مقاله پژوهشی

مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز

دوره ۳۴ شماره ۵ آذر و دی ۱۳۹۱ صفحات ۶۹-۶۵

تأثیر فعالیت‌های همزمان استقامتی- مقاومتی در مقابل مقاومتی- استقامتی بر برخی شاخص‌های سرمی آسیب سلولی مردان غیرورزشکار

حمزه مرادی: گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران، نویسنده رابط
Email: Hamze.moradi@yahoo.com
رامین امیرساسان: گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
وحید ساری صراف: گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

دریافت: ۹۱/۱/۱۵ **پذیرش:** ۹۱/۳/۱

چکیده

زمینه و اهداف: هدف از مطالعه حاضر بررسی فعالیت همزمان «استقامتی- مقاومتی» در مقابل «مقاومتی- استقامتی» بر شاخص‌های سرمی آسیب سلولی (CK، CK_{MM}، CK_{MB} و LDH) مردان غیرورزشکار بود.

مواد و روش‌ها: ۱۶ مرد سالم در دو گروه همگن به صورت داوطلبانه در این مطالعه شرکت کردند. نمونه‌های خونی قبل و یک ساعت بعد از فعالیت ها گرفته شد. ابتدا نرمالیتی داده های جمع آوری شده توسط آزمون کولموگروف – اسمیرنوف تأیید و سپس داده‌ها توسط آزمون‌های آماری t همبسته و مستقل در سطح معنی داری پنج درصد تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: نتایج حاکی است که تغییرات تمامی شاخص‌ها (CK، CK_{MM}، CK_{MB} و LDH) قبل و بعد از اجرای فعالیت همزمان در هر دو گروه معنی‌دار می‌باشد ($P<۰/۰۵$). از طرفی هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری بین دو گروه در شاخص‌های مورد نظر مشاهده نشد($P>۰/۰۵$). ولی گروه (مقاومتی - استقامتی) افزایش درصدی بیشتری را نشان داده است.

نتیجه‌گیری: نتایج تحقیق نشان داد که هر دو فعالیت همزمان (استقامتی- مقاومتی و مقاومتی- استقامتی) باعث افزایش شاخص‌های سرمی آسیب سلولی شده‌اند. از این رو اجرای فعالیت همزمان «استقامتی- مقاومتی» در مقایسه با «مقاومتی- استقامتی» با وجود عدم اختلاف معنی‌دار در شاخص‌های مورد نظر بین دو گروه، آسیب‌های کمتری را ایجاد می‌کند. بنابراین برای بدست آوردن نتایج قطعی مطالعات بیشتری باید انجام گیرد.

کلیدواژه ها: فعالیت همزمان، شاخص های سرمی آسیب سلولی، مردان غیرورزشکار

مقدمه

اجرای تمرینات استقامتی و قدرتی اثرات مثبتی بر سلامتی افراد دارند؛ از این رو، مطالعات زیادی اثرات مفید تمرینات استقامتی را در افزایش ظرفیت قلبی- تنفسی و استقامت عضلانی و تمرینات قدرتی را در افزایش قدرت و توده عضلانی افراد ورزشکار و غیرورزشکار گزارش کرده‌اند (۴-۱). بنابراین باتوجه به اثرات مثبت این تمرینات تحقیقات متعددی انجام تمرینات استقامتی و قدرتی به صورت همزمان را برای افزایش آمادگی و سلامت افراد ورزشکار و غیرورزشکار موثرتر از انجام یکی از این تمرینات به تنهایی گزارش کردند (۹-۵). Hickson و همکاران از اولین پژوهشگرانی بودند که اثر برنامه های همزمان قدرتی و استقامتی را مورد بررسی داده و به مفید بودن آن نسبت به اجرای جداگانه تمرینات قدرتی و استقامتی اشاره کردند(۱۰). پژوهش در مورد تأثیر ترتیب اجرای تمرینات همزمان در توسعه قدرت و استقامت هنوز سؤال برانگیز است؛ به طوری که معلوم نیست اگر تمرینات استقامتی اول اجرا شوند، احتمالاً به کاهش سرعت انقباض عضلانی می انجامند و یا اینکه و اگر تمرینات قدرتی اول اجرا شوند آیا اکسیژن مصرفی اضافی پس از تمرین چگونه تغییر می‌یابد؟ پاسخ به این‌گونه سؤالات را محققین به سطوح سازگاری‌های حاد و مزمن نسبت می‌دهند (۸و ۵). مطالعات موجود نشان داده‌اند که تمرینات همزمان در مقایسه با اجرای هر کدام از تمرینات قدرتی یا استقامتی، باعث ایجاد تداخل در توسعه قدرت و استقامت شده و نتایج متفاوتی را نشان می‌دهند (۸و ۷). از آن جایی که با افزایش شدت فعالیت ورزشی، میزان متابولیسم نیز افزایش پیدا می‌کند، بنابراین فعالیت آنزیم‌ها- یکی از اجزای

حیاتی متابولیسم در درون سلول- متناسب با افزایش فعالیت ورزشی نیز افزایش می‌یابد (۱۱,۱۲). در حالت معمولی، آنزیم‌های زیادی نظیر LDH، CK، CK_{MB} و CK_{MM} در درون سلول محصور می‌باشند، ولی در اثر انجام ورزش‌های مختلف، احتمالاً رها شدن آنها در خون افزایش می‌یابد (۱۴-۱۱). لاکتات دهیدروژناز یکی از این آنزیم‌ها است که در سیتوپلاسم سلولی تمام بافت‌های بدن با غلظت‌های مختلف وجود دارد. اکثر تحقیقاتی که تأثیر فعالیت و تمرین‌های ورزشی گوناگون بویژه تمرینات قدرتی و استقامتی را بر میزان فعالیت آنزیم LDH مطالعه کرده‌اند، تغییر معنی‌دار این آنزیم را گزارش کرده‌اند (۱۴و ۱۱). به طوری که Franca و همکاران در مطالعه‌ی خود روی ۲۰ مرد ورزشکار سالم در پاسخ به مسابقه‌ی ماراتن افزایش معنی‌دار LDH را بعد از مسابقه و حتی در دوره‌ی ریکاوری گزارش دادند (۱۵). کراتین کیناز (CK) به عنوان یکی دیگر از آنزیم‌های مهم سوخت و ساز انرژی در بدن - با حفظ غلظت بالای ATP درون سلولی از طریق فسفوریلاسیون کراتین- در بیشتر تحقیقاتی که تأثیر فعالیت‌ها و تمرین‌های ورزشی قدرتی و استقامتی را مطالعه می‌کنند بعنوان شاخص مهم مورد اندازه گیری قرار می گیرد (۱۴و ۱۳). به طوری‌که، در مطالعه Kratz و همکاران بروی ۳۷ دونده (۳۲ مرد و پنج زن) با میانگین سنی ۴۹ سال بعد از اجرای دوی ماراتن در شاخص‌های سرمی آسیب سلولی CK و CKMB افزایش معنی‌داری مشاهده کردند(۱۶). بنابراین احتمال دارد آسیب‌های سلولی در اثر ترتیب اجرای این تمرینات باعث تأثیر در تغییرات به وجود آمده باشد (۳و ۱). به طوری‌که Deakin نشان داد که آسیب‌های عضلانی ناشی از تمرینات همزمان ممکن است در اثر خستگی حاصل در طول این نوع تمرینات باشد. آنها همچنین نشان دادند آسیب عضلانی به وجود آمده بعد از تمرینات قدرتی بیشتر از تمرینات استقامتی است (۱۷و ۶). از طرفی اکثر مطالعات نشان دادند که تمرینات استقامتی نیز باعث آسیب‌های سلولی و عضلانی‌می‌گردد. به طوری که تمرینات استقامتی را عامل اصلی آسیب‌های عضلانی به وجود آمده در تمرینات همزمان بیان کرده‌اند (۱۸و ۶). با این وجود، با توجه به اهمیت و تازگی موضوع، نظریه‌ی واحدی در این رابطه وجود ندارد. لذا مطالعه‌ی حاضر قصد دارد اثرات فعالیت همزمان استقامتی- مقاومتی در مقابل فعالیت همزمان مقاومتی- استقامتی را بر شاخص‌های سرمی آسیب سلولی (CK، CK_{MB}، CK_{MM} و LDH) مردان غیرورزشکار مورد بررسی قرار دهد.

مواد و روش ها

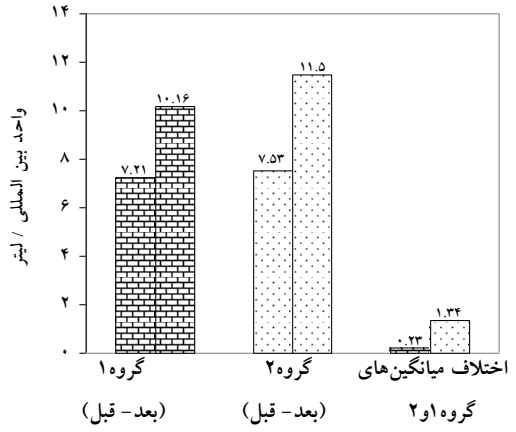
مطالعه‌ی حاضر از نوع طرح‌های نیمه تجربی دو گروهی پیش آزمون- پس آزمون و بر اساس موضوع و هدف تحقیق از نوع کاربردی می‌باشد. جامعهٔ آماری تحقیق کلیهٔ دانشجویان پسر رشته های غیر از تربیت بدنی دانشگاه تبریز بودند که هیچگونه سابقهٔ فعالیت ورزشی مستمر در طول شش ماه اخیر نداشتند و واحد تربیت بدنی را انتخاب کرده بودند. نمونهٔ آماری تحقیق از بین سه کلاس درسی (۶۰ نفر) با هماهنگی استادان مربوط و پس از توضیحات کامل در ارتباط با اهداف، روش اجرای تحقیق، و گرفتن رضایت‌نامه و اعلام موافقت آزمودنی‌ها، شاخص‌های مورد نظر و محرمانه ماندن اطلاعات اخذ شده، انتخاب شدند. همچنین مطالعه‌ی حاضر با رعایت کامل مفاد کمیته‌ی اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی تبریز انجام گردید. تمام موارد مربوط به بهداشت فردی و همچنین در زمان خونگیری رعایت شد. همچنین آزمودنی‌ها مجاز بودند در هر زمان و بی‌هیچ دلیلی از ادامه‌ی شرکت در تحقیق انصراف داده و از مطالعه خارج شوند. متغیرهای مداخله‌گر و مزاحم سن، وزن، سابقه فعالیت ورزشی، رژیم غذایی، سابقه بیماری و اختلالات هورمونی، مصرف دارو و مکمل از طریق پرسشنامه مربوطه مورد بررسی قرار گرفت، سپس برای همگن سازی افراد طی سه روز متوالی، در ساعت ۱۲-۱۰ صبح از آزمودنی‌های داوطلب آزمون‌های شاتل ران برای برآورد اکسیژن مصرفی بیشینه، محاسبه‌ی یک تکرار بیشینه (RM ۱) در حرکات (پرس سینه، باز کردن زانو، خم کردن زانو، کشش میله لت، پشت بازو و جلوی بازو)، محاسبه‌ی درصد چربی (با استفاده از معادله سه نقطه‌ای جکسون) و شاخص‌توده‌ی بدنی گرفته شد. با حذف آزمودنی‌هایی که دارای معیارهای مورد نظر محقق (درصد چربی، VO_{2max} ،۱ RM، BMI) نبودند، در نهایت۲۰ نفر به صورت تصادفی در دو گروه انتخاب شدند. در مرحله دوم آزمودنی‌ها را به صورت تصادفی به دو گروه ۱۰ نفری گروه یک یا گروه استقامتی- مقاومتی با میانگین (سنی۲±۲۳ سال، قد ۷/۸ ± ۱۷۳ سانتی‌متر، وزن ۶/۳±۷۰/۹ گیلوگرم، شاخص توده بدنی ۱/۲۳± ۲۱/۵۸، VO_{2max} ۲/۲۷± ۴۱/۰۱ (میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه) و چربی ۱/۸۰±۱۴/۳۲ درصد) و گروه دو یا گروه مقاومتی- استقامتی با میانگین (سن ۲±۲۳ سال، قد۵/۰±۱۷۵/۱ سانتی‌متر، وزن ۱۰/۰±۷۱/۲ کیلوگرم، شاخص توده بدنی ۳/۱۷± ۲۳/۲۶، VO_{2max} ۲/۶۸ ± ۴۱/۶۶ (میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه) و درصد چربی ۳/۸۱±۱۶/۹۵) تقسیم شدند. در آخر با توجه به این‌که مقادیر پایه‌ی آنزیم‌های CK، CK_{MB} دو نفر از آزمودنی‌ها در هر گروه خارج از محدوده‌ی سلامت بود، از ادامه‌ی شرکت آن‌ها در تحقیق ممانعت به عمل آمد. از این‌رو ۱۶ نفر باقیمانده جهت اجرای مراحل عملیاتی تحقیق در دو گروه هشت نفری قرار گرفتند. پروتکل فعالیت همزمان استقامتی- مقاومتی شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۲۰ دقیقه دویدن با شدت ۶۰ الی ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره و سپس ۱۰ دقیقه ریکاوری فعال به شیوه‌ی راه رفتن انجام شد. بعد از آن بخش دوم پروتکل فعالیت همزمان یعنی فعالیت مقاومتی شامل: ۵۰ دقیقه فعالیت قدرتی با استفاده از حرکات به ترتیب: باز کردن زانو، پرس سینه، خم کردن زانو، کشش زیر بغل، پشت بازو و جلو بازو که در سه ست ۱۲-۱۰ تکراری با شدت ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه اجرا گردید و در پایان ۱۰ دقیقه ریکاوری (حرکات کششی) فعال انجام شد و گروه فعالیت همزمان مقاومتی- استقامتی برعکس پروتکل قبلی انجام شد (۱۹و ۳). در تجزیه تحلیل آماری ابتدا طبیعی بودن داده‌های جمع‌آوری شده توسط آزمون کولموگروف- اسمیرنوف تأیید و سپس توسط آزمون‌های آماری t همبسته و مستقل در سطح معنی‌داری پنج درصد با استفاده از نرم افزار SPSS تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها

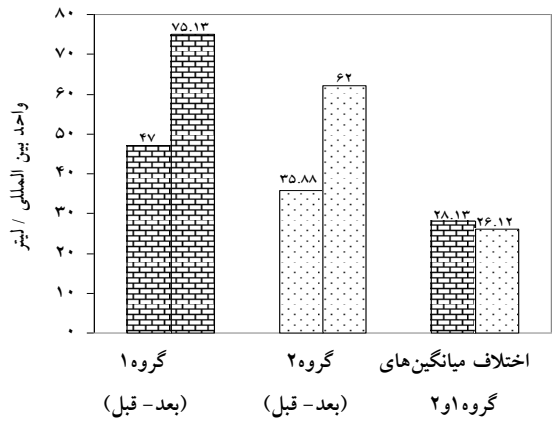
یافته‌های تحقیق حاکی از افزایش معنی‌دار میزان تغییرات قبل و بعد CK، CK_{MB}، CK_{MM}و LDH در دو گروه استقامتی- مقاومتی و مقاومتی- استقامتی به ترتیب بود ($P<۰/۰۵$) (شکل های ۱ الی ۴). ولی تفاوت معنی‌داری بین دو گروه استقامتی- مقاومتی و مقاومتی- استقامتی در رابطه با دامنه تغییرات آنزیم‌های CK، CK_{MB}، CK_{MM}و LDH وجود نداشت (جدول ۱). در نهایت نتایج حاصل از درصد تغییرات شاخص‌ها نشان داد، گروه دوم (مقاومتی- استقامتی) نسبت به گروه اول (استقامتی- مقاومتی) در شاخص‌های CK، CK_{MB}، CK_{MM}، LDH افزایش درصدی بیشتری داشته است (جدول ۱).

جدول ۱. میزان تغییرات قبل و بعد، تفاوت بین گروه ها و درصد تغییرات شاخص های سرمی آزمودنی‌ها

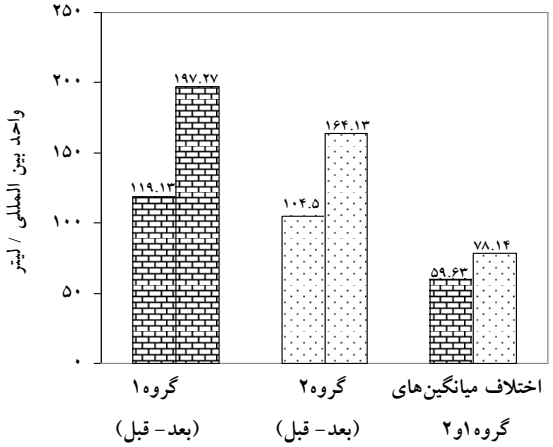
روش آماری	گروه‌ها	CK واحد بین‌المللی/لیتر		CK_{MB} واحد بین‌المللی/لیتر		CK_{MM} واحد بین‌المللی/لیتر		LDH واحد بین‌المللی/لیتر	
		t	p	t	p	t	p	T	p
t همبسته	اول	-۴/۳	۰/۰۰۳	-۶/۲	۰/۰۰۴	-۴/۷	۰/۰۰۲	-۴/۵	۰/۰۰۳
	دوم	-۳/۷	۰/۰۰۷	-۸/۴	۰/۰۰۵	-۴/۲	۰/۰۰۴	-۴/۶	۰/۰۰۲
t مستقل	بین گروه‌ها	۱/۵	۰/۱۵	-۰/۸	۰/۴	۰/۷	۰/۴۶	۰/۸	۰/۴۳
درصد تغییرات	اول	۸۳/۲۴		۴۹/۴۱		۷۵/۳۸		۷۰/۵	
	دوم	۱۱۰/۳۱		۷۷/۷۱		۱۴۷/۱۹		۷۱/۳۸	



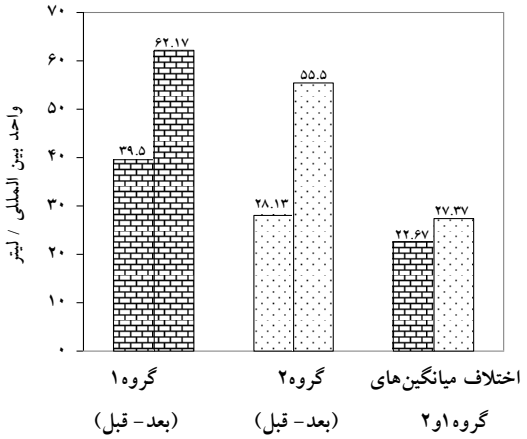
شکل۲. تغییرات ایزوآنزیم CK_{MB}در دو گروه تمرینی



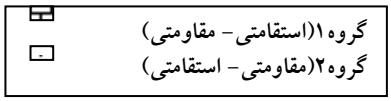
شکل ۱. تغییرات آنزیم CK در دو گروه تمرینی



شکل۴. تغییرات آنزیم LDH در دو گروه تمرینی



شکل۳. تغییرات ایزوآنزیم CK_{MM}در دو گروه تمرینی



بحث

هدف از انجام مطالعه‌ی حاضر، تعیین اثرات فعالیت همزمان استقامتی- مقاومتی در مقابل فعالیت همزمان مقاومتی- استقامتی بر شاخص‌های سرمی آسیب سلولی(CK، CK_{MB}، CK_{MM}و LDH) در مردان غیرورزشکار می باشد. با توجه به یافته های تحقیق، تغییرات قبل و بعد CK، CK_{MB} و CK_{MM} در دو گروه استقامتی- مقاومتی و مقاومتی- استقامتی افزایش معنی‌داری مشاهده نشد. در این راستا Catherine همسو با نتایج مطالعه حاضر به افزایش معنی دار CK پس از تمرینات همزمان (مقاومتی- استقامتی) اشاره کرد (۲۰). علاوه بر این Gaeini و همکاران به افزایش معنی دار CK بعد از تمرینات ترکیبی (استقامتی - سرعتی) اشاره کردند (۲۱). از طرفی یافته‌های مطالعه حاضر نشان دهنده اختلاف معنی‌داری بین دو گروه در رابطه با دامنه تغییرات آنزیم‌های CK، CK_{MB} و CK_{MM} می‌باشد. یافته‌های مطالعه‌ی Deakin نیز تاییدی بر نتایج تحقیق حاضر مبنی بر وجود اختلاف معنی‌دار تغییرات قبل و بعد CK بعد از تمرینات (استقامتی- قدرتی) و عدم تفاوت معنی‌دار دامنه تغییرات CK بین دو گروه (استقامتی- قدرتی و قدرتی- استقامتی) می‌باشد (۲۲). با این حال، Deakin گزارش داد احتمالاً این نتیجه به وجود جزء قدرتی تمرین که مرحله دوم قرارداد بوده ربط دارد. به طوری که دامنه میزان تغییرات CK بعد از تمرینات قدرتی بیشتر از دامنه میزان تغییرات بعد از تمرینات (قدرتی- استقامتی) بود(۲۲). در همین راستا، Deakin در مطالعه‌ی دیگر خود گزارش کرد که اجرای تمرینات همزمان (قدرتی- استقامتی) در مقایسه با تمرینات قدرتی سطوح CK پایین‌تری را نشان می‌دهد. این تحقیق نشان داد که مقدار CK در دو گروه تمرینات قدرتی (قدرتی بالا تنه و قدرتی پایین تنه) معنی‌دار بود. ولی مقدار CK قبل و بعد در گروه قدرتی- استقامتی معنی دار نبود (۶). تناقض گزارش‌های موجود با مطالعه حاضر می‌تواند ریشه در تفاوت گروه‌های مورد مطالعه، روش‌های ارزیابی و اندازه‌گیری، شدت و مدت تمرین، نوع برنامه‌های تمرینی، زمان خون‌گیری و فاصله استراحت بین دو تمرین داشته باشد (۲۳و ۶). در رابطه با تغییرات آنزیم LDH در مطالعه حاضر مبنی بر افزایش معنی‌دار تغییرات قبل و بعد آنزیم LDH و عدم افزایش معنی‌دار در رابطه با دامنه‌ی تغییرات آنزیم LDH اکثر تحقیقاتی که تأثیر فعالیت و تمرین‌های ورزشی گوناگون بویژه تمرینات قدرتی و استقامتی را بر میزان فعالیت آنزیم LDH مطالعه کرده‌اند، تغییر معنی‌دار این آنزیم را گزارش کرده‌اند. به طوری که Gaeini و همکاران به افزایش معنی دار LDH بعداز تمرینات ترکیبی(استقامتی - سرعتی) اشاره کردند (۲۱). از طرفی Franca و همکاران در مطالعه‌ی خود به افزایش معنی‌دار LDH بعد از مسابقه (ماراتن) و دوره‌ی ریکاوری اشاره کردند (۱۵). در کل نتایج حاصل از شاخص‌های سرمی آسیب سلولی نشان می‌دهد علیرغم اینکه تغییرات قبل و بعد تمام شاخص‌های مورد نظر در دو گروه افزایش معنی‌داری را نشان می‌دهند. با این حال اختلاف معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد. مطالعات زیادی میزان CK، CK_{MB}، CK_{MM} و LDH را قبل و بعد از فعالیت‌های ورزشی مورد مطالعه قرار داده‌اند و افزایش زیاد این آنزیم‌ها را بعد از فعالیت‌های استقامتی و مقاومتی گزارش کرده‌اند (۱۴و ۱۳و ۱۱و ۶). بنابراین، احتمال دارد افزایش درصدی شاخص‌های مورد نظر در گروه همزمان مقاومتی- استقامتی به خاطر جزء استقامتی باشد. به طوری که گروه فعالیت همزمان استقامتی- مقاومتی فرصت بیشتری برای شستشوی آنزیم‌ها از سرم خون داشته (حدود دو ساعت) ولی گروه همزمان مقاومتی- استقامتی فرصت کمتری برای شستشوی آنزیم‌ها داشته است (حدود یک ساعت) (۲۴و ۱۳و ۶).

نتیجه‌گیری

در کل نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر نشان می‌دهد که هر دو قرارداد تمرینی(استقامتی- مقاومتی و مقاومتی- استقامتی) باعث افزایش شاخص‌های سرمی آسیب سلولی شده‌اند. از این‌رو اجرای یک جلسه فعالیت همزمان استقامتی- مقاومتی در مقایسه با اجرای یک جلسه فعالیت همزمان مقاومتی- استقامتی با وجود عدم اختلاف معنی‌دار در شاخص‌های مورد نظر بین دو گروه، به لحاظ آسیب‌های سلولی، آسیب‌های کمتری را ایجاد می‌کند. بنابراین با توجه به نتایج مطالعه حاضر به افراد غیر ورزشکار توصیه می‌شود از تمرینات همزمان استقامتی – مقاومتی به دلیل آسیب سلولی کمتر استفاده شود. اما در این رابطه و برای کسب نتایج قطعی مطالعات بیشتری باید انجام گیرد.

تقدیر و تشکر

مقاله‌ی حاضر مستخرج از پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تبریز می‌باشد که بدینوسیله از دست اندرکاران دانشگاه تقدیر و تشکر می‌نمایم. همچنین از تمامی آزمودنی‌ها که در تحقیق حاضر شرکت نمودند، صمیمانه تقدیر و تشکر می‌گردد.

References

1. Arto J, Antti MK, Timo HM, Hannu K, Seppo N, Heikki VH. Individual differences in the responses to endurance and resistance training. *European Journal of Applied Physiology* 2005; **5**: 535-542.
2. Bompa TO. *Theory and methodology of training .The key to athletic performance*: 3rd ed. Dubuque Kendall, Hunt Pub, 1994; PP: 56-65.
3. Gaeini AA, Rajabi H. *Physical Fitness*. Tehran, Samt Pub, 2003; PP: 75-80.
4. Hosseini M, Aghaalinejha H, Peeri M, HajSadeghi Sh. Effect of endurance training, strength and composition on the hearts of girls. *Journal of the Olympics* 2008; **4**(44): 29-38.

5. Abernethy PJ, Quigley BM. Concurrent strength and endurance training of the elbow extensors. *Journal of Strength and Conditioning Research* 1993; **7**(4): 234-240.
6. Deakin GB. Concurrent Training in Endurance Athletes: The Acute Effects on Muscle Recovery Capacity, Physiological, Hormonal and Gene Expression Responses Post-Exercise. *School of Exercise Science and Sport Management* 2004a, *Southern Cross University, Lismore, Australia*, PP: 55-90.
7. Hakkinen K, Pakarinen M, Alen H, Kauhanen K, Komi P. Neuromuscular and hormonal responses in elite athletes to two successive strength training sessions in on day. *Eur J Appl Physio* 1988*;* **57**(2): 133-139.
8. Hakkinen A, Pakarnen A, HannonenP, Kautiainen H, Nyman K, Kraemer WJ, et al. Effects of prolonged combined strength and endurance training on physical fitness, body composition and serum hormones in women with rheumatoid arthritis and in healthy controls. *Clin Exp Rheumatol* 2005, **23**(4): 505-512.
9. Zarifi A, Rajabi H, Aghaalinejha H, Ghahremanlou E, Ahmadi A. The effect of short-term exercise after endurance training, resistance and concurrent on the preparation performance and body composition of male non-athlete students. *Journal of the Olympics* 2008; **3**(43): 53-64.
10. Hickson, RC. Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1980; **45**(2-3): 255-263.
11. Brancaccio P, Limongelli FM, Maffulli. N. Monitoring of serum enzymes in sport. *Br J Sports Med* 2006; **40**: 96-97.
12. Viro A, Viro M. Biochemical monitoring of sport training. Translators: Gaeini AA, DabidiRoushan V, Faramarzi M, Chobineh S, Haghighi AH. Tehran, Samt Pub, 2001; PP: 35-62.
13. Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM. Creatine kinase monitoring in sport medicine. *Br J Sports Med* 2007; **81**: 209-230.
14. Totsuka M, Nakaji Sh, Suzuki K, Sugawara K, Sato K. Break point of serum creatine Kinase release after endurance exercise. *J Appl Physiol* 2002; **93**: 1280-1286.
15. Franca SCA, Barros NTL, Agresta MC, Lotufo RFM, Kater CE. Divergent responses of serum testosterone and cortisol in athlete men after a marathon race. *Arq Bras Endocrinal Metabol* 2006; **50**(6): 1082-1087.
16. Kratz A, Lewandrowski KB, Siegel AJ, Chun KY, Flood JG, Van Cott EM, et al. Effect of marathon running on hematologic and biochemical laboratory parameters, including cardiac markers. *Am J Clin Pathel* 2002; **118**: 856-863.
17. Leveritt M, Abernethy PJ, Barry BK, Logan PA. Concurrent strength and endurance training. A review. *Sports Med* 1999; **28**(6): 413-427.
18. Brownlee KK, Moore AW, Hackney AC. Relationship between circulating cortisol and testosterone: influence of physical exercise. *Journal of Sports Science and Medicine* 2005; **4**: 76-83.
19. Bompa TO. *Periodization training for sports. Human Kinetics.* Dubuque Kendall, Hunt Pub, 2003; PP: 35-53.
20. Catherine S. *Effect of a Protein-Carbohydrate Beverage on Muscle Damage during an Acute Bout of Concurrent Exercise in Competitively-Training "Crossfit" Men*. Texas, Master's thesis 2011.
21. Gaeini AA, Vatani D, Ashrafi J, Mogharnasi M. The Short–Term and Long-Term Effects of Sprint, Endurance and Concurrent Exercise Training on Plasmatic Lactate Dehydrogenase, Creatine Kinase, and Malondialdehyde in Rats. *Journal of Sport Biosciences* 2010; **2**(8): 5-20.
22. Deakin GB. *The acute effects of strength training on the recovery of muscle force generating capacity and cycling efficiency, post-training*. School of Exercise Science and Sport Management 2004b, Southern Cross University, Lismore, Australia, PP: 109-155.
23. Glowacki SP. *The effects of concurrent training on performance variables in previously untrained males*. Texas A & M University. Master's thesis 2003,
24. Cadore EL, Pinto RS, Lhullier FLR, Correa CS, Alberton CL, Pinto SS, et al. Physiological Effects of Concurrent Training in Elderly Men. *Int J Sports Med* 2010; **31**(10): 689-697.