



Original Paper

Effect of Six Weeks of High Intensity Interval Training with Nano-curcumin Supplementation on Serum Levels of Hepatic Enzymes in Overweight Female Students: A Clinical Trial Study

Somaye Fakhri (M.A)¹ , Fatemeh Fakhri (M.A)¹ , Saeed Shakeryan (Ph.D)^{*2} , Aliakbar Alizaded (Ph.D)³ 

¹ M.A in Sport Science, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. ² Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. ³ Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

Abstract

Background and Objective: Physical activity and the use of herbal supplements can affect liver enzymes. Nano-curcumin is an effective ingredient (deferuloyl methane) in turmeric with antioxidant, antibacterial, antifungal, antiviral, anti-inflammatory and anti-proliferative properties and can play an important role in preventing liver fibrosis. This study was performed to determine the effect of 6 weeks of high intensity interval training (HIIT) with Nano-curcumin supplementation on liver enzyme levels in overweight female students.

Methods: This clinical trial study was performed on 48 overweight female students of Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran with an average age of 21.7 ± 1.32 years and a BMI equals $27.8 \pm 2.46 \text{ kg/m}^2$ during 2018. Participants were randomly divided into 4 groups: control, Nano-curcumin supplementation (One 80 mg capsule daily), training and training combined with nano-curcumin supplementation (one 80 mg capsule daily). Training groups performed an exercise protocol of HIIT training with maximum heart rate for 6 weeks (three sessions per week). Blood samples were obtained to liver enzymes measurement (ALT, AST and ALP) before and after the intervention period.

Results: Performing six weeks of high intensity interval training along with taking nano-curcumin supplement led to a significant reduction in serum level of AST and ALT compared to control group ($P < 0.05$). In the supplement-training group, a significant decrease was observed in serum levels of ALT and AST compared to pre-test ($P < 0.05$). But no statistically significant changes were observed in ALP serum level.

Conclusion: It seems taking nano-curcumin supplement along with high intensity interval training have a favorable effects on improving some of the liver characteristics of overweight female students.

Keywords: High Intensity Interval Training, Curcumin, Liver, Overweight, Enzymes

*Corresponding Author: Saeed Shakeryan (Ph.D), E-mail: s.shakeryan@scu.ac.ir

Received 5 May 2020

Revised 10 Aug 2020

Accepted 12 Aug 2020

Cite this article as: Fakhri S, Fakhri F, Shakeryan S, Alizaded A. [Effect of Six Weeks of High Intensity Interval Training with Nano-curcumin Supplementation on Serum Levels of Hepatic Enzymes in Overweight Female Students: A Clinical Trial Study]. J Gorgan Univ Med Sci. 2021; 23(3): 16-23. [Article in Persian]





تحقیقی

اثر ۶ هفته تمرین تناوبی شدید همراه با مصرف مکمل نانوکورکومین بر سطوح سرمی آنزیم‌های کبدی دانشجویان دختر دارای اضافه وزن: یک مطالعه کارآزمایی بالینی

سمیه فخری^۱، فاطمه فخری^۱، دکتر سعید شاکریان*^۲، دکتر علی اکبر علی زاده^۳

^۱ کارشناس ارشد علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. ^۲ دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. ^۳ استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: فعالیت بدنی و استفاده از مکمل‌های گیاهی می‌تواند آنزیم‌های کبدی را تحت تاثیر قرار دهد. کورکومین، ماده مؤثر (دی فرلوئیل متان) زردچوبه است که دارای خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدباکتریایی، ضدقارچی، ضدویروسی، ضدالتهابی و ضدتکثیری است و می‌تواند نقش مهمی در جلوگیری از فیبروز کبدی داشته باشد. این مطالعه به منظور تعیین اثر شش هفته تمرین تناوبی شدید (high intensity interval training: HIIT) همراه با مصرف مکمل نانوکورکومین بر سطوح سرمی آنزیم‌های کبدی دانشجویان دختر دارای اضافه وزن انجام شد.

روش بررسی: این کارآزمایی بالینی روی ۴۸ دانشجوی دختر دانشگاه شهید چمران اهواز دارای اضافه‌وزن با میانگین سنی ۲۱/۷±۱/۳۲ سال و BMI ۲۷/۸±۲/۴۶ کیلوگرم بر متر مربع در سال ۱۳۹۷ انجام شد. آزمودنی‌ها به طور تصادفی در چهار گروه ۱۲ نفری کنترل، مکمل نانوکورکومین (روزانه یک کپسول ۱۰ میلی‌گرمی)، تمرین، تمرین توأم با دریافت مکمل نانوکورکومین (روزانه یک کپسول ۱۰ میلی‌گرمی) قرار گرفتند. گروه‌های تمرین هفته‌ای سه جلسه به مدت شش هفته تمرین HIIT را با حداکثر ضربان قلب (سه جلسه در هفته) اجرا نمودند. نمونه‌های خونی برای اندازه‌گیری سطوح سرمی آنزیم‌های کبدی (ALT، AST و ALP) قبل و بعد از دوره مداخله گرفته شد.

یافته‌ها: سطح سرمی ALT و AST در گروه تمرین - مکمل نسبت به گروه کنترل کاهش آماری معنی داری یافت ($P < 0/05$) و این کاهش در مقایسه با پیش آزمون نیز معنی دار بود ($P < 0/05$); اما در سطح ALP تغییرات آماری معنی داری مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد مصرف مکمل نانوکورکومین همراه با اجرای تمرینات تناوبی با شدت بالا، تاثیر مطلوبی در بهبود برخی شاخص‌های کبدی دختران دارای اضافه وزن دارد.

واژه‌های کلیدی: تمرین تناوبی شدید، کورکومین، کبد، اضافه وزن، آنزیم

* نویسنده مسؤل: دکتر سعید شاکریان، پست الکترونیکی s.shakeryan@scu.ac.ir

نشانی: اهواز، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده علوم ورزشی، تلفن: ۰۶۱-۲۳۳۲۶۳۱۶

وصول مقاله ۱۳۹۹/۲/۱۶، اصلاح نهایی ۱۳۹۹/۵/۲۰، پذیرش مقاله ۱۳۹۹/۵/۲۲

مقدمه

Non-alcoholic fatty liver disease) است. شیوع NAFLD به میزان ۲۴/۵ درصد در افراد عادی، ۶۷ درصد در افراد دارای اضافه‌وزن و ۹۴ درصد در افراد چاق گزارش شده است.^۴ آنزیم‌های آسپاراتات آمینو ترانسفراز (AST)، آلکالین فسفاتاز (ALP) و به‌ویژه آلانین آمینو ترانسفراز (ALT) به‌عنوان مهم‌ترین شاخص‌های عملکرد سلامت کبدی به‌شمار می‌روند.^۵ برخی مطالعات نشان داده‌اند که سطوح بالای آنزیم‌های کبدی مثل ALT، AST و ALP با بیماری کبد چرب غیر الکلی مرتبط هستند.^۶ کاهش وزن و تغییر شیوه زندگی همراه با رژیم غذایی و افزایش فعالیت بدنی معمولاً

چاقی و اضافه‌وزن به‌عنوان یک بیماری متابولیک مزمن به یکی از چالش‌های اصلی بهداشت عمومی در سراسر جهان تبدیل شده است^۱ و علی‌رغم هشدارهای جهانی و افزایش آگاهی از عوارض و مضرات آن، شاهد افزایش قابل ملاحظه شیوع چاقی و اضافه‌وزن در جهان هستیم.^۲ مطالعات بسیاری اثرات زیان‌بار مرتبط با چاقی را گزارش کرده‌اند که شامل عوامل خطرزای سندروم متابولیک مانند چاقی احشایی، پرفشار خونی، دیابت نوع ۲، سرطان، مشکلات قلبی عروقی و بیماری کبد چرب غیرالکلی (NAFLD)

به‌عنوان اولین قدم در پیشگیری و درمان NAFLD توصیه می‌شود؛^۷ اما تعداد کمی از افراد از این توصیه‌ها برای انجام فعالیت بدنی پیروی می‌کنند. اغلب کمبود زمان به‌عنوان یکی از مشکلات مشترک افراد برای ورزش نکردن منظم است. امروزه از تمرین تناوبی شدید (high intensity interval training: HIIT) با توجه به تنوع، جذابیت و سازگاری متابولیکی بیشتر، به‌جای تمرینات استقامتی سنتی استفاده می‌شود. بسیاری از محققان پیشنهاد کرده‌اند که تمرینات HIIT با حجم کم و شدت بالا برای کاهش وزن از تمرینات استقامتی سنتی مفیدتر است.^۸ به دلیل این که آثار متابولیکی تمرینات HIIT تا ۴۸ ساعت باقی می‌ماند؛ همچنین چون به‌راحتی و در حداقل زمان در همه سطوح آمادگی مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ برای افراد چاق و دارای شرایط ویژه کاربرد بیشتری دارد.^۹ در مقابل نشان داده شده است که ورزش‌های شدید با نقش مثبتی که در کنار ایجاد سازگاری‌های فیزیولوژیک و کاهش وزن دارند؛ ممکن است با آسیب‌های سلولی نیز همراه باشند.^{۱۰} یکی از بافت‌های درگیر در هنگام فعالیت بدنی کبد بوده که میزان آنزیم‌های آن در خون ممکن است در اثر فعالیت بدنی افزایش پیدا کند.^{۱۱} نانوکورکومین، ماده مؤثر (دی فرولوتیل متان) زردچوبه است که دارای خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدباکتریایی، ضدقارچی، ضدویروسی، ضدالتهابی و ضدتکنیری است و می‌تواند نقش مهمی در جلوگیری از فیروز کبدی داشته باشد. کورکومین جذب گرانولوسیت نوتروفیل و میوفیبروبلاست را مهار می‌کند^{۱۲} و عملکرد کبد را به‌وسیله کاهش تولید سوپر اکساید و سرکوب واسطه‌های پیش‌التهابی و فعال نمودن راه‌های سیگنالینگ ضدالتهابی بهبود می‌بخشد.^{۱۳} علی‌رغم داشتن این خواص عالی، کورکومین با محدودیت‌هایی مواجه است. کورکومین حلالیت‌های اندکی در حلال‌های آبی دارد. همچنین در PH های فیزیولوژیکی به‌سرعت تخریب می‌شود. این موارد باعث شده است که کورکومین فراهم زیستی اندک و فارماکوکینتیک ضعیفی داشته باشد. برای رفع این مشکلات، فرمولاسیون‌های متعددی بر اساس انکپسوله کردن به‌صورت نانو ذرات پلیمری و نانوژل‌ها صورت پذیرفته است. به‌عنوان مثال DiSilvestro و همکاران نشان دادند که در افراد ۶۰-۴۰ سال دوز پایین نانوکورکومین ۸۰ میلی‌گرم در روز فعالیت ALT پلاسما را کاهش می‌دهد.^{۱۴} اگرچه مطالعات زیادی در زمینه اثر فعالیت بدنی و مصرف مکمل بر آنزیم‌های کبدی صورت گرفته است؛ اما به‌نظر می‌رسد مطالعه‌ای در زمینه اثر مصرف مکمل نانو کورکومین به همراه تمرین HIIT بر دختران دارای اضافه وزن انجام نشده است. این مطالعه به منظور تعیین اثر شش هفته تمرین تناوبی شدید همراه با مصرف مکمل نانوکورکومین بر سطوح سرمی آنزیم‌های کبدی دانشجویان دختر دارای اضافه وزن انجام شد.

روش بررسی

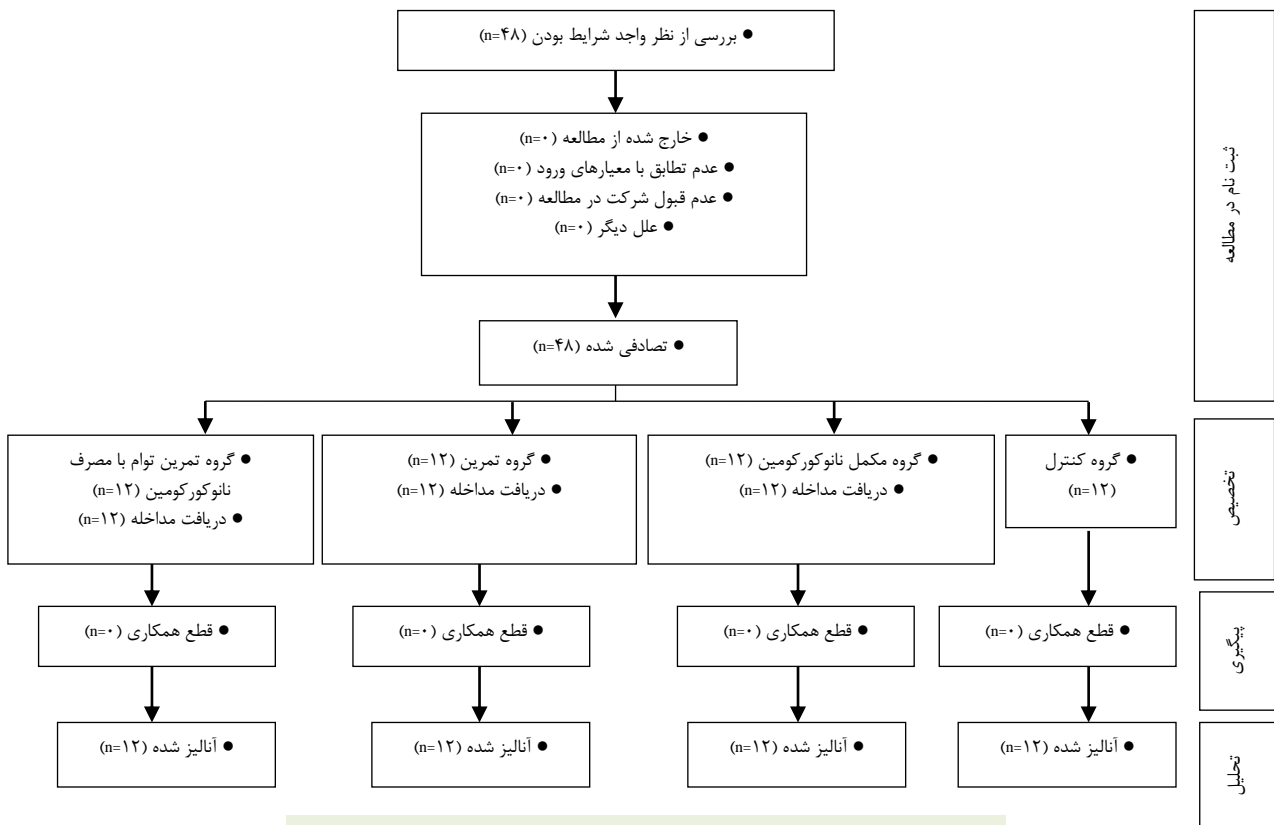
این کارآزمایی بالینی یک سویه کور روی ۴۸ دانشجوی دختر دانشگاه شهید چمران اهواز دارای اضافه‌وزن با میانگین سنی ۲۱/۷±۱/۳۲ سال و BMI ۲۷/۸±۲/۴۶ کیلوگرم بر متر مربع در سال ۱۳۹۷ انجام شد.

مطالعه مورد تایید کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه شهید چمران اهواز (IR.AJUMS.REC.1396.85899) قرار گرفت. همچنین دارای کد ثبت از مرکز ثبت کارآزمایی‌های بالینی ایران (IRCT20180927041150N1) است.

آزمودنی‌ها به‌طور هدفمند انتخاب شدند. معیار ورود به مطالعه شامل دانشجویان دختر سالم دارای اضافه وزن بود. معیارهای عدم ورود به مطالعه شامل مصرف دارو، استعمال دخانیات و شرکت در برنامه‌های منظم تمرینی حداقل به مدت یک سال پیش از شرکت در تحقیق بودند. معیارهای خروج از مطالعه شامل انصراف از شرکت در پروتکل تمرینی، عدم مصرف مکمل یا مصرف بیش از یک‌بار در روز در طول شش هفته مکمل‌یاری، انجام فعالیت ورزشی طی دوره تمرین، ابتلا به بیماری سرماخوردگی یا بیماری‌های التهابی دیگر بود. ابتدا اطلاعات و آگاهی لازم درباره چگونگی انجام پژوهش و مراحل آن به آزمودنی‌ها ارائه شد. سپس از همه آزمودنی‌ها رضایت‌نامه کتبی آگاهانه دریافت شد. شرایط تغذیه‌ای شرکت‌کنندگان در مطالعه با توجه به سکونت در خوابگاه و یادآوری ثبت ۲۴ ساعته غذای مصرفی یکسان‌سازی شد.

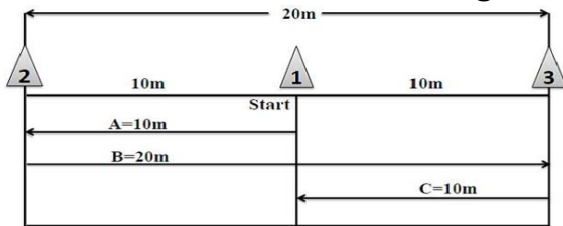
دانشجویان به‌طور تصادفی در چهار گروه ۱۲ نفری شامل گروه کنترل، گروه دریافت‌کننده مکمل نانوکورکومین، گروه تمرین و گروه تمرین توأم با دریافت مکمل نانوکورکومین قرار گرفتند (شکل یک). کورسازی مطالعه بدین صورت بود که فقط محقق از محتویات کپسول‌ها اطلاع داشت.

دو روز قبل از شروع تمرینات ارزیابی‌های اولیه شامل شاخص‌های آنتروپومتریک و ترکیب بدن (قد و وزن و شاخص توده بدنی و دور کمر به باسن) هر آزمودنی در آزمایشگاه مورد سنجش قرار گرفت. قد افراد با قدسنج seca آلمان با دقت ۰/۵ و وزن افراد با ترازو سکا و با دقت ۰/۱ کیلوگرم با حداقل لباس اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری دور کمر، محیط شکم در محدوده ناف و برای اندازه‌گیری دور باسن، پهن‌ترین قسمت باسن با متر نواری اندازه‌گیری شد. سپس با تقسیم اندازه دور کمر به دور باسن اندازه WHR به‌دست آمد. همچنین برای اندازه‌گیری شاخص‌های ترکیب بدن نظیر درصد چربی از دستگاه بادی‌کامپوزیشن (مدل olympia 3/3 شرکت جاوون، کره جنوبی) استفاده شد. آزمودنی‌های گروه مکمل نانوکورکومین و مکمل - تمرین به مدت ۶ هفته هر روز قبل از ناهار یک کپسول ۸۰ میلی‌گرمی



شکل ۱: نمودار کارآزمایی بالینی

داشتند. در مجموع مدت هر جلسه تمرین در جلسه اول از ۱۹-۲۴ دقیقه به ۲۱-۲۶ دقیقه در جلسه آخر رسید. با توجه به فرمول (حداکثر ضربان قلب = سن - ۲۲۰) حداکثر ضربان قلب شرکت کنندگان به دست آمد. برای اندازه‌گیری ضربان قلب از ضربان سنج پولار در طی همه جلسات تمرینی استفاده شد.^{۱۶}



شکل ۲: طرح شماتیک پروتکل تمرینی تناوبی شدید

نمونه‌گیری خونی: آزمودنی‌ها پس از ۱۲ ساعت ناشتایی در محل آزمایشگاه دانشگاه شهید چمران اهواز حضور یافتند و از آنها مقدار ۵ میلی‌لیتر خون برای اندازه‌گیری سطوح سرمی آنزیم‌های کبدی گرفته شد. نمونه خونی اول ۴۸ ساعت قبل از آغاز و نمونه دوم ۴۸ ساعت پس از پایان دوره ۶ هفته‌ای تمرین و مصرف مکمل گرفته شد. پس از خونگیری بلافاصله نمونه‌ها برای جداسازی سرم خون برای تعیین شاخص‌های خونی موردنظر با حفظ زنجیره سرما به آزمایشگاه دانشکده دامپزشکی دانشگاه شهید چمران اهواز منتقل گردید. نمونه‌های خونی با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت

نانوکورکومین (ساخت شرکت اکسیر نانسینا کشور ایران) مصرف کردند.^{۱۵} در حالی که گروه کنترل هیچگونه فعالیت بدنی منظمی نداشت و پلاسیبو (کپسول‌های حاوی نشاسته) مصرف کردند.

پروتکل تمرین: پروتکل تمرینی مورد استفاده برای آزمودنی‌های گروه تمرین و تمرین - مکمل به مدت شش هفته و هر هفته سه جلسه در یک مسافت ۲۰ متری مشخص شده توسط سه مخروط (شکل ۲) که در ساعت ۵-۶ عصر روزهای زوج در دانشگاه شهید چمران اهواز اجرا شد. با شروع پروتکل تمرینی، آزمودنی‌ها با حداکثر سرعت (۸۵ تا ۹۵ درصد حداکثر ضربان قلب) از نقطه شروع (مخروط شماره ۱) به طرف مخروط شماره ۲ دویدند (مسیر A)؛ سپس برگشتند و در جهت مخالف، ۲۰ متر به طرف مخروط شماره ۳ دویدند (مسیر B). در نهایت، مجدداً برگشته و به سمت نقطه شروع (مخروط شماره ۱) با حداکثر سرعت دویدند (مسیر C) تا مسافت ۴۰ متر کامل شود. آزمودنی‌ها این روند را با حداکثر سرعت (۸۵ تا ۹۵ درصد حداکثر ضربان قلب) ادامه دادند تا دوره زمانی ۳۰ ثانیه پروتکل تمرینی به اتمام برسد. پس از ۳۰ ثانیه استراحت، پروتکل تمرین تکرار شد. پیشرفت تمرین با افزایش تعداد تکرارهای ۳۰ ثانیه‌ای از ۴ نوبت در هفته اول و دوم، به ۵ نوبت در هفته سوم و چهارم و ۶ نوبت در هفته پنجم و ششم اعمال شد. از شروع پروتکل تمرینی، در هر جلسه آزمودنی‌ها به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه برنامه گرم کردن و در پایان هر جلسه، به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه برنامه سرد کردن

جدول ۱: مقایسه تغییرات بین گروهی و درون گروهی شاخص‌های آنتروپومتریک در پیش-پس آزمون				
متغیرها	گروه‌ها	میانگین و انحراف استاندارد		
		پس آزمون	پیش آزمون	p-value درون گروهی
سن (سال)	مکمل-تمرین	-	۲۱/۶۶±۱/۱۵	-
	تمرین	-	۲۰/۲۵±۰/۸۵	-
	مکمل	-	۲۲/۶۴±۰/۸۸	-
	کنترل	-	۲۲/۲۳±۲/۴	-
قد (سانتی متر)	مکمل-تمرین	-	۱۶۰/۸۰±۰/۳۷	-
	تمرین	-	۱۵۶/۷۵±۲/۰۱	-
	مکمل	-	۱۶۱/۲۵±۰/۹۴	-
	کنترل	-	۱۵۷/۶±۱/۴۵	-
وزن (کیلوگرم)	مکمل-تمرین	۰/۰۵ *	۷۱/۳۲±۳/۴۴	۷۲/۷۰±۳/۲۲
	تمرین	۰/۳۷	۶۹/۲±۶/۸۹	۷۰/۲۲±۶/۲۲
	مکمل	۰/۱۷	۷۰/۱۲±۳/۱۵	۷۱/۱±۲/۹
	کنترل	۱	۶۷/۹۳±۵	۶۷/۹۳±۴/۵
نمایه توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	مکمل-تمرین	۰/۰۷	۲۷/۵۸±۱/۳۱	۲۸/۰۷±۱/۲۲
	تمرین	۰/۷۴	۲۸/۲۸±۲/۴۷	۲۸/۴۴±۲/۰۵
	مکمل	۰/۱۱	۲۷±۱/۸۲	۲۷/۳۷±۲/۷۲
	کنترل	۰/۹۸	۲۷/۳۲±۳/۷۴	۲۷/۳۳±۳/۸۶
درصد چربی بدن	مکمل-تمرین	۰/۰۱ *	۳۶/۷۲±۰/۹۷	۳۷/۳۲±۰/۹۱
	تمرین	۰/۲۴	۳۳/۸۷±۲/۷۳	۳۴/۷۵±۲/۲۱
	مکمل	۰/۴۷	۳۳/۴۵±۱/۵۵	۳۳/۸۰±۱/۴۸
	کنترل	۰/۸۴	۳۵±۲/۰۵	۳۴/۹۶±۲
نسبت دور کمر به لگن	مکمل-تمرین	۰/۰۱ *	۰/۸۸±۰/۰۱	۰/۸۹±۰/۰۱
	تمرین	۰/۳۱	۰/۸۵±۰/۰۳	۰/۸۷±۰/۰۲
	مکمل	۰/۳۹	۰/۸۵±۰/۰۱	۰/۸۵±۰/۰۱
	کنترل	۱	۰/۸۶±۰/۰۳	۰/۸۶±۰/۰۱

P<۰/۰۵ *

آنزیم‌های کبدی (ALP، AST و ALT) مشاهده نشد. برای بررسی تغییرات بین گروهی نیز از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه استفاده شد. بر اساس این آزمون (جدول ۲) تغییر بین گروهی معنی‌داری در سطوح سرمی ALP مشاهده نشد؛ اما در سطوح سرمی ALT (P<۰/۰۳) و AST (P<۰/۰۲۳) پس از مشاهده تغییرات بین گروهی معنی‌داری از آزمون تعقیبی بانفرونی استفاده گردید (جدول ۳). نتایج حاصل از آزمون تعقیبی بانفرونی نشان داد که شاخص AST و ALT در گروه مکمل - تمرین در مقایسه با گروه کنترل به ترتیب با (P<۰/۰۱۵) و (P<۰/۰۴۱) کاهش آماری معنی‌داری داشتند؛ اما بین سایر گروه‌ها تفاوت آماری معناداری مشاهده نگردید.

بحث

با توجه به نتایج مطالعه حاضر، مصرف مکمل نانوکورکومین به همراه انجام تمرینات تناوبی با شدت بالا، اثر مطلوبی در بهبود برخی شاخص‌های کبدی دختران دارای اضافه وزن داشت. سطح سرمی ALT و AST در گروه تمرین - مکمل نسبت به گروه کنترل کاهش آماری معنی‌داری یافت که در مقایسه با پیش آزمون نیز معنی‌دار بود؛ اما در سطح ALP تغییرات آماری معنی‌داری مشاهده نشد که با نتایج برخی مطالعات^{۱۸،۱۷} همسو و با نتایج برخی مطالعات^{۱۹-۲۱} ناهمسو است. طی پژوهش Galedari و Kaki^{۱۹} کاهش معنی‌دار سطح سرمی ALT پس از تمرینات تناوبی شدید و مقاومتی نشان داده شد. تغییرات سطح آمادگی جسمانی و شاخص‌های آنتروپومتریک عواملی هستند که می‌توانند در کاهش ALT موثر

ده دقیقه سانتی‌فیوژ گردید و پس از جدا کردن سرم در دمای منفی ۷۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. در این تحقیق مقدار سرمی آنزیم‌های کبدی به روش فتومتریک توسط کیت‌های شرکت پارس آزمون اندازه‌گیری شد.

داده‌ها پس از جمع‌آوری توسط نرم‌افزار SPSS-23 پردازش و تحلیل شدند. طبیعی بودن توزیع داده‌ها توسط آزمون شاپیروویلک بررسی شد و برای بررسی تغییرات درون گروهی و بین گروهی به ترتیب از آزمون‌های t وابسته و تحلیل واریانس یک‌راهه استفاده شد و در صورت مشاهده تغییرات بین گروهی از آزمون تعقیبی بانفرونی استفاده شد. سطح معنی‌داری آزمون‌ها کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شدند.

یافته‌ها

نتایج آماری مربوط به تغییرات آنتروپومتریک و ترکیب بدن در پیش-پس آزمون در جدول یک آمده است. براساس نتایج گزارش شده در جدول یک در گروه تمرین - مکمل، وزن بدن (P<۰/۰۵)، درصد چربی بدن (P<۰/۰۱) و دور کمر به باسن (P<۰/۰۱) کاهش آماری معنی‌داری یافت. با این حال در سایر گروه‌ها تغییرات معنی‌داری مشاهده نشد. براساس آزمون t وابسته در گروه مکمل - تمرین، سطوح سرمی ALT (P<۰/۰۰۲) و AST (P<۰/۰۰۴) کاهش آماری معنی‌دار و شاخص ALP کاهش غیرمعنی‌دار آماری نشان دادند (جدول ۲). با این حال در گروه تمرین و گروه مکمل نانوکورکومین تغییرات آماری معنی‌داری در سطوح سرمی

جدول ۲: مقایسه تغییرات بین گروهی و درون گروهی سطوح سرمی آنزیم‌های کبدی در پیش-پس آزمون

آنزیم‌های کبدی	گروه‌ها	میانگین و انحراف استاندارد		p-value درون گروهی	p-value بین گروهی
		پیش آزمون	پس آزمون		
AST (IU/L)	تمرین	۱۷/۲۶±۲/۱۷	۱۵/۹۸±۱/۸۵	۰/۰۷	* ۰/۰۲۳
	تمرین-مکمل	۲۰/۷۸±۳/۲۷	۱۸/۱۲±۲/۹۲	* ۰/۰۰۴	
	مکمل	۱۹/۰۸±۳/۵	۱۷/۶۹±۳	۰/۰۹	
ALT (IU/L)	تمرین	۲۰/۵۷±۲/۳۵	۱۹/۰۵±۱/۸	۰/۰۶	* ۰/۰۳
	تمرین-مکمل	۲۴/۷±۲/۶۵	۲۰/۳۲±۲/۴۸	* ۰/۰۰۲	
	مکمل	۲۱/۵۵±۲/۳۴	۱۸/۳۳±۲	۰/۱۱	
ALP (IU/L)	تمرین	۸۹/۲۴±۱۰/۲۹	۸۸/۵±۱۰/۴۸	۰/۱۴	۰/۴۲
	تمرین-مکمل	۸۱/۲۳±۶/۳۵	۸۰/۵۷±۶/۳	۰/۰۷	
	مکمل	۸۷/۹۴±۶/۵	۸۷/۴۶±۶/۴	۰/۰۷۶	
	کنترل	۹۲/۹۹±۸	۹۲/۹±۷/۸۵	۰/۷۱	

P < ۰/۰۵ *

جدول ۳: نتیجه آزمون تعقیبی بانفرونی برای مقایسه نتایج سطوح AST و ALT سرمی بین چهار گروه

متغیرها	گروه‌ها	p-value
AST	مکمل-تمرین	۰/۴۹
	تمرین	۰/۹۸
	کنترل	۰/۷۳
	مکمل	۰/۶۳
ALT	مکمل-تمرین	* ۰/۰۱۵
	تمرین	۰/۵۷
	کنترل	۰/۳
	مکمل	۱
ALP	مکمل-تمرین	۰/۹۹
	تمرین	۱
	کنترل	* ۰/۰۴۱
	مکمل	۰/۲۵

P < ۰/۰۵ *

نتیجه‌ای از محرک فیزیولوژیکی فعالیت ورزشی باشد. شرط اصلی و لازمه فعال سازی مسیر AMPK هنگام فعالیت ورزشی کاهش و فقدان فعالیت (SCD-1) کبدی است.^{۲۶} در مطالعه‌ای فعالیت SCD-1 در کبد موش‌ها بعد از فعالیت ورزشی به طور چشمگیری کاهش یافت. هنگام فعالیت ورزشی AMPK فعال می‌شود و فعالیت آن بعد از اتمام فعالیت ورزشی در عضله، کبد و بافت چربی باقی می‌ماند.^{۲۵} در کبد فعال شدن AMPK باعث مهار سنتز لیپیدها می‌شود که این عمل را از طریق غیرفعال کردن آنزیم استیل کوا کربوکسیلاز، فعال کردن آنزیم مالونیل کوا دکربوکسیلاز و مهار بیان ژن آنزیم‌های لیپوژنیک، استیل کوا کربوکسیلاز و اسیدچرب سنتتاز^{۲۶} انجام می‌دهد و اساساً از طریق کاهش در میزان مالونیل کوا که یک مهارکننده آلوستریک (CPT-1) آنزیمی که انتقال زنجیره‌های بلند اسید چرب سینتوزولیک را در میتوکندری کنترل می‌کند؛ اکسیداسیون لیپیدها را در کبد تحریک می‌کند.^{۲۶،۲۴}

فعالیت آنزیم‌های کبدی تحت تأثیر مدت، شدت، نوع و شیوه تمرین ورزشی تغییر می‌کند.^{۲۷} سطوح این آنزیم‌ها پس از انجام تمرینات شدید ۷۵ درصد و ۹۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی در

واقع شوند. چنانچه در تحقیق Galedari و Kaki کاهش معنی‌دار BMI و محیط شکم و افزایش آمادگی قلبی تنفسی و عضلانی گزارش شد.^{۱۹} درحالی‌که در گروه تمرین تحقیق حاضر تغییراتی در این شاخص‌ها مشاهده نشد که می‌تواند از جمله دلایل ناهمخوانی نتایج باشد. در مطالعه Fealy و همکاران^{۲۱} و مطالعه بارانی و همکاران^{۲۲} نیز کاهش معنی‌دار برخی از شاخص‌های آنزیم کبدی مشاهده شد که با نتایج پژوهش حاضر ناهمسو است. با بررسی کلی پژوهش‌ها، ناهمخوانی در نتایج ممکن است ناشی از ویژگی‌های فردی مثل تفاوت سنی، شرایط آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها، وجود سطوح پایه بالاتر و یا طبیعی آنزیم‌های ALT، AST و ALP و همچنین نوع فعالیت ورزشی به کار گرفته شده باشد که اثرات متفاوتی را بر سیستم‌های ترشحی و متابولسمی می‌تواند اعمال کند.^{۲۳}

فعالیت ورزشی می‌تواند اکسیداسیون لیپیدها را تحریک و سنتز لیپیدها را در درون کبد مهار کند که این اعمال به واسطه فعال سازی مسیر AMPK انجام می‌شود.^{۲۵،۲۴} این آنزیم با افزایش نسبت AMP به ATP در بافت‌ها تحریک و فعال می‌شود که این افزایش می‌تواند

تمرین، طول دوره تمرینی و تفاوت در آزمودنی‌ها ذکر کرد. در تحقیق حاضر اجرای تمرینات تناوبی شدید منجر به بهبود آنزیم‌های کبدی شد هرچند تغییرات معنی‌دار نبود. با این حال به نظر می‌رسد این تمرینات می‌تواند در دوره طولانی‌تر، اثرات مطلوب‌تری بر آنزیم‌های کبدی اعمال کند. چنانچه نشان داده شد اجرای تمرینات تناوبی شدید همراه با مصرف مکمل نانوکورکومین می‌تواند در طول دوره تمرینی کوتاه‌تر اثرات مضاعفی بر آنزیم‌های کبدی و بهبود عملکرد کبد داشته باشد.

پژوهش حاضر دارای نقاط قوت و محدودیت‌هایی بوده که از جمله نقاط قوت آن می‌توان استفاده از مکمل نانوکورکومین را ذکر کرد. به دلیل این که فراهم زیستی و در نتیجه سرعت جذب بالایی نسبت به کورکومین دارد. از جمله محدودیت‌ها نیز تعداد اندک نمونه و نوع آزمودنی‌ها (افراد سالم) بود. از این رو اجرای تحقیقات بیشتر بر روی افرادی دچار کبد چرب غیرالکلی و حجم نمونه بیشتر پیشنهاد می‌گردد.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان‌دهنده کاهش معنی‌داری در سطوح سرمی برخی آنزیم‌های کبدی (مانند ALT و AST) به جز ALP در گروه تمرین-مکمل نسبت به گروه کنترل بود. درحالی‌که پس از شش هفته تمرین به تنهایی یا مصرف مکمل بدون فعالیت هیچ تغییر معنی‌دار درون‌گروهی و بین‌گروهی مشاهده نشد. بنابراین شاید بتوان چنین نتیجه گرفت که مصرف مکمل نانوکورکومین در هنگام پرداختن به تمرینات تناوبی با شدت بالا اثر یکدیگر را تقویت کرده و تاثیرات مطلوبی بر سطوح سرمی آنزیم‌های کبدی دختران دارای اضافه وزن اعمال می‌کند.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی (شماره ۸۹۳) مصوب دانشکده تربیت بدنی دانشگاه شهید چمران اهواز بود. نویسندگان اعلام می‌دارند؛ هیچگونه تعارض منافی ندارند. بدین وسیله از همه افرادی که در اجرای این مطالعه همکاری داشتند؛ سپاسگزاری می‌کنیم

References

- Bhupathiraju SN, Hu FB. Epidemiology of Obesity and Diabetes and Their Cardiovascular Complications. *Circ Res*. 2016 May; 118(11): 1723-35. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.115.306825
- Bastien M, Poirier P, Lemieux I, Després JP. Overview of epidemiology and contribution of obesity to cardiovascular disease. *Prog Cardiovasc Dis*. 2014 Jan-Feb; 56(4): 369-81. DOI: 10.1016/j.pcad.2013.10.016
- Sinha A, Kling S. A review of adolescent obesity: prevalence, etiology, and treatment. *Obes Surg*. 2009 Jan; 19(1): 113-20. DOI: 10.1007/s11695-008-9650-4
- St George A, Bauman A, Johnston A, Farrell G, Chey T, George J. Independent effects of physical activity in patients with nonalcoholic fatty liver disease. *Hepatology*. 2009 Jul; 50(1): 68-

اثر التهاب سلول‌های کبدی و التهاب بافتی افزایش می‌یابد.^{۲۸} بنابراین در تحقیق حاضر برای جلوگیری از آسیب و التهاب بافتی از مکمل نانوکورکومین استفاده شد. تحقیقات نشان داده‌اند کورکومین توسط کاهش مارکرهای التهابی، سنتز/تجمع لیپید و مقادیر تن سنجی^{۲۹} و استرس اکسیداتیو^{۳۰} فعال‌سازی PPAR5 و اثرات آن بر گلیکولیز منجر به بهبود آنزیم‌های کبدی و کبد چرب می‌شود.^{۳۱} از دیگر نتایج تحقیق حاضر این بود که میانگین آنزیم‌های کبدی (ALT، AST و ALP) در گروه مکمل کورکومین کاهش یافت هرچند که این تغییرات معنی‌دار نبود که با نتایج پژوهش مرادی و همکاران^{۳۲} همسو است؛ اما برخی تحقیقات صورت گرفته از اثرات سودمند کورکومین بر عملکرد کبد حمایت کرده‌اند. به‌عنوان مثال در حیواناتی که سطوح بالای ALT در آنها مشاهده شده بود؛ مصرف کورکومین باعث کنترل ALT در آنها شد.^{۳۳} از دلایل ناهمسویی با تحقیق حاضر می‌توان به نرمال بودن سطوح آنزیم‌های کبدی در تحقیق حاضر و بالا بودن ALT در تحقیق ذکر شده؛ اشاره کرد. شاید بتوان با تغییر طول دوره مصرف و دوز استفاده شده از اثرات سودمند بیشتر کورکومین بهره‌مند شد. با این حال نتایج پژوهش حاضر نشان داد مصرف مکمل کورکومین همراه با تمرینات تناوبی شدید منجر به کاهش معنی‌دار سطوح سرمی آنزیم‌های ALT و AST و کاهش غیرمعنی‌دار ALP می‌شود که با نتایج پژوهش نظرعلی و همکاران همخوان است که تاثیر شش هفته تمرین هوازی را به همراه کورکوما لانگا را بر سطوح AST زنان غیرفعال مورد بررسی قرار دادند.^{۳۴} همچنین امیرخانی و همکاران نیز تاثیر ۸ هفته تمرین مقاومتی و مکمل نانوکورکومین را بر آنزیم‌های کبدی زنان دارای اضافه‌وزن مورد بررسی قرار دادند. نتایج کاهش معنی‌دار سطوح سرمی AST و ALT و عدم تغییر ALP را نشان داد.^{۱۵} با این حال مرادی و همکاران نشان دادند اجرای ۱۲ هفته تمرین مقاومتی و مکمل دهی نانوکورکومین منجر به کاهش معنی‌دار ALT و AST در گروه تمرین و گروه مکمل-تمرین نسبت به سایر گروه‌ها می‌شود^{۳۲} که نتایج حاصل از پژوهش حاضر با گروه مکمل-تمرین همسو و با گروه تمرین ناهمسو بود. از جمله دلایل ناهمسویی را می‌توان نوع

76. DOI: 10.1002/hep.22940

- Asgary S, Kazemi S, Moshtaghan SJ, Rafieian M, Bahrami M, Adelnia A. [The protective effect of Cucurbita pepo L. on liver damage in alloxan- induced diabetic rats]. *J Shahrekord Univ Med Sci*. 2010; 11(4): 59-65. [Article in Persian]
- Lawlor DA, Sattar N, Smith GD, Ebrahim S. The associations of physical activity and adiposity with alanine aminotransferase and gamma-glutamyltransferase. *Am J Epidemiol*. 2005 Jun; 161(11): 1081-88. DOI: 10.1093/aje/kwi125
- Yamatani K, Marubashi S, Wakasugi K, Saito K, Sato N, Takahashi K, Sasaki H. Catecholamine-induced cAMP response in streptozotocin-induced diabetic rat liver. *Tohoku J Exp Med*. 1994 Jul; 173(3): 311-20. DOI: 10.1620/tjem.173.311

8. Emami A, Homaei H M, Azarbayjani M A. Effects of High Intensity Interval Training and Curcumin Supplement on Glutathione Peroxidase (GPX) Activity and Malondialdehyde (MDA) Concentration of the Liver in STZ Induced Diabetic Rats. *Iran J Diabetes Obes.* 2016; 8(3): 129-34.
9. Herodek K, Simonović C, Pavlović V, Stanković R. High intensity interval training. *Activities in Physical Education and Sport.* 2014; 4(2): 205-207.
10. Vahdatpoor H, Shakeryan S. [Liver enzyme changes following the consumption of ginger and eccentric exercise in overweight girls]. *Feyz.* 2018; 22(2): 162-68. [Article in Persian]
11. Cavas L, Tarhan L. Effects of vitamin-mineral supplementation on cardiac marker and radical scavenging enzymes, and MDA levels in young swimmers. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2004 Apr; 14(2): 133-46. DOI: 10.1123/ijnsnem.14.2.133
12. Nasri H, Abedi-Gheshlaghi Z, Rafieian-Kopaei M. Curcumin and kidney protection; current findings and new concepts. *Acta Persica Pathophysiol.* 2016; 1(1): e01.
13. Nasri H, Sahinfard N, Rafieian M, Rafieian S, Shirzad M, Rafieian-Kopaei M. Turmeric: A spice with multifunctional medicinal properties. *J HerbMed Pharmacol.* 2014; 3(1): 5-8.
14. DiSilvestro RA, Joseph E, Zhao S, Bomser J. Diverse effects of a low dose supplement of lipidated curcumin in healthy middle aged people. *Nutr J.* 2012; 11: 79. DOI: 10.1186/1475-2891-11-79
15. Amirkhani Z, Azarbayjani M A, Homaei H M, Peeri M. Effect of Combining Resistance Training and Curcumin Supplementation on liver Enzyme in Inactive Obese and Overweight Females. *Iran J Diabetes Obes.* 2016; 8(3): 107-14.
16. Buchan DS, Ollis S, Young JD, Thomas NE, Cooper SM, Tong TK, et al. The effects of time and intensity of exercise on novel and established markers of CVD in adolescent youth. *Am J Hum Biol.* 2011 Jul-Aug; 23(4): 517-26. DOI: 10.1002/ajhb.21166
17. Damor K, Mittal K, Bhalla AS, Sood R, Pandey RM, Guleria R, et al. Effect of Progressive Resistance Exercise Training on Hepatic Fat in Asian Indians with Non-Alcoholic Fatty Liver Disease. *J Adv Med Med Res.* 2013; 4(1): 114-24. DOI: 10.9734/BJMMR/2014/4845
18. Bacchi E, Negri C, Targher G, Faccioli N, Lanza M, Zoppini G, Zanolin E, et al. Both resistance training and aerobic training reduce hepatic fat content in type 2 diabetic subjects with nonalcoholic fatty liver disease (the RAED2 Randomized Trial). *Hepatology.* 2013 Oct; 58(4): 1287-95. DOI: 10.1002/hep.26393
19. Galedari M, Kaki A. [The Effect of 12 Weeks High Intensity Interval Training and Resistance Training on Liver Fat, Liver Enzymes and Insulin Resistance in Men with Nonalcoholic Fatty Liver]. *Jundishapur Sci Med J.* 2017; 16(5): 493-503. DOI: 10.22118/jsmj.2017.53990 [Article in Persian]
20. Shamsoddini A, Sobhani V, Ghamar Chehreh ME, Alavian SM, Zaree A. Effect of Aerobic and Resistance Exercise Training on Liver Enzymes and Hepatic Fat in Iranian Men With Nonalcoholic Fatty Liver Disease. *Hepat Mon.* 2015 Oct; 15(10): e31434. DOI: 10.5812/hepatmon.31434
21. Fealy CE, Haus JM, Solomon TPJ, Pagadala M, Flask CA, McCullough AJ, Kirwan JP. Short-term exercise reduces markers of hepatocyte apoptosis in nonalcoholic fatty liver disease. *J Appl Physiol (1985).* 2012 Jul; 113(1): 1-6. DOI: 10.1152/jappphysiol.00127.2012
22. Barani F, Afzalpour M E, Ilbigei S, Kazemi T, Mohammadi Fard M. [The effect of resistance and combined exercise on serum levels of liver enzymes and fitness indicators in women with nonalcoholic fatty liver disease]. *J Birjand Univ Med Sci.* 2014; 21(2): 188-202. [Article in Persian]
23. Hallsworth K, Fattakhova G, Hollingsworth KG, Thoma C, Moore S, Taylor R, et al. Resistance exercise reduces liver fat and its mediators in non-alcoholic fatty liver disease independent of weight loss. *Gut.* 2011 Sep; 60(9): 1278-83. DOI: 10.1136/gut.2011.242073
24. Fathei M, Khairabadi S, Ramezani F, Hejazi K. [The effects of eight weeks aerobic training, green tea supplementation and compound of them on serum liver enzymes and apolipoproteins in inactive overweight women]. *Med J Mashhad Univ Med Sci.* 2016; 52(2): 114-23. DOI: 10.22038/mjms.2016.7339 [Article in Persian]
25. Perseghin G, Lattuada G, De Cobelli F, Ragona F, Ntali G, Esposito A, et al. Habitual physical activity is associated with intrahepatic fat content in humans. *Diabetes Care.* 2007 Mar; 30(3): 683-88. DOI: 10.2337/dc06-2032
26. Lavoie JM, Gauthier MS. Regulation of fat metabolism in the liver: link to non-alcoholic hepatic steatosis and impact of physical exercise. *Cell Mol Life Sci.* 2006 Jun; 63(12): 1393-409. DOI: 10.1007/s00018-006-6600-y
27. Mikami T, Sumida S, Ishibashi Y, Ohta S. Endurance exercise training inhibits activity of plasma GOT and liver caspase-3 of mice [correction of rats] exposed to stress by induction of heat shock protein 70. *J Appl Physiol (1985).* 2004 May; 96(5): 1776-81. DOI: 10.1152/jappphysiol.00795.2002
28. Praphatsorn P, Thong-Ngam D, Kulaputana O, Klaikeaw N. Effects of intense exercise on biochemical and histological changes in rat liver and pancreas. *Asian Biomedicine.* 2010; 4(4): 619-25. DOI: 10.2478/abm-2010-0078
29. Panahi Y, Kianpour P, Mohtashami R, Jafari R, Simental-Mendía LE, Sahebkar A. Efficacy and Safety of Phytosomal Curcumin in Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: A Randomized Controlled Trial. *Drug Res (Stuttg).* 2017 Apr; 67(4): 244-51. DOI: 10.1055/s-0043-100019
30. Afrin R, Arumugam S, Rahman A, Ibne Wahed MI, Karuppagounder V, Harima M. Curcumin ameliorates liver damage and progression of NASH in NASH-HCC mouse model possibly by modulating HMGB1-NF-κB translocation. *Int Immunopharmacol.* 2017 Mar; 44: 174-82. DOI: 10.1016/j.intimp.2017.01.016
31. Guo C, Ma J, Zhong Q, Zhao M, Hu T, Chen T, et al. Curcumin improves alcoholic fatty liver by inhibiting fatty acid biosynthesis. *Toxicol Appl Pharmacol.* 2017 Aug; 328: 1-9. DOI: 10.1016/j.taap.2017.05.001
32. Moradi Kelardeh B, Keshavarz S, Karimi M. Effects of Nonlinear Resistance Training with Curcumin Supplement on Liver Enzymes in Men with Non- Alcoholic Fatty Liver Disease. *Rep Health Care.* 2017; 3(1): 1-9.
33. Prestes J, Shiguemoto G, Botero JP, Frollini A, Dias R, Leite R, et al. Effects of resistance training on resistin, leptin, cytokines, and muscle force in elderly post-menopausal women. *J Sports Sci.* 2009 Dec; 27(14): 1607-15. DOI: 10.1080/02640410903352923
34. Nazarali P, Shadkam T, Shemshaki A. Effect of exercise training with curcuma longa supplementation on liver enzymes (AST-ALT) and CRP inflammatory marker in inactive women. *Intl J Sport Std.* 2015; 5(6): 726-32.