

## تغییرات فیزیولوژیکی و عملکرد توان بی‌هوازی در آزمون رست متعاقب شیوه‌های مختلف گرم کردن PAP در ورزشکاران نخبه مرد

سیده زهره هادئی<sup>۱</sup> - محمدعلی سمواتی شریف<sup>۲\*</sup>

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران ۲. دانشیار

فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶ / ۱۲ / ۱۰، تاریخ تصویب: ۱۳۹۷ / ۰۸ / ۲۵)

### چکیده

هدف از این مطالعه مقایسه اثر سه شیوه گرم کردن نیم اسکات، بکسل سورتمه و گرم کردن معمولی بر برخی از متغیرهای فیزیولوژیکی و عملکرد توان بی‌هوازی در ورزشکاران نخبه است. آزمودنی‌ها ۱۴ مرد ورزشکار تمرین کرده بودند. ورزشکاران در سه روز متفاوت، سه پروتکل: ۱. گرم کردن معمولی، ۲. گرم کردن (PAP) با اجرای یک نوبت سه تکراری نیم اسکات (SQ) و ۳. گرم کردن (PAP) با اجرای حمل سورتمه (SL) را اجرا کردند. بعد از هر پروتکل گرم کردن، آزمون رست انجام گرفت. بعد از آزمون رست، نمونه خونی جهت برآورد لاکتات گرفته شد. برای تحلیل آماری داده‌ها، از آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر در سطح معناداری  $P < 0.05$  استفاده شد. یافته‌ها نشان داد زمان آزمون رست بعد از اجرای هر دو پروتکل گرم کردن PAP، نسبت به روش گرم کردن معمولی کاهش ( $P = 0.006$  و  $P = 0.001$ ) یافت. اوج توان بی‌هوازی در هر دو پروتکل گرم کردن PAP نسبت به گرم کردن معمولی کاهش ( $P = 0.001$  و  $P = 0.005$ ) داشت. سطح لاکتات تنها در گرم کردن بکسل سورتمه نسبت به گرم کردن معمولی افزایش ( $P = 0.007$ ) داشت. نتایج نشان می‌دهد روش گرم کردن با استفاده از هر دو پروتکل PAP (اسکات و سورتمه) می‌تواند اجرای آزمون رست را در ورزشکاران بهبود بخشد.

### واژه‌های کلیدی

آزمون رست، توان بی‌هوازی، گرم کردن، نیرومندی سازی پس‌فعالی.

## مقدمه

موفقیت در هر رشته ورزشی نیازمند قابلیت‌های فیزیولوژیکی و فیزیکی خاص است. از آنجا که اغلب رشته‌های ورزشی به اجرای فعالیت‌های کوتاه‌مدت و سریع با بازده توان حداکثر نیاز دارند، ارتقای توان عامل اصلی موفقیت بسیاری از قهرمانان به‌شمار می‌آید (۱). از طرفی تجارب علمی بیانگر این واقعیت است که ورزشکاران قبل از آغاز فعالیت‌های شدید ورزشی و شرکت در رقابت‌ها، از طریق به‌کارگیری فعالیت بدنی مقدماتی به‌منظور بالا بردن ضربان قلب و افزایش دمای بدن و فعال‌سازی سیستم‌های تولید انرژی، با هدف کسب امتیاز بیشتر و برتری در عملکرد ورزشی، خود را گرم کنند. با این هدف روش‌های مختلف گرم کردن بسیاری ابداع شد و توسعه یافت (۲). در برخی از رخدادهای ورزشی که در آن توان انفجاری و قدرت بیشینه از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند، اندازه بهره‌مندی این عوامل در اجرای ورزشکاران نقش تعیین‌کننده‌ای دارند. از این‌رو گرم کردن در این‌گونه فعالیت‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار است (۳). بنابراین گرم کردن در چنین رخدادهایی که سرعت و شتاب‌گیری و توان عضلانی (قدرت انفجاری) عامل موفقیت است، اهمیت دارد. مطالعات نشان داده‌اند اجرای گرم کردن به روش انقباض‌های ارادی بیشینه و زیربیشینه موجب بهبود موقت و گذرا توان عضلانی می‌شود که در اصطلاح به آن نیرومندسازی پس‌فعالی (PAP)<sup>۱</sup> گفته می‌شود (۴، ۳). PAP سبب افزایش در توانایی انقباض عضلانی بعد از یک انقباض قبلی تعریف شده است، بنابراین گرم کردن به روش PAP قبل از فعالیت‌های سرعتی\_توانی ممکن است ظرفیت عضلانی را برای تولید

نیروی بیشتر در عملکردهای سرعتی و توانی، بالا ببرد (۵)۔  
 ۳. لیندر<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه خود بهبودی به میزان ۰/۱۹ ثانیه متعاقب گرم کردن به روش PAP در عملکرد دوی ۱۰۰ متر زنان دانشگاهی گزارش دادند (۶). همچنین رحیمی و همکاران (۲۰۰۷) بهبود زمان عملکرد دوی ۴۰ متر را بعد از گرم کردن با روش PAP و استفاده از الگوی نیم اسکات با شدت ۹۰٪ IRM نشان دادند (۱).  
 ۴. لیندر<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۰) گزارش دادند، پدیده گرم کردن به روش PAP می‌تواند در بهبود اجرای فعالیت‌های سرعتی\_توانی و طراحی روش‌های تمرین مقاومتی\_ترکیبی نیز تأثیرگذار باشد (۷). در دیگر مطالعات وبر<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی اثر گرم کردن با روش PAP با استفاده از وزنه سنگین قبل از حرکات انفجاری (سرعت‌های کوتاه، و انواع پرش‌ها)، تأثیرات مثبت عملکرد ورزشکاران را گزارش کردند (۸). هیفلیکر<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۰۷) دریافتند که پس از گرم کردن PAP که شامل پرش درجا بود، افزایش چشمگیری در ارتفاع پرش و قدرت حداکثر ورزشکاران نخبه مشاهده شد (۹). چاد ای اسمیت<sup>۶</sup> (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای با هدف تعیین اثرات گرم کردن PAP با استفاده از بکسل سورتمه با ۵۰٪ جرم بدن ورزشکاران در سه تکرار، نشان دادند گرم کردن PAP روی سرعت و شتاب ورزشکاران تأثیر چشمگیری داشت (۱۰). پاول جارویس<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۱۷) تأثیر PAP را با استفاده از بکسل سورتمه بر حداکثر سرعت ورزشکاران بررسی کردند. نتایج بهبود شایان توجهی را در حداکثر سرعت آنان نشان داد (۱۱). اگرچه بسیاری از روش‌های گرم کردن PAP تأثیرات متفاوتی بر عملکرد ورزشکاران دارد، اما اغلب

## 1. Postactivation potentiation

2. Linder
3. Ebben
4. Weber
5. Hilfiker
6. Chad E. Smith
7. Paul Jarvis

حاضر تلاش دارد تا تأثیر دو شیوه گرم کردن به روش PAP اسکات (SQ) و بکسل سورتمه (SL) و مقایسه آن را با گرم کردن سنتی بر میزان شاخص‌های عملکرد توان بی‌هوای (زمان اجرای آزمون رست، اوج توان، حداقل توان، میانگین توان و شاخص خستگی) و سطح لاکتات<sup>۴</sup> (LA) خون در اجرای آزمون رست در ورزشکاران نخبه مرد بررسی کند.

### روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی-کاربردی بود، که در آن ۱۴ مرد ورزشکار نخبه [ ۳ بسکتبالیست، ۲ نفر دوومیدانی (ده‌گانه)، ۹ هندبالیست] با ویژگی‌های سن: ۲۰/۳±۴۲/۱ سال، قد: ۱۸۳/۳۶±۹/۲۱ سانتی‌متر، جرم بدن: ۷۷/۷۲±۱۵/۱۵ کیلوگرم و پیشینه تمرین: ۷/۳±۷۲/۲۲ سال که همگی ساکن شهر همدان بودند، شرکت داشتند. آزمودنی‌ها حداقل چهار سال سابقه تمرین منظم در رشته ورزشی خود، و دست‌کم یک عنوان قهرمانی در مسابقات کشوری و عضویت در تیم ملی را داشتند. ورزشکاران داوطلبانه در این آزمون شرکت کردند، همه آنها فرم رضایت‌نامه شرکت در پژوهش و پرسشنامه سلامت و تندرستی ACSM را تکمیل کردند.

۷۲ ساعت پیش از اجرای پروتکل تمرینی، آزمودنی‌ها با شیوه پروتکل تمرینی پژوهش، تعیین یک تکرار بیشینه حرکت نیم‌اسکات و همچنین تعیین میزان بار حمل سورتمه آشنایی شدند.

برای ارزیابی قدرت بیشینه و اجرای آزمون‌ها از صفحه‌های وزنه، میله هالتر ۲۰ کیلوگرمی و پایه اسکات دست‌ساز استفاده شد. برای تعیین یک تکرار بیشینه حرکت

شواهد علمی از تأثیرات مثبت آن حمایت می‌کنند (۱۳)، البته یافته‌های پژوهش‌های دیگر در مورد اثر PAP به‌طور آشکاری متناقض‌اند، در همین زمینه مطالعات دیگر نشان داده‌اند که گرم کردن PAP تأثیرات مثبتی در عملکرد آزمودنی‌ها نداشته است (۱۴، ۱۵). با وجود تناقضات در نتایج مطالعات گذشته مبنی بر گرم کردن به روش PAP، که احتمالاً ناشی از تأثیر شیوه گرم کردن، شدت، مدت و نوع گرم کردن PAP، دوره‌های استراحت بین گرم کردن است (۱۶ - ۱۷)، اما غالب مطالعات در زمینه اثرات PAP بر فعالیت‌های قدرتی و توانی استوار است (۱۷، ۱۱، ۱۰، ۹).

با توجه به اهمیت موضوعات، ذهن متخصصان علوم ورزشی به این نکته معطوف می‌شود که برای کارایی فعالیت‌های شدید و بهبود متغیرهای توان بی‌هوای، به تعویق انداختن خستگی و کاهش تجمع لاکتات به چه راهبردهای بیشتری نیاز است. از این‌رو گرم کردن پیش اجرای چنین فعالیت‌هایی با هدف بهبود عملکرد ورزشی امری لازم و مهم به‌نظر می‌رسد (۱۸). از آنجا که آزمون رست (Rast)<sup>۱</sup> مانند دیگر آزمون‌های بی‌هوای وینگت یا پرش سارجنت، وضعیت بی‌هوای ورزشکاران را ارزیابی می‌کند (۲۰، ۱۹)، می‌توان از آن به‌عنوان ابزاری معتبر در تعیین نرخ متغیرهای توان بی‌هوای (اوج توان، حداقل توان، میانگین توان و شاخص خستگی) آزمودنی‌ها، استفاده کرد. از این‌رو، در این مطالعه به‌منظور بررسی تغییرات توان، سطح لاکتات خون و بروز خستگی ورزشکاران نخبه پس از دو شیوه PAP (اسکات و بکسل سورتمه) از آزمون رست بهره گرفته شد. با توجه به اهمیت و نقش اساسی گرم کردن در بهبود و کیفیت اجرای ورزش‌های شدید و توانی، پژوهش

2.Squat  
3.Sled Towing  
4 . Lactat

1. Running Based Anaerobic Sprint Test (RAST)

نیم اسکات، از پروتکل برزیکی (معادله ۱) استفاده شد (۲۱).

$$\text{معادله (۱): } 1RM = \frac{\text{وزنه جابه‌جا شده (کیلوگرم)}}{\left[ \frac{1}{0.278} - (\text{تعداد تکرار تا خستگی}) \times 0.0278 \right]}$$

میزان بار حمل سورتمه، با توجه به جرم بدن آزمودنی‌ها (معادله ۲)، مشخص شد (۲۲، ۲۳).

$$y = \frac{12/60 \times X}{100}$$

معادله (۲):

X: جرم بدن Y: وزن حمل سورتمه

یکسانی برای گرم کردن استفاده کردند، بدین‌صورت که ابتدا با ۷۰ دور در دقیقه با ضربان قلب ۱۴۰ ضربه در دقیقه رکاب می‌زدند (۶) و پس از آن به مدت ۳ دقیقه به انجام حرکات کششی ویژه (گروه‌های عضلانی پشت و کمر، چهارسر ران، همسترینگ و دوقلو) می‌پرداختند. هر حرکت کششی پویا شش تا هشت ثانیه به طول می‌انجامید (۲۵)، پس از اتمام هر آزمون، برای برآورد میزان اسیدلاکتیک خون، بلافاصله از ورید بازویی آزمودنی‌ها در حالت نشسته خون‌گیری به‌عمل آمد و با استفاده از معادله‌های زیر، متغیرهای توان بی‌هوای محاسبه شد (۲۶):

پروتکل تمرینی در سه مرحله با فاصله‌های ۷۲ ساعت استراحت اجرا شد. مرحله اول: پس از گرم کردن معمولی ۵ دقیقه استراحت فعال انجام گرفت، سپس آزمون رست اجرا شد. مرحله دوم: پس از گرم کردن معمولی و اجرای سه تکراری نیم اسکات با ۹۰٪ حداکثر قدرت و بعد از ۵ دقیقه استراحت فعال، آزمون رست اجرا شد (۲۴). مرحله سوم: پس از گرم کردن معمولی و حمل بکسل سورتمه با سرعت بیشینه ۹۰٪ به فاصله ۱۵ متر، آزمون رست اجرا شد (۲۲، ۲۳). از دستگاه چشم نوری فتوسل ساخت ایران Sprint test system، مدل Satrap: با دقت اندازه‌گیری ۱ milisecond برای اندازه‌گیری زمان آزمون رست استفاده شد. در هر جلسه آزمودنی‌ها از پروتکل

اوج توان = [وزن به کیلوگرم  $\times (30)^2$ ] / [زمان سریع‌ترین تکرار (ثانیه)]<sup>3</sup>

حداقل توان = [وزن به کیلوگرم  $\times (30)^2$ ] / [زمان کندترین تکرار (ثانیه)]<sup>3</sup>

میانگین توان = مجموع همه تکرارها

شاخص خستگی = (اوج توان - حداقل توان) / مجموع تکرارها

به‌دست آمد. برای تحلیل داده‌ها از روش‌های آماری توصیفی و استنباطی و برای تعیین میانگین، انحراف معیار، رسم نمودارهای ستونی و جداول از آمار توصیفی استفاده

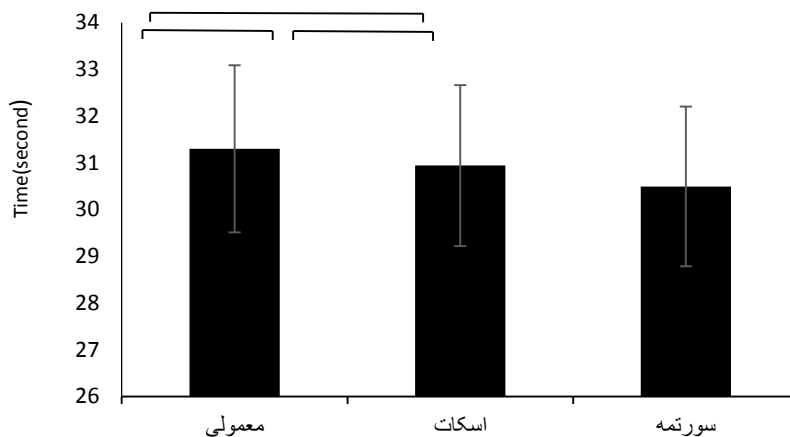
با استفاده از زمان‌های ثبت‌شده و به‌کارگیری معادلات، مقدار متغیرها (زمان اجرای آزمون رست، اوج توان، حداقل توان، میانگین توان و شاخص خستگی) در آزمودنی‌ها

از گرم کردن به روش اسکات پویا نسبت به اجرای گرم کردن معمولی بهبود معناداری ( $P=0/006$ ) ( $1/15$ ٪) یافت. زمان عملکرد آزمون رست بعد از گرم کردن به روش بکسل سورتمه نسبت به اجرای گرم کردن معمولی به‌طور معناداری ( $P=0/001$ ) ( $2/55$ ٪) بهبود یافت. همچنین در مقایسه این زمان بین دو گروه بکسل سورتمه و اسکات، در زمان عملکرد آزمون رست متعاقب گرم کردن به روش بکسل سورتمه نسبت به گرم کردن اسکات تفاوت معناداری ( $P=0/012$ ) مشاهده شد. این نتیجه نشان داد گرم کردن به روش بکسل سورتمه نسبت به گرم کردن اسکات و گرم کردن معمولی، تأثیر بیشتری در زمان عملکرد آزمون رست دارد (نمودار ۱).

شد. در آمار استنباطی از آزمون شیپروویلیک برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها و تحلیل واریانس آنوا با اندازه‌های تکراری آزمون تعقیبی LSD استفاده شد. سطح معناداری آزمون‌های آماری  $P<0/05$  در نظر گرفته شد و برای انجام محاسبات آماری از نرم‌افزار spss نسخه ۱۹ برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Exe 2010 استفاده شد.

## نتایج

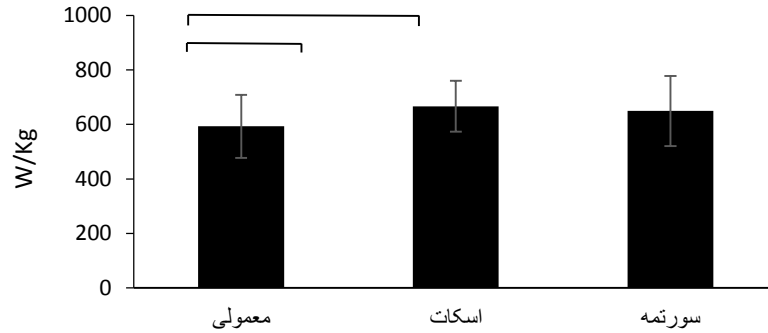
داده‌های این مطالعه نشان داد، تفاوت معناداری در زمان عملکرد (ثانیه) آزمون رست متعاقب سه روش گرم کردن (معمولی، اسکات و سورتمه)، در بین آزمودنی‌ها وجود دارد، بدین‌شکل که زمان عملکرد آزمون رست پس



نمودار ۱. مقایسه میانگین زمان عملکرد آزمون رست، متعاقب سه شیوه گرم کردن

معمولی به‌طور معناداری ( $P=0/005$  و  $P=0/001$ ) افزایش داشت. اما اختلاف معناداری بین گرم کردن اسکات پویا و گرم کردن بکسل سورتمه مشاهده نشد (نمودار ۲).

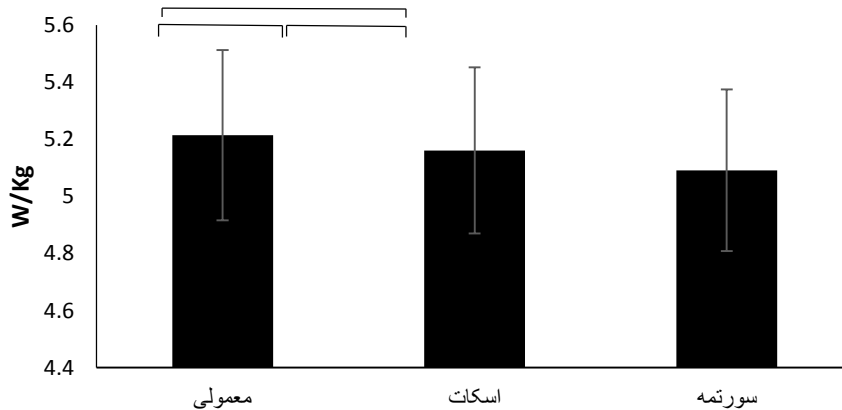
نتایج حاصل از اثر روش‌های گرم کردن در این مطالعه، نشان داد اوج توان بی‌هوای پس از اجرای گرم کردن اسکات پویا و بکسل سورتمه نسبت به اجرای گرم کردن



### نمودار ۲. مقایسه میانگین اوج توان بی‌هوازی طی آزمون رست، متعاقب سه شیوه گرم کردن

کند کردن معمولی به‌طور معناداری کاهش داشت. میانگین توان در نتیجه گرم کردن به روش بکسل سورتمه نسبت به گرم کردن اسکات پویا به‌طور معناداری ( $P=0/049$ ) کاهش داشت (نمودار ۳).

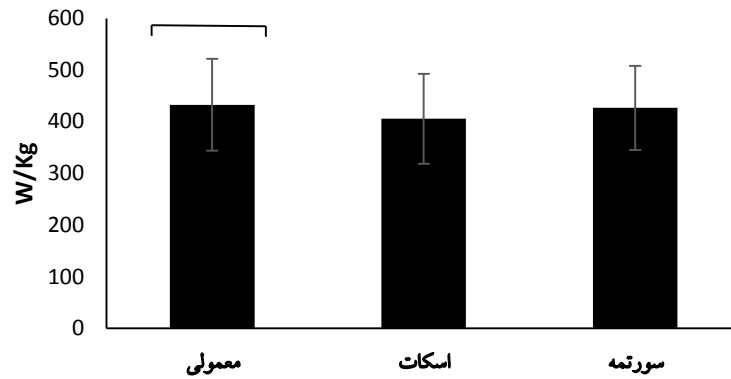
نتایج میانگین توان پس از اجرای آزمون رست متعاقب سه شیوه گرم کردن نشان داد، میانگین توان آزمودنی‌ها پس از آزمون رست، با روش گرم کردن اسکات پویا ( $P=0/017$ ) و بکسل سورتمه ( $P=0/002$ ) نسبت به گرم



### نمودار ۳. مقایسه میانگین توان بی‌هوازی در طی آزمون رست متعاقب سه شیوه گرم کردن

کند کردن بکسل سورتمه در مقایسه با گرم کردن معمولی و نیز با گرم کردن اسکات پویا اختلاف زیادی را نشان نداد (نمودار ۴).

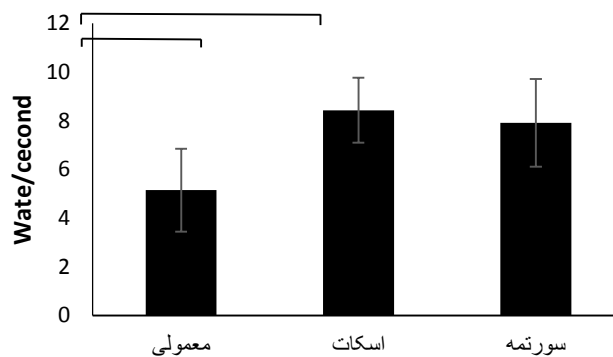
نتایج میانگین حداقل توان بی‌هوازی حاصل از اجرای آزمون رست متعاقب گرم کردن اسکات پویا نسبت به گرم کردن معمولی به‌طور معناداری ( $P=0/025$ ) کاهش یافت. اما حداقل توان بی‌هوازی در پی آزمون رست متعاقب گرم



نمودار ۴. مقایسه میانگین حداقل توان بی‌هوازی طی آزمون رست، متعاقب سه شیوه گرم کردن

اختلاف معناداری در میزان شاخص خستگی بین گروه گرم کردن با روش اسکات پویا و گروه گرم کردن با روش بکسل سورتمه مشاهده نشد (نمودار ۵).

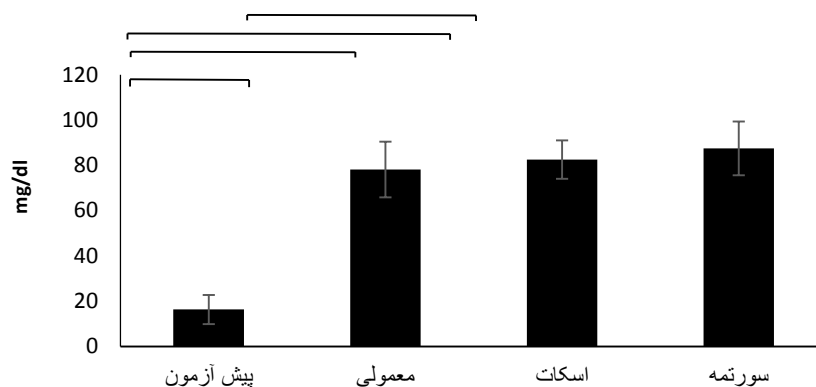
نتایج شاخص خستگی پس از اجرای آزمون رست متعاقب سه شیوه گرم کردن نشان داد، خستگی در گروه گرم کردن اسکات پویا و بکسل سورتمه نسبت به گرم کردن معمولی به‌طور معناداری ( $P=0/001$ ) افزایش یافت. اما



نمودار ۵. مقایسه شاخص خستگی در طی آزمون رست متعاقب سه شیوه گرم کردن

نسبت به قبل از آزمون به‌طور معناداری ( $P=0/001$ ) افزایش یافت. همچنین میزان لاکتات پس از اجرای گرم کردن بکسل سورتمه نسبت به اجرای گرم کردن معمولی به‌طور معناداری ( $P=0/007$ ) افزایش داشت (نمودار ۶).

نتایج مربوط به میزان لاکتات خون آزمودنی‌ها پس از آزمون رست با بهره‌گیری از سه روش گرم کردن، نشان داده شد، میزان لاکتات بعد از آزمون رست با هر سه روش گرم کردن معمولی، گرم کردن اسکات و گرم کردن سورتمه



نمودار ۶. مقایسه میزان لاکتات خون طی آزمون رست متعاقب سه شیوه گرم کردن

### بحث و نتیجه‌گیری

از آنجا که توان بی‌هوازی ورزشکاران در رویدادهای مهم ورزشی اهمیت خاصی دارد، و این عامل بیولوژیکی در تدوین و تنظیم برنامه‌های تمرینی شایان توجه است (۲۷)، در این پژوهش تأثیر گرم کردن نیرومندسازی پس‌فعالی (PAP) اسکات و سورتمه بر روی عملکرد آزمون رست و مقایسه آن با گرم کردن معمولی در مردان ورزشکار نخبه مرد، بررسی شد. نتایج این مطالعه نشان داد، زمان عملکرد آزمون رست پس از گرم کردن‌های PAP (اسکات و بکسل سورتمه) نسبت به گرم کردن معمولی به‌طور معناداری بهبود یافت. این یافته‌ها با نتایج مطالعه رحیمی و همکاران (۲۰۰۷) (۱)، جفری<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۵) (۲۸)، چاد و همکاران (۲۰۱۴) (۱۰) و ماریا<sup>۲</sup> (۲۰۱۴) (۲۹) مبنی بر بهبود معنادار در زمان دوهای سرعت و فعالیت‌های شدید کوتاه‌مدت متعاقب گرم کردن به روش‌های مختلف نیرومندسازی پس‌فعالی (حرکت اسکات بیشینه و بکسل سورتمه) و همچنین با نتایج نیلو (۲۰۱۳) (۳۰) با هدف بررسی تغییرات در توانایی تکرارهای دوی سرعت (RSA)<sup>۳</sup>، پس از اجرای اسکات با شدت ۹۰٪IRM در بازیکنان هندبال نخبه، همسو بود.

اما با نتایج مطالعه نیکولاس<sup>۴</sup> (۲۰۱۲) (۳۱) مبنی بر تأثیر گرم کردن به روش نیم اسکات با بار ۹۰٪IRM و بکسل سورتمه با بار ۱۲/۶۰٪BM<sup>۵</sup> بر دوی سرعت ۴۰ متر، ناهمسو بود. در مقایسه بین دو پروتکل گرم کردن PAP (SQ و SL) موجب اختلاف معناداری در زمان عملکرد آزمون رست شد، که این اختلاف نیز با مطالعات ماریا و همکاران (۲۰۱۴) مبنی بر مقایسه دو شیوه گرم کردن اسکات با شدت ۹۰٪IRM و بکسل سورتمه با شدت ۰-۲۰-۳۰٪BM، بر بهبود زمان عملکرد ورزشی (۲۹) همسو، و با تحقیق نیکولاس (۲۰۱۲) در اجرای دو پروتکل گرم کردن (اسکات ۹۰٪IRM بکسل سورتمه ۹۰٪MV<sup>۶</sup>) در زمان اجرای دوی ۴۰ متر سرعت (۳۱)، ناهمسو بود. این اختلافات شاید به سبب فاصله زمانی استراحتی بین دو پروتکل گرم کردن، شدت گرم کردن، شدت اجرای پروتکل‌های اجرای پس از گرم کردن یا سطح عملکرد آزمودنی‌ها یا نوع تارهای عضلانی باشد (۱۲-۱۰). نتایج این مطالعه نشان داد، پس از اجرای گرم کردن به روش اسکات پویا و بکسل سورتمه نسبت به گرم کردن معمولی، اوج توان بی‌هوازی آزمودنی‌ها در اجرای تست رست به‌طور معناداری افزایش یافت. اما اختلاف معناداری

4. Nicholas  
5. Body mass  
6. Maximum velocity

1. Jeffery  
2. Maria  
3. Repeated sprint ability



سرعت نخبه بررسی کردند. نتایج نشان داد، بهبود اوج توان، زمان پرواز، طول گام و نیروی افقی با استفاده از روش گرم کردن با الگوی بکسل سورتمه تا ۲۰ درصد وزن بدن اثربخش بود. اما بکسل سورتمه با ۴۰ درصد وزن بدن تأثیر معناداری در متغیرها نداشت (۳۴). از این رو احتمال می‌رود کاهش در برخی از متغیرهای (میانگین توان و حداقل توان بی‌هوای) مطالعه ما ناشی از افزایش بار بکسل سورتمه و اسکات پویا باشد.

نتایج شاخص خستگی پس از اجرای آزمون رست متعاقب سه روش گرم کردن نشان داد، خستگی در گروه گرم کردن اسکات پویا و بکسل سورتمه نسبت به گرم کردن معمولی به‌طور معناداری افزایش یافت، اما اختلاف معناداری در میزان شاخص خستگی بین گروه اسکات پویا و بکسل سورتمه مشاهده نشد. در همین زمینه، میزان لاکتات خون آزمودنی‌ها نیز پس از اجرای آزمون رست، با هر سه روش گرم کردن (معمولی، گرم کردن اسکات و گرم کردن سورتمه) نسبت به قبل از آزمون به‌طور معناداری افزایش یافت. اما این افزایش در اجرای گرم کردن بکسل سورتمه نسبت به گرم کردن معمولی شایان توجه بود. در این زمینه پاتریکم<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۰) روش‌های مختلف گرم کردن (بدون گرم کردن، گرم کردن معمولی طولانی و گرم کردن کوتاه شدید) را روی سطح غلظت لاکتات پلاسما، شاخص‌های خونی در یک فعالیت ۳۰ ثانیه‌ای شدید روی دوچرخه ارگومتر در ۱۱ مرد جوان بررسی کردند. نتایج نشان داد غلظت لاکتات خون، در گرم کردن معمولی و گرم کردن شدید نسبت به بدون گرم کردن کاهش معناداری داشت، اما در مقدار اریتروسیت‌ها و متوسط توان بی‌هوای بین دو گروه گرم کردن معمولی و شدید تفاوتی دیده نشد (۳۵). راجپریت<sup>۵</sup> و همکاران (

بین گرم کردن اسکات پویا و گرم کردن بکسل سورتمه مشاهده نشد. از طرفی میانگین توان، متعاقب گرم کردن با روش اسکات پویا و بکسل سورتمه نسبت به گرم کردن معمولی کاهش داشت. همچنین میانگین توان در نتیجه گرم کردن به روش بکسل سورتمه نسبت به گرم کردن اسکات پویا کاهش داشت. اما در میانگین حداقل توان بی‌هوای با گرم کردن به روش اسکات پویا نسبت به گرم کردن معمولی کاهش یافت. میانگین حداقل توان بی‌هوای با گرم کردن به روش بکسل سورتمه در مقایسه با گرم کردن معمولی و نیز با گرم کردن اسکات پویا اختلافی مشاهده نشد. این یافته‌ها با یافته‌های مطالعات انجام‌گرفته بر روی مردان تمرین‌نکرده که با استفاده از روش APA و بهره‌گیری از اسکات بیشینه گرم می‌کردند، و همچنین بیشترین تأثیر را در آزمون پرش عمودی (توان عضلانی) داشتند (۳۲، ۱۵)، همسو بود. اما با نتایج دیگر مطالعات در خصوص اثر گرم کردن با استفاده از روش اسکات پویا (APA) بر روی زنان تمرین‌کرده (۱۵، ۱۴، ۱۲)، ناهمسو بود. پاول جارویس<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعات خود نشان دادند، گرم کردن با استفاده از بکسل سورتمه با شدت ۵۰٪ وزن بدن با فاصله ۱۵ متر کشیدن سورتمه در سه نوبت، افزایش چشمگیری در اوج توان و بهبود شتاب و حداکثر سرعت ورزشکاران ایجاد شد (۱۱). از سوی دیگر، پانتوجا<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۸) بهینه‌سازی توان و نیروی انقباض عضلانی را در پی گرم کردن از طریق کشیدن سورتمه به مقدار ۲۰ تا ۴۰ درصد وزن بدن، گزارش کردند (۳۳). مونته<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۷) تأثیر گرم کردن را با استفاده از کشیدن سورتمه به مقدار ۱۵، ۲۰ و ۴۰ درصد وزن بدن، در اوج توان، زمان تماس پا با زمین، زمان پرواز، طول گام و نیروی افقی در طی دوی سرعت در ۱۳ دوندۀ

4. Patrickm  
5. Rajpreet

1. Paul Jarvis  
2. Pantoja  
3. Monte

عضلانی است، تصور می‌شود که افزایش نیروی کشش عضلات به‌علت افزایش در فسفوریلاسیون زنجیره سبک میوزین، و به‌دنبال آن افزایش نیرو در طول انقباضات پس از آن است (۳۹). بنابراین در چنین شرایطی، تمرین با یک وزنه یا فعالیت نسبتاً شدید (PAP) به‌عنوان بخشی از گرم کردن، می‌تواند سبب افزایش نیروی حداکثر، توسعه توان، بهبود عملکرد، افزایش غلظت لاکتات و در پی آن افزایش خستگی شود (۳۰، ۲۹، ۲۸، ۱۰) که این موضوع با مطالعه ما همخوانی دارد.

به‌طور کلی به‌نظر می‌رسد بهره‌گیری از روش‌های گرم کردن PAP (اسکات و بکسل سورتمه) پیش از فعالیت شدید بی‌هوازی (تست رست)، سبب افزایش عملکرد انفجاری ورزشکاران می‌شود، که این مسئله به بهبود زمان عملکرد (زمان اجرای آزمون رست)، متغیرهای توان بی‌هوازی (اوج توان، حداقل توان، میانگین توان) و همچنین تغییرات فیزیومتابولیک درون‌عضلانی (افزایش غلظت لاکتات و سطح خستگی) منجر می‌شود.

این بهبود عملکرد بی‌هوازی می‌تواند در ورزش‌های سرعتی - قدرتی، توانی - انفجاری سودمند واقع شود. البته پس از اجرای گرم کردن به روش بکسل سورتمه، زمان اجرای آزمون رست، نسبت به گرم کردن به روش اسکات پویا بهبود بیشتری داشت، که شاید این مسئله مربوط به الگوی حرکتی نوع گرم کردن (کشیدن سورتمه)، که شباهت به اجرای دوی سرعت در پروتکل تست رست دارد، باشد.

#### تقدیر و تشکر

از همکاری کارکنان دانشگاه بوعلی سینا و تمامی کسانی که به‌عنوان آزمودنی در این پژوهش شرکت کردند، صمیمانه سپاسگزاری می‌کنم.

۲۰۰۸) نیز در بررسی اثر پروتکل گرم‌کردن‌های مختلف (کششی ایستا، کششی پویا و گرم‌کردن پویای شدید) بر میزان Vo2max، غلظت لاکتات و خستگی پس از یک فعالیت وامانده‌ساز در مردان غیرورزشکار سالم، دریافتند گرم کردن پویای شدید، سبب کاهش سطح لاکتات خون و افزایش Vo2max در آزمودنی‌ها می‌شود. اما میزان خستگی در هر سه روش تمرینی مشابه بود (۳۶)، که این یافته‌ها در مورد سطوح لاکتات خون و میزان خستگی با این مطالعه ناهمسو بود. درحالی‌که در مطالعاتی مشابه روی بازیکنان بسکتبال نخبه، کازیمیرز<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند، گرم کردن کوتاه‌مدت شدید (بی‌هوازی)، سبب عملکرد بهتر و افزایش لاکتات خون می‌شود (۳۷). الیاس<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۱) گرم کردن شدید را عامل خستگی و افزایش توان بی‌هوازی دوچرخه‌سواران گزارش دادند (۳۸) که این نتایج با نتایج مطالعه ما همسو بود. با نگاهی به مطالعات انجام‌گرفته و تنوع پروتکل‌های گرم کردن و نوع آزمودنی‌ها، می‌توان گفت نتایج ضدونقیض به‌دست‌آمده در مورد میزان خستگی و سطوح غلظت لاکتات، به نوع گرم کردن، شدت تمرین، سطح آمادگی آزمودنی‌ها و ساختارهای فیزیولوژیکی آنان و الگوی حرکتی تمرین برمی‌گردد. افزایش لاکتات بعد از اجرای بکسل سورتمه احتمالاً به نوع حرکت PAP مربوط باشد، زیرا اگر الگوی حرکت PAP شبیه به فعالیت پس از آن باشد، عملکرد ورزشی بیشتر تحت تأثیر PAP قرار می‌گیرد، چراکه ممکن است در شکل به‌کارگیری گروه‌های عضلانی یا حتی نوع تارهای عضلانی مشابهت داشته باشند (۱۳، ۸، ۵)، زیرا الگوی حرکتی در بکسل سورتمه تقریباً همانند الگوی حرکتی تست رست است.

از آنجا که PAP منعکس‌کننده به‌کارگیری توان عضله در پی یک حداکثر یا نزدیک به حداکثر انقباض ارادی

منابع و مأخذ

1. Zolfagharri M. Comparison of anaerobic power of athletes with two methods of Wingate and Margarita [MSc]. Tarbiat Modares University; 1996. (in Persian).
2. Rahimi, R. The acute effect of heavy versus light-load squats on sprint performance. *Phy Educ Sport*. 2007; 5(2): 163-169. (in Persian).
3. Maio Alves, J.M, Rebelo, A.N., Abrantes, C., Sampaio J. Short-term effects of complex and contrast training in soccer players' vertical jump, sprint, and agility abilities. *J Strength Cond Res*. 2010; 24 (4), 936–941.
4. Crewther, B.T., Kilduff, L.P., Cook, C.J., Middleton, M.K., Bunce, P.J and Yang, G.Z. The acute potentiating effect of back squat on athlete performance. *J. Strength Cond. Res*. Dec. 2011;25 (15):3319-3325.
5. Baker, D., Nance, S., & Moore, M. The load that maximizes the average mechanical power output during jump squats in power-trained athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2001; 15(1): 92-97.
6. Linder, E. E., Prins, J. H., Mutlata, N. M., Derenne, C., Morgan, C. F., & Solomon, J. R. Effects of preload 4 repetition maximum on 100-m sprint times in collegiate women. *Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010; 24(5), 1184-1190.
7. Ebben, P.W.; Jensen, R.A. and Blackard, D.O. Electromyographic and kinetic analysis of complex training variables". *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2000; 14(4), 451-456.
8. Weber, K., Brown, L., Coburn, J., & Zinder, S. Acute effects of heavy-load squats on consecutive squat jump performance. *Journal of Strength and Conditioning*. 2008; 22(3): 726-730.
9. Hilfiker, R., Klaus, H., Lorenz, T., & Marti, B. Effects of drop jumps added to the warm-up of elite sport athletes with a high capacity for explosive force development. *Journal of Strength and Conditioning Research*, (2007); 21(2), 550-555.
10. Chad E. Smith , James C. Hannon , Brian McGladrey , Barry Shultz , Patricia Eisenman , Brian Lyons. The effects of a postactivation potentiation warm-up on subsequent sprint performance. *Human Movement*; 2014; 15 (1): 36-44.
11. Paul Jarvis, Anthony Turner, Shyam Chavda, Chris Bishop The acute effects of heavy sled towing on subsequent sprint acceleration performance. *Journal of Trainology* 2017; 6:18-25.
12. Rixon, P.K., Lamont, H.S. & Bemben, M.G. Influence of type of muscle contraction, gender, and lifting experience on Post activation potentiation performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2007; 21(2): 500-505.
13. Gourgoulis, V., Angeloussis, N., Kasimatis, P., Mavromatis, G, and Garas, A. Effect of a submaximal half-squats warm-up program on vertical jumping ability. *J Strength Cond Res*. 2003; 17(2): 342–344.

14. Hanson, E.D.; Leich, S. & Mynark, R.G. Acute effects of heavy- and light-load squat exercise on the kinetic measures of vertical jumping. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2007; 21(4), 1012-1017.
15. Hoffman, J. R., Ratamess, N. A., Faigenbaum, A. D., Mangine, G. T., & Kang, J. Effects of maximal squat exercise testing on vertical jump performance in American college football players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2007; 6(1): 149-150.
16. Kilduff, L.P., Bevan, H.R., Kingsley, M., Owen, N.J., Bennett, M.A., Bunce, P., Hore, A., Maw, J., & Cunningham, D. Post activation potentiation in professional rugby players: Optimal recovery. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2007; 21(4):1134-1138.
17. Docherty, D., Robbins, D., & Hodgson, M. Complex training revisited: A review of its current status as a viable training approach. *Strength and Conditioning Journal*. Dec. 2004; 26(6): 52-5.
18. Gaeimi AA, Mirzaii B. Comparison of two types of warm-up programs on changes in the level of acidic lactate in the blood due to intense activity (in Persian). *Journal of Harakat*. 2003; 14: 109-123. (in Persian).
19. Zacharogiannis, E., Paradisis, G. and Tziortzis, S. An evaluation of tests of anaerobic power and capacity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2004; 36 (5): S116-S121.
20. Carlos Augusto Kalva-Filho I; João Paulo Loures II; Vanessa Holtz Franco III; Edson Itaru Kaminagakura III; Alessandro Moura Zagatto IV; Marcelo Papoti V. Comparison of the anaerobic power measured by the RAST test at different footwear and surfaces conditions. *Rev Bras Med Esporte* vol. 2013; 19 (2): 138-142.
21. Brzycki, M. Strength testing-Predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *JOPERD*. 1993; 64: 88-90.
22. Lockie, R.G., Murphy, A.J. and Spinks, C.D. Effects of resisted sled towing on sprint kinematics in field-sport athletes. *J. Strength Cond. Res*. 2003; 17(4):760-767.
23. Alcaraz, P.E., Palao, J.M., Elvira, J.L.L. Determining the optimal load for resisted sprint training with sled towing. *J Strength Cond Res*. 2009; 23(2): 480-485.
24. McBride, J., Nimphius, S., & Erickson, T. The acute effects of heavy-load squats and loaded countermovement jumps on sprint performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2005; 19(4): 893-897.
25. French, D. N., Kraemer, W. J., & Cooke, C. B. . Changes in dynamic exercise performance following a sequence of preconditioning isometric muscle actions. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. Dec. 2003; 17(4), 678-685.
26. Adamczyk, J., G. The estimation of the RAST test usefulness in monitoring the anaerobic capacity of sprinters in athletics. *Polish Journal of Sport and Tourism*,. 2011;18(3): 214-223.
27. Aghaali Nejad H, GiraKhanlu R, Yousef Vand S. Estimation of anaerobic power with a new zigzag jump test with the name of Tarbiat Modares Anaerobic Test. *Olympics*: 2008 , 16 ( 2 ); 97 – 108.

28. Jeffery, M., McBride, Sophia Nimphius, and Travis, M. Erickson. The Acute Effect of Heavy-Load Squats and Loaded Countermovement Jumps on Sprint Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2005; 19(4), 893-897.
29. Maria Asundio, N., Martynez-Valencya, J.M., Gonaz, L.R., Daniel, J.R., Santos, G., Pedro, E., Alcaraz, R. Interrelationships between different loads in resisted sprints, half-squat 1 RM and kinematic variables in trained athlete. *European Journal of Sport Science*. 2014; 14(1): 18\_24.
30. Nilo, MO., Tricoli, V., Silva, S.B., Bertuzzi, R., Moreira, A., Kiss, M.A. Post activation potentiation on Repeated-sprint ability in elite handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research\_ National Strength and Conditioning Association*. 2013; 27(3):662–668.
31. Nicholas, K., Olesen. The effect of prior heavy back squat exercise and sled towing on 40 meter maximal sprint performance. *Sports Science, Master, (Master Programmer) 4 semester, Student thesis: Master thesis Semester special*. 2012; 1/2 2012 .30/5 30/5.
32. Wilson, J. M., Duncan, N. M., Marin, P. J., Brown, L. E., Loenneke. & et al. Meta-Analysis of Postactivation Potentiation and Power: Effects of Conditioning Activity, Volume, Gender, Rest Periods, and Training Status. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2013; 27(3): 854-859.
33. Pantoja, PD., Carvalho, AR., Ribas, LR., Peyré Tartaruga, LA. Effect of weighted sled towing on sprinting effectiveness, power and force-velocity relationship. *Journal pone*. 2018; 13(10): 1-12.
34. Monte A, Nardello F, Zamparo P. Sled Towing: The Optimal Overload for Peak Power Production. *Int J Sports Physiol Perform*. 2017; 12(8):1052-1058.
35. Patrickm, W., Christoph. Z., Zengyuan Y., Wilhelm. B. and Joachim, . Warming-Up Affects Performance and Lactate Distribution between Plasma and Red Blood Cells. *Sports Sci Med*. 2010 Sep; 9(3): 499–507.
36. Rajpreet, K., Rajender, K & Jaspal, SS. Effects of various warm up protocols on endurance and blood lactate contraction. *Serbian Journal of Sports Sciences Original article*. 2008; 2(1-4): 101-109.
37. Kazimierz, M., Stanislaw, P., Adam, Z., Jaroslaw, C. Effects of Warm-up Intensity on Anaerobic Performance. *Journal of Human Kinetics*. 2007; 17: 41-52.
38. Elias, K., Tomaras and Brian, R. MacIntosh. Less is more: standard warm-up causes fatigue and less warm-up permits greater cycling power output. *Appl Physiol*. 2011; 111: 228–235.
39. Daniel, Lorenz. Post activation potentiation. *Int J Sports Phys Ther*. 2011; 6(3): 234–240.

## Physiological Changes and Anaerobic Power Performance in RAST Test following Different Warm-up Procedures of PAP in Male Elite Athletes

Mohammad Ali Samavati Sharif<sup>2\*</sup> - Seyedeh Zohreh Hadei<sup>1</sup>

1. MSc of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran 2. Associate Professor of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran.

*(Received: 2018/3/1; Accepted: 2018/11/16)*

### Abstract

The aim of the present study was to compare the effects of three warm-up methods (half squat, sled towing and traditional) on some physiological variables and anaerobic power performance in elite athletes. Subjects were 14 trained male athletes. Athletes performed the three protocols in three different days: 1- traditional warm-up 2- PAP warm-up with one set with 3 repetitions of half SQ 3- sled towing PAP warm-up. After each warm-up protocol, the RAST test was conducted. Following the RAST test, subjects' blood samples were collected to evaluate lactate. For data statistical analysis, analysis of variance with repeated measures was used (significance level:  $P < 0.05$ ). Results showed that the duration of the RAST test reduced after both PAP warm-up protocols compared with traditional warm-up protocol ( $P = 0.001$ ,  $P = 0.006$ ). The maximal anaerobic power reduced in both PAP warm-up protocols compared with traditional warm-up protocol ( $P = 0.001$ ,  $P = 0.005$ ). Lactate level increased only in the sled towing warm-up compared with traditional warm-up protocol ( $P = 0.007$ ). Results showed that both PAP warm-up protocols (half squat, sled towing) can improve RAST test in athletes.

### Keywords

Rast Test, Anaerobic power, Warm-up, Post-Activation Potentiation.

---

\* Corresponding Author: Email: m-samavati@basu.ac.ir ; Tel: +989188124456