Original Article

Comparison of the effects of total resistance exercise training and central stability on creatine kinase and lactate dehydrogenase changes in obese girls

Hadavand-Mirzaii Y, Nameni F*

Department of Physical Education, Varamin– Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, I.R. Iran.

Received: 2020/04/27 | Accepted: 2020/08/4

Abstract:

Background: The most common symptoms of serum muscle injury that may change after intense physical activity are creatine kinase and lactate dehydrogenase (CK, LDH). This study aimed to study the effects of TRX training course and central stability on CK and LDH in obese girls.

Materials and Methods: The research was semi-experimental. The subjects of this research, including 40 women from 20-25 years old, were randomly selected as research sample and were randomly assigned into 4 groups (10) (TRX, central stability, TRX-central stability and control). The subjects performed the program for 8 weeks. Before and after training period, blood samples were taken and evaluated. Kolmogorov-Smirnov, Leven, one-way ANOVA tests were used to determine ($P \leq 0.05$).

Results: The results of the present study showed that creatine kinase ($P=0.002$) and lactate dehydrogenase ($P=0.001$) were reduced in all three groups after the training period compared to before the exercise and this change was significant compared to the control group. However, no significant difference was observed between different training methods.

Conclusion: Performing all three resistance training methods of the whole body, central stability and combining these two methods together, caused damage, inflammation and muscle contraction but gradually the principle of adaptability was adjusted to the production of the enzymes creatine kinase and lactate dehydrogenase. All of the three methods can be recommended as methods to increase muscle strength.

Keywords: TRX, Central stability exercises, Creatine kinase, Lactate dehydrogenase

***Corresponding Author:**
Email: f.nameni@yahoo.co.uk
Tel: 0098 912 535 4053
Fax: 0098 213 672 4767

Conflict of Interests: ***No***

Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences, October, 2020; Vol. 24, No 4, Pages 395-403

Please cite this article as: Hadavand-Mirzaii Y, Nameni F. Comparison of the effects of total resistance exercise training and central stability on creatine kinase and lactate dehydrogenase changes in obese girls. ***Feyz*** 2020; 24(4): 395-403.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-18]

مقایسه اثرات تمرینات مقاومتی کل بدن و ثبات مرکزی بر تغییرات کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز در دختران چاق

یگانه هداوند میرزایی [۱]، فرح نامنی [۱*]

خلاصه:

سابقه و هدف: کاربردی‌ترین نشانه‌های سرمی آسیب عضلانی، کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز هستند که ممکن است بعد از فعالیت بدنی شدید تغییر یابند. هدف از این مطالعه، بررسی اثرات یک دوره تمرینی تمرینات مقاومتی کل بدن و ثبات مرکزی بر کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز سرم در دختران چاق بود.

مواد و روش‌ها: مطالعه حاضر به روش نیمه‌تجربی انجام شد. آزمودنی‌های این پژوهش، شامل ۴۰ نفر از دختران چاق ۲۵-۲۰ سال بودند که به‌عنوان نمونه تحقیق به‌صورت تصادفی انتخاب شدند و در چهار گروه: تمرین تمرینات مقاومتی کل بدن، تمرین ثبات مرکزی، تمرین ترکیبی و کنترل قرار گرفتند. پروتکل تمرینی به‌مدت ۸ هفته انجام شد. نمونه خون آزمودنی‌ها، در دو مرحله قبل و پس از دوره تمرینی اخذ شد و متغیرها مورد بررسی قرار گرفت. اطلاعات به‌دست‌آمده با استفاده از آزمون کلوموگروف - اسمیرونوف، لون و تحلیل واریانس یک‌سویه بررسی شدند. با آزمون تعقیبی بونفرونی هم معنی‌داری نتایج، مورد بررسی و تأیید نهایی قرار گرفت.

نتایج: میزان کراتین کیناز (P=۰/۰۰۲) و لاکتات دهیدروژناز (P=۰/۰۰۱) در هر سه گروه پس از دوره تمرینی نسبت به قبل از تمرین کاهش داشته است که این تغییر نسبت به گروه کنترل معنی‌دار گزارش شد. اما بین روش‌های مختلف تمرینی تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: اجرای هر سه روش تمرینی مقاومتی کل بدن، ثبات مرکزی و ترکیب این دو روش با هم، موجب ایجاد آسیب، التهاب و کوفتگی عضلانی شد اما به‌تدریج اصل سازگاری تمرین، تولید آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز را تعدیل ساخت. هر سه روش می‌توانند به‌عنوان روش‌های افزایش قدرت عضلانی توصیه شوند.

واژگان کلیدی: تمرینات مقاومتی کل بدن، تمرین ثبات مرکزی، کراتین کیناز، لاکتات دهیدروژناز

دو ماه‌نامه علمی - پژوهشی فیض، دوره بیست و چهارم، شماره ۴، مهر و آبان ۱۳۹۹، صفحات ۴۰۳-۳۹۵

مقدمه

فعالیت بدنی از طریق افزایش توده بدنی و بهبود عملکرد ارگان‌ها، به رهایی از فشار روانی، کاهش وزن، کاهش خطر بیماری‌ها و حفظ سلامتی کمک می‌کند. برخی از تحقیقات نشان می‌دهند تمرینات مقاومتی کل بدن یا تمرینات Total (TRX) Resistance Exercise training روشی مؤثر برای گسترش عوامل آمادگی جسمانی، مهارت‌های تکنیکی و تاکتیکی بازیکنان در تیم‌های ورزشی است [۲،۱]. برنامه تمرینی ثبات مرکزی نیز با تأکید بر فاکتورهای آمادگی جسمانی و حرکتی، روشی ایمن و غیرتهاجمی معرفی شده است [۴،۳]. میزان تغییرات سرمی آنزیم‌ها در عضلات اسکلتی نیز نشانه‌هایی از وضعیت عملکرد بافت عضلانی هستند که هر یک وضعیت‌های پاتولوژیکی و فیزیولوژیکی بسیار متفاوت دارند [۵].

۱. گروه تربیت بدنی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

* **نشانی نویسنده مسؤول:**
ورامین، پیشوا، میدان نقش جهان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین، پیشوا

تلفن: ۰۹۱۲۵۳۵۴۰۵۳ **دورنویس:** ۰۲۱۳۶۷۲۴۷۶۷

پست الکترونیک: f.nameni@yahoo.co.uk

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۲/۸ **تاریخ پذیرش نهایی:** ۱۳۹۹/۵/۴

حسنوند و رنجبر (۱۳۹۵) فعالیت عضلانی را برای پایداری بدن در طول تمرینات تعلیقی با تأکید بر وزن بدن بررسی کرده‌اند [۶]. مهدی‌زاده (۱۳۹۴) معتقد است تأثیر تمرینات ثبات عضلات مرکزی و تمرینات قدرتی و استقامتی بر عوامل خطرزای بیماری‌ها کمتر مورد توجه بوده است و نقش اصلی عضلات این ناحیه کمک به ثبات ستون فقرات و لگن در حرکات پایه و عملکردی است [۷]. بر طبق گزارشات رمضانی و سرحدی (۱۳۹۶) ممکن است فشار ناشی از فعالیت، آسیب‌زا باشد. با توجه به این عوامل، آسیب عضله منجر به آسیب سلول، اختلال غشا، نشت مایع خارج سلولی و افزایش آنزیم‌های کراتین کیناز (CK) و لاکتات دهیدروژناز (LDH) می‌شود [۸]. پژوهش‌ها نشان می‌دهند فشارهای مکانیکی متابولیکی ناشی از تمرینات مقاومتی شدید، ممکن است غلظت آنزیم‌های کراتین کیناز (CK) و لاکتات دهیدروژناز را در پلاسما افزایش دهند. بنابراین، نیاز به طراحی روش‌های ایمن و مؤثر ضرورت دارد [۹]. McGill و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که TRX اثر مثبتی بر پایداری عملکردی عضلات شکمی و عضلات احاطه‌کننده لگن دارد. به‌علاوه تمرینات میان‌تنه یا مرکز بدن با TRX به‌علت محور ناپایداری که دارد، مؤثر می‌باشد [۱۱،۱۰]. همچنین تمرینات TRX ممکن است

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-18]

باعث افزایش فعال‌سازی و پایداری گروه‌های عضلانی مختلف بدن شود [۱۳،۱۲]. در همین راستا گزارش شده است افزایش فعالیت عضلانی برای پایدار کردن بدن در طول تمرینات تعلیقی می‌تواند شدت تمرینات مرسوم با وزن بدن را افزایش دهد [۱۴]. اما مرادی و همکاران (۲۰۱۵) گزارش دادند تمرینات ثبات مرکزی در حیطه آمادگی جسمانی و تندرستی است که برای رهایی و یا پیشگیری از آسیب استفاده می‌شود [۱۵]. ثبات مرکزی با کار هماهنگ عضلات مرکزی که اساساً عضلات عرضی شکم را شامل می‌شوند و عموماً چند سر هستند، ایجاد می‌شود [۱۶]. برنامه تمرینی ثبات مرکزی مؤکد فاکتورهای آمادگی جسمانی و حرکتی و روشی ایمن و غیرتهاجمی است [۱۷]. این تمرینات حتی به‌صورت ابتدایی و ساده برای افرادی که سابقه انجام این تمرینات را ندارند، یک چالش تمرینی مناسب است [۱۸]. تحقیقات نشان می‌دهد با بهره‌گیری از تمرینات مقاومتی کل بدن، در مقایسه با تمرینات مقاومتی مرسوم، می‌توان در فاکتورهای آمادگی جسمانی و حرکتی پیشرفت بیشتری حاصل کرد. اما تأثیر این تمرینات بر متغیرهای فیزیولوژیکی هنوز به‌طور کامل شناخته نشده است [۱۹]. همچنین ممکن است تمرینات ثبات مرکزی از طریق برنامه تقویت عضلات تنه، تأثیر معنی‌داری در تعادل بعد از برنامه تمرینی داشته باشد [۲۰] و در به حداکثر رساندن تعادل و عملکرد ورزشکاران در حرکات اندام فوقانی و اندام تحتانی نقش ایفا کند [۲۱].

بنابراین هدف این مطالعه، مقایسه تأثیر تمرینات ثبات مرکزی با تمرینات TRX بر آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی بود و به‌صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام شد. این طرح پژوهشی توسط کمیته اخلاق دانشکده علوم پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین با کد اخلاق به شماره IR.IAU.VARAMIN.REC.1397.026 تأیید شد و کد ثبت کارآزمایی بالینی به شماره IRCT20171210037809N4 اخذ گردید. جامعه آماری، دختران جوان دارای اضافه وزن حاضر در سالن‌های ورزشی شهرستان پیشوا بودند که شاخص توده بدنی ۳۰-۲۶ داشتند. از بین آن‌ها۴۰ دختر ۲۵-۲۰ سال به‌عنوان نمونه تحقیق به‌صورت تصادفی ساده انتخاب شدند و در ۴ گروه ۱۰ نفره: تمرین TRX، تمرین ثبات مرکزی، تمرین ترکیبی (تمرین TRX و ثبات مرکزی) و کنترل قرار گرفتند. ملاک‌های ورود شامل آمادگی جسمانی، سن مناسب و عدم استفاده از مکمل در ۶ ماه قبل بود. ملاک‌های خروج هم ابتلا به بیماری‌های قلبی - عروقی، مفصلی، تنفسی، استفاده از هر نوع دارو مانند انسولین، آسپرین و مصرف سیگار بود.

جدول شماره ۱- اطلاعات توصیفی آزمودنی‌ها در چهار گروه

متغیر	وزن (کیلوگرم)		شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	
گروه	قبل از دوره	بعد از دوره	قبل از دوره	بعد از دوره
	$\overline{X} \pm SD$			
TRX	۶۸/۳۲±۴/۱۵	۶۳/۱۲±۲/۲۳	۳ /۹۳ ±۱۲/۲۹	۲±۱۲/۲۴/۱۵
ثبات مرکزی	۶۶/۴۳±۲/۱۲	۶۴/۲۳±۱/۲۵	۲±۱۲/۳۰ /۳۹	۱±۴۲/۲۵/۹۸
ترکیبی	۶۶/۱۹±۳/۱۲	۶۳/۶۵±۲/۲۷	۲۹/۱±۳۳ /۸۵	۱±۰۳/۲۶/۵۹
کنترل	۶۹/۱۱±۳/۴۳	۶۸/۹۸±۴/۵۴	۲۶ /۹۵ ±۲ /۴۵	۲۶ /۱±۵۶/۸۱

پس از تعیین نمونه تحقیق و انجام مطالعه راهنما، از کلیه شرکت‌کنندگان رضایت‌نامه کتبی اخذ شد و پس از تکمیل پرسشنامه پزشکی / ورزشی و تأیید سلامت توسط پزشک حاضر در سالن ورزشی، آزمودنی‌ها در ۴ گروه پژوهشی قرار گرفتند. علاوه بر اخذ رضایت‌نامه کتبی، اصول اخلاقی براساس قرارداد هلسینکی - توکیو در مورد مطالعات بالینی رعایت شد. سپس مراحل اجرای تحقیق صورت گرفت. ابتدا در حالت نشسته و از ورید آرنجی دست چپ آزمودنی اوّلین نمونه‌گیری خون به میزان ۳ سی‌سی، اخذ شد. بلافاصله محتویات سرنگ به آرامی به داخل لوله‌های آزمایش منتقل شد تا لخته نشود. پس از سانتریفیوژ و جدا کردن سلول‌های خون از سرم، به آزمایشگاه مرجع منتقل و فریز شدند. گروه‌های تحقیق پس از آن پروتکل تمرینی خود را به‌مدت ۸ هفته، هر هفته ۵ جلسه و هر جلسه به مدت ۷۵ دقیقه، فعالیت تمرین TRX (تصویر شماره ۱ و جدول شماره ۲)، ثبات مرکزی (جدول شماره ۳) و تمرین ترکیبی بود، انجام دادند.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-18]




شکل شماره ۱- نمایش دو حرکت با باندهای TRX

جدول شماره ۲- برنامه تمرینات TRX (حسنوند، رنجبر ۱۳۹۵)

ردیف	نوع حرکت	هفته اوّل	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهام	هفته پنجم	هفته ششم	هفته هفتم	هفته هشتم
۱	حرکت پرس سینه سطح اوّل LAS	۲×۸	۲×۱۰	۲×۸	۲×۱۰	۲×۸	۲×۱۰	۲×۸	۲×۱۰
۲	اسکوات نیمه دراز و نشست	۲×۸	۲×۱۵	۲×۸	۲×۱۵	۲×۸	۲×۱۵	۲×۸	۲×۱۵
۳	زیر بغل قایقی پل از بغل	۲×۸	۲×۱۲	۳×۸	۲×۱۲	۳×۸	۲×۱۲	۳×۸	۲×۱۲
۴	پشت بازو دراز و نشست با چرخش	۳×۸	۲×۱۲	۳×۸	۲×۱۲	۳×۸	۲×۱۲	۳×۸	۲×۱۲
۵	جلو بازو پل در حالت دمر	۳×۸	۳×۱۰	۳×۸	۳×۱۰	۳×۸	۳×۱۰	۳×۸	۳×۱۰

جدول شماره ۳- برنامه ۸ هفته تمرینات ثبات مرکزی بدن (نیساری ۱۳۹۳)

هفته اوّل		هفته پنجم	
سطح اوّل LAS	۲ ست ۱۰ تایی	سطح سوم LAS	۳ ست ۱۰ تایی
نیمه دراز و نشست	۲ ست ۱۰ تایی	نیمه دراز و نشست	۳ ست ۱۵ تایی
پل از بغل	۲ ست ۱۰ تایی	پل از بغل	۳ ست ۱۵ تایی
دراز و نشست با چرخش	۲ ست ۱۰ تایی	دراز و نشست با چرخش	۳ ست ۱۵ تایی
		پل در حالت دمر	۲ ست ۱۰ ثانیه‌ای
هفته دوم		هفته ششم	
سطح اوّل LAS	۳ ست ۱۰ تایی	سطح سوم LAS	۲ ست ۱۰ تایی
نیمه دراز و نشست	۳ ست ۱۰ تایی	نیمه دراز و نشست	۲ ست ۲۰ تایی
پل از بغل	۳ ست ۱۰ تایی	پل از بغل	۲ ست ۲۰ تایی
دراز و نشست با چرخش	۳ ست ۱۰ تایی	دراز و نشست با چرخش	۲ ست ۲۰ تایی
		پل در حالت دمر	۳ ست ۱۰ ثانیه‌ای
هفته سوم		هفته هفتم	
سطح دوم LAS	۲ ست ۱۰ تایی	سطح چهارم LAS	۳ ست ۱۰ تایی
نیمه دراز و نشست	۲ ست ۱۵ تایی	نیمه دراز و نشست	۳ ست ۲۰ تایی
پل از بغل	۲ ست ۱۵ تایی	پل از بغل	۳ ست ۲۰ تایی
دراز و نشست با چرخش	۲ ست ۱۵ تایی	دراز و نشست با چرخش	۳ ست ۲۰ تایی
		پل در حالت دمر	۲ ست ۱۵ ثانیه‌ای
هفته چهارم	تکرار	هفته هشتم	تکرار

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-18]

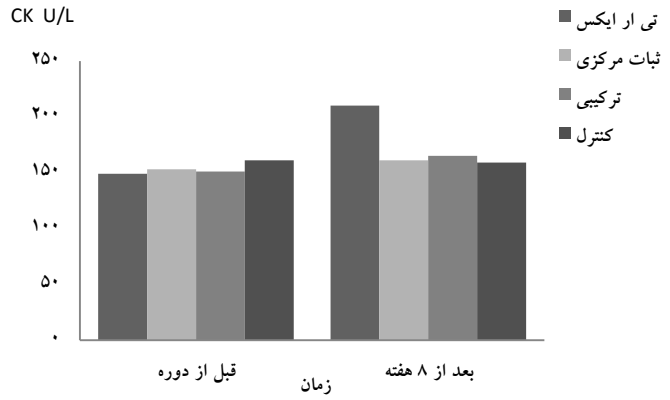
برای بررسی تغییرات غلظت آنزیم‌های CK و LDH از شرکت‌کنندگان درست قبل از شروع اوّلین جلسه تمرین و بلافاصله پس از پایان دو ماه فعالیت تمرینی، نمونه‌گیری خون انجام شد. از کلیه آزمودنی‌ها خواسته شد در طول پژوهش از مصرف هرگونه مکمل و مواد دارویی اجتناب ورزند. مواد غذایی مصرفی آنان نیز کنترل می‌شد تا در حد امکان در نتایج تحقیق خللی وارد نشود. برنامه تمرینی TRX شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، حرکت پرس سینه، اسکوات، زیر بغل قایقی، پشت بازو، جلو بازو، در ۳-۲ ست ۱۲-۸ تکرار و ۵ دقیقه سرد کردن می‌شد [۸]. از بندهای TRX مدل HIGHCOPY استفاده شد. پروتکل تمرینی ثبات مرکزی شامل تمرینات منتخب: پنج تمرین نیمه دراز و نشست، دراز و نشست با چرخش، پل از کنار، پل در حالت دمر و چهار مرحله از تمرینات تقویتی ناحیه پایین شکم در ۳-۲ ست با ۳۰-۱۰ تکرار بود [۲۰]. گروه تمرین ترکیبی دارای پروتکل متناوب برنامه‌های فوق در روزهای هفته بودند (یک هفته روزهای زوج TRX و روزهای فرد تمرین ثبات مرکزی داشتند و هفته بعد برنامه تمرینی جابه‌جا می‌شد). گروه کنترل نیز بدون برنامه تمرینی بودند. کیت آزمایش فعالیت کراتین کیناز (Creatine Kinase Activity Assay Kit) با کد MAK116 محصول سیگما آلدریچ (روش کالری متریک، روش مرجع unclear، با مقیاس U/L) بود. این کیت دارای واکنش دوطرفه بود و جهت آن به PH و غلظت مواد بستگی داشت. اندازه‌گیری CK براساس روش نلسون (که بعداً توسط زاس تکمیل گردید) صورت گرفت. مقادیر پایه برای CK زنان ۱۰۰U/L-۱۰ ذکر شده است. کیت سنجش لاکتات دهیدروژناز به روش رنگ‌سنجی آنزیمی محصول کمپانی زل بایو آلمان، برای انواع نمونه‌های بیولوژیک و ۹۶ تستی مناسب بود. این آنزیم، هم واکنش رفت و هم واکنش برگشت را کاتالیز می‌نماید. اندازه‌گیری LDH در روش اسپکتروفتومتری با میزان تغییر غلظت NADH تعیین شد. واکنش ممکن است با از بین رفتن NADH در PH=۷/۴ یا به‌دنبال ظاهر شدن NADH در PH=۸/۸ یا بیشتر اندازه‌گیری شود. مقادیر پایه برای LDH زنان ۱۵۰-۵۰۰U/L ذکر گردیده است.

تجزیه و تحلیل آماری

از آمار توصیفی میانگین، انحراف استاندارد، جدول‌ها و نمودارها استفاده شد. پس از مشخص شدن نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون شاپیروویلک و آزمون لوین برای تعیین تجانس واریانس، با آزمون تحلیل واریانس یک‌سویه، تفاوت و میزان معنی‌داری اطلاعات تعیین شد. با آزمون تعقیبی بونفرونی هم معنی‌داری نتایج مورد بررسی و تأیید نهایی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل توسط نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۲ انجام گرفت ($P<۰/۰۵$).

نتایج

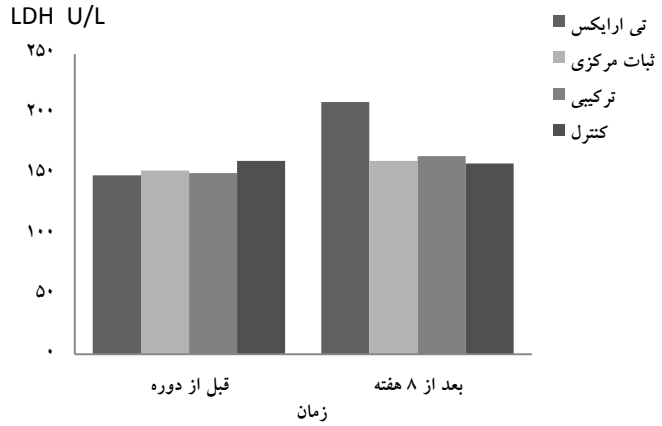
میانگین تغییرات غلظت آنزیم CK به‌منظور بررسی کوفتگی عضلانی و آسیب سلول‌ها در نمودار شماره ۱ مشاهده می‌شود:



نمودار شماره ۱- مقایسه میانگین‌های غلظت آنزیم CK در بین چهار گروه پژوهش

میانگین تغییرات غلظت آنزیم‌های LDH به‌منظور بررسی کوفتگی عضلانی و آسیب سلول‌ها در نمودار شماره ۲ مشاهده می‌شود:

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-18]



نمودار شماره ۱- مقایسه میانگین‌های غلظت آنزیم LDH در بین چهار گروه پژوهش

با توجه به نمودار شماره ۱، آنزیم کراتین کیناز در هر سه گروه تجربی با افزایش همراه بوده است. با توجه به نمودار شماره ۲ آنزیم لاکتات دهیدروژناز در گروه‌های تمرین ثبات مرکزی و تمرین ترکیبی افزایش داشته است. آزمون شاپیروویلک، طبیعی بودن توزیع و آزمون لوین، تجانس واریانس‌ها را نشان داد. تحلیل واریانس یک‌سویه نشان داد تغییرات کراتین کیناز بین گروه‌ها معنی‌دار است (جدول شماره ۴).

جدول شماره ۴- بررسی اختلاف بین گروه‌ها پس از تمرین در مقادیر کراتین کیناز

منبع تغییرات	مجموع مجذورات SS	درجات آزادی df	میانگین مجذورات ms	F	P
بین گروه‌ها	۷/۲۸	۳	۲/۴۳	۶/۲۲	۰/۰۰۲ *
درون گروه‌ها	۱۳/۶۶	۳۵	۰/۳۹		
کل	۲۰/۹۴	۳۸			

$P<۰/۰۵$

تحلیل واریانس یک‌سویه لاکتات دهیدروژناز، معنی‌داری تفاوت بین گروه‌ها را مشخص ساخت (جدول شماره ۵).

جدول شماره ۵- بررسی اختلاف بین گروه‌ها پس از تمرین در مقادیر لاکتات دهیدروژناز

منبع تغییرات	مجموع مجذورات SS	درجات آزادی df	میانگین مجذورات ms	F	P
بین گروه‌ها	۲۱/۴۳	۳	۶/۷۸	۱۷/۶۸	۰/۰۰۸*
درون گروه‌ها	۳۹/۱۸	۳۵	۱/۵۷		
کل	۵۰/۱۶	۳۸			

$P<۰/۰۵$

آزمون بونفرونی نشان داد تغییرات کراتین کیناز بین گروه TRX، گروه ثبات مرکزی و گروه تمرین ترکیبی با گروه کنترل در پس‌آزمون اختلاف معنی‌داری دارد. اما بین گروه تمرین TRX و گروه تمرین ثبات مرکزی تغییرات کراتین کیناز سرم دختران دارای اضافه وزن معنی‌دار نبود. آزمون بونفرونی نشان داد تغییرات لاکتات دهیدروژناز بین گروه TRX، گروه ثبات مرکزی، گروه تمرین ترکیبی با گروه کنترل در پس‌آزمون اختلاف معنی‌داری دارد. اما بین اثرات تمرین TRX و ثبات مرکزی بر لاکتات دهیدروژناز سرم دختران دارای اضافه وزن تفاوت معنی‌دار وجود نداشت.

بحث

نتایج آماری نشان داد تغییرات ایجادشده در مقادیر غلظت دو آنزیم شاخص کوفتگی عضلانی (کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز) صرفاً بین گروه کنترل با سه گروه تجربی، تمرین

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-18]

TRX، ثبات مرکزی و تمرین ترکیبی دارای تفاوت معنی‌دار بود. جبلی و همکاران (۱۳۸۸) نیز با بررسی دو روش پلیومتریک شدید در زنان ورزشکار به نتایج مشابهی دست یافتند [۲۱]. در همین راستا امیر شقاقی (۱۳۸۱) هم نشان داد پروتکل تمرین منتخب پلیومتریک، بر آنزیم‌های حاصل از کوفتگی عضلانی تأخیری، اثر افزایشی داشته و معنی‌دار بوده است [۲۲]. تغییرات ایجادشده در این دو آنزیم، محدودیت حرکتی، سفتی، درد، ضعف و اسپاسم در عضلات درگیر را به دنبال داشته [۲۴،۲۳] و احتمالاً متعاقب تمرین‌های برون‌گرا و مقاومتی پروتکل پژوهش، تخریب تارهای عضلانی و درد نیز به‌وقوع پیوسته است. نمونه‌برداری آزمایشگاهی از عضلات در روز بعد از ورزش شدید، خونریزی و قطع اتصال فیلامان‌های عضله و ساییده شدن آن‌ها را روی هم در طی انقباض عضلانی را نشان خواهد داد که باعث درد عضلانی می‌شوند [۲۴،۲۳]. کوفتگی عضلانی تأخیری با آزادسازی آنزیم‌های کراتین کیناز، لاکتات دهیدروژناز و آسپارتات آمینوترانسفراز در ارتباط بوده که سپس در خون ظاهر خواهند شد؛ چنان‌چه در این تحقیق نیز شاهد آن بودیم [۲۴]. تخریب خطوط Z و صدمه سارکولما، انتشار کراتین کیناز را به درون آب میان‌بافتی امکان‌پذیر می‌سازد و افزایش آن در خون، حاصل آسیب عضلانی و التهاب است. لاکتات دهیدروژناز نیز هنگام تبدیل اسید پیرویک به اسید لاکتیک یا بالعکس در مسیر گلیکولیز بی‌هوازی باعث افزایش سرعت این واکنش شده است [۲۴]. تراوش کراتین کیناز و سایر آنزیم‌های گلیکولیتیک به خارج سلول در اثر کار عضلانی، نشانه فشار تمرین، تعادل و موازنه بین آنزیم‌های آزاد و باندشده است. تخریب سلولی با شاخص CK و افزایش اسید لاکتیک با شاخص LDH ارتباط نزدیکی دارند که در فعالیت‌های شدید ظاهر می‌شوند. احتمالاً میزان افزایش هر دو آنزیم در جلسات ابتدایی اجرای پروتکل‌ها بیشتر بوده است. برای تعیین تفاوت بین گروه‌های کنترل اگر بلافاصله پس از اوّلین جلسه تمرین از آزمودنی‌ها نمونه‌های خون اخذ می‌شد، شاید معنی‌داری نتایج بهتر توجیه می‌شد. البته کیت‌های با حساسیت بالا تغییرات اندک را بهتر مشخص می‌سازند. در همین رابطه Boros و همکاران (۲۰۱۵) اظهار کردند افزایش نفوذپذیری غشای سلول‌های عضلانی درگیر، موجب رهاسازی، تجمع و تراکم این آنزیم‌ها می‌شود [۲۵]. حسنوند و همکاران (۲۰۱۶) نیز گزارش داده‌اند که تغییرات حاصل پس از تمرینات TRX، ثبات مرکزی و ترکیبی مشابه بوده‌اند [۲۶]. اما Sugiharto و همکاران (۲۰۰۶) نظر متفاوتی دارند. آن‌ها در گزارش‌های خود قید کرده‌اند که انجام تمرینات به شکل منظم، سطح آنزیم کراتین کنیاز را خیلی کمتر از تمرینات نامنظم افزایش می‌دهند و نمی‌توانند نشانه آسیب بافتی باشند. تمرینات منظم با افزایش آنزیم‌های ضدرادیکال‌های آزاد و کاهش پراکسیداسیون چربی باعث محافظت از بافت‌ها می‌شوند [۲۷]. یافته‌های Mcanulty و همکاران (۲۰۰۵) و سلیمانی و همکاران (۱۳۷۵) نیز با نتایج این تحقیق در تناقض است [۲۸،۱۷]. Mcanulty از تمرینات قدرتی و سلیمانی از تمرینات وزنه و پلیومتریک بدن‌سازی به‌عنوان پروتکل تمرینی استفاده کرده بودند. برطبق نظریه‌های کوفتگی، تمرین موجب آسیب ساختاری میوفیبریل‌ها، میتوکندری، شبکه سارکوپلاسمیک، سارکومرها، غشای سارکوپلاسمی و در نهایت پارگی غشا می‌شود. نفوذ جریان کلسیم، گسیختگی سلول و تخریب در عملکرد مکانیکی هم ظاهر می‌شود. بنابراین به‌نظر می‌رسد وقایع فوق به شکل مشابه در هر سه روش تمرینی پژوهش حاضر رخ داده‌اند. معمولاً اوج ترشح این آنزیم‌ها ۷۲-۲۴ ساعت پس از تمرین و ایجاد کوفتگی عضلانی تأخیری است که شاید اخذ نمونه‌های خون در این واحدهای زمانی منجر به حصول نتایجی دیگر می‌شد. کریم‌زاده و کاظم نیز به نتایج متضادی با این پژوهش دست یافتند [۲۹]. البته آنان از یک جلسه تمرین شنای وامانده‌ساز استفاده و بین ۳۰-۱۵ دقیقه بعد و در زمان بازیافت، گزارش خود را اعلام کرده بودند. سازوکار احتمالی دیگر، تولید استرس اکسایشی ناشی از فعالیت مقاومتی است. در همین راستا تئوری آسیب، تزریق مجدد - ایسکمی بیانگر آن است که انقباضات عضلانی شدید ممکن است باعث کاهش موقت جریان خون و عدم دسترسی به اکسیژن و در نتیجه ایسکمی شوند. بعد از اتمام فاز انقباض (مرحله انبساط عضلانی)، تزریق مجدد خون باعث عرضه فراوان اکسیژن و در نتیجه تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن می‌شود. بنابراین استرس و فشارهای مکانیکی ایجادشده در فعالیت مقاومتی، افزایش آسیب عضلانی متعاقب فعالیت‌های مقاومتی را توجیه می‌کند. بر این اساس، ورزش‌های مقاومتی به‌ویژه انقباضات برون‌گرا باعث تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن و پراکسیداسیون لیپیدی و سرانجام آسیب بافت عضلانی و متعاقب آن شروع فرآیندهای التهابی می‌شوند که احتمالاً در این تحقیق ایجاد شده است [۳۰]. اما دلایل عدم همخوانی نتایج با سایر تحقیقات می‌تواند در ارتباط با: نوع تمرین، روش تمرین، سن، جنس، سابقه تمرین، استفاده از مواد غذایی خاص یا مکمل‌های مجاز مانند ویتامین C، قدرت سازگاری، مقاومت نسبت به تخریب غشای سلولی، زمان اخذ نمونه‌های خون، روش تحقیق، مهارت در خون‌گیری تکنسین، تمرینات بعدی (کشش ایستا، تمرین برون‌گرا، تمرینات منظم ملایم، فعالیت مقاومتی و کار با وزنه) و آزمودنی‌های تحقیق باشد.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-18]

شاید برخی از سارکومرها و خطوط Z و سارکولما دچار گسیختگی شده و صدمه دیده باشند [۸]. فرضیات اسید لاکتیک، اسپاسم عضلانی، آسیب بافت همبند، التهاب و تورم برای سازوکار آسیب عضلانی و کوفتگی عضلانی ناشی از تمرینات ورزشی احتمالاً پاسخ‌های مناسبی هستند. اعتقاد بر این است که انقباضات اکسنتریک، در تمامی افراد صرف‌نظر از سن، جنس و یا سطح آمادگی می‌تواند باعث کوفتگی عضلانی شود. اما در افرادی که قبلاً و به حد کافی تمرینات مقاومتی انجام نداده‌اند، تأثیر بیشتری دارد [۳۱،۸]. بنابراین تفاوت معنی‌دار بین گروه کنترل که بدون تمرین بوده‌اند با سه گروه تجربی دیگر، اثرات مشابه هر سه پروتکل تمرینی را بر عضلات نشان می‌دهد. برطبق نظریه‌های کوفتگی عضلانی حاد؛ روش‌های تمرینی TRX، ثبات مرکزی و ترکیبی از آن‌ها موجب آسیب به اجزای تارهای عضلانی شده است. سپس تحریک سیستم ایمنی و مرحله التهاب، چند ساعت بعد از آسیب رخ می‌دهد. تغییرات ناشی از افزایش فشار و درجه حرارت موضعی بافت، همگی باعث فعال شدن گیرنده‌های درد و آزادسازی آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز شده است [۸]. سازوکار احتمالی دیگر، استرس اکسایشی است. انقباضات عضلانی شدید، ممکن است باعث کاهش موقت جریان خون، اکسیژن و در نتیجه ایسکمی شود. بعد از اتمام فاز انقباض (مرحله انبساط عضلانی)، تزریق مجدد خون باعث عرضه فراوان اکسیژن و در نتیجه تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن می‌شود. استرس و فشارهای مکانیکی ایجادشده می‌تواند سازوکار توجیه‌کننده افزایش آسیب عضلانی متعاقب فعالیت‌های مقاومتی باشد [۳۲]. تغییرات سلولی، آنزیمی و متابولیکی مشابه در هر سه روش می‌توانند منجر به آسیب و ایجاد کوفتگی حاد یا تأخیری شوند. با توجه به تهاجمی بودن پژوهش، تعداد نمونه‌ها در هر گروه ۱۰ نفر در نظر گرفته شد. عدم موافقت آزمودنی‌ها برای تعدد خون‌گیری و اندازه‌گیری در زمان بازیافت تا ۴۸ ساعت بعد، دشواری خون‌گیری و هزینه سنگین آزمایشات از محدودیت‌های تحقیق بودند که ممکن بود تغییرات آنزیم‌ها را در دوره بازیافت، برای تعیین کوفتگی عضلانی تأخیری و مقایسه سه روش تمرینی بهتر فراهم کنند.

نتیجه‌گیری

تغییرات کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز به نسبت یکسان در هر سه روش تمرینی نسبت به گروه کنترل صورت گرفته است. بنابراین استفاده از هر سه روش تمرینی، تغییرات مشابهی را در این پژوهش نشان داد. ورزشکاران آماتور، ورزشکاران حرفه‌ای و مربیان می‌توانند از روش‌های تمرینی جدید برای ایجاد تنوع یا انگیزه در کنار روش‌های تمرینی سنتی، به‌صورت جایگزین یا ترکیبی استفاده نمایند. همچنین انگیزه انجام تمرینات ورزشی ترکیبی، بدون تسهیلات سالنی و مربی، با استفاده از بند و رکاب در منزل یا هر نقطه مناسب دیگر را با کمترین آسیب جسمانی افزایش می‌دهد.

تشکر و قدردانی

از تمامی عزیزانی که برای انجام و به پایان رسانیدن این پژوهش همکاری صمیمانه داشته‌اند، سپاسگزاریم. این پژوهش دارای تضاد منافع نیست.

References:

[1] Yu KH, Suk MH, Kang SW, Shin YA. Effects of Combined Resistance Training with TRX on Physical Fitness and Competition Times in Fin Swimmers. ***IJSS*** 2015; 5(5): 508-15.

[2] Jahani M, Shadadi A, Mohammad dust O. The effect of eight weeks of TRX training on insulin resistance index in overweight women and obesity. ***4th Iranian Conference on Sport Science and Physical Education***. Tehran. 1397. [in Persian]

[3] Majidi A, Rahnama N. The Effect of 8 Weeks of Central Exercise Muscle Exercise on Physical Fitness Factors Related to the performance of professional speed skaters. ***First National Conference on Sport Science and Physical Education***. Esfahan, Khorasgan University. 1394. [in Persian]

[4] Arazi H, Malakuti A, Ezadi M. The effect of eight weeks of TRX versus traditional resistance training on physical fitness factors and the low-weight non-athlete's mission environment. ***U Gui J*** 1397; 23: 23-30.

[5] Abdolahpour Y. The effect of short-term HMB supplementation on CK, LDH and CRP following a session of extraverted resistance training in young male athletes [Dissertation]. Tehran. Shahid Rajaee University.1391.

[6] Hasanvand H, Ranjbar R. The effect of eight weeks of TRX resistance training on some fitness indicators in healthy children, ***National Conference on Sport Science with Health, Joy and Social Approach.*** Entrepreneurship and Championship. Ahvaz. Shahid Chamran University of Ahvaz. 1395. [in Persian]

[7] Mehdizade R. The effect of central stabilization exercises on body composition and blood lipids in elderly postmenopausal women. ***Sh U Tech J*** 1394; 10(2): 72-81. [in Persian]

[8] Ramezani A, Sarhadi S. The effect of a period of aerobic training on the levels of enzymes of

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-18]

muscle damage index (CK, LDH) In middle-aged women. ***Sh Ra jUn J*** 1396; 128: 36-42. [in Persian]
[9] Hosseini Kakhk SA, Ildarabadi A, Haghighi AH, Sharifan Z. The effect of a resistance exercise session with vascular occlusion and without vascular occlusion on lactate dehydrogenase and serum creatinine kinase in young girls. ***Hak Sab UJ*** 1395; 30: 64-51. [in Persian]
[10] McGill SM, Cannon J, Andersen JT. Analysis of pushing exercises: Muscle activity and spine load while contrasting techniques on stable surfaces with a labile suspension strap training system. ***J St Con Res*** 2014; 28(1): 105-16.
[11] Dolati M, Ghazalian F, Abednatanzi H. The Effect of a Period of TRX Training on Lipid Profile and Body Composition in Overweight Women. ***In J Spo Sci*** 2017; 7(3): 151-8. [in Persian]
[12] Gaedtke A, Moratt T. TRX suspension training an Effective New Learning Method for Elderly Adults Development of training and feasibility control. ***In J Spo Sci*** 2015; 8(3): 224-33.
[13] Aslani M, Kalantariyan M, Minoonejad H. Effect of Functional Training with TRX on the Balance of Middle-Aged Men. [Dissertation]. Tehran. University of Tehran. 2018.
[14] Burger-Mendonca M, Bielavsky M, Barbosa FC. Liver overload in Brazilian triathletes after half ironman competition is related muscle fatigue. ***Ann Hep*** 2008; 7: 245-8.
[15] Moradi K, Minoonejad H, Rajabi R. The immediate effect of core stability exercises on postural sway in athletes with functional ankle instability. The immediate effect of core stability exercises on postural sway in athletes with functional ankle instability. ***J Res Med*** 2015; 4(3): 101-10. [in Persian]
[16] Ezzati K, Karimi N, Tlym Khani E, Ismail K, Sherafti, Sh. The effects of supervised core stability training on clinical symptoms range of motion, and endurance of lumbar muscles in female patients with non specific chronic low back pain. ***J Vand*** 2012; 2(1): 23-30. [in Persian]
[17] Mcanulty S, Mcanulty L, Nieman D, Morrow J, Utter A Dumke C. Effect of resistance exercise and carbohydrate ingestion on oxidative stress. ***Free Rad Res*** 2005; 39: 1219–24.
[18] Rezaii H, Kooshki Jahromi M. The effect of central stability and vitamin D training on physical fitness indices of young women with MS. ***Shiraz U J*** 1394; 35: 17-34. [in Persian]
[19] Rahnama N, Ghanizade N, Majidi A, Hashemi B. Effect of 8-week Central Stability Muscle Exercise Program on Dynamic Balance and Agility of Professional Speed Skaters. ***Repo Health Care*** 2018; 3: 1-13. [in Persian]
[20] Nesari M. The effects of a central body stability training program on stature control, Dynamic and static balance of volleyball players. ***J App Exe Physio*** 2013; 2(2): 2-10. [in Persian]
[21] Jebeli H. Comparison between two methods of intense Plyometric and weight training on the plasma levels of CK, LDH enzymes in male and female athlete high school students. [Dissertation]. Tehran. Shahid Rajaee Teacher Training University 2009.
[22] Amirshgagi M. The Effect of a Selected Plyometric Training Course on LDH, CK and Blood Urea in Female Elite Footballers. [Dissertation]. Tehran. Tehran Center, Islamic Azad University.2002. [in Persian]
[23] Arazi H, Demirchi A, Babaii A. Acute phase response to one and two sessions of concurrent endurance and resistance training. ***Olym J*** 2007; 15(1): 67-80. [in Persian]
[24] Cardiovascular Research Center of Tehran University of Medical Sciences. Blood Pressure, Tehran People's Blood Pressure Study, High Blood Pressure Theory, Professors and Students of Cardiovascular Research Center of Tehran University of Medical Sciences. ***Blo J*** 1369; 70-69.
[25] Boros B, Flavia M, Patrascu A. TRX Suspension training method and static balance in junior basketball players. ***Stu Ub Edu Ar Gym*** 2015; 3: 27-34.
[26] Hasanvand H, Ranjbar R, Haabibi A, Goharpey SH. Comparison of TRX and traditional resistance training on some body composition and balance indices of inactive men, ***Sha Cha U Ah J*** 2016; 16(6): 21-9. [in Persian]
[27] Sugiharto OA. Department of sport sciences, Malang state university school of education sciences. ***Fol Medi Indon*** 2006; 42(4): 234–8.
[28] Solymani M. Comparison of the Effect of Weightlifting and Plyometric Bodybuilding Exercises on the 100th Century Record. [Dissertation]. Tehran. University of Tehran.1375.
[29] Karimzadeh H, Kazemi N. The Effect of One Session of Exhaustive Swimming Training on Lactate Dehydrogenase, Creatine Kinase, and Lactate of Elite Male Swimmers. ***Rep Heal Car Orig Arti*** 2019; 5(1): 17-24.
[30] Callegari GA, Novaes JS, Gabriel R. Neto, Ingrid D, Nuno D, Garrido H, et al. Creatine Kinase and Lactate Dehydrogenase Responses after Different Resistance and Aerobic Exercise Protocols. ***J Hum Kinet*** 2017; 58: 65–72.
[31] Cheung K, Hume P, Maxwell I. Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. ***Spo Med J*** 2003; 33(2):164-145.
[32] Koleva I, Öztürk M. Recent Advances in Social Sciences. Cambridge Scholars Publishing; 2018 Chapter 32. p 479.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-18]