری در تغییرات توان متوسط در دو جلسه فعالیت با جلیقه سرد و فعالیت بدون جلیقه سرد مشاهده شد ($p = 0.038$). پس از اجرای آزمون رست تغییرات در گروه (P) نسبت به گروه (NP) بیشتر بود (جدول ۲) و این تغییرات هم در توان کمینه و هم در توان بیشینه در گروه (P) بارزتر بود ($P < 0.05$) (شکل ۴). با توجه به نتایج حاصل از توان کمینه و بیشینه شاخص خستگی نیز متاثر از آنها بود (جدول ۲) و نتایج تحقیق نشان از تغییر معنا دار بین دو گروه بود ($P = 0.09$). همانگونه که در شکل ۵ نشان داده شده است تغییرات شاخص خستگی در گروه (P) بیشتر از گروه (NP) بود ($P < 0.05$). میزان توان بیشینه، توان متوسط و توان کمینه و شاخص خستگی تولیدی به ترتیب در گروه (P) وات 141 ± 647 وات 90 ± 487 ، وات 136 ± 587 ، وات 70 ± 444 ، وات 46 ± 333 و 6 ± 370 وات بود.

جدول ۲. ویژگی‌های متغیرهای تحقیق در گروه‌های پیش‌سرمایش (P) و بدون پیش‌سرمایش (NP)

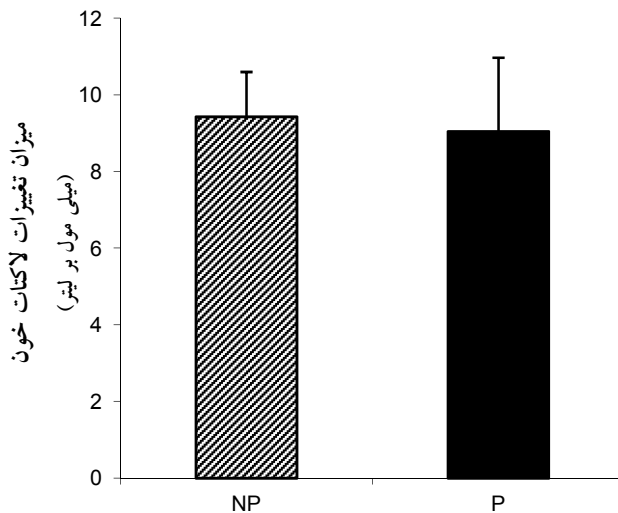
گروه‌ها	دمای مرکزی (درجه سلسیوس)			ضربان قلب (تعداد در دقیقه)			لاکتات (میلی مول بر لیتر)			توان بیشینه (وات)	توان متوسط (وات)	توان کمینه (وات)	شاخص خستگی
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	تغییرات	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	تغییرات	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	تغییرات				
(P)	36.7 ± 0.2	36.9 ± 0.1	0.2 ± 0.1	75 ± 5	190 ± 5	114 ± 8	1.6 ± 0.5	10.6 ± 1.7	9.0 ± 1.9	647 ± 141	487 ± 90	374 ± 52	8.4 ± 3.4
(NP)	36.9 ± 0.05	37.0 ± 0.1	0.09 ± 0.1	76 ± 5	188 ± 5	111 ± 8	1.8 ± 0.6	11.3 ± 1.8	9.4 ± 1.7	587 ± 136	444 ± 70	333 ± 46	7.0 ± 3.6



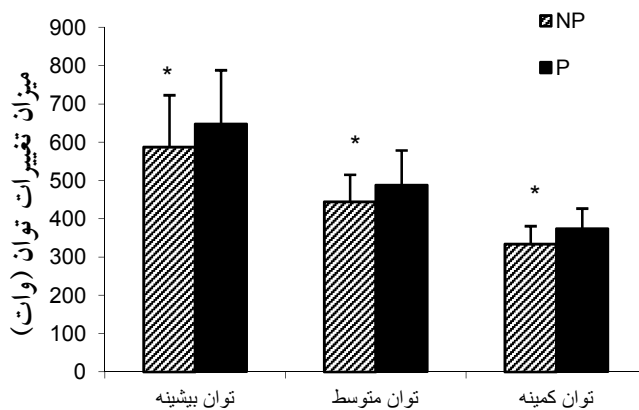
شکل ۱. میزان تغییرات دمای مرکزی در دو حالت پیش سرمایه‌ش (P) و بدون پیش سرمایه‌ش (NP) * تفاوت معنادار با گروه پیش سرمایه‌ش (P) ($P < 0/05$).



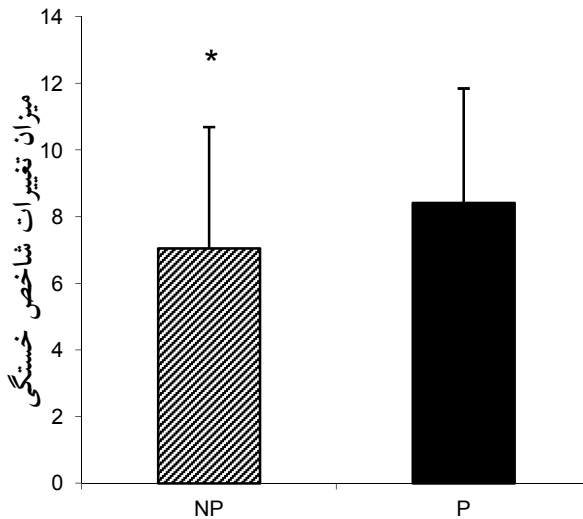
شکل ۲. میزان تغییرات ضربان قلب در دو حالت پیش سرمایه‌ش (P) و بدون پیش سرمایه‌ش (NP) * تفاوت معنادار با گروه پیش سرمایه‌ش (P) ($P < 0/05$).



شکل ۳. میزان تغییرات لاکتات خون در دو حالت پیش‌سرمايش (P) و بدون پیش‌سرمايش (NP) * تفاوت معنادار با گروه پیش‌سرمايش (P) ($P < 0.05$).



شکل ۴. میزان توان بیشینه، توان متوسط و توان کمینه در دو حالت پیش‌سرمايش (P) و بدون پیش‌سرمايش (NP) * تفاوت معنادار با گروه پیش‌سرمايش (P) ($P < 0.05$).



شکل ۵. میزان تغییرات شاخص خستگی در دو حالت پیش‌سرمایش (P) و بدون پیش‌سرمایش (NP) * تفاوت معنادار با گروه پیش‌سرمایش (P) ($P < 0.05$).

بحث و نتیجه گیری:

هدف از تحقیق حاضر این بود که آیا استفاده از جلیقه یخ به مدت ۳۰ دقیقه می‌تواند عملکرد بی‌هوایی مردان فوتسالیست را در آزمون رست تغییر دهد، مهمترین یافته‌های تحقیق آن بود که تکنیک پیش‌سرمایش موجب تغییر معنادار در مقادیر دمای مرکزی، ضربان قلب، توان بیشینه، توان متوسط، توان کمینه و شاخص خستگی در گروه پیش‌سرمایش نسبت به گروه بدون پیش‌سرمایش شد. اما این تکنیک پیش‌سرمایش نتوانست تغییر معنا داری در مقادیر لاکتات خون در گروه پیش‌سرمایش نسبت به گروه بدون پیش‌سرمایش ایجاد کند.

نتایج این تحقیق نشان داد که ۳۰ دقیقه تکنیک پیش‌سرمایش با جلیقه یخ موجب کاهش معنادار دمای مرکزی به اندازه ۰/۲ درجه شد. این میزان کاهش از طریق اندازه‌گیری دمای پرده صماخ بوسیله دستگاه ترمومتر دیجیتالی انجام گرفت. نتایج نشان داد که پس از پیش‌سرمایش دمای مرکزی به $36/7 \pm 0/2$ درجه رسیده است در حالی که این دما در گروه بدون پیش‌سرمایش $36/9 \pm 0/06$ بود که با نتایج کلارک^۱ و همکاران (۲۰۱۱) که آنها هم از جلیقه یخ استفاده کرده بودند هم راستاست (۱۱). بنابراین به نظر می‌رسد که در این تحقیق پوشیدن جلیقه سرد در قبل از تمرین موجب کنترل دما شده و از افزایش بیش از حد دمای مرکزی بدن پیشگیری کرده است.

از طرف دیگر نتایج تحقیق حاکی از تغییر معنادار در میزان تغییرات ضربان قلب در گروه پیش‌سرمایش نسبت به گروه بدون پیش‌سرمایش بود. این میزان تغییرات در گروه پیش‌سرمایش 114 ± 8 ضربه در دقیقه و در گروه بدون پیش‌سرمایش 111 ± 8 ضربه در دقیقه بود که با نتایج تحقیق کلارک و همکاران (۲۰۱۱) که به کاهش میزان ضربان قلب پس از اجرای تکنیک پیش‌سرمایش اشاره کرده بودند هم راستاست (۱۱). میزان

ضربان قلب در گروه بدون پیش‌سرماش 76 ± 5 ضربه در دقیقه بود که پس از اجرای تکنیک پیش‌سرماش به 75 ± 5 ضربه در دقیقه در گروه پیش‌سرماش رسید. دلایل این کاهش را می‌توان به کاهش دمای مرکزی بدن نسبت داد. با کاهش دمای مرکزی بدن خون کمتری روانه بافت‌های سطحی برای تنظیم دمای بدن می‌گردد. بنابراین مقدار بیشتری خون به بافت‌های عمقی از جمله عضلات اسکلتی می‌رود. جریان خون بیشتر موجب شده عضلات مواد سوختی بیشتری دریافت و مواد زائد را سریع‌تر دفع کنند این مکانیسم باعث کمتر شدن کار قلب شده و قلب با تعداد ضربان کمتری خون را به عضلات درگیر هدایت می‌کند (۲۰-۱۷).

همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد بین میزان تغییرات لاکتات خون تولیدی در دو گروه پیش‌سرماش و بدون پیش‌سرماش تفاوت معناداری وجود ندارد که با نتایج تحقیق ویل و همکاران که در تحقیق خود به عدم تفاوت معنی‌دار در مقادیر لاکتات خون اشاره کرده بودند هم راستاست (۱۳). در این تحقیق به دلیل تغییر معنادار در دمای مرکزی بدن با استفاده از جلیقه یخ، انتظار می‌رفت که مقدار لاکتات تولیدی تحت تاثیر دمای عضلات درگیر در دویدن هنگام آزمون رست قرار گیرد اما نتایج تحقیق حاکی از آن بود که این تغییرات به اندازه‌ای نبوده است که بتواند تغییر معناداری در دو گروه ایجاد کند. میزان تغییرات لاکتات خون در گروه (NP) $9/05 \pm 1/92$ و در گروه (P) $9/43 \pm 1/17$ بود که نشان از تغییرات بیشتر در گروه (NP) می‌داد. مکانیسم احتمالی عدم تغییرات میزان لاکتات خون تولیدی در تحقیق حاضر شاید به دلیل ماهیت کاهش دما در تحقیق حاضر باشد به طوری که کاهش دما در تکنیک پیش‌سرماش برای سرعت بخشیدن به برداشت لاکتات تولیدی در عضلات درگیر در حین انجام آزمون ناکارآمد بوده و برای اثر گذاشتن بر لاکتات تولیدی به عوامل دیگری غیر از تغییرات دما نیاز است (۲۵-۲۰). افزایش حجم خون مرکزی به صورت بالقوه بر ارتقاء بیشینه‌ی عملکرد ورزشی تاثیر گذار است. تحت شرایط فعالیت بیشینه، اگر افزایش بیشتر حجم خون مرکزی منجر به دسترسی ماهیچه‌ها به خون بیشتر بشود، این امر موجب افزایش انتقال اکسیژن شده، که منجر به مشارکت بیشتر سیستم‌های هوازی برای عرضه‌ی انرژی به هرگونه بازدهی قدرتی مشخص، می‌شود (۲۵-۲۰). این عامل هم چنین ممکن است باعث افزایش پاک‌سازی محصولات جانبی متابولیکی از قبیل لاکتات خون، از ماهیچه‌ها شود. با پاک‌سازی بیشتر لاکتات از ماهیچه‌ها، انتظار می‌رود که غلظت لاکتات خون افزایش یابد، اما در این مطالعه هیچ‌گونه تغییری در میزان غلظت لاکتات خون بین دو شرایط مختلف مشاهده نشده است. دلیل این امر مشخص نیست، اما ممکن است در ارتباط با چندین فاکتور باشد. اول از همه، افزایش گردش خون به ماهیچه‌های فعال، موجب افزایش مشارکت متابولیسم هوازی برای عرضه‌ی انرژی و در نتیجه افزایش انباشت لاکتات خون می‌شود. دوماً، با وجود این‌که جریان خون بالاتر ماهیچه‌ها موجب کمک به افزایش سرعت جابجایی لاکتات از طریق افزایش شیب pH خون می‌شود، افزایش در میزان قطعی لاکتات خون، ممکن است کاملاً موقتی و گذرا باشد، زیرا لاکتات به سرعت می‌تواند اکسیده شود، و این گونه به نظر می‌رسد که حد نصاب لاکتات، دارای ضریب بالایی از متغیرهاست، چراکه متاثر از فاکتورهای مختلفی می‌باشد (۲۵-۲۰).

همچنین نتایج تحقیق نشان داد که توان بیشینه بی‌هوازی، متوسط توان بی‌هوازی، توان بی‌هوازی کمینه و شاخص خستگی هنگام پوشیدن جلیقه سرد و گرم در دو گروه تحقیق تفاوت معناداری دارند. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق جوس و همکاران (۲۰۰۶)، هانتر و همکاران (۲۰۰۶) و سیگل و همکاران (۲۰۱۲) که در آن به بهبود اجرا پس از تکنیک پیش‌سرماش اشاره کرده‌اند همخوانی دارد (۱۴، ۱۲، ۱۰). یکی از مکانیسم‌هایی که در

اثر کاهش دما می‌تواند به آن اشاره کرد در ویژگی انقباضات عضلانی باید جستجو کرد. به نظر می‌رسد کاهش دما موجب سفتی عضله شده و تعداد باندهای اکتین و میوزین را افزایش داده و بر سرعت تکامل نیرو^۱ اثر گذاشته بدین طریق توان عضلانی را افزایش داده است همچنین با انجام تکنیک پیش‌سرمایش خون کمتری به سطح بدن آمده و درصد بیشتری از خون به مرکز بدن می‌رود (۲۲). علاوه بر این تکنیک پیش‌سرمایش از مقدار تعریق بدن کم کرده و از کاهش زیاد پلاسمای خون جلوگیری کرده و با حفظ برون ده قلبی خستگی کمتری حادث می‌گردد و از طرفی با کاهش دمای مرکزی بدن آزمودنی دیرتر به حد آستانه دمای بحرانی رسیده و این موجب شده خستگی کمتری ایجاد گردد تمام این مکانیسم‌ها کمک کرده که توان بی‌هوازی کمتر افت کند (۲۹-۲۶). با توجه به این نتایج شاخص خستگی که متاثر از توان کمینه و بیشینه است هم افزایش یافته و موجب بهبود عملکرد گردیده است. در مجموع این نتایج پیشنهاد می‌کنند که پیش‌سرمایش موجب بهبود تکرار اجرای فعالیت شدید از طریق انسداد عروق پوستی که احتمالاً موجب افزایش جریان خون به عضلات کاری می‌شود، می‌گردد. علاوه بر این به نظر می‌رسد استفاده از جلیقه یخ، عملی‌تر از سرمایش توسط غوطه‌ور شدن در آب و هوای سرد در بهبود اجرای عملکرد بی‌هوازی بازیکنان فوتسال باشد. هرچند، با وجود اختصاص زمان مورد نیاز برای دستیابی به میزان مناسب خنک شدن بدن برای دستیابی به مزیت‌های پیرو آن، به نظر غیر محتمل است که اجرای فرآیند پیش‌سرمایش، در آینده‌ای نزدیک و در بین ورزشکاران خیلی رایج شود.

References:

1. Cheuvront SN, Kenefick WR, Montain JS, Sawka NM . 2010. Mechanisms of aerobic performance impairment with heat stress and dehydration. *JAPS*.109(6): 1989-1995.
2. Ely BR, Gheuvront SN, Kenefick WR, Sawka NM .2010. Aerobic Performance is Degraded, Despite Modest Hypothermia, In Hot Environments. *Med Sci Sports Exerc*. 42(1):135-41.
3. Maughan RJ. 2010. Distance running in hot environments: a thermal challenge to the elite runner. *Scan j med sci sports*. 20(3): 95-102.
4. Duffield R, Green R, Castel P, Maxwell N. 2010. Methods, advantages, and limitations of body cooling for exercise performance. Precooling can prevent the reduction of self-paced exercise intensity in the heat. *Med Sci Sports Exerc*. 42(3): 577-584.
5. Sawka MN, Wenger CB, Pandolf KB. 2011. Thermoregulatory responses to acute exercise- heat stress and heat acclimation. *Comprehen physiol*. 55-79.
6. Leal ECP, Martins LRA, Frigo LD, marchi T, Roos RP, Degodoie V and et al. 2010. Effects of low-level laser therapy (LLL) in the development of exercise-induced skeletal muscle fatigue and changes in biochemical markers related to postexercise recovery. *J ORTHOP SPORT PHYS*. 40(8): 524-532.
7. Ross ML, Garvican LA, Jeacocke NA, Laursen PB, Abbiss CR, Martin TD, Burke LM . 2011. Novel precooling strategy enhances time trial cycling in the heat. *Med Sci Sports Exerc*. 43(1): 123-133.
8. Marino FE. Methods, advantages, and limitations of body cooling for exercise performance. 2002. *BRIT J SPORT MED*. 36(2): 89-94.

9. Siegel R, Mate J, Brearley MB, Watson G, Nosaka K, Laursen PB. 2010. Ice slurry ingestion increases core temperature capacity and running time in the heat. *Med Sci Sports Exerc.* 42(4) : 717-725.
10. Siegel R, Maté J, Watson G, Nosaka K, Laursen PB. 2012. Pre-cooling with ice slurry ingestion leads to similar run times to exhaustion in the heat as cold water immersion. *J sport sci.* 30(2): 155-165.
11. Clarke ND, Maclaren DP, Reilly T, Drust B. 2011. Carbohydrate ingestion and pre-cooling improves exercise capacity following soccer-specific intermittent exercise performed in the heat. *Eur j appl physiol.* 111(7): 1447-1455.
12. Hunter I, Hopkins JT, Casa D J. 2006. Warming up with an ice vest: core body temperature before and after cross-country racing. *J ATHL TRAINING.* 41(4): 37-374.
13. Vaile J, Halson S, Gill N, Dawson B. 2008. Effect of cold water immersion on repeat cycling performance and thermoregulation in the heat. *J SPORT SCI.* 26(5): 431-440.
14. Jos S, Danniell T, Abraham G, Alex, CP. 2010. Effects of Precooling on Thermoregulation and Performance of Long Distance Runners in Hot Humid Climate. *Recent Res Sci Tech.* 2(3):98-103.
15. Tauber JA, Mandolesi N, Puget JL, Banos T, Bersanelli M, Bouchet FR, Butler RC, Charra J, Crone G, Dodsworth J and et al. 2010. Planck pre-launch status: *Astronomy & Astrophysics.* 520: A1. 1- 22.
16. Tyler CJ, Wild P, Sunderland C. 2010. Practical neck cooling and time-trial running performance in a hot environment. *Eur j appl physiol.* 10(5):1063-1074.
17. Peiffer JJ, Abbiss CR, Nosaka K, Peake JM, Laursen PB. 2009. Effect of cold water immersion after exercise in the heat on muscle function, body temperatures, and vessel diameter. *J Sci Med Sport.* 12(1): 91-96.
18. Marsh, D, Sleivert G. 1999. Effect of precooling on high intensity cycling performance. *Brit j sport med.* 33(6): 393-397.
19. Bishop SH. 2012. Effect of intermittent cooling on baseball pitching and catching. The University of Alabama. TUSCALOOSA. 10-25
20. Duffield R, Dawson B, Bishop D, Fitzsimons MS, Lawrence S. 2003. Effect of wearing an ice cooling jacket on repeat sprint performance in warm/humid conditions. *BRIT J SPORT MED.* 37(2): 164-169.
21. Tegeder I, Costigan M, Griffin RS, Abele A, Belfer I, Schmidt H and et al. 2006. GTP cyclohydrolase and tetrahydrobiopterin regulate pain sensitivity and persistence. *NAT MED.* 12(11): 1269-1277.
22. Mäkinen TM. 2007. Human cold exposure, adaptation, and performance in high latitude environments. *AM J HUM BIOL.* 19(2): 155-164.
23. Rowsell GJ, Coutts AJ, Reaburn P, Hill-Haas S. 2009. Effects of cold-water immersion on physical performance between successive matches in high-performance junior male soccer players. *J SPORT SCI.* 27(6): 565-573.

24. Cheung, S, Robinson A. 2004. The influence of upper-body pre-cooling on repeated sprint performance in moderate ambient temperatures. *J SPORT SCI*. 22(7):605-612.
25. Jason S, Teri SC, Kasey LP, Danny MP. 2002. The effects of cold-water immersion on power output and heart rate in elite cyclists. *JSCR*. 16(4): 561-566.
26. Duffield R, Marino FE. 2007. Effects of pre-cooling procedures on intermittent-sprint exercise performance in warm conditions. *Eur j appl physiol*. 100(6): 727-735.
27. Drust B, Cable NT, Reilly T. 2000. Investigation of the effects of the pre-cooling on the physiological responses to soccer-specific intermittent exercise. *Eur j appl physiol*. 81(1-2): 11-17.
28. Duffield R, Dawson B, Bishop D, Fitzsimons M, Lawrence S. 2003. Effect of wearing an ice cooling jacket on repeat sprint performance in warm/humid conditions. *Brit j sport med*. 37(2): 164-169.
29. Castle PC, Macdonald AL, Philp A, Webborn A, Watt PW, Maxwell NS. 2006. Precooling leg muscle improves intermittent sprint exercise performance in hot, humid conditions. *J Appl Physiol*. 100(4): 1377-1384.