

Effect of a Karate Competition on Indicators of Inflammation and Muscle Tissue Injury in Soldier's Karate-Ka

Shirvani H.^{*1} PhD, Rahimi M.² PhD, Rostamkhani F.³ PhD

¹ Exercise Physiology Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran

² Department of Physical Education, University of Kashan, Kashan, Iran

³ Department of Biology, College of Basic Sciences, Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahre Rey Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract

Aims: The aim of this study was to investigate the acute effect of four Karate Competitions on serum Creatine Kinase and lactate Dehydrogenase enzymes levels and serum C₃ and C₄ components of the complement system levels in karate-ka soldiers.

Methods For this purpose, 10 karate-ka from a military training center in Iran voluntarily participated in the study and periodically competed in two tables of minus 68 kg, height equivalent to 168.8±4.4 cm, BMI equivalent to 21.72±1.01 kg/m² and minus 78 kg, height equivalent to 172.8±7.25 cm, BMI equivalent to 22.85±1.76 kg/m². Each of them participated in 4 competitions in a day by the official competition. Blood samples were taken 24 hours before and after the competition and were assessed in specialized laboratories. T-test, ANOVA with repeated measures and Tukey's test were used for comparison of means before and after the test.

Results: The results showed that 24 hours after the period, serum Creatine Kinase level in total of both groups 145.75% significantly increased (P=0.012) and lactate Dehydrogenase enzyme level showed 66.5% non-significant increment (P=0.124). On the other hand, C₃ and C₄ components of the complement system levels showed 15.75% and 24.5%, respectively, non-significant decrease in total of both groups (P=0.104 and P=0.138, respectively).

Conclusion: One day after doing a semi-official karate (kumite) tournament, signs of muscle damage are seen, which are probably due to the mechanical stress caused by repeated strikes. However, further follow-up is needed to obtain clearer results.

Keywords: Karate, Kumite, Complement System, Creatine Kinase, Lactate Dehydrogenase

اثر یک دوره مسابقه کاراته بر شاخص‌های التهاب و آسیب بافت عضلانی در سربازان کاراته‌کا

حسین شیروانی^{۱*} PhD، مصطفی رحیمی^۲ PhD، فاطمه رستم‌خانی^۳ PhD

^۱مرکز تحقیقات فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، تهران، ایران
^۲گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران
^۳گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده

اهداف: هدف از این تحقیق بررسی اثر حاد چهار مسابقه کاراته بر سطوح سرمی آنزیم کراتین‌کیناز، لاکتات دهیدروژناز و اجزاء C₃ و C₄ سیستم کمپلمان در سربازان کاراته‌کا می‌باشد.

روش‌ها: بدین منظور ۱۰ کاراته‌کا از یکی از مراکز آموزش نظامی ایران به‌صورت داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند و در دو جدول منهای ۶۸ کیلوگرم با قد معادل ۱۶۸/۸ ± ۴/۴۰ سانتی‌متر و BMI معادل ۲۱/۷۲ ± ۱/۰۱ کیلوگرم بر مجذور قد، منهای ۷۸ کیلوگرم با قد معادل ۱۷۲/۸ ± ۷/۲۵ سانتی‌متر و BMI معادل ۲۲/۸۵ ± ۱/۷۶ کیلوگرم بر مجذور قد، به‌صورت دوره‌ای به رقابت پرداختند و هر کدام در یک روز ۴ مسابقه به روش مسابقات رسمی برگزار کردند. نمونه‌های خونی ۲۴ ساعت قبل و بعد از مسابقات گرفته شد و در آزمایشگاه تخصصی مورد سنجش قرار گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها در مراحل قبل و بعد، از آزمون‌های آماری t وابسته، آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر و آزمون تعقیبی توکی استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که سطوح سرمی آنزیم کراتین‌کیناز در مجموع هر دو گروه ۱۴۵/۷۵ درصد افزایش معنی‌دار (P=۰/۰۱۲) و آنزیم لاکتات دهیدروژناز در مجموع هر دو گروه ۶۶/۵ درصد افزایش غیر معنی‌دار (P=۰/۱۲۴) نشان داد. درحالی‌که اجزاء C₃ و C₄ سیستم کمپلمان در مجموع هر دو گروه به ترتیب ۱۵/۷۵ و ۲۴/۵ درصد کاهش غیر معنی‌دار (به ترتیب: P=۰/۱۰۴ و P=۰/۱۳۸) پیدا کردند.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد یک روز پس از انجام چهار مسابقه کاراته (سبک کومیته)، نشانه‌هایی از آسیب عضلانی در سربازان بروز می‌کند که احتمالاً به دلیل استرس مکانیکی ناشی از ضربات متوالی است. البته برای کسب نتایج روشن‌تر به پیگیری‌های بیشتری نیاز است.

کلید واژه‌ها: کاراته، کومیته، سیستم کمپلمان، کراتین‌کیناز، لاکتات دهیدروژناز

مقدمه

افراد پایور همیشه باید از آمادگی جسمانی و حرکتی مطلوبی برخوردار باشند که جهت نیل به این هدف برنامه‌های تمرینی متنوعی بکار گرفته می‌شود. این در حالی است که در بسیاری از مراکز آموزشی برای آماده سازی ویژه سربازان جهت نبردهای تن به تن به ورزش‌های رزمی نیز پرداخته می‌شود. کاراته به عنوان یکی از این ورزش‌ها، یک هنر رزمی مبتنی بر دفاع و مبارزه با دست خالی است که شامل ضربات دست، پا، سر و انواع فنون پرتابی و گلاویزی می‌باشد [۱]. در واقع، کاراته به دلیل تکنیک‌های مبارزه‌ای آن جذابیت پیدا کرده و برخی معتقدند که کاراته به مثابه روش جادویی برای جنگیدن می‌باشد که قادر به کشتن یا مجروح کردن حریف در یک چشم برهم زدن است [۲]. کومیته نیز به زبان ژاپنی به معنای مبارزه و یکی از سه بخش اصلی تمرینات ورزش کاراته است که در آن از فنون آموخته شده در مقابل یک حریف واقعی به کار گرفته می‌شود [۳].

علاوه بر پیامدهای مثبتی که فعالیت‌های ورزشی به ویژه ورزش‌های رزمی مانند کاراته برای بدن انسان به همراه دارند متأسفانه ماهیت، شدت، مدت و نوع حرکات برخی ورزش‌ها نیز ممکن است بدن ورزشکاران را در معرض خطر آسیب دیدگی بافتی و تضعیف سیستم ایمنی قرار دهد. محققین در بررسی‌های خود شواهدی از هماجوری (Hematuria) [۴]، رابدومیولیز (Rhabdomyolysis) [۵] و کوفتگی عضلانی تأخیری (DOMS) [۶] را در کاراته‌کاها گزارش داده‌اند.

کوفتگی عضلانی تأخیری (Delayed Onset Muscle Soreness) نوعی درد عضلانی است که معمولاً یک یا دو روز پس از یک جلسه تمرین شدید احساس می‌شود. بسیاری از نظریه‌های موجود، اعمال بروننگرا (Eccentric Action) را عامل اصلی آن می‌دانند. این یافته اولین بار توسط تالاگ (۱۹۷۳) در پژوهشی به دست آمد که به بررسی ارتباط بین DOMS و اعمال بروننگرا، دروننگرا و ایستا پرداخته بود و نتایج نشان داد که تنها گروهی که تمرینات بروننگرا انجام داده بودند کوفتگی عضلانی شدیدی را تجربه کردند [۷]. بسیاری از محققین، آسیب‌های ساختاری و واکنش‌های التهابی را دو بخش اصلی DOMS می‌دانند. حضور آنزیم‌های عضلانی از قبیل کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز در خون پس از تمرینات ورزشی شدید، دلالت بر برخی آسیب‌های ساختمانی در غشای سلول‌های عضلانی دارد.

شوندی و همکاران (۱۳۹۱) مشاهده کردند که یک جلسه تمرین شدید ویژه کاراته به مدت ۲ ساعت باعث افزایش معنی‌دار مقادیر CK خون و ادرار در فاصله ۱ و ۶ ساعت پس از این نوع تمرینات در مردان کاراته کار نخیه شد [۸]. در همین راستا، فرزادنگی و همکاران (۲۰۱۴) نیز نشان دادند که مارکرهای آسیب عضلانی LDH, CK) 48 ساعت پس از یک دوره ۴ هفته‌ای تمرینات شدید کاراته که به صورت ۳ جلسه در هفته برگزار می‌شد، افزایش

قابل توجه نشان داده است [۹]. نامنی و همکاران (۱۳۸۳) با مطالعه بر روی ۲۱ زن جوان ضمن تأیید رابطه بین مقادیر CK و LDH نشان دادند که مقادیر CPK و LDH در فاصله ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از انقباضات بروننگرا افزایش معناداری یافته است [۱۰]. اما هیساشی و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که یک جلسه تمرین خسته کننده ویژه جودو (شامل: ۱۵ دقیقه گرم کردن، ۲۰ دقیقه مرور فن، ۷۰ دقیقه فعالیت ورزشی شبه مسابقه و ۱۵ دقیقه سرد کردن) تغییرات قابل ملاحظه‌ای در مقادیر CK سرم در جودوکاران دانشگاهی ایجاد نکرده است [۱۱]. ماتسوس و همکاران (۲۰۰۶) بعد از انجام یک پروتکل ورزشی هیبرید با تمرکز روی فلکسور و اکستنسورهای آرنج، تغییر معنی‌داری در فعالیت پلاسمایی CK و LDH در فواصل بلافاصله، ۱، ۲ و ۷ روز پس از اجرا در مردان سالم غیروورزشکار مشاهده نکردند [۱۲]. جونیر و همکاران (۲۰۱۳) نیز در رت‌های ویستار، کاهش سطح CK را تا ۲۴ ساعت پس از یک جلسه شنای ۳۰ دقیقه‌ای با وزنه‌ای معادل ۴/۵ درصد وزن بدن در گروه کنترل در مقایسه با گروه دیابت گزارش کردند [۱۳]. از طرفی آسیب بافتی مانند دیگر محرک‌ها، سیستم ایمنی بدن را وادار به پاسخ‌های التهابی می‌کند. واسطه‌های محلول در خون و سایر مایعات بدن که در واکنش‌های التهابی سیستمیک دخالت می‌کنند شامل: سایتوکاین‌ها، کمپلمان و پروتئین‌های فاز حاد می‌باشند. کمپلمان سیستم پیچیده‌ای مرکب از بیش از ۲۰ پروتئین پلاسمایی است که به صورت هماهنگ برای مقابله با عفونت‌های باکتریایی و روندهای التهابی عمل می‌کنند. برخی از اجزاء کمپلمان مانند جزء C₃ و C₄ به عنوان واسطه‌های پپتیدی التهاب به حساب می‌آیند. این اجزاء باعث فراخوانی سلول‌های التهابی به محل عفونت یا آسیب می‌گردند [۱۴].

اسپرسن و همکاران (۱۹۹۱) نیز در تحقیقی بروی دوندگان استقامتی ورزشی مشاهده کردند که پس از انجام یک مسابقه دوی ۵ کیلومتری، تغییر معنی‌داری در غلظت C₃ پلاسمایی به وجود نمی‌آید [۱۵] اما ترتیبیان و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند که ۶ هفته تمرینات آماده‌سازی کاراته باعث کاهش غیر معنی‌دار (۲/۵۶ درصدی) جزء C₃ خون در سه هفته اول می‌شود، اما غلظت C₄ افزایش معنی‌دار (۱۸/۵ درصدی) داشته است، اما در پایان دوره سطوح C₃ و C₄ به حالت پایه بازگشتند [۱۶]. از طرفی، کاراکابی و همکاران (۲۰۰۵) مشاهده کردند که بلافاصله پس از اجرای پروتکل‌های تمرینی هوازی و بی‌هوازی در بازیکنان نخیه والیبال در غلظت اجزاء C₃ و C₄ کاهش معنی‌دار به وجود می‌آید و چهار ساعت بعد به مقادیر پایه بر می‌گردند [۱۷]. تاداهیرو و همکاران (۲۰۱۴) دریافتند که ۷ روز تمرین شدید جودو تغییری در غلظت C₃ ایجاد نمی‌کند اما باعث افزایش معنی‌دار C₄ پلاسمایی می‌شود [۱۸]. بنابراین با توجه به ماهیت حرکات و برخوردهای جسمانی در ورزش‌های رزمی، وقوع صدمات و پاسخ‌های التهابی شدید در این ورزش‌ها اجتناب ناپذیر است. ورزش کاراته نیز از این پدیده مصون

مسابقه رسمی بود) انجام دادند. از آزمودنی‌ها به مقدار ۵CC خون گرفته شد. نمونه‌های خونی را متخصص مربوط یک ساعت قبل و بعد از مسابقات از ورید قدامی ساعد در حالت نشسته گرفت. غلظت اجزاء C_3 و C_4 سیستم کمپلمان به وسیله کیت‌های SRID اندازه‌گیری شد، بدین ترتیب که در هر یک از حفره‌های کیت SRID ساخت شرکت بهار افشان به ترتیب ۲۰۱ و ۵۰۱ از سرم‌های کنترل و کالیبراتورها ریخته، سپس درب حفره‌ها بسته و بر روی سطح تراز به ترتیب به مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت قرار داده شد. برای اندازه‌گیری C_3 و C_4 لازم بود نمونه‌ها قبل از ریختن در حفرات با نسبت ۱:۴۰ با سرم فیزیولوژی رقیق گردند. بعد از گذشت زمان لازم قطر رسوب‌های حاصل به وسیله خط‌کش ویژه اندازه‌گیری و منحنی استاندارد بر روی کاغذ میلیمتری براساس غلظت کالیبراتورها رسم شد. با داشتن قطر رسوب نمونه مجهول و با استفاده از منحنی استاندارد غلظت اجزاء کمپلمان مذکور محاسبه گردید. سطوح آنزیم کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز نیز با کیت پارس آزمون و روش فتومتریک سنجش شد. جهت اندازه‌گیری حجم پلاسما قبل و بعد از مسابقات نیز از معادله دیل - کاستیل استفاده شد [۱۹]. در طول زمانی که آزمایشات انجام می‌گرفت به جهت اینکه امکان کنترل آزمایشگاهی در خصوص آزمون دهندگان وجود نداشت، پژوهشگر توصیه‌های لازم به منظور عدم استفاده از دارو و مکمل در حین مسابقه و دوره بازیافت را به ورزشکاران گوشزد کرد و پس از پایان مراحل خون‌گیری همگی اذعان داشتند از تغذیه و مکمل خاصی به منظور انجام مسابقه استفاده نکردند. ویژگی‌های توصیفی مورد سنجش آزمودنی‌ها شامل: قد، وزن و شاخص توده بدنی یک روز قبل از مسابقه سنجیده شد.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد و نتایج، طبیعی بودن توزیع داده‌ها را تأیید کرد. برای توصیف داده‌ها از میانگین و انحراف استاندارد و برای تحلیل استنباطی درون گروهی از آزمون t وابسته و بین گروهی از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر و آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. کلیه عملیات آماری توسط نرم افزار SPSS 18 انجام شد و سطح معنی‌داری آزمون‌ها $P \geq 0.05$ در نظر گرفته شد.

نتایج

اطلاعات مربوط به سن (سال)، وزن (کیلوگرم)، قد (سانتی متر)، شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع) به صورت $\text{mean} \pm \text{SED}$ در جدول ۱ آمده است.

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، نتایج تجزیه و تحلیل درون گروهی نشان داد که مقادیر CK سرم در ۲۴ ساعت قبل و بعد از دوره در گروه منهای ۶۸ کیلوگرم ($P=0.002$) و همچنین در گروه منهای ۷۸ کیلوگرم ($P=0.023$) افزایش معنی‌دار داشته است. از طرفی تجزیه و تحلیل بین گروهی نشان داد که یک دوره

نیست و ورزشکاران این رشته ممکن است در حین و پس از تمرین یا مسابقات، با التهاب شدید روبه‌رو شوند و سیستم ایمنی/التهابی بدن آن‌ها تحریک شود [۱۶، ۱۸].

بنابراین هرچند، به‌کارگیری تمرینات جسمانی و ورزش‌های رزمی جهت آماده‌سازی نیروی پایور نظامی امری مهم است اما توجه به سلامتی و عملکرد آن‌ها امری مهم‌تر است. از این رو در پژوهش حاضر سعی شده است با بررسی شاخص‌های التهاب و آسیب عضلانی مورد نظر و تغییرات به وجود آمده پس از مسابقات کاراته، بستری مناسب برای پژوهش‌های بیشتر و گسترده‌تر فراهم آورد تا در صورت لزوم و به‌منظور جلوگیری از صدمات ناشی از این تغییرات، تجدید نظری در زمان استراحت بعد از مسابقات به‌منظور بازیافت بهتر صورت پذیرد، ضمن آنکه می‌تواند با دادن آگاهی‌های لازم به افراد آموزش دهنده و پایوران کاراته‌کا، عملکرد مطلوب آن‌ها را در کسب نتایج بهتر موجب شود.

روش‌ها

این مطالعه یک تحقیق شبه تجربی با طرح تحقیق پیش آزمون و پس آزمون است. جامعه آماری شامل کلیه کاراته‌کاران سرباز استان تهران با حجم نمونه بالغ بر نفر ۱۰۰ بود که از بین آن‌ها کاراته‌کاران یکی از مراکز آموزشی نظامی به‌صورت نمونه‌گیری در دسترس و تمام شمار انتخاب شد. آزمودنی‌های این پژوهش ۱۰ نفر بودند که به‌طور داوطلبانه در تحقیق شرکت کردند و معیار ورود آن‌ها داشتن حداقل یک عنوان استانی یا کشوری در طی دو سال گذشته و نداشتن هیچ بیماری یا اختلال ایمنی، التهابی و عضلانی اثرگذار بر شاخص‌های مورد مطالعه (از قبیل: میوزیت التهابی، دیستروفی عضلانی، بیماری‌های میوکاردا و رابدومیولیز و غیره) بود. پس از انتخاب آزمودنی‌ها، ابتدا موضوع پژوهش، هدف و روش اجرای آن، همین‌طور کاربردها و عوارض احتمالی به آگاهی آن‌ها رسید. سپس، آزمودنی‌ها داوطلبانه رضایت‌نامه کتبی شرکت در مراحل پژوهش را امضاء کردند. برای جلوگیری از آسیب‌دیدگی احتمالی، شرکت کنندگان در آزمون به دو گروه وزنی منهای ۶۸ کیلوگرم و منهای ۷۸ کیلوگرم تقسیم شدند. تعداد شرکت کنندگان در هر گروه وزنی ۵ نفر بود که در دو جدول جداگانه به رقابت پرداختند. به دلیل آنکه امکان خون‌گیری و اندازه‌گیری C_3 ، C_4 ، کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز در مسابقات رسمی وجود نداشت، در این پژوهش سعی شد یک دوره مسابقه کاراته عیناً شبیه‌سازی شود و با فراهم آوردن حداکثر شرایط لازم (جوایز نقدی و غیر نقدی)، مسابقات مذکور را به شرایط برگزاری مسابقه‌های رسمی کاراته نزدیک نمود. بدین ترتیب، انتظار می‌رفت استرسی که هنگام مسابقه رسمی کاراته بر ورزشکار تحمیل می‌شود، پدید آید.

آزمودنی‌ها به‌صورت دوره‌ای هر کدام ۴ مسابقه کومیته به مدت ۳ دقیقه مفید با فواصل استراحت ۵ تا ۱۵ دقیقه (که فواصل مسابقات پایانی نسبت به مسابقات اول کوتاه‌تر بود و بسیار نزدیک به شرایط

همان‌طور که جدول ۳ نشان می‌دهد، سطوح جزء C₃ سیستم کمپلمان سرم در گروه منهای ۶۸ کیلوگرم ۸/۵۰ درصد کاهش و در گروه منهای ۷۸ کیلوگرم ۷/۲۵ درصد کاهش داشته اما این کاهش معنی دار (P=۰/۱۰۴) نبوده است. به همین ترتیب سطوح جزء C₄ سیستم کمپلمان سرم در گروه منهای ۶۸ کیلوگرم ۱۳/۵۰ درصد کاهش و در گروه منهای ۷۸ کیلوگرم ۱۱/۰۰ درصد کاهش داشته که این کاهش معنی دار (P=۰/۱۳۸) گزارش نشده است. در جدول ۴ تغییرات درصد حجم پلاسما ارائه شده است. نتایج نشان داد در فاصله ۲۴ ساعت پس از اجرای مسابقات تغییر معنی داری در حجم پلاسما در هر گروه و بین گروه‌ها نشده است (P=۰/۱۶۶).

مسابقه کاراته باعث افزایش معنی‌دار (P=۰/۰۱۲) در سطوح CK سرم در بعد از دوره در مقایسه با سطوح پایه شده است و نتایج آزمون تعقیبی نشان داد که این اختلاف معنی دار بین گروه‌های: پیش آزمون -۶۸ و پس آزمون -۶۸ (P=۰/۰۰۲)، پیش آزمون -۷۸ و پس آزمون -۷۸ (P=۰/۰۰۲)، پیش آزمون -۶۸ و پس آزمون -۶۸ (P=۰/۰۰۱)، پیش آزمون -۷۸ و پس آزمون -۷۸ (P=۰/۰۱۴) بوده است. در مورد مقادیر LDH سرم نتایج درون‌گروهی نشان داد که در گروه منهای ۷۸ کیلوگرم در مراحل پیش آزمون و پس آزمون افزایش معنی‌دار (P=۰/۰۱۰) ایجاد شده اما آنالیز بین گروهی هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری (P=۰/۱۲۴) را بین گروه‌های مختلف نشان نداد.

جدول ۱. ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها

اوزان	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	BMI (Kg/m ²)
منهای ۶۸ کیلوگرم	۱۸/۳۴ ± ۱/۹۶	۵۷/۱۰ ± ۱/۹۶	۱۶۸/۸ ± ۴/۴۰	۲۱/۷۲ ± ۱/۰۱
منهای ۷۸ کیلوگرم	۱۹/۵۴ ± ۱/۵۱	۶۹/۸ ± ۹/۶۳	۱۷۲/۸ ± ۷/۲۵	۲۲/۸۵ ± ۱/۷۶

جدول ۲. تغییرات غلظت آنزیم‌های CK و LDH در ۲۴ ساعت قبل و بعد از مسابقات

شاخص آنزیمی	مرحله آزمون	انحراف معیار ± میانگین	تحلیل درون گروهی		تحلیل بین گروهی	
			درصد افزایش	ارزش T	ارزش P	ارزش F
CK (U/L)	پیش آزمون (-۶۸)	۲۳۸/۱۰ ± ۸۱/۷۳	۷۵/۵۰	۴/۱۸	۰/۰۰۲ **	۲/۸۷۵
	پس آزمون (-۶۸)	۳۱۹/۶۰ ± ۷۰/۵۶				
مقادیر طبیعی (۵۲-۳۳۶)	پیش آزمون (-۷۸)	۲۵۹/۲۱ ± ۲۸/۳۰	۷۰/۲۵	۲/۴۹	۰/۰۲۳ *	۰/۰۱۲ *
	پس آزمون (-۷۸)	۳۵۴/۱۸ ± ۳۱/۲				
LDH (U/L)	پیش آزمون (-۶۸)	۱۸۸/۱۰ ± ۲۱/۱۳	۲۳/۰۰	۱/۷۸	۰/۰۹۸	۱/۹۹
	پس آزمون (-۶۸)	۲۲۱/۶۰ ± ۲۸/۳۶				
مقادیر طبیعی (۱۲۲-۲۴۳)	پیش آزمون (-۷۸)	۱۹۸/۱۵ ± ۲۱/۲۰	۴۳/۵۰	۳/۵۷	۰/۰۱۰ *	۰/۱۲۴
	پس آزمون (-۷۸)	۲۱۶/۲۸ ± ۱۹/۸۹				

* معنی داری با P ≤ ۰/۰۵، ** معنی داری با P ≤ ۰/۰۱، *** معنی داری با P ≤ ۰/۰۰۱.

جدول ۳. تغییرات غلظت اجزای (C₃ و C₄) سیستم کمپلمان در ۲۴ ساعت قبل و بعد از مسابقات

اجزاء سیستم کمپلمان	مرحله آزمون	انحراف معیار ± میانگین	تحلیل درون گروهی		تحلیل بین گروهی	
			درصد کاهش	ارزش t	ارزش P	ارزش F
C ₃ (mg/dl)	پیش آزمون (-۶۸)	۸۴/۲۰ ± ۳۱/۴۱	۸/۵۰	-۰/۶۹	۰/۴۹۹	۲/۰۸۶
	پس آزمون (-۶۸)	۷۷/۵۰ ± ۱۹/۱۱				
مقادیر طبیعی (۷۵-۱۳۵)	پیش آزمون (-۷۸)	۸۸/۱۵ ± ۲۸/۲۰	۷/۲۵	-۰/۷۳	۰/۳۸۴	۱/۹۸۸
	پس آزمون (-۷۸)	۸۰/۱۸ ± ۲۲/۲				
C ₄ (mg/dl)	پیش آزمون (-۶۸)	۲۷/۲۵ ± ۸/۷۹	۱۳/۵۰	-۱/۲۳	۰/۲۳۲	۱/۹۸۸
	پس آزمون (-۶۸)	۲۳/۲۰ ± ۵/۸۵				
مقادیر طبیعی (۱۲-۷۲)	پیش آزمون (-۷۸)	۳۸/۱۵ ± ۸/۲۰	۱۱/۰۰	-۱/۴۹	۰/۱۰۲	۰/۱۳۸
	پس آزمون (-۷۸)	۳۳/۱۸ ± ۱۰/۲				

جدول ۴. تغییرات درصد حجم پلاسما در ۲۴ ساعت قبل و بعد از مسابقات

اجزاء سیستم کمپلمان	مرحله آزمون	انحراف معیار ± میانگین	تحلیل درون گروهی		تحلیل بین گروهی	
			درصد کاهش	ارزش t	ارزش P	ارزش F
حجم پلاسما (%)	پیش آزمون (-۶۸)	۵۱/۸۸ ± ۲/۱۳	۰/۸۸۹	-۰/۱۳۲	۰/۱۳۲	۲/۱۹۸
	پس آزمون (-۶۸)	۵۰/۹۸ ± ۱/۷۸				
مقادیر طبیعی (۷۵-۱۳۵)	پیش آزمون (-۷۸)	۵۴/۲۰ ± ۲/۶۸	۰/۲۳۵	-۰/۱۴۵	۰/۱۴۵	۰/۱۶۶
	پس آزمون (-۷۸)	۵۵/۰۸ ± ۲/۲۴				

بحث

آسیب بافت عضلانی اسکلتی با تغییرات فراساختاری قابل مشاهده (مانند گسیختگی ساختاری خطوط Z، شکستن ساختار طبیعی میوفیلامان‌ها در برخی از سارکومرها)، افزایش پروتئین‌های درون سلولی به درون پلاسما که نشان دهنده آسیب سارکولما است، کوفتگی عضلانی تأخیری و افت عملکرد حرکتی متمایز می‌شود [۲۰]. ضمن تأیید این موضوع، نتایج تحقیق در راستای تعیین اثر چهار مسابقه متوالی کاراته در سبک کومیته بر سطوح آنزیم‌های CK و LDH (به‌عنوان شاخص‌های آسیب عضلانی) و اجزاء C₃ و C₄ سیستم کمپلمان (به‌عنوان شاخص‌هایی از روندهای التهابی) کاراته کاهای نظامی نشان داد که الگوی تغییرات CK و LDH در گروه‌های منهای ۶۸ و منهای ۷۸ کیلوگرم متفاوت است. در واقع نتایج ما نشان داد که ۲۴ ساعت بعد از انجام مسابقات کاراته سطوح CK در هر دو گروه و همچنین سطح LDH در گروه منهای ۷۸ افزایش معنی دار پیدا کرده است. نتایج ما در بخش تغییرات CK و LDH با یافته‌های شوندی، فرزانی، تالاگ، نامنی و نوبهار همخوانی دارد [۷-۱۰] و با یافته‌های هیساشی، ماتسوس و جونیر همخوانی ندارد [۱۱-۱۳].

نمونه برداری از بافت عضلانی بلافاصله پس از یک مسابقه ماراتن نشان داد که در نتیجه نیروی ناشی از اعمال اکستریک و یا کشش تارهای عضلانی، خطوط Z به‌طور جزئی به هم ریخته و فیلامان‌های ضخیم و نازک در یک گروه موازی سارکومرها دچار پارگی قابل توجهی می‌شوند و سطح آنزیم‌های خون از قبیل آنزیم CK افزایش می‌یابد. این آسیب مسئول پاره‌ای از دردهای عضلانی موضعی، حساسیت و تورم به هنگام DOMS می‌باشد [۲۰]. از طرفی پژوهش‌های انجام شده بین DOMS و التهاب ارتباطاتی پیدا کرده‌اند [۱۹، ۲۰]. مشخص شده در هنگام آسیب عضله، نوتروفیل‌ها به محل آسیب دیده هجوم می‌برند و سایتوکاین‌هایی را آزاد می‌کنند. همچنین احتمالاً نوتروفیل‌ها در طی فرایند انفجار اکسایشی (Oxidative Burst) به‌منظور بیگانه‌خواری باعث رهایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن (ROS) می‌شوند که می‌تواند باعث آسیب دیدگی غشاهای سلولی شود [۲۱]. آرمسترانگ نیز در یک بازنگری جامع یک سلسله رخدادها از قبیل آسیب ساختاری، نکروز در نتیجه حضور کلسیم رها شده از محل آسیب، تجمع مواد محرک و افزایش فعالیت ماکروفاژی را الگوی پیشنهادی DOMS معرفی می‌کند [۲۲]. از دلایل احتمالی همخوانی نتایج ما با یافته‌های قبلی، ایجاد نیروهای بزرگ روی سطح نسبتاً کوچک سطح مقطع عضله و در نتیجه بروز آسیب عضلانی به دنبال چند مسابقه متوالی کاراته در سبک کومیته می‌باشد [۱۴، ۱۹، ۲۰، ۲۲]. همچنین انجام ناکافی فعالیت‌های مقدماتی از قبیل تمرینات پیش آماده‌سازی و گرم کردن [۱۰، ۲۳] و عدم دریافت کافی مکمل‌های غذایی آنتی‌اکسیدانتی مانند ویتامین E و C در رژیم غذایی این

افراد می‌تواند مزید بر علت باشد [۲۳]. از سوی دیگر نتایج ما نشان داد که اجزاء C₃ و C₄ سیستم کمپلمان در فاصله ۲۴ ساعت پس از چهار مسابقه متوالی کومیته دچار کاهش عددی در گروه‌های منهای ۶۸ و منهای ۷۸ کیلوگرم شده است اما این کاهش از نظر آماری معنی دار نبوده است. در رابطه با نقش ورزش در سطح سرمی کمپلمان مطالعات چندان صورت نگرفته است. هر چند دوره‌های طولانی تمرین‌های شدید فعالیت‌های ورزشی ممکن است با سطح پایین‌تر کمپلمان همراه باشد، ولی به نظر نمی‌رسد پاسخ کمپلمان به ورزش چندان حاد باشد. نایمن و همکاران (۱۹۸۹) در تحقیقی گزارش کردند که میزان جزء سوم و چهارم کمپلمان (C₃ و C₄) در زمان استراحت، در یازده مرد دونه استقامتی در مقایسه با افراد غیر ورزشکار کمتر است. سطح C₃ و C₄ در ورزشکاران تقریباً ۲۰٪ کمتر از غیر ورزشکاران بود. این مقدار تقریباً در کمترین میزان دامنه طبیعی قرار دارد. با این حال هیچ‌گونه همخوانی بین مسافت تمرین و سطح C₃ و C₄ در استراحت دیده نمی‌شود. این امر نشان می‌دهد که ممکن است برای کاهش سطح کمپلمان نیاز به آستانه مشخصی از تمرین باشد و یا اینکه ارتباط مستقیمی بین حجم تمرین‌های استقامتی و سطح کمپلمان وجود ندارد. چون افزایش حجم پلاسما تا میزان ۱۵٪ یک پدیده جبرانی معمولی نسبت به تمرین‌های استقامتی می‌باشد. ممکن است تفاوت بین ورزشکاران و غیر ورزشکاران تا حدودی مربوط به حجم بیشتر پلاسما در ورزشکاران باشد [۲۴]. به دنبال یک جلسه تمرین ممکن است سطح کمپلمان بدون تغییر بوده و یا افزایش پیدا کند. به‌طور نمونه، هانسون و فلاهرتی (۱۹۸۱) مشاهده کردند که پس از ۶۰ دقیقه دویدن توسط مردان دونه تغییر قابل توجهی در اجزاء سوم و چهارم کمپلمان به وجود نمی‌آید [۲۵]. از طرفی در تحقیقات دیگر گزارش شده که سطح پلاسمایی اجزاء C₃ و C₄ کمپلمان پس از انجام فعالیت‌های ورزشی حاد به‌طور قابل ملاحظه‌ای تغییر می‌کند. به‌عنوان مثال، دافاکس و همکارانش (۱۹۸۹، ۱۹۹۱) گزارش کردند که پس از یک آزمون دوچرخه سواری درجه بندی شده تا مرحله خستگی ارادی در ۱۱ مرد تمرین کرده، غلظت پلاسمایی C₃ و C₄ به میزان ۳۵-۴۵٪ افزایش پیدا می‌کند. همچنین آن‌ها عنوان کردند که فعالیت‌های ورزشی طولانی‌تر با افزایش بیشتر و پایدارتر اجزاء سوم و چهارم کمپلمان همراه باشد. این یافته آن‌ها از تحقیقی به دست آمد که در آن هشت مرد جوان سالم که دارای تمرین‌های متوسط (۴۰-۱۰ کیلومتر در هفته) بودند، حدود ۲۵ تا ۳۳ کیلومتر را در ۲/۵ ساعت دویدند. بعد از انجام این فعالیت افزایش قابل توجهی در غلظت C₃ سرم در هنگام ورزش و غلظت C₄ در حین و پس از ورزش به وجود آمد که البته در این مطالعه سطح C₃ و C₄ با تغییرات حجم پلاسما مطابقت داده شده بود. در هنگام مسابقه سطح C₃ تا حدود ۵۰٪ افزایش پیدا می‌کند و در عرض یک تا سه ساعت به مقادیر قبل از ورزش بر می‌گردد. غلظت C₄

تغییر محسوسی در مقدار مطلق کمپلمان ایجاد کند، بر روی غلظت کمپلمان سرم تأثیر داشته باشد [۲۸].

بیان تأخیری گیرنده‌های کمپلمان در سطح نوتروفیل‌ها به التهاب ناشی از دگرانولاسیون نوتروفیل‌ها در حین و کمی بعد از ورزش نسبت، داده می‌شود؛ بنابراین ممکن است در هنگام و بعد از ورزش، سیستم پیچیده کمپلمان فعال بوده و بسیاری از جنبه‌های عملکرد ایمنی را تغییر دهد. این تغییر احتمالاً از طریق افزایش سریع اجزاء کمپلمان می‌باشد که باعث دگرانولاسیون نوتروفیل‌ها و رها شدن سایتوکاین‌ها می‌شود و سپس یک حالت تنظیم منفی در بیان گیرنده‌های کمپلمان اتفاق می‌افتد. بسیاری از محققین معتقدند تغییرات سیستم کمپلمان در اثر ورزش، در پاسخ به التهاب موضعی و یا رها شدن واسطه‌های التهابی رخ می‌دهد [۲۷-۲۹]. از دلایل احتمالی نتایج ما در خصوص عدم تغییر معنی‌دار اجزاء C₃ و C₄ سیستم کمپلمان در سربازان کاراته‌کا به دنبال مسابقات کاراته می‌توان به عدم دهیدراسیون در این آزمودنی‌ها و همچنین عدم پیگیری تغییرات این اجزاء در زمان‌های مختلف پس از مسابقات اشاره کرد.

نتیجه‌گیری

بنابراین به‌طور کلی به نظر می‌رسد با توجه به یافته‌های این تحقیق در بررسی برخی شاخص‌های بیوشیمیایی سربازان کاراته‌کا به دنبال چهار مسابقه متوالی کاراته (سبک کومیته)، اثراتی از آسیب عضلانی و التهاب به وجود آمده است که ممکن است سیستم ایمنی آن‌ها را تا چندین ساعت پس از این رقابت‌ها به چالش بکشد. از این رو جهت حفظ سلامتی و عملکرد جسمانی سربازان کاراته‌کا، توجه به ریکاوری مناسب جهت تعدیل این پارامترها الزامی است و باید مورد توجه مربیان و تمرین دهندگان در محیط‌های نظامی باشد و پیشنهاد می‌شود که این مطالعه بروی یک جامعه آماری گسترده‌تر با تکرار نمونه‌گیری در زمان‌های مختلف ریکاوری (۲، ۳، ۷ و ۱۴ روز) مجدداً انجام شود تا نتایج روشن‌تری در این زمینه کسب شود.

منابع

- Higaonna, Morio. Traditional Karatedo Vol. 1 Fundamental Techniques. pp. ISBN 0-87040-595. 17;
- Shigeru, Egami. The Heart of Karate-Do. pp. 13. ISBN 0-87011-816-1;
- Bishop, Mark. Okinawan Karate. p. ISBN 978-0-8048-3205-2. 114;
- Sarhadi M, Sanavi S, Afshar R. Hematuria following Karate (Kumite) competitions in females. Saudi J Kidney Dis Transpl. 2011;22(6):1253-5.
- Sayers SP, Clarkson PM. Exercise-induced rhabdomyolysis. Curr Sports Med Rep. 2002;1(2):59-60.
- Clarkson PM, Nosaka K, Braun B. Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation. Med Sci Sports Exerc. 1992;24(5):512-20.

نیز به همان میزان بالا رفته ولی تا سه ساعت پس از ورزش همچنان به مقدار قابل ملاحظه‌ای بالا باقی می‌ماند. در مجموع آن‌ها نتیجه گرفتند که اولاً ممکن است پس از یک فعالیت ورزشی بیشینه کوتاه مدت، سیستم کمپلمان فعال شود. ثانیاً فعال شدن سیستم کمپلمان از هر دو مسیر کلاسیک و آلترناتیو، ممکن است حاکی از التهاب ناشی از ورزش‌های طولانی مدت بوده و نقش مؤثری در پاکسازی اجزاء ناشی از شکسته شدن پروتئین‌ها در عضلات آسیب دیده داشته باشد [۲۶].

هر چند همیشه در فعالیت کمپلمان تغییر مشاهده نمی‌شود ولی شواهد موجود حاکی از افزایش بیان گیرنده‌های کمپلمان در سطح نوتروفیل‌ها می‌باشد. این افزایش ممکن است باعث تسهیل عمل کمپلمان شده بدون اینکه در سطح غلظت پلاسمایی آن تغییری حاصل شده باشد. به‌عنوان مثال گری و همکاران (۱۹۹۳) گزارش دادند، ۲۴-۶ ساعت بعد از ورزش، افزایش قابل توجه تأخیری در بیان گیرنده‌های ملکولی CR3 که گیرنده جزء C3bi (آنتی ژن CD11b) کمپلمان می‌باشد در سطح نوتروفیل‌ها به وجود می‌آید. در این تحقیق افراد مورد مطالعه ورزشکاران استقامتی ورزشیده بودند که یک دقیقه دوی سرعت خیلی شدید (با ۱۰۰٪ VO_{2max}، میانگین سرعت ۱۶/۵) را روی تردمیل به‌طور تکراری انجام می‌دادند و به دلیل اینکه ورزشکاران با عملکرد بالای روزانه تمرین می‌کنند، ممکن است در بیان گیرنده‌های کمپلمان سطح نوتروفیل‌های آنان یک اثر تنظیم منفی پایدار و دائمی وجود داشته باشد [۲۷]. در مقابل ساوکا و همکاران (۱۹۸۹) نشان دادند که به دنبال فعالیت‌های ورزشی معتدل‌تر و با شدت متوسط‌تر شامل ۲ زمان ۴۵ دقیقه‌ای قدم زدن در سر بالایی با ۴۰٪ VO_{2max} و گرمای ۳۵ و درجه سانتیگراد می‌باشند، هیچ‌گونه تغییری در C₃ سرم مشاهده نمی‌شود. غلظت C₃ در شرایط کم آبی بدن (معادل ۵۰٪ وزن بدن) در مقایسه با حالت آب داشتن بیشتر بود. با این حال وقتی مقدار C₃ داخل عروقی با تغییرات حجم پلازما محاسبه و مطابقت داده شد، هیچ‌گونه تغییری بین دو حالت دیده نشد. در واقع می‌توان گفت: دهیدراسیون به خودی خود می‌تواند بدون اینکه

- Talag TS. Residual muscular soreness as influenced by concentric, eccentric, and static contractions. Res Q. 1973;44(4):458-69.
- Shavandi N, Afshar R, Samiei A, Sheikh Hoseini R. Effect of one-session vigorous training on muscular damage and renal function markers in elite karate athletes. Daneshvar Med. 2012;19(100):49-56. Persian.
- Salahshoor T, Farzanegi P, Habibian M. Synergistic effects of Omega 3 supplementation and exercise on markers of liver (ALP, AST, and ALT) and muscle (LDH and CK) damage in male karate athletes. J Appl Sci Agric. 2014;9(1):245-9.
- Nameni F, Kashaf M, Lari AA. [Effect of warm-up on CK and LDH levels during recovery in female

- athletes]. Iran J Olympics. 2004;12(4):97-107. Persian.
11. Hisashi K, Makoto Y, Ippai T. The relationship between muscle damage and reactive oxygen species production capability after judo exercise. *Hirosaki Med J.* 2014;64:176-85.
12. Matsuse H, Shiba N, Umezu Y, Nago T, Maeda T, Tagawa Y, et al. Effects of a hybrid exercise on the activities of myogenic enzymes in plasma. *Kurume Med J.* 2006;53(3-4):47-51.
13. Junior MC, Spagnol AR, Pereira AS, Novais IP, De Castro MR, Anaruma CP, et al. Response of Creatine Kinase (CK) levels in diabetics wistar rats after acute physical exercise. *J Exerc Physiol Online.* 2013;16(2):99-111.
14. Mackinnon, Laurel T. *Advances in Exercise Immunology.* Champaign, IL: Human Kinetics, 1999;
15. Espersen GT, Toft E, Ernst E, Kaalund S, Grunnet N. Changes of polymorphonuclear granulocyte migration and lymphocyte proliferative responses in elite runners undergoing intense exercise. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;1(3):158-62.
16. Tartibian B. The effect of a 6-week camp preparation on complement system (c3,c4) in young professional karate ka. *Harakat.* 2009;39:161-74. Persian.
17. Karacabey K, Peker I, Saygin O, Ciloglu F, Ozmerdivenli R, Bulut V. Effects of acute aerobic and anaerobic exercise on humoral immune factors in elite athletes. *Biotechnol Biotechnological Equipment.* 2014;19(1):175-80.
18. Tadahiro N, Takashi U, Ippai T. Effects of L-glutamine intake on muscle fatigue and neutrophil functions during a judo training camp. *Hirosaki Med J.* 2014;64:144-57.
19. Dill DB, Costill DL. Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration. *J Appl Physiol.* 1974;37(2):247-8.
20. Sethi V, Mishra K. Literature review of management of Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS). *Int J Biol Med Res.* 2012;3(1):1469-75.
21. Malm C, Nyberg P, Engstrom M, Sjodin B, Lenkei R, Ekblom B, et al. Immunological changes in human skeletal muscle and blood after eccentric exercise and multiple biopsies. *J Physiol.* 2000;529 Pt 1(1):243-62.
22. Armstrong RB. Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscular soreness: a brief review. *Med Sci Sports Exerc.* 1984;16(6):529-38.
23. Connolly DA, Sayers SP, Mchugh MP. Treatment and prevention of delayed onset muscle soreness. *J Strength Cond Res.* 2003;17(1):197-208.
24. Nieman DC, Johanssen LM, Lee JW. Infectious episodes in runners before and after a roadrace. *J Sports Med Phys Fitness.* 1989;29(3):289-96.
25. Hanson PG, Flaherty DK. Immunological responses to training in conditioned runners. *Clin Sci (Lond).* 1981;60(2):225-8.
26. Dufaux B, Order U. Complement activation after prolonged exercise. *Clin Chim Acta.* 1989;179(1):45-9.
27. Gray AB, Telford RD, Collins M, Weidemann MJ. The response of leukocyte subsets and plasma hormones to interval exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1993;25(11):1252-8.
28. Sawka MN, Young AJ, Dennis RC, Gonzalez RR, Pandolf KB, Valeri CR. Human intravascular immunoglobulin responses to exercise-heat and hypohydration. *Aviat Space Environ Med.* 1989;60(7):634-8.
29. Camus G, Duchateau J, Deby-Dupont G, Pincemail J, Deby C, Juchmes-Ferir A, et al. Anaphylatoxin C5a production during short-term submaximal dynamic exercise in man. *Int J Sports Med.* 1994;15(1):32-5.