فیزیولوژی ورزشی شماره ۲۵، بهار ۱۳۹۴. صص ۱۴۶-۱۳۱

مقایسهٔ تأثیر یک جلسه تمرین پلایومتریک و قدرتی بر آنزیم کراتین‌کیناز و پروتئین واکنش‌گر-C سرمی مردان تکواندوکار

کیوان گدرونی[1]، افشار جعفری[2]، محمدعلی حسینپور فیضی[3]

۱. کارشناسی‌ارشد دانشگاه تبریز*
۲. دانشیار دانشگاه تبریز
۳. استاد دانشگاه تبریز

تاریخ دریافت:۱۳۹۲/۱۱/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۷/۱۴

چکیده

هدف پژوهش حاضر مقایسهٔ تأثیر یک جلسه تمرین پلایومتریک و قدرتی با وزنه بر آنزیم کراتین‌کیناز تام و پروتئین واکنش‌گر-C سرمی مردان تکواندوکار بود. پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی دو گروهی بود و در آن بیست نفر مرد تکواندوکار به‌طور تصادفی در دو گروه همگن (قدرتی و پلایومتریک) دسته‌بندی شدند. آزمودنی‌های گروه قدرتی با وزنه، شش دورهٔ تمرینات باز کردن زانو و پرس پا (شدت ۷۰٪) را تا رسیدن به واماندگی اجرا کردند. آزمودنی‌های گروه پلایومتریک نیز شش دوره از تمرینات پرش عمقی و پرش جانبی (شدت ۷۰٪) را تا رسیدن به واماندگی اجرا کردند. آنزیم کراتین‌کیناز تام و پروتین واکنش‌گر-C سرمی هر دو گروه طی سه مرحله (۳۰ دقیقه قبل، بلافاصله و ۲۴ ساعت بعد از تمرین) اندازه‌گیری شد. داده‌ها در قالب میانگین و انحراف استاندارد با استفاده از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر و آزمون بونفرونی در سطح معناداری ($p<0.05$) تجزیه و تحلیل شد. با وجود این‌که فعالیت آنزیم کراتین‌کیناز تام و نیز سطوح پروتئین واکنش‌گر-C سرمی هر دو گروه بعد از تمرین به‌طور معناداری افزایش یافت، اما در تغییرات این شاخص‌ها بین دو گروه پلایومتریک و قدرتی تفاوت معناداری مشاهده نشد ($P<0.05$). در نتیجه با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر به‌نظر می‌رسد این دو شیوه، فشار فیزیولوژیکی و آسیب عضلانی یکسانی به همراه داشته‌باشند و تمرینات پلایومتریک آسیب عضلانی و التهاب بیشتری در مقایسه با تمرینات قدرتی به همراه نداشت.

واژگان کلیدی: پلایومتریک، تمرین قدرتی، پروتئین واکنش‌گر-C

* نویسنده مسئول Email: kaysport61@gmail.com

مقدمه

مربیان و ورزشکاران همواره در پی یافتن شیوهٔ جدیدی از تمرینات برای افزایش عملکرد ورزشی و بهینه‌سازی اجرای ورزشی هستند. در این راستا استفاده از بهترین روش‌های تمرینی با کمترین آسیب احتمالی یکی از مهم‌ترین اصولی است که رعایت آن در ورزش قهرمانی و حرفه‌ای گریزناپذیر است. یکی از جالب‌ترین پیشرفت‌های تمرینی در سه دههٔ اخیر تمرینات پلایومتریک بوده است. تمرینات پلایومتریک عضله را قادر می‌سازد تا در کوتاه‌ترین زمان ممکن به بیشترین میزان نیرو برسد (۱،۲). پلایومتریک عبارت است از حرکتی سریع و پرتوان که شامل پیش‌کشش عضله و فعال ساختن چرخهٔ کشش- کوتاه‌شدگی به منظور ایجاد یک انقباض درون‌گرای قوی‌تر است. به علاوه باید در نظر داشت که توان عضلانی یک مولفهٔ اساسی در اجرای بیشتر مهارت‌های ورزشی و عامل مهمی برای موفقیت در بسیاری از رشته‌های ورزشی است و در راستای بهبود و توسعه‌ی توان جسمانی تمرینات گوناگونی از جمله تمرینات قدرتی با وزنه و پلایومتریک[1] پیشنهاد شده است (۱،۲).

با این‌حال، نتایج برخی از پژوهش‌ها حاکی است که تمرینات پلایومتریک بیشتر از سایر تمرینات قدرتی- توانی باعث بهبود قابلیت‌های جسمانی قدرت، توان عضلانی، هماهنگی، عملکرد ورزشی، اقتصاد دویدن و چابکی ورزشکاران رشته‌های دومیدانی، بسکتبال، والیبال، تکواندو (به‌عنوان یکی از رشته‌های المپیکی مدال آور) و سایر رشته‌های توانی می‌شود (۵-۲). از طرفی، نتایج برخی از مطالعات حاکی است که عضلات اسکلتی در حین تمرینات پلایومتریک به‌دلیل تولید تنش بیشتر در مرحلهٔ کشش همانند تمرینات مقاومتی برون‌گرا ممکن است باعث آسیب‌دیدگی عضلانی، التهاب و بروز سازوکار کوفتگی عضلانی تاخیری[2] از جمله شاخص‌های زیست‌شیمیایی و التهابی شوند (۸-۶).

در این راستا کاتزینکولا[3] و همکاران (۲) در سال ۲۰۱۰ گزارش کردند یک وهله تمرین پلایومتریک شدید سبب افزایش سطوح آنزیم کراتین‌کیناز در ۲۴ تا ۴۸ ساعت و پروتئین واکنش‌گر-C سرمی (شاخص التهاب مرحلهٔ حاد) در ۲۴ ساعت پس از تمرین می‌شود. از طرفی، برخلاف نتایج گروه کاتزینکولا، دیوست[4] و همکاران (۴) در سال ۲۰۰۷ نشان دادند روند افزایش پروتئین واکنش‌گر-C سرمی پس از انجام تمرینات پلایومتریک ممکن است تا دو روز همچنان ادامه داشته‌باشد که نشان‌دهنده آسیب و التهاب بیشتر متعاقب این نوع تمرینات است. اما از سویی مطالعات پیشین در مورد تمرین مقاومتی با دستگاه‌ها یا وزنه‌های آزاد تمرینی نیز حاکی از آن است که تمرینات قدرتی و

1. Plyometric training
2. Delayed onset muscle soreness
3 .Chatzinikolaou
4 . Dousset

مقاومتی دارای بخش برون‌گرا نیز، سبب آسیب عضلانی، کوفتگی عضلانی تأخیری و التهاب می‌شود (۱،۵،۷،۹). در این رابطه لیو[1] و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی تأثیر تمرین قدرتی شدید بر آسیب سلول عضلانی در ۱۹ وزنه بردار نخبه که بیش از سه سال سابقهٔ تمرین وزنه‌برداری داشتند، به این نتیجه رسیدند که تمرین طولانی مدت وزنه‌برداری و یک هفته تمرین قدرتی شدید، هر دو باعث افزایش میزان فعالیت آنزیم کراتین‌کیناز می‌شود (۹). همچنین، بارکیولا[2] و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی تأثیر تمرین قدرتی بالاتنه در حرکت پرس سینه بر روی زنان و مردان تمرین کرده افزایش معناداری در سطوح پروتئین واکنش‌گر-C سرمی آن‌ها گزارش کردند (۱). از سویی جامورتاس[3] و همکاران (۲۰۰۰) با مقایسهٔ کوفتگی عضلانی ناشی از تمرینات پلایومتریک، درون‌گرا و برون‌گرا مشاهده کردند که برخلاف تمرینات درون‌گرا به‌طور مشابه در هر دو نوع تمرینات برون‌گرا و پلایومتریک به‌میزان بیشتری کوفتگی عضلانی تأخیری ظاهر شد (۷). این در حالی است که مک آردل[4] و همکاران (۲۰۰۰) عنوان کردند که روش تمرینی پلایومتریک به نظر نمی‌رسد که آسیب بیشتری را نسبت به سایر روش‌های تمرینی حتی در غیرورزشکاران به همراه داشته‌باشد. به‌هرحال این موضوع که آیا تمرینات پلایومتریک آسیب و التهاب مشابه تمرینات قدرتی یا بیشتر از آن به‌همراه دارد یا نه مورد تردید است و تاکنون مطالعهٔ دقیقی خصوصاً در داخل کشور به مقایسهٔ همزمان این دو نوع شیوه تمرین مقاومتی نپرداخته است.

بنابراین، مطالعهٔ حاضر این فرضیهٔ را بررسی کرد که تمرینات پلایومتریک از لحاظ آسیب‌زایی (سطوح آنزیم کراتین‌کیناز) و میزان پاسخ‌های التهابی (پروتئین واکنش‌گر-C سرمی) تأثیر مشابهی با تمرینات قدرتی دارند و سبب آسیب‌زایی و التهاب بیشتر در عضلات ورزشکاران نخواهد شد.

روش پژوهش

پژوهش حاضر در قالب یک طرح نیمه‌تجربی دوگروهی با اندازه‌گیری‌های مکرر پس از تأیید کمیتهٔ اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی تبریز انجام‌گرفت. از بین ۴۰ نفر دانشجوی تکواندوکار داوطلب دانشگاه‌های تبریز، ۲۰ نفر با توجه به ویژگی‌های فردی و جسمانی به‌طور تصادفی در دو گروه همگن (از لحاظ جنسیت، ساعات تمرینات در هفته، میزان آمادگی و درجهٔ کمربند، شاخص تودهٔ بدنی و .....) قدرتی با وزنه (دامنه سنی ۲۵ تا ۲۷ سال، قد ۱۷۲ تا ۱۷۶ سانتی‌متر و وزن ۶۴ تا

1 . Liu
2 . Barquilha
3 . Jamurtas
4 . McArdel

۶۷ کیلوگرم) و پلایومتریک (دامنه سنی ۲۵ تا ۲۷ سال، قد ۱۷۶ تا ۱۷۹ سانتی‌متر و وزن ۶۵ تا ۶۷ کیلوگرم) جایگزین شدند. همهٔ داوطلبین با حضور در جلسهٔ هماهنگی و پس از شرح کامل اهداف و روش‌های اندازه‌گیری توسط پژوهش‌گر، با تکمیل فرم رضایت آگاهانه و پرسش‌نامه‌های سلامتی و یادآمد تغذیه‌ای ۲۴ ساعته (داده از طریق پرسش‌نامه مشخص به‌دست آمد و استفاده از آن به‌دلیل آگاهی پژوهش‌گر از برنامهٔ غذایی آزمودنی‌ها بود تا در صورت مصرف مواد غذایی یا داروهای ضدالتهابی به صورت ناآگاهانه، پژوهش‌گر مطلع و از این امر جلوگیری یا این‌که فرد مصرف‌کننده را از مطالعه حذف نماید)، مورد معاینات پزشکی قرار گرفتند. حجم نمونه برای هر یک از دو گروه با درنظر گرفتن طرح پژوهش و نتایج مطالعات قبلی (با خطای اول ۰/۰۵ و توان آزمون ۰/۸) ۱۰ نفر برآورد شد (۷). مشخصات فردی آزمودنی‌ها در جدول یک نشان داده شده است.

جدول۱- مشخصات فردی آزمودنی‌های گروه تمرین قدرتی با وزنه و گروه پلایومتریک

شاخص‌ها	گروه قدرتی با وزنه	گروه پلایومتریک
سن (سال)	۲۵/۶ ± ۱/۴	۲۵/۷ ± ۱/۸
قد (سانتی‌متر)	۱۷۲ ± ۴/۲	۱۷۶ ± ۳/۳
وزن (کیلوگرم)	۶۴/۹ ± ۲/۷	۶۵/۲ ± ۲/۱
درصد چربی (٪)	۱۰/۶۹ ± ۱/۳	۱۰/۷۲ ± ۱/۰
ضربان قلب استراحتی(تعداد/دقیقه)	۶۰/۹۰ ± ۲/۵	۶۲/۶۰ ± ۲/۹
میانگین ساعت تمرین در هفته	۱۰/۱۱ ± ۱/۱	۱۰/۱۱ ± ۱/۱
شاخص تودهٔ بدن (کیلوگرم/ مترمربع)	۲۰/۸۴ ± ۰/۸	۲۱/۷۴ ± ۱/۱
اکسیژن مصرفی بیشینه(میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه)	۵۲/۸۰ ± ۳/۴	۵۳/۵۲ ± ۴/۱

در جهت تعیین اکسیژن مصرفی بیشینه (میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه) از آزمون بروس بر روی نوارگردان تکنوجیم استفاد شد. متداول‌ترین آزمون برآورد غیرمستقیم اکسیژن مصرفی بیشینه در آزمایشگاه، آزمون بیشینهٔ بروس روی نوارگردان است. این آزمون، حداکثر در شش یا هفت مرحله اجرا می‌شود و مدت هر مرحله، سه دقیقه است. افزایش شدت فعالیت از یک مرحله به مرحلهٔ بعد، با افزایش شیب و سرعت همراه است. نخستین مرحله با سرعت ۱/۷ مایل در ساعت (۲/۷۴ کیلومتر در ساعت) و شیب ۱۰ درصد آغاز شد و سپس سرعت و شیب با یک نسبت ثابت در هر مرحله اضافه شد.

درصد چربی بدن آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه ضخامت‌سنج پوستی (کالیپر) یاگامی مدل میکوشا (ساخت ژاپن) و فرمول سه نقطه‌ای دانشکدهٔ پزشکی ورزشی آمریکا (چین‌های پوستی سه‌سر بازویی، شکمی و فوق‌خاصره‌ای سمت راست) تعیین شد (۱۰).

قدرت بیشینه (یک تکرار بیشینه) در حرکات باز کردن زانو و پرس پا در گروه قدرتی با وزنه اندازه‌گیری شد. در این راستا، تعیین یک تکرار بیشینه از فرمول برزسکی (((تکرار * ۰/۰۲۷۸) - ۱/۰۲۷۸) وزنه به کیلوگرم = یک تکرار بیشینه) با تعداد کمتر از ۱۰ استفاده شد (۱۱).

قبل از اجرای قرارداد تمرینی هرکدام از آزمودنی‌ها به مدت ۱۰ دقیقه به صورت دویدن آرام و حرکات کششی به گرم کردن بدن پرداختند. سپس، آزمودنی‌های گروه قدرتی با وزنه، شش دورهٔ تمرینات باز کردن زانو و پرس پا را در ۷۰٪ یک تکرار بیشینه تا رسیدن به واماندگی اجرا کردند؛ به صورتی که پژوهش‌گران با اطلاع از میزان یک تکرار بیشینهٔ هر ورزشکار (اندازه‌گیری‌های اولیه) شدت ۷۰٪ را برای هر ورزشکار محاسبه و اعمال کردند. آزمودنی‌های گروه پلایومتریک نیز شش دوره از تمرینات پرش عمقی و پرش جانبی را در ۷۰٪ ارتفاع بیشینه پرش تا رسیدن به واماندگی اجرا کردند؛ به صورتی که پژوهش‌گران با اطلاع از ارتفاع بیشینه پرش هر ورزشکار (اندازه‌گیری‌های اولیه) شدت ۷۰٪ را برای هر ورزشکار محاسبه و در پروتکل تمرینی اعمال نمودند. واماندگی به این مفهوم بود که آزمودنی‌ها دیگر قادر به اجرای کامل یک حرکت کامل (یک تکرار کامل حرکت) نبودند. همچنین شایان ذکر است که در گروه پلایومتریک ابتدا هرکدام از آزمودنی‌ها شش دوره حرکت پرش عمقی را تا هنگام واماندگی با فواصل استراحتی چهار دقیقه‌ای اجرا و پس از پنج دقیقه استراحت شش دوره حرکت پرش جانبی را با همان فواصل استراحتی (چهار دقیقه) اجرا کردند. در گروه قدرتی نیز ترتیب اجرای حرکات به این شیوه بود که ابتدا آزمودنی‌ها شش دوره حرکات جلوپا با دستگاه تا حد واماندگی با فواصل استراحتی مشابه با گروه دیگر اجرا و پس از پنج دقیقه استراحت، حرکت پشت پا را نیز به‌همین شیوه دنبال کردند. همچنین زمان کلی تمرین برای هر ورزشکار با محاسبه استراحت‌ها در تمرین قدرتی حدود ۱۳ تا ۱۶ دقیقه در هر حرکت و کل زمان تمرین ۳۱ تا ۳۷ (زمان واماندگی برای آزمودنی‌ها متفاوت بود) دقیقه بود، همچنین زمان کلی برای هر ورزشکار با محاسبه استراحت‌ها در تمرین پلایومتریک حدود ۱۵ تا ۱۸ دقیقه در حرکت و کل زمان تمرین ۳۵ تا ۴۱ دقیقه بود. به‌دلیل اینکه هدف قرارداد تمرینی یک جلسه‌ای پژوهش حاضر تمرکز بر عضلات تنه به‌ویژه چهارسر ران بود و این حرکات تا واماندگی اجرا می‌شد اجرای بیش از دو حرکت در شش دوره و تا حد واماندگی از توانایی عضلات چهارسر ران ورزشکاران خارج

بود و زمان کلی تمرین افزایش می‌یافت و بر هدف پژوهش و مطالعه اثر می‌گذاشت. لذا، در این مطالعه بیش از دو حرکت برای گروه‌ها انتخاب نشد.

در انتخاب حرکات تمرینی دو گروه پژوهش‌گران از مطالعات پیشین بهره بردند و تمرکز و فشار تمرینات دو گروه بر روی عضلات پایین‌تنهٔ ورزشکاران بود و حرکات به گونه‌ای انتخاب شدند که فشار اصلی تمرین بر روی عضلات چهارسر ران به عنوان عضلات اصلی درگیر در اکستنشن پا در مفصل زانو باشد.

نمونه‌های خونی به میزان پنج میلی‌لیتر از ورید پیش‌آرنجی چپ همهٔ آزمودنی طی چهار مرحله (حالت پایه، ۳۰ دقیقه قبل، بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از قرارداد تمرینی) برای بررسی میزان فعالیت آنزیم کراتین‌کیناز تام و پروتئین واکنش‌گر-C سرمی در حالت ناشتا تهیه شد. برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کراتین‌کیناز سرمی از دستگاه اتوآنالیز و برای اندازه‌گیری تغییرات پروتئین واکنش‌گر-C سرمی از روش کمی ایمونوتربیدیمتریک استفاده شد. رژیم غذایی آزمودنی‌ها قبل از انجام خون‌گیری با استفاده از یادآمد تغذیه‌ای ۲۴ ساعته کنترل شد. ضمناً تمامی اندازه‌گیری‌ها در فاصله زمانی ساعت ۸/۳۰ تا ۱۱ صبح، دمای ۲۸-۲۶ درجه سانتی‌گراد، رطوبت ۵۵-۵۰ درصد، تهویه و نور محیطی یکسان انجام شد. به علاوه، آزمودنی‌ها ۴۸ ساعت قبل از انجام آزمون، از انجام هرگونه فعالیت بدنی اجتناب کردند.

به منظور حذف اثرات زودگذر فعالیت ورزشی و شرایط آزمایشگاهی روی شاخص‌های خونی، تغییرات حجم خون محاسبه شد. با استفاده ازکیت‌های شرکت پارس، میزان فعالیت آنزیمی کراتین‌کیناز تام و سطوح پروتئین واکنش‌گر-C سرمی (کیت Hs-CRاز روش کمی ایمونوتوربیدیمتریک) به کمک دستگاه اتوآنالیز (Alcyon 300) اندازه‌گیری شد.

داده‌های همگن و برخوردار از توزیع طبیعی (نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنف[1] و تی مستقل[2]) به صورت میانگین و انحراف استاندارد با استفاده از آزمون‌های تحلیل واریانس در اندازه‌گیری‌های مکرر و پس آزمون بونفرنی[3] و نرم‌افزار اس پی اس اس نسخه ۱۷ تحت ویندوز در سطح معناداری ۰/۰۵ اندازه‌گیری شد. به علاوه، سهم اثر هر یک از عوامل مداخله‌گر با استفاده از ضریب اتا تعیین گردید.

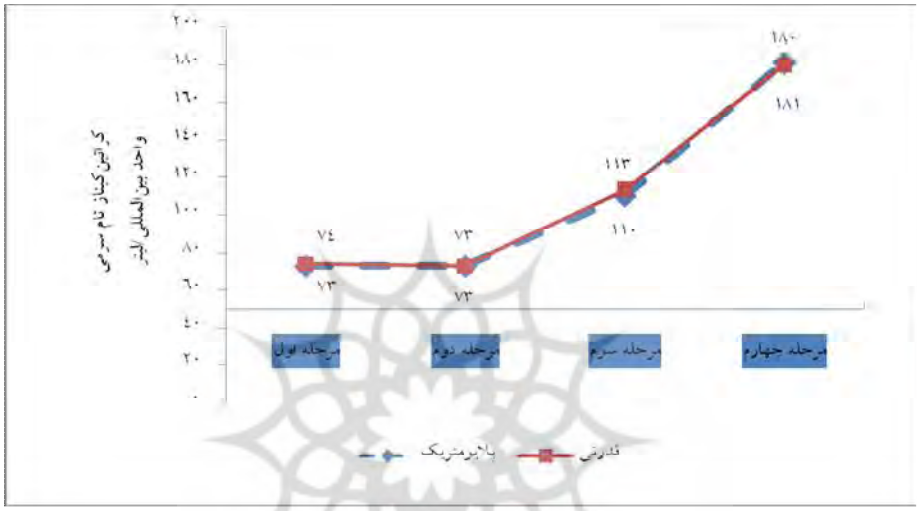
1. Kolmogorov–Smirnov test
2. Independent T test
3. Bonferroni test

نتایج

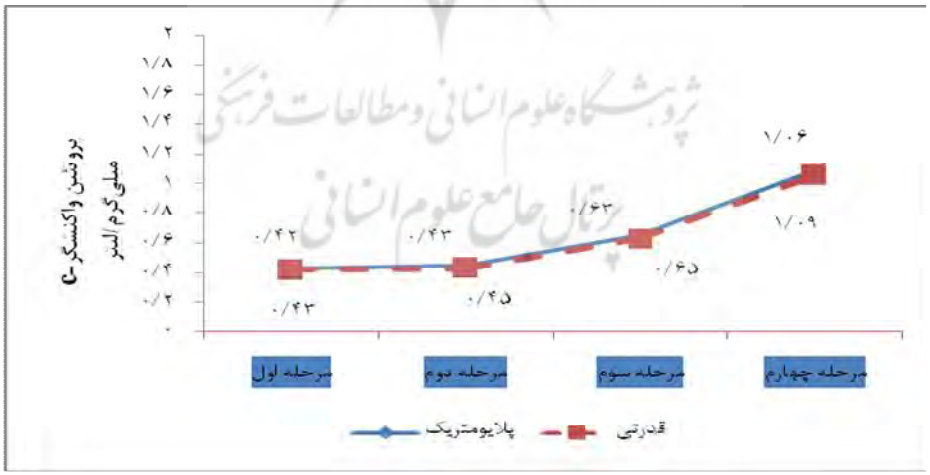
نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنف حاکی است که داده‌های حاصله مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها (جدول یک) و متغیرهای پژوهش در ابتدای پژوهش دارای وضعیت طبیعی است. همچنین، نتایج آزمون تی مستقل در ابتدای شروع مطالعه، نشان می‌دهد که بین حالت پایه (۱۰ روز قبل) و ۳۰ دقیقه قبل از اجرای قرارداد تمرینی گروه‌ها (قدرتی با وزنه و پلایومتریک) تفاوت معناداری وجود ندارد. لذا با توجه به عدم مشاهده اختلاف معنادار در شاخص‌های مورد نظر، هر دو گروه طبیعی و همگن فرض شدند. یافته‌ها نشان داد سطوح آنزیم کراتین‌کیناز تام سرمی بر حسب واحد بین‌المللی در لیتر در گروه تمرین با وزنه از ۷۴±۰/۳۳ در حالت پایه و ۷۳±۰/۴۸ در ۳۰ دقیقه قبل به ۱۱۳±۰/۵۲ در بلافاصله بعد و ۱۸۱±۰/۴۹ در ۲۴ ساعت از قرارداد تمرینی تغییر کرد. همچنین، در گروه پلایومتریک سطوح آنزیم کراتین‌کیناز تام سرمی از ۷۳±۰/۴۱ در حالت پایه و ۷۳±۰/۲۹ در ۳۰ دقیقه قبل به ۱۱۰±۰/۶۷ در بلافاصله بعد و ۱۸۰±۰/۵۵ در ۲۴ ساعت از قرارداد تمرینی تغییر کرد. این یافته حاکی از آن است که افزایش معناداری در سطوح آنزیم کراتین‌کیناز تام سرمی در هر دو گروه بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از اجرای قرارداد تمرینی مشاهد شد اما تغییرات بین دو گروه در این شاخص معنادار نبوده است (شکل یک).

همچنین یافته‌های این پژوهش در مورد تغییرات پروتئین واکنش‌گر-C نشان داد سطوح سرمی این شاخص بر حسب میلی‌گرم در لیتر در گروه تمرین با وزنه از ۰/۰۶± ۰/۴۲ در حالت پایه و ۰/۴۳±۰/۱۱ در ۳۰ دقیقه قبل به ۰/۶۳±۰/۰۸ در بلافاصله بعد و ۱/۰۶±۰/۲۲ در ۲۴ ساعت از قرارداد تمرینی تغییر کرد. به علاوه در گروه پلایومتریک سطوح سرمی پروتئین واکنش‌گر-C از ۰/۴۳±۰/۱۲ در حالت پایه و ۰/۴۵±۰/۰۶ در ۳۰ دقیقه قبل به ۰/۶۵±۰/۰۲ در بلافاصله بعد و ۱/۰۹±۰/۱۳ در ۲۴ ساعت از قرارداد تمرینی تغییر کرد. هر چند این یافته حاکی از تغییر معنادار در بلافاصله بعد و به‌ویژه ۲۴ ساعت پس از اجرای قرارداد تمرینی در هر دو گروه است اما تغییر معناداری در میانگین بین دو گروه مشاهده نشد (شکل یک). به‌علاوه، نتایج پژوهش حاضر حاکی است که الگوی تغییرات آنزیم کراتین‌کیناز تام و پروتئین واکنش‌گر-C سرمی در گروه تمرین با وزنه و پلایومتریک طی مراحل چهارگانه (۳۰ دقیقه قبل، بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از قرارداد ورزشی) مشابه است (شکل یک و دو). به هرحال، سطوح شاخص‌های مورد نظر در دو گروه تغییر معناداری داشت؛ به‌طوری‌که فعالیت آنزیم کراتین‌کیناز تام و سطوح پروتئین واکنش‌گر-C سرمی مردان تکواندوکار بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از تمرینات قدرتی و پلایومتریک به‌طور معناداری افزایش یافت. همچنین این یافته‌ها نشان‌داد تمرینات قدرتی و پلایومتریک با سهم اثر (اتا) تقریباً یکسان (قدرتی ۰/۹۸۵ و پلایومتریک ۰/۹۷۶) به‌ترتیب باعث افزایش ۴۷/۹ و ۴۶/۵ درصدی در

مورد کراتین‌کیناز تام سرمی و نیز با سهم اثر (اتا) تقریباً یکسان (قدرتی ۰/۹۸۷ و پلایومتریک ۰/۹۷۷) به ترتیب باعث افزایش ۴۶/۵ و ۴۲/۲ درصدی در مورد پروتئین واکنش‌گر-C سرمی (دامنهٔ تغییرات ۲۴ ساعته) شد.



شکل۱- میانگین تغییرات کراتین‌کیناز تام گروه‌های تمرینی قدرتی با وزنه و پلایومتریک در چهار مرحله (حالت پایه، ۳۰ دقیقه قبل، بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از قرارداد تمرینی)



شکل۲- میانگین تغییرات CRP سرمی گروه‌های تمرینی قدرتی با وزنه و پلایومتریک در چهار مرحله (حالت پایه، ۳۰ دقیقه قبل، بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از قرارداد تمرینی)

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر که به‌منظور مقایسهٔ تأثیر یک جلسه تمرین حاد قدرتی و پلایومتریک بر تغییرات آنزیم کراتین‌کیناز تام و پروتئین واکنش‌گر-C سرمی مردان تکواندوکار انجام گرفت حاکی از افزایش معنادار در بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از قراردادهای تمرینی بود. البته بین دو گروه تفاوت معناداری در تغییرات شاخص‌ها مشاهده نشد. تغییرات تا ۲۴ ساعت پس از تمرین یعنی در دورهٔ بازیافت بررسی شد. به‌هرحال شدت تمرین انتخاب شده برای دو تمرین افزایش شاخص آسیب عضلانی و التهاب را به‌دنبال داشت. بنابراین در مجموع با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر به نظر می‌رسد آسیب عضلانی و التهاب ناشی از تمرینات پلایومتریک مشابه تمرینات قدرتی بوده و این نوع از تمرینات توانی، آسیب و التهاب بیشتری در ورزشکاران به دنبال ندارد. نتایج مطالعات پیشین حاکی از تأثیر تمرینات قدرتی و برون‌گرا بر آسیب عضلانی، کوفتگی عضلانی تأخیری و التهاب است. هاکنی[1] و همکاران (۲۰۰۸) افزایش آنزیم کراتین‌کیناز در ۲۴ ساعت پس از تمرینات قدرتی با انقباض برون‌گرا (با حجم زیاد در بالاتنه و پایین‌تنه) در افراد تمرین کرده (هشت نفر) و افراد تمرین نکرده (هشت نفر) را گزارش کردند (۱۲). برن[2] و همکاران (۲۰۰۲) نیز نشان دادند پس از یک وهله تمرین قدرتی در عضلات بازکنندهٔ زانو هشت نفر آزمودنی (پنج مرد و سه زن) مقادیر آنزیم کراتین‌کیناز سرمی نسبت به حالت پایه، در یک ساعت پس از تمرین (حرکت اسکات پا به صورت ۱۰ دورهٔ ۱۰ تایی و شدت ۷۰ ٪ وزن بدن هر فرد) افزایش یافته و یک روز بعد به اوج خود رسیده و به‌طور معناداری در روزهای دوم و سوم همچنان بالا باقی‌مانده است (۱۳). به‌علاوه، نوبهار (۱۳۹۱) با مطالعهٔ تأثیر تمرین فزایندهٔ وامانده‌ساز بر آنزیم‌های شاخص آسیب عضلهٔ دختران فعال گزارش کرد که تمرین وامانده‌ساز هوازی سبب آسیب عضلانی و افزایش سطوح آنزیم کراتین‌کیناز در روزهای اول و چهارم و هفتم پس از فعالیت در آزمودنی‌ها شد (۱۴). نتایج مطالعهٔ حاضر با پژوهش‌های ذکر شده همسو و حاکی از ماهیت آسیب‌زای تمرینات قدرتی است. این در حالی است که ماتسوس[3] و همکاران بعد از یک جلسه تمرین مقاومتی بدون بار با ۱۰ تکرار و یک دقیقه استراحت، افزایش معناداری در مقادیر این آنزیم مشاهده نکردند. به نظر می‌رسد نوع تمرین، زمان بازیافت و شدت تمرین بر آزادسازی این آنزیم‌ها اثرگذار است (۱۴). البته، باید اذعان داشت که سازوکار و الگوی تغییرات آنزیم کراتین‌کیناز تام سرمی با توجه به نوع فعالیت ورزشی (فعالیت‌های هوازی در برابر مقاومتی) متفاوت است (۲,۳,۱۵). به‌طوری‌که افزایش آنزیم کراتین‌کیناز تام سرمی

1 . Hackney
2 . Byrne
3 . Mastous

متعاقب فعالیت‌های مقاومتی عمدتاً به دلیل پارگی سارکولما (غشای سلول عضلانی) رخ می‌دهد؛ درحالی‌که افزایش غلظت سرمی این آنزیم متعاقب فعالیت هوازی و استقامتی بیشتر در اثر نشت ناشی از افت انرژی و ناپایداری یا آسیب ناشی از پراکسیداسیون فسفولیپیدهای غشای سلولی است. همچنین، الگوی تغییرات این شاخص پس از انجام تمرینات هوازی به شکلی است که پس از ۲۴ ساعت به اوج خود رسیده و سپس به‌تدریج کاهش می‌یابد. درحالی‌که در اثر فشار مکانیکی حین تمرینات مقاومتی یا پلایومتریک (که دارای انقباض‌های برون‌گرای غیرمرسوم هستند) ممکن است سطح سرمی این شاخص به دلیل بروز آسیب سلولی به‌طور معناداری تا هشت روز بالاتر از سطوح طبیعی باشد (۳). همچنین، همسو با مطالعهٔ حاضر برخی از پژوهش‌های گذشته افزایش سطوح آنزیم کراتین‌کیناز را به‌عنوان شاخصی از آسیب عضلانی متعاقب تمرینات پلایومتریک گزارش کردند. با این‌حال، نتیجهٔ پژوهش حاضر با مطالعهٔ توفاس[1] و همکاران (۲۰۰۸) در تضاد است. در مطالعهٔ توفاس سطوح آنزیم کراتین‌کیناز تام آزمودنی‌ها (۱۸ مرد غیرورزشکار) در ۲۴ ساعت بعد از دو نوع پرش پلایومتریک افزایش نیافت، بلکه افزایش معنادار با تأخیر و در ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از تمرین اتفاق افتاد (۱۶). تضاد موجود احتمالاً به این دلیل باشد که در مطالعهٔ توفاس و همکاران شدت تمرینات کمتر و تمرین روی سطح نرم (تشک ورزشی) صورت گرفته‌است. درحالی‌که در پژوهش حاضر شدت تمرینات پلایومتریک زیاد (۷۰٪ اوج ارتفاع پرش) و تمرین روی سطح سخت اجرا شد. شدت در تمرینات قدرتی با وزنه بر اساس یک تکرار بیشینه تعیین می‌شود، اما در تمرینات پلایومتریک عمدتاً از وزن بدن استفاده می‌شود. در مطالعات گذشته شدت مشخصی برای این تمرینات در نظر گرفته نشده‌بود. این مسئله خود می‌تواند یکی از عوامل تفاوت در نتایج مطالعات قبلی با نتیجهٔ پژوهش حاضر باشد. زیرا در پژوهش حاضر شدت تمرینات پلایومتریک مشخص و بر اساس ۷۰٪ اوج ارتفاع پرش عمودی هر فرد تعیین شد. همچنین، در پژوهش میاما و نوساکا[2] (۲۰۰۴) افزایش کمتری در آنزیم کراتین‌کیناز تام سرمی گروهی که تمرین پلایومتریک بر روی سطح نرم اجرا کردند (هشت نفر) نسبت به گروهی که این تمرین را روی سطح سخت اجرا کردند (هشت نفر) مشاهده شد. پژوهش‌گران نتیجه گرفتند که اجرای حرکات پلایومتریک و انفجاری روی سطح سخت (زمین) آسیب بیشتری را به‌همراه دارد (۱۷). لذا با توجه به نتیجهٔ پژوهش حاضر و بسیاری از مطالعات گذشته می‌توان گفت که هر دو نوع تمرین قدرتی با وزنه و پلایومتریک سبب افزایش شاخص غیرمستقیم آسیب عضلانی (آنزیم کراتین‌کیناز تام سرمی) می‌شود.

1 . Tofas
2 . Miyama and Nosaka

همچنین، یافتهٔ حاضر مبنی بر یک جلسه تمرین مقاومتی دارای بخش برون‌گرا (قدرتی و پلایومتریک) بر افزایش پروتئین واکنش‌گر-C سرمی با نتایج برخی از مطالعات قبلی (۱،۲،۴،۱۷،۱۸) همسو است. ناکجیما[1] و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر سه نوع تمرین بدنی (یک جلسه و هر کدام با فاصله یک هفته از یکدیگر) شامل تمرین روی چرخ‌کارسنج (شدت ۷۰٪ آستانه بی‌هوازی)، تمرین بر روی چرخ‌کارسنج (شدت اوج تا واماندگی) و تمرین قدرتی (پرس‌پا، جلوپا و پشت‌پا با دستگاه با شدت ۷۰٪1RM) بر سطوح پروتئین واکنش‌گر-C نُه مرد میانسال بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد تمرین بر روی چرخ کارسنج با شدت بیشینه و نیز تمرین قدرتی سبب افزایش سطوح پروتئین واکنش‌گر-C بلافاصله و یک ساعت پس از تمرین شد. اما تمرین با شدت ۷۰٪ آستانه بی‌هوازی بر روی چرخ‌کارسنج تأثیری بر سطوح پروتئین واکنش‌گر-C نداشت (۱۹). البته اندازه‌گیری‌ها در مطالعهٔ ذکر شده به‌منظور مقایسه با قبل از تمرین تنها در این دو زمان (بلافاصله و یک ساعت پس از تمرین) صورت گرفت.

به‌هرحال، با توجه به نتایج مطالعات گذشته باید اذعان داشت که تمرینات قدرتی و پلایومتریک همانند سایر تمرینات توانی و برون‌گرا ممکن است با اعمال فشار مکانیکی (پارگی نسوج همبند و پل‌های عرضی)، تجمع کلسیم درون سلولی (تشدید فرآیند پروتئولیز) و حتی فشار اکسایشی ناشی از انفجار نوتروفیلی (افزایش پراکسیداسیون فسفولیپیدهای غشایی) باعث تخریب عامل پروتئین بازدارندهٔ فعال‌سازی عامل هسته‌ای کاپابی و پیامدهای بعدی آن یعنی بروز التهاب (آغاز آبشار واسطه‌های التهابی) می‌شود. به‌عبارتی، افزایش فعالیت عامل هسته کاپابی پس از انجام تمرینات پلایومتریک و قدرتی می‌تواند باعث تنظیم مثبت بیان عامل نکروزدهندهٔ آلفا و سایتوکین‌های پیش‌التهابی اینترلوکین- یک بتا و اینترلوکین- شش عضلانی شود (۲،۱۷). به‌علاوه، بیان بیش از حد اینترلوکین- شش عضلانی موجب تروماش آن به درون آب میان‌بافتی و در نتیجه خون محیطی می‌شود. افزایش اینترلوکین-شش خون نیز با تحریک هپاتوسیت‌ها موجب افزایش پروتئین واکنش‌گر-C می‌شود (۲،۸). با این حال، برخلاف نتایج پژوهش حاضر، نتایج برخی از پژوهش‌های گذشته نشان داد که تمرینات مقاومتی و توانی باعث افزایش شاخص التهابی پروتئین واکنش‌گر-C نمی‌شود. در پژوهش میلیاس[2] و همکاران (۲۰۰۵) یک وهله فعالیت ورزشی برون‌گرا در عضلات خم‌کنندهٔ آرنج هیچ تأثیری بر سطوح پروتئین واکنش‌گر-C آزمودنی‌ها (۱۳ مرد فعال از لحاظ بدنی) در ۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت بعد از تمرین نداشت (۱۸). دلیل این تضاد را می‌توان در نوع تمرین مقاومتی مورد استفاده در دو پژوهش و شدت تمرینات جستجو کرد. در پژوهش ذکر شده

1 .Nakajima
2 .Milias

تمرینات در بالاتنه که بخش اعظم آن به‌صورت برون‌گرا توسط دستگاه دینامومتر با سرعت زاویه‌ای تعیین شده توسط دستگاه (۳۰°/s) و در زاویهٔ خاص (۹۰ درجه) صورت‌گرفت و شدت تمرین بر حسب حداکثر عملکرد برون‌گرا[1] به صورت شش دوره و شش تکرار انجام شد. اما در پژوهش حاضر تمرین قدرتی با استفاده وزنه (دستگاه) و در دامنه حرکتی کامل بازشدن زانو (حرکت جلوپا و پرس پا با دستگاه) که هم شامل انقباض برون‌گرا و هم انقباض درون‌گرا بود، صورت گرفت و شدت تمرین بر حسب ۷۰٪ یک تکرار بیشینه بود (تکرارها تا زمانی که قادر به تکرار حرکت نبود ادامه داشت). به‌علاوه، منصوری و همکاران (۲۰۱۱) نیز با بررسی تأثیر یک جلسه تمرین مقاوتی (چهار دوره به‌صورت ۱۰ تا ۱۲ تکرار (با شدت ۸۰٪-۷۰٪ یک تکرار بیشینه) بر سطوح پروتئین واکنش‌گر-C در دانشجویان مرد ورزشکار (۱۹ نفر: ۱۰ نفر گروه آزمایش، نه نفر گروه کنترل) و غیرورزشکار (۱۵ نفر: هشت نفر گروه آزمایش، هفت نفر گروه کنترل) هیچ تغییری در سطوح پروتئین واکنش‌گر-C هیچ‌کدام از گروه‌ها در چهار ساعت پس از تمرین مشاهده نکردند (۲۰). اما در پژوهش حاضر اجرای یک وهله تمرین قدرتی با وزنه با شدت ۷۰٪ یک تکرار بیشینه (بر روی ۱۰ مرد تکواندوکار) سبب افزایش سطوح پروتئین واکنش‌گر-C بلافاصله و ۲۴ ساعت بعد از تمرین شد که اوج افزایش سطوح آن در ۲۴ ساعت بعد بود. تفاوت مشاهده شده در نتایج ممکن است ناشی از شدت و تکرار تمرین و زمان اندازه‌گیری باشد. به عنوان مثال در پژوهش ذکر شده تعداد تکرارها ۱۰ تا ۱۲ تکرار بود، اما تعداد تکرارها در پژوهش حاضر تا زمان واماندگی (ناتوانی در ادامه فعالیت) ادامه داشت. همچنین در مطالعه ذکر شده تعداد حرکات در یک جلسه (چهار حرکت پرس‌سینه، کشش کابل از پشت، پرس‌پا و جلوپا) بیش از تعداد حرکات در پژوهش حاضر (پرس‌پا، جلوپا) بود، اما تعداد تکرارهای بیشتر در پژوهش حاضر نشان‌دهندهٔ شدت بیشتر تمرین است که این موضوع می‌تواند به‌عنوان یکی از عوامل اختلاف در نتایج باشد. همچنین، در پژوهش ذکر شده سطوح پروتئین واکنش‌گر-C فقط در چهار ساعت پس از تمرین اندازه‌گیری شده‌است و در زمان‌های دیگر (۲۴ و ۴۸ ساعت بعد) که معمولاً تغییرات معنادار و اوج افزایش پروتئین واکنش‌گر-C مشاهده می‌شود، اندازه‌گیری صورت نگرفته‌است. همچنین، ضرغامی خامنه و همکاران (۱۳۹۳) نیز تأثیر تمرین مقاومتی وامانده ساز و مصرف مکمل کافئین بر سطوح پروتئین واکنش‌گر-C و لکوسیتوز در مردان والیبالیست بررسی کردند (۲۱). هر چند در مطالعهٔ آن‌ها اثرات مکمل کافئین بررسی شد اما تمرین مقاومتی با شدت ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه افزایشCRP در گروه کنترل را که مکمل مصرف نکرده بودند اما تمرین را اجرا کردند گزارش شد که از این حیث همسو با نتایج مطالعهٔ حاضر بود. اما نتایج آن‌ها در گروه

1. Maximum eccentric action

کافئین مغایر با پژوهش ما بود که دلیل اصلی مغایرات را می‌توان تأثیر مکمل کافئین در گروه تمرینی پژوهش آن‌ها دانست.

لذا با توجه به نتایج مطالعات گذشته به‌نظر می‌رسد که شدت تمرینات قدرتی و پلایومتریک نقش مهمی در آسیب عضلانی و ایجاد پاسخ‌های التهابی متعاقب این نوع تمرینات داشته باشد که در مطالعهٔ حاضر شدت بالای هر دو نوع تمرین (۷۰ درصد) سبب ایجاد پاسخ مرحلهٔ حاد و افزایش معنادار سطوح پروتئین واکنش‌گر-C و واکنش‌های التهابی در ورزشکاران رشته ورزشی تکواندو شد.

در کل با مقایسهٔ نتایج پژوهش حاضر و مطالعات قبلی می‌توان گفت که تمرینات قدرتی و پلایومتریک -هردو- به‌طور معناداری در افزایش فعالیت کراتین‌کیناز تام و میزان پروتئین واکنش‌گر-C سرمی (به عنوان برخی از شاخص‌های زیست‌شیمیایی و التهابی) مردان تکواندوکار مؤثرند و تمرین پلایومتریک آسیب و التهاب بیشتری نسبت تمرینات قدرتی به همراه نداشت. لذا با توجه به کارآمدی تمرینات پلایومتریک و این‌که این نوع تمرینات را می‌توان در هر مکانی با کمترین هزینه اجرا کرد و نیز به دلیل آن‌که در این مطالعه در این شاخص‌ها به‌عنوان برخی از شاخص‌های زیست شیمیایی فشار مکانیکی - سوخت وسازی و نیز التهاب ناشی از تمرینات مقاومتی تفاوت معناداری در گروه تمرینی پلایومتریک در مقایسه با گروه تمرینی قدرتی مشاهده نشد. به نظر می‌رسد بتوان با احتیاط (به دلیل یک جلسه‌ای بودن و بررسی اثرات کوتاه مدت توسط پژوهش حاضر) این شیوهٔ تمرینی را به جای تمرینات قدرتی جهت بالا بردن توان انفجاری ورزشکاران پیشنهاد کرد.

در پایان پیشنهاد می‌شود مطالعات و بررسی‌های بیشتری بر روی ورزشکاران سایر ورزش‌ها با تعداد نمونه‌های بیشتر در جامعه‌های آماری متفاوت و نیز به صورت برنامه تمرینی چند هفته‌ای یا چند ماهه به منظور برخورداری از سطح اطمینان بالا در پیشنهاد این شیوه تمرینات مقاومتی نسبت به سایر تمرینات صورت گیرد.

منابع

1) Barquilha G, Uchida M, Santos V, Moura N, Lambertucci R, Hatanaka E, Et Al. Characterization Of The Effects Of One Maximal Repetition Test On Muscle Injury And Inflammation Markers. WebmedCentral Physiology. 2011;2(3):WMC001717.

2) Chatzinikolaou A, Fatouros IG, Gourgoulis V, Avloniti A, Jamurtas AZ, Nikolaidis MG, Et Al. Time Course Of Changes In Performance And Inflammatory Responses After Acute Plyometric Exercise. J Strength Cond Res. 2010;24(5):1389-98.

3) Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM. Creatine Kinase Monitoring In Sport Medicine. Br Med Bull. 2007;81(1):209-30.

4) Dousset E, Avela J, Ishikawa M, Kallio J, Kuitunen S, Kyrolainen H, Et Al. Bimodal Recovery Pattern In Human Skeletal Muscle Induced By Exhaustive Stretch-Shortening Cycle Exercise. Med Sci Sports. 2007;39(3):453.
5) Eston R, Byrne C, Twist C. Muscle Function After Exercise-Induced Muscle Damage: Considerations For Athletic Performance In Children And Adults. J Eex Sci Fit. 2003;1(2):85-96.
6) Fatouros IG, Jamurtas AZ, Leontsini D, Taxildaris K, Aggelousis N, Kostopoulos N, Et Al. Evaluation Of Plyometric Exercise Training, Weight Training, And Their Combination On Vertical Jumping Performance And Leg Strength. J Strength Cond Res. 2000;14(4):470-6.
7) Jamurtas Az, Fatouros Ig, Buckenmeyer P, Kokkinidis E, Taxildaris K, Kambas A, Et Al. Effects Of Plyometric Exercise On Muscle Soreness And Plasma Creatine Kinase Levels And Its Comparison With Eccentric And Concentric Exercise. J Strength Cond Res. 2000;14(1):68-74.
8) Kolkhorst FW, Buono MJ, Klepper RE, Sabbadini RA. Delayed-Onset Muscular Soreness Not Related To Tnf-A Or Crp. Med Sci Sports. 2003;35(5):238.
9) Liu Jf, Chang Wy, Chan Kh, Tsai Wy, Lin Cl, Hsu Mc. Blood Lipid Peroxides And Muscle Damage Increased Following Intensive Resistance Training Of Female Weightlifters. Annals Of The New York Academy Of Sciences. 2005;1042(1):255-61.
10) Pescatello LS, Thompson WR, Gordon NF. A Preview Of ACSM's Guidelines For Exercise Testing And Prescription. Acsms Health Fit J. 2009;13(4):23-6.
11) Mihalik JP, Libby JJ, Battaglini CL, Mcmurray RG. Comparing Short-Term Complex And Compound Training Programs On Vertical Jump Height And Power Output. J Strength Cond Res. 2008;22(1):47-53.
12) Hackney KJ, Engels HJ, Gretebeck RJ. Resting energy expenditure and delayed-onset muscle soreness after full-body resistance training with an eccentric concentration. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2008;22(5):1602.
13) Byrne C, Eston R. The effect of exercise-induced muscle damage on isometric and dynamic knee extensor strength and vertical jump performance. Journal of sports sciences. 2002;20:17-25.
۱۴) نوبهار معصومه. تاثیر تمرین فزاینده وامانده ساز بر آنزیم‌های شاخص آسیب عضله دختران فعال. پژوهش‌های کاربردی مدیریت و علوم زیستی در ورزش. ۱۳۹۱؛(۳) :۸۴-۷۹.
15) Rahimi R, Behpur N. The Effects Of Plyometric, Weight And Plyometric-Weight Training On Anaerobic Power And Muscular Strength. Facta Universitatis-Series: J Phys Educ Sport. 2005;3(1):81-91.
16) Tofas T, Jamurtas AZ, Fatouros I, Nikolaidis MG, Koutedakis Y, Sinouris EA, Et Al. Plyometric Exercise Increases Serum Indices Of Muscle Damage And Collagen Breakdown. J Strength Cond Res. 2008;22(2):490-6.
17) Miyama M, Nosaka K. Influence Of Surface On Muscle Damage And Soreness Induced By Consecutive Drop Jumps. J Strength Cond Res. 2004;18(2):206-11.

18) Milias GA, Nomikos T, Fragopoulou E, Athanasopoulos S, Antonopoulou S. Effects Of Eccentric Exercise-Induced Muscle Injury On Blood Levels Of Platelet Activating Factor (PAF) And Other Inflammatory Markers. Eur J Appl Physiol. 2005;95(5-6): 504-13.

19) Nakajima T, Kurano M, Hasegawa T, Takano H, Iida H, Yasuda T, Et Al. Pentraxin3 And High-Sensitive C-Reactive Protein Are Independent Inflammatory Markers Released During High-Intensity Exercise. Eur J Appl Physiol. 2010;110(5):905-13.

20) Mansouri M, Keshtkar A, Hasani-Ranjbar S, Soleymani Far E, Tabatabaei-Malazy O, Omidfar K, et al. The Impact Of One Session Resistance Exercise On Plasma Adiponectin And RBP4 Concentration In Trained And Untrained Healthy Young Men. Endocr J. 2011;58(10):861.

۲۱) ضرغامی خامنه علی، جعفری افشار، اختری ابراهیم. تأثیر تمرین مقاومتی وامانده‌ساز و مصرف حاد مقادیر مختلف کافئین بر پاسخ و لکوسیتوز مردان والیبالیست پروتئین واکنشگر تاثیر- C تمرین فزاینده وامانده‌ساز بر آنزیم‌های شاخص آسیب عضله دختران فعال. فیزیولوژی ورزشی. ۱۳۹۳؛۶ (۲۱):۷۸-۶۱.

ارجاع دهی به روش ونکوور

گدرونی کیوان، جعفری افشار، حسینپور فیضی محمدعلی. مقایسهٔ تأثیر یک جلسه تمرین پلایومتریک و قدرتی بر آنزیم کراتین‌کیناز و پروتئین واکنش‌گر-C سرمی مردان تکواندوکار. فیزیولوژی ورزشی. بهار۱۳۹۴؛۷(۲۵): ۱۴۶-۱۳۱.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Comparison the effect of one session plyometric and strength training on serum Creatine Kinase, and C-reactive protein in elite male Taekwondo athletes

K. Gadruni[1], A, Jafari[2], M.A. Hosainpur Fayzi[3]

1. M.Sc. of University of Tabriz*
2. Associate Professor University of Tabriz
3. Professor at University of Tabriz

Received date: 2014/02/15 **Accepted date: 2014/10/06**

Abstract

The aim of this study was compare effect of one session plyometric and strength exercise on serum Creatine Kinase and C-reactive protein in male Taekwondo athletes. The study design was two-group semi-experimental study with repeated measures. Twenty male Taekwondo athletes were randomly allocated in two homogeneous groups: S and P groups. In addition to basal measurements, serum CK and CRP were measured in both groups during the three stages (30 minutes before, immediately, and 24 hours after exercise). Data were analyzed by repeated measure ANOVA and Bonferroni tests using at $\alpha \leq 0.05$. However Serum CK and CRP activities significantly increased in both groups but there was no significant difference between of changes of serum CK and CRP in strength and plyometric exercise groups ($P \geq 0.05$). In conclusion based on present results seem both exercise type cause same physiological and stress and muscle damage. Therefore didn't see more mascle damage and inflammation in plyometric compare with strength exercise.

Key words: Plyometric, Strength exercise, C-reactive protein (CRP)

* Corresponding author E-mail: kaysport61@gmail.com