

Received: 2021/10/17

Accepted: 2022/7/26

How to cite:

Sherizade H, Rahimi M, Banitalebi E.

The effect of TRX suspension resistance training on liver enzymes in obese women. *EBNESINA* 2022;24(4):31-42.

DOI: 10.22034/24.4.31

## Original Article

# The effect of TRX suspension resistance training on liver enzymes in obese women

Hasti Sherizade<sup>1</sup>, Mostafa Rahimi<sup>2✉</sup>, Ebrahim Banitalebi<sup>3</sup>

## Abstract

**Background and aims:** Due to the high prevalence of obesity and fatty liver disease caused by obesity, it is necessary to find an effective and useful solution. Therefore, the aim of this study was to examine the effect of 12 weeks of TRX training on fatty liver enzymes in obese and overweight female.

**Methods:** Totally, 30 overweight and obese female (BMI=33.24±4.7) who had no history of exercise or certain diseases were selected as a purposive sampling. Then, they were randomly divided into two groups of TRX training (n=15) and control (n=15). The training protocol included resistance training in the form of TRX suspension training, which was performed three days a week on non-consecutive days for 12 weeks, and each session lasted 60 minutes. Body weight, height and levels of liver function tests (LFTs) along with hepatic steatosis index (HSI) were measured 48 hours before and after the training period.

**Results:** It was found that body weight (p=0.001) and BMI (p=0.001) in the exercise group decreased significantly compared to the control group. However, there was no statistically significant difference between the two groups in the serum levels of LFTs as well as HSI.

**Conclusion:** It seems that although TRX resistance training for 12 weeks has a beneficial effect on improving body weight and BMI, this training intervention has no effect on LFTs and HSI in overweight and obese women.

**Keywords:** Weight-Bearing Exercise Programs, Liver Function Tests, Obesity

EBNESINA - IRIAF Health Administration

(Vol. 24, No. 4, Serial 81 Winter 2023)

1. MSc student of exercise physiology, Department of Sport Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

2. Assistant professor, Department of Sport Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

3. Associate professor, Department of Sport Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

✉ Corresponding Author:

Mostafa Rahimi

Address: Department of Sport Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

Tel: +98 (38) 32324401-7

E-mail: mostafa.rahimi20@gmail.com



Copyright© 2023. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms. Downloaded from: <http://www.ebnesina.ajaums.ac.ir>

### تأثیر تمرین مقاومتی معلق TRX بر آنزیم‌های کبدی زنان چاق

هستی شری زاده<sup>۱</sup>، مصطفی رحیمی<sup>۲</sup>✉، ابراهیم بنی طالبی<sup>۳</sup>

#### چکیده

**زمینه و اهداف:** با توجه به شیوع بالای چاقی و بیماری کبد چرب ناشی از چاقی، یافتن راهکار مؤثر و مفید امری ضروری است. لذا هدف این مطالعه بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی معلق TRX بر آنزیم‌های کبد چرب در زنان چاق و دارای اضافه وزن بود.

**روش بررسی:** ۳۰ نفر از زنان دارای اضافه وزن و چاق ( $BMI = 33/24 \pm 4/7$ ) که سابقه تمرین و بیماری خاص نداشتند، به صورت نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. سپس این افراد به طور تصادفی در دو گروه تمرین TRX (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) قرار گرفتند. پروتکل تمرین شامل تمرین مقاومتی به شکل تمرینات معلق TRX بود که ۳ روز در هفته در روزهای غیرمتوالی به مدت ۱۲ هفته و هر جلسه ۶۰ دقیقه انجام شد. متغیرهای وزن بدن، قد و سطوح آنزیم‌های کبدی به همراه شاخص استئاتوزیس کبدی ۴۸ ساعت قبل و بعد از دوره تمرینی در همه آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد.

**یافته‌ها:** وزن بدن ( $p=0/001$ ) و BMI ( $p=0/001$ ) در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل به طور معنی‌داری کاهش یافته است. اما تفاوت آماری معنی‌داری بین دو گروه در سطوح سرمی آنزیم‌های کبدی و شاخص استئاتوزیس کبدی مشاهده نشد.

**نتیجه‌گیری:** به نظر می‌رسد اگرچه تمرینات مقاومتی TRX به مدت ۱۲ هفته تأثیر مفیدی بر بهبود وزن بدن و شاخص توده بدن دارد، اما این مداخله تمرینی تأثیری بر سطوح آنزیم‌های کبدی و شاخص استئاتوزیس کبدی زنان چاق ندارد.

**کلمات کلیدی:** برنامه‌های ورزشی تحمل وزن، آزمایش عملکرد کبدی، چاق

(سال بیست و چهارم، شماره چهارم، زمستان ۱۴۰۱، مسلسل ۸۱)

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۵/۴

فصلنامه علمی پژوهشی ابن سینا / اداره بهداشت، امداد و درمان نهجا

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۷/۲۵

۱. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۲. استادیار، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۳. دانشیار، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

✉ نویسنده مسئول: مصطفی رحیمی

آدرس: گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران  
تلفن: ۰۷-۳۳۳۳۴۴۰۱ (۳۸) +۹۸  
ایمیل: mostafa.rahimi20@gmail.com

## مقدمه

بیماری کبد چرب، بیماری سلول‌های کبد است که اخیراً به علت افزایش میزان چاقی در جامعه ما افزایش یافته است [۱،۲]. اپیدمی چاقی با افزایش شیوع و شدت بیماری کبد چرب غیرالکلی (NAFLD) ارتباط نزدیکی دارد. چاقی نه تنها با استئاتوز ساده<sup>۱</sup> بلکه با بیماری‌های پیشرفته، یعنی استئوهپاتیت غیرالکلی (NASH)<sup>۲</sup>، سیروز و سرطان هپاتوسلولار (HCC)<sup>۳</sup> ارتباط دارد [۳]. نشانه‌های بیماری NAFLD که به عنوان عوامل خطر از آنها یاد می‌شود عبارتند از دیابت، سندروم متابولیک و چاقی که با افزایش سطوح بالای آنزیم‌های آلانین آمینوترانسفراز (ALT) و آسپاراتات ترانسفراز (AST) نمایان می‌شوند [۴]. مطالعات نشان داده‌اند که نسبت ALT به AST، شاخص توده بدنی بالا (BMI) و دیابت از عوامل خطر مستقل بیماری NAFLD هستند [۵]. یک فراتحلیل اخیر (۲۰۱۸) شامل ۸۱ هزار بیمار نشان داده است که بیماری NAFLD به طور قابل توجهی خطر ابتلا به بیماری مولتیپل اسکلروزیس<sup>۴</sup> را در طی یک دوره پیگیری ۵ ساله، با افزایش نسبی ۱/۸۰ آنزیم ALT و افزایش ۱/۹۸ آنزیم گاما گلوتامیل ترانسفراز (GGT)<sup>۵</sup>، افزایش می‌دهد [۶]. فعالیت ALT نه تنها برای تشخیص بیماری کبد، بلکه برای نظارت بر سلامت کلی نیز اندازه‌گیری می‌شود [۷]. این پارامترهای خونی معمولاً با برخی از پارامترهای بافت شناسی مانند التهاب و استئاتوز مرتبط هستند [۸]. علاوه بر این، تصور شده است GGT می‌تواند نشانه‌ای برای ذخیره چربی کبدی و احشایی و در واقع نشانه مقاومت به انسولین کبدی باشد [۹].

امروزه به منظور درمان بیماری‌های غیر واگیردار مثل دیابت، بیماری‌های قلبی-عروقی، کبد چرب و... راهکارهای مختلفی از جمله رژیم‌های غذایی، کاهش وزن، دارو درمانی و...

استفاده می‌شود. با این حال ورزش منظم را می‌توان به عنوان یک راهبرد مؤثر در پیشگیری و درمان NAFLD در نظر گرفت [۱۰]. مطالعات مقطعی با نشان دادن ارتباط معکوس بین NAFLD و فعالیت بدنی [۱۱] یا سطح تناسب اندام [۱۲، ۱۳]، تأثیر مثبت مستقیم ورزش در پژوهش‌های مرتبط با سلامت کبد را تأیید می‌کنند. مطالعات نشان داده‌اند که هر دو نوع ورزش هوازی [۱۴] و مقاومتی [۱۵] استئاتوز کبدی را در بیماری NAFLD کاهش می‌دهد. همچنین نتایج نشان داده است که تمرین مقاومتی و هوازی به یک اندازه در کاهش محتوای چربی کبدی و سطح آنزیم کبدی در بیماران مبتلا به NAFLD مؤثر هستند [۱۶]. پژوهش‌های مرتبط با موضوع ورزش مقاومتی نشان می‌دهد که این تمرینات موجب کاهش نسبی چربی کبد [۱۷] و بهبود محتوای چربی کبدی همراه با تغییرات مطلوب در ترکیب بدن و فریتین [۱۸] می‌شود. همچنین تمرینات مقاومتی بر سطح مالون‌دی‌آلدئید، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام، آنزیم‌های کبدی و نیمرخ لیپیدی زنان دارای اضافه وزن و چاق اثر گذار بوده است، به طوری که منجر به حساسیت بیشتر به انسولین، کاهش اسیدهای چرب در کبد، کاهش در مکانیسم‌های التهابی و بهبود سطح آنزیم‌های ALT و AST می‌گردد [۱۹]. کاهش این آنزیم‌ها در اثر تمرین ورزشی را می‌توان به افزایش حساسیت به انسولین بافتی و کبدی، افزایش اکسیداسیون کبدی، کاهش فعالیت و مهار آنزیم‌های لیپوژنیک و نیز در نتیجه کاهش چربی کبدی نسبت داد [۱۹]. در پژوهش دیگری نیز مشخص شده است که انجام تمرین مقاومتی به مدت ۸ هفته اثرات قابل توجهی بر ترکیب بدن و آنزیم‌های کبدی مردان دارد [۲۰]. در مقابل، در مطالعه‌ای دیگر گزارش شده است که به دنبال یک دوره تمرین مقاومتی در زنان دیابتی، اگرچه توده چربی بدن و وزن بدن کاهش می‌یابد، اما شاخص‌های التهاب کبدی تغییر معنی‌داری نکرده‌اند [۲۱]. همچنین گزارش شده است که انجام ۸ هفته تمرین مقاومتی و تمرینات ترکیبی مقاومتی و هوازی در زنان مبتلا به NAFLD تأثیر معنی‌داری بر میزان ALT و AST

1. Non-alcoholic fatty liver disease
2. Simple Steatosis
3. Non-Alcoholic Steatohepatitis
4. Hepatocellular Carcinoma
5. Multiple Sclerosis
6. Gamma glutamyl transferase

مجموع، مطالعات انجام شده در زمینه تمرینات معلق TRX بسیار محدود است. از آنجایی که گرایش به این نوع تمرینات به ویژه در خانمها بسیار زیاد شده است و این نوع تمرینات یک تمرین قدرتی-هوازی نیز محسوب می شود، اثربخشی این تمرینات برای افرادی که برای سلامتی ورزش می کنند، همچنان ناشناخته است. لذا هدف این مطالعه بررسی اثربخشی تمرینات قدرتی TRX بر آنزیمها و شاخص کبد چرب در زنان چاق بود.

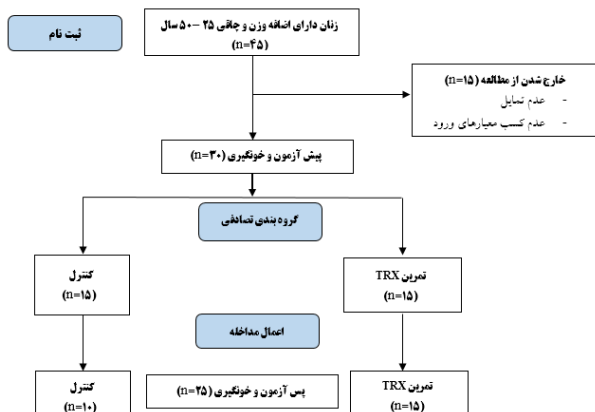
### روش بررسی

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی و کاربردی و با طرح پیش آزمون و پس آزمون بود. جامعه آماری این پژوهش زنان دارای اضافه وزن و چاق بدون سابقه تمرین با دامنه سنی ۵۰-۲۵ سال بودند. نمونه آماری تحقیق شامل ۴۵ نفر از زنان چاق و بدون تمرین بودند که طبق بررسی های انجام شده ۳۰ نفر از افرادی که سابقه تمرینی و بیماری خاص نداشتند، به صورت نمونه گیری هدفمند انتخاب شدند. سپس این افراد به طور تصادفی ساده در دو گروه تمرین و کنترل قرار گرفتند (شکل ۱).

آزمودنی ها با توجه به BMI ارزیابی شدند و افرادی که در دامنه اضافه وزن و چاق (بالای ۲۵ کیلوگرم بر متر مربع) قرار داشتند انتخاب شدند. سپس آزمودنی ها پرسشنامه های فردی و وضعیت سلامتی را تکمیل نمودند. همه آزمودنی ها در هنگام شروع تحقیق از سلامت جسمانی برخوردار بودند و سابقه

ندارد [۲۲]. اما در مجموع به نظر می رسد تمرینات مقاومتی می تواند با صرف انرژی کمتر [۱۵]، کاهش وزن بدن [۱۶] و بهبود نیمرخ لیپیدی [۱۹] بر محتوای چربی کبدی اثر گذار باشد.

تمرین مقاومتی معلق (TRX) <sup>۱</sup>، شکل جدیدی از تمرین مقاومتی است که پتانسیل بهبود تمام اجزای آمادگی جسمانی را دارد [۲۳]. بر خلاف تمرین های مقاومتی سنتی که استرس و فشار تمرینی به یک گروه عضله وارد می شود، تمرین TRX بیشتر از حرکات چند مفصله استفاده می کنند و تعداد زیادی از گروه های عضلانی را به طور همزمان فعال می کنند [۲۴]. در حال حاضر، سیستم تمرینی معلق و به ویژه شیوه تمرینی TRX به دلیل اشغال فضای کم، سهولت حمل و قابلیت اجرای انواع مختلفی از تمرینات در هر زمان و هر مکان، به سیستم های تمرینی محبوبی تبدیل شده است که استفاده از آنها در دوره های تمرینی ورزش های مختلف و دوره های توانبخشی به ویژه در جهت بهبود ثبات مرکزی، در حال افزایش است [۲۵]. گزارش شده است که ۸ هفته تمرین TRX باعث بهبود آمادگی عضلانی و اصلاح عوامل عمده بیماری های قلبی عروقی و متابولیکی مانند کاهش فشارخون، چربی بدن و محیط دور کمر می شود [۲۶]. اسمیت <sup>۲</sup> و همکاران در مطالعه ای با موضوع مزایای بلند مدت و کوتاه مدت تمرینات معلق TRX در بزرگسالان سالم چنین گزارش کردند که تمرینات معلق می تواند جایگزین مناسبی برای تمرینات مقاومتی سنتی باشد و باعث بهبود شاخص های دور کمر، فشار خون، چربی بدن و شاخص HDL می شود و به علاوه، این نوع تمرینات در مدت ۸ هفته تأثیر معنی داری بر قدرت حداکثر عضلات پا و سینه داشته است [۲۶]. با این حال، در مطالعه دیگر مشخص شده است که این تمرینات به مدت ۸ هفته علی رغم بهبود BMI و HDL، تأثیری بر درصد چربی بدن، تری گلیسرید و LDL زنان دارای اضافه وزن ندارد [۲۷]. در



شکل ۱- فلوجارت روند اجرای مطالعه بر اساس کانسورت

1. Total Resistance Exercise
2. Smith

پروتکل ۴ هفته‌ای با استناد به مقالات مشابه استفاده شده در مطالعات و مطابق با جداول زیر اجرا شد [۲۸-۳۰]. جدول ۱ پروتکل ۶ هفته اول تمرینات را نشان می‌دهد. پس از ۱۰ دقیقه گرم کردن عمومی بدن با بندهای TRX در ابتدای تمرینات، ۹ حرکت تخصصی که به ترتیب عضلات بالاتنه، میان تنه و پایین تنه را درگیر می‌کند و شدت در دو هفته اول، به علت سرعت پایین اجرای حرکات (عدم آشنایی کامل با تمرینات) کمتر و با ۸ تکرار و در هفته‌های سوم تا ششم با رعایت کردن اصل اضافه بار، میزان شدت با افزایش تعداد تکرارها و نیز تغییر زاویه فرد نسبت به زمین و ارتفاع باند اجرا شد. ارتفاع بندها از زمین (۵ سانتی‌متر) در هفته ۶-۵ افزوده شد.

جدول ۲ پروتکل ۶ هفته دوم تمرینات را نشان می‌دهد. برای رعایت اصل اضافه بار و اصل تنوع، تکرار و نوع بعضی حرکات تغییر داده شد. همچنین اعمال مجدد اضافه بار در هفته ۷-۸، به این صورت که تعداد تکرارها و شیب به اندازه

جدول ۲. برنامه تمرین TRX (۶ هفته دوم)

دوره	هفته ۸-۷		هفته ۱۰-۹		هفته ۱۲-۱۱	
	تکرار	دوره	تکرار	دوره	تکرار	دوره
۱	۳	۱۲	-	-	-	-
۲	۳	۱۲	۳	۱۲	۳	۱۵
۳	۳	۱۲	۳	۱۲	۳	۱۵
۴	۳	۱۲	۳	۱۲	۳	۱۵
۵	۳	۱۲	۳	۱۲	۳	۱۵
۶	۳	۱۲	۳	۱۲	۳	۱۵
۷	۳	۱۲	۳	۱۲	۳	۱۵
۸	۳	۱۲	۳	۱۲	۳	۱۵
۹	۳	۱۲	۳	۱۲	۳	۱۵
۱۰	۳	۱۲	۳	۱۲	۳	۱۵
۱۱	۳	۱۲	۳	۱۲	۳	۱۵
تمرینات هوازی	۸ دقیقه	۹ دقیقه	۱۰ دقیقه			

۱: Single Leg Chest Press. ۲: Push-up. ۳: Side Plank. ۴: Squat with Jump. ۵: Abducted & Adducted. ۶: Lunge with Jump. ۷: Hamstring Curl. ۸: Squat. ۹: Single Leg Squat. ۱۰: Lunge. ۱۱: Single Leg Lunge.

هیچگونه بیماری خاصی نداشتند. قبل از شروع تحقیق و پس از توضیح شفاهی و کتبی روش اجرای طرح و اهداف تحقیق، رضایت‌نامه کتبی توسط همه آزمودنی‌ها برای شرکت در تحقیق و انجام کلیه آزمایشات و تست‌های عملکردی امضا شد. ۴۸ ساعت قبل از شروع پروتکل تمرینی، نمونه‌های خونی در شرایط استراحت با حداقل ۸ ساعت ناشتایی شبانه توسط پرستار کار آزموده در ساعت ۸ تا ۹ صبح از ورید آرنجی از همه آزمودنی‌ها گرفته شد. ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین نیز همانند شرایط پیش‌آزمون، خونگیری و سایر آزمون‌های بدن‌سنجی انجام شد. سپس آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی در دو گروه ۱۵ نفری شامل گروه کنترل و گروه تمرین TRX تقسیم شدند.

### پروتکل تمرینی

گروه‌های تمرین که شامل تمرین مقاومتی به شکل تمرینات معلق TRX بودند، سه روز در هفته در روزهای غیرمتوالی به مدت ۱۲ هفته و هر جلسه ۶۰ دقیقه در صبح تمرین کردند. هر جلسه تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن عمومی، ۴۵ دقیقه تمرین TRX و ۱۰ دقیقه سرد کردن عمومی بود. قبل از شروع دوره تمرینی سه جلسه آشنایی با تمرینات برای آزمودنی‌ها برگزار شد. ۱۲ هفته تمرین با ۳

جدول ۱- برنامه تمرین TRX (۶ هفته اول)

دوره	هفته ۱-۲		هفته ۳-۴		هفته ۵-۶	
	تکرار	دوره	تکرار	دوره	تکرار	دوره
۱	۳	۸	۳	۱۰	۳	۱۰
۲	۳	۸	۳	۱۰	۳	۱۰
۳	۳	۸	۳	۱۰	۳	۱۰
۴	۳	۸	۳	۱۰	۳	۱۰
۵	۳	۸	۳	۱۰	۳	۱۰
۶	۳	۸	۳	۱۰	۳	۱۰
۷	۳	۸	-	-	-	-
۸	۳	۸	۳	۱۰	-	-
۹	۳	۸	۳	۱۰	۳	۱۰
۱۰	۳	۸	۳	۱۰	۳	۱۰
تمرینات هوازی	۵ دقیقه	۵ دقیقه	۵ دقیقه	۵ دقیقه	۷ دقیقه	۷ دقیقه

۱: Chest Press. ۲: Low Row. ۳: Biceps curl. ۴: Triceps Extension. ۵: Crunch.

۶: Plank. ۷: Squat. ۸: Single Leg Squat. ۹: Lunge. ۱۰: Single Leg Lunge.

۱۱: Hamstring Curl.

۱۳/۰۴±۸۶/۵۱ کیلوگرم بودند. در جدول ۳ ویژگی‌های جسمانی و فیزیولوژیک آزمودنی‌ها در دو گروه در زمان پیش‌آزمون و پس‌آزمون به صورت جداگانه نشان داده شده است.

بر اساس آنالیز آماری، نتایج آزمون آماری تحلیل کواریانس نشان داد که در متغیر وزن بدن ( $F(1,18)=52/734$ ،  $p=0/001$ ) و BMI ( $F(1,18)=55/552$ ،  $p=0/001$ ) تفاوت آماری معنی‌داری بین دو گروه کنترل و تمرین وجود دارد. از این رو ۱۲ هفته تمرین مقاومتی TRX باعث کاهش معنی‌دار وزن بدن و شاخص BMI زنان چاق شده است.

در خصوص آنزیم‌های کبدی، مشخص شد که در شاخص‌های ALT ( $F(1,18)=0/095$ ،  $p=0/762$ )، AST ( $F(1,18)=0/692$ ،  $p=0/095$ ) و شاخص HSI ( $F(1,18)=0/730$ ،  $p=0/404$ ) تفاوت آماری معنی‌داری بین دو گروه کنترل و تمرین وجود ندارد (نمودار ۱). بنابراین تمرین مقاومتی به روش TRX به مدت ۱۲ هفته تأثیر معنی‌داری بر آنزیم‌های کبدی و شاخص استئاتوزیس کبدی زنان چاق نداشت.

۵ سانتی‌متر بیشتر شد. تعداد حرکات از ۹ حرکت به ۱۱ حرکت در ۴ هفته آخر افزایش یافت، همچنین ارتفاع بندها از زمین (۵ سانتی‌متر) در هفته ۱۰-۹ افزوده شد. در پایان همه جلسات تمرین تمرینات هوازی (دوچرخه ثابت) و ۱۰ دقیقه سرد کردن عمومی بدن انجام شد.

### اندازه‌گیری متغیرها

برای تعیین میزان آنزیم‌های کبدی (ALT، AST و GGT) در سرم آزمودنی‌ها، از کیت‌های مخصوص اندازه‌گیری این شاخص‌ها (شرکت پارس آزمون با حساسیت ۲-۴ واحد بین‌المللی در لیتر) استفاده شد و اندازه‌گیری با دستگاه اتوآنالایزر به روش فتومتریک انجام شد. شاخص استئاتوز کبدی (HIS) نیز با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد [۳۱]:

$$HIS = 8 (ALT/AST) + BMI (+2 \text{ if DM} +2 \text{ if female})$$

### ملاحظات اخلاقی

در این پژوهش همه اصول اخلاقی کار با نمونه‌های انسانی و پروتکل‌های اخلاقی رعایت شد و در ابتدای پژوهش از آزمودنی‌ها رضایت‌نامه کتبی اخذ شد.

### تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۵ انجام شد. در این مطالعه از روش آماری تحلیل کواریانس (ANCOVA) برای بررسی نتایج استفاده شد. در این مطالعه داده‌های پیش‌آزمون به عنوان متغیر همراه در نظر گرفته شد. سطح معنی‌داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. از نرم افزار Graph Pad Prism-8 برای ترسیم نمودارها استفاده شد.

### یافته‌ها

آزمودنی‌های شرکت‌کننده در این مطالعه دارای میانگین سن ۳۹/۳۳±۸/۸۲ سال، قد ۱۶۱/۲۸±۴/۷۸ سانتی‌متر، وزن

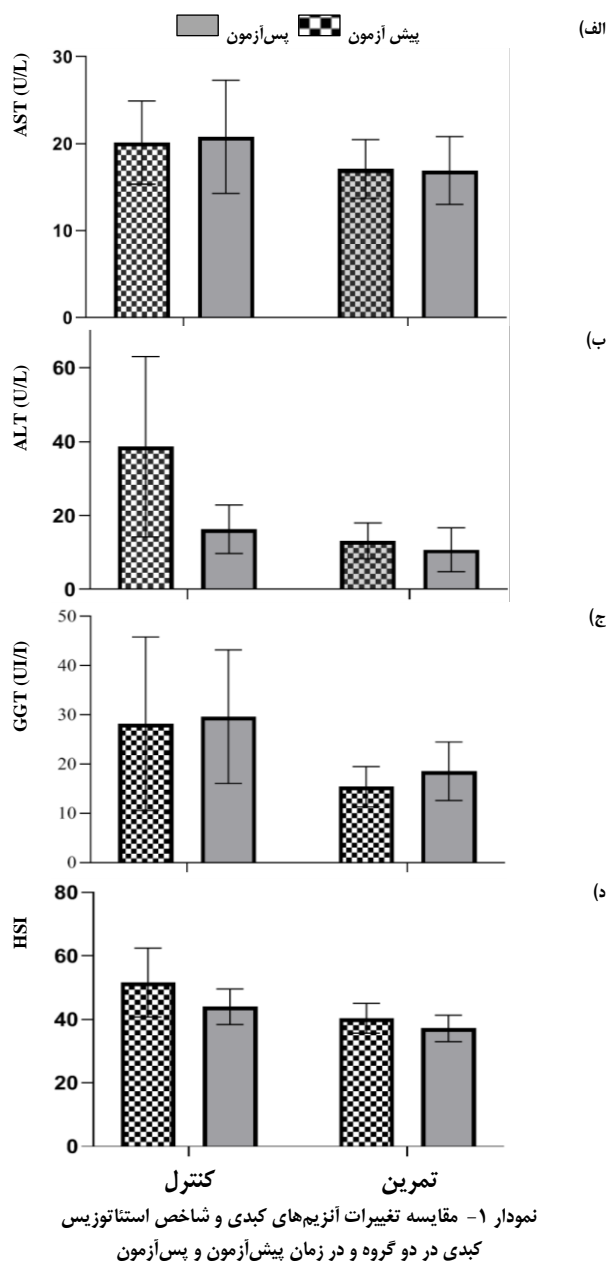
جدول ۳- ویژگی‌های جسمانی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها در دو گروه

متغیر	گروه کنترل		گروه تمرین	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
سن (سال)	۴۲/۸۵±۷/۳۴	-	۳۷/۱۵±۹/۲	-
قد (سانتی‌متر)	۱۶۱/۶۲±۴/۱۷	-	۱۶۱/۰۸±۵/۲۷	-
وزن (کیلوگرم)	۹۰/۹۶±۱۳/۷۱	۹۳/۰۶±۱۳/۵۳	۸۳/۷۸±۱۲/۳۶	۷۸/۷۲±۱۰/۹۷
BMI ( $\text{kg/m}^2$ )	۳۴/۷۸±۴/۵۶	۳۵/۵۹±۴/۵۸	۳۲/۲۹±۴/۷۱	۳۰/۳۳±۴/۰۳

1. Hepatic Steatosis Index

تمرین مقاومتی باعث کاهش توده چربی بدن و وزن و بهبود نسبی وضعیت متابولیسمی در بیماران دیابتی می‌شود، اما بر روی شاخص‌های التهاب کبدی اثر معنی‌داری ندارد [۲۱]. پژوهش صادقی و همکاران افزایش  $VO_2max$  و کاهش وزن، BMI و درصد چربی بدن را نشان دادند، اما تغییر معنی‌داری در سطوح آنزیم‌های ALT و AST مشاهده نشد [۳۲]. بارانی و همکاران چنین بیان کردند که تمرین مقاومتی می‌تواند با کاهش محصول تجمع چربی (LAP) و بهبود شاخص‌های آمادگی جسمانی در بهبود بیماران کبد چرب مؤثر باشد [۲۲]. یائو<sup>۲</sup> و همکاران گزارش کردند که یک دوره تمرین ۲۲ هفته‌ای ترکیبی هوازی و مقاومتی در زنان میانسال و سالمند باعث ایجاد تغییرات معنی‌داری در سطوح آنزیم‌های کبدی در گروه تمرین مقاومتی نشد [۳۳].

در مقابل، برخی از مطالعات اثربخشی مثبت تمرین مقاومتی بر سطوح آنزیم‌های کبدی را گزارش کرده‌اند [۱۸-۱۶، ۲۰، ۳۴، ۳۵]. در همین راستا، مطالعه مرور سیستماتیک با موضوع تأثیر ورزش هوازی در مقابل ورزش مقاومتی در بیماری NAFLD، توسط هاشیدا<sup>۳</sup> و همکاران نشان دادند ورزش مقاومتی با مصرف انرژی کمتر NAFLD را بهبود می‌بخشد [۱۵]. هالسورث<sup>۴</sup> و همکاران نشان دادند که ورزش مقاومتی، مستقل از کاهش وزن باعث کاهش چربی کبد و واسطه‌های آن در بیماری NAFLD می‌شود [۱۷]. در پژوهش آکبولوت<sup>۵</sup> و همکاران نیز مشخص شد که ۸ هفته تمرین مقاومتی در مردان اثرات قابل توجهی بر ترکیب بدن و آنزیم‌های کبدی داشته است [۲۰]. شمس‌الدینی و همکاران گزارش کردند که تمرین ورزشی هوازی و مقاومتی باعث کاهش چربی کبد و میزان سرمی ALT و AST مردان مبتلا به NAFLD می‌شود. علاوه بر این، درصد چربی بدن، توده چربی و HOMA-IR



نمودار ۱- مقایسه تغییرات آنزیم‌های کبدی و شاخص استئاتوزیس کبدی در دو گروه و در زمان پیش‌آزمون و پس‌آزمون

## بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاصل نشان داد که تمرین مقاومتی به روش TRX به مدت ۱۲ هفته، علی‌رغم کاهش وزن (کاهش ۶٪ در مقابل افزایش ۲/۳۱٪ در گروه کنترل) و BMI (کاهش ۶٪ در مقابل افزایش ۲/۳۳٪ در گروه کنترل)، تأثیر معنی‌داری بر آنزیم‌های ALT، AST و GGT و همچنین شاخص استئاتوز کبدی زنان چاق نداشت. نتایج به دست آمده در پژوهش فعلی با برخی از مطالعات قبلی همسو است [۲۱، ۲۲، ۳۲، ۳۳]. فرامرزی و همکاران چنین بیان کردند که اگرچه هشت هفته

1. Lipid accumulation product  
2. Yao  
3. Hashida  
4. Hallsworth  
5. Akbulut

و مشخص شده است که کل انرژی مصرفی یک جلسه تمرین TRX به مدت ۶۰ دقیقه، حدود ۴۰۰ کیلوکالری و شدت فعالیت ورزشی ۵/۸ MET<sup>۴</sup> (معادل ۴۶٪ حداکثر اکسیژن مصرفی) و میانگین ضربان قلب ۱۳۱/۳ ضربه/دقیقه برابر با ۶۰٪ ضربان قلب ذخیره است. بنابراین تمرین مقاومتی TRX یک روش تمرینی مناسب برای حفظ آمادگی جسمانی و بهبود وضعیت ترکیب بدن است [۲۶].

فعالیت بدنی یک عامل قدرتمند در پیشگیری و بهبود پیش آگاهی بیماری های قلبی عروقی، دیابت نوع ۲ و چاقی است، زیرا بر غلظت ترشح مایوکاین های ضد التهاب، آدیپوکاین ها و هیپاتوکاین ها تأثیر می گذارد [۳۷]. به عبارت دیگر، گفتگوی سلولی بین بافت عضلانی و بافت چربی یکی از مکانیزم های سلولی-مولکولی مشارکت کننده در بهبود ترکیب بدن و وضعیت متابولیکی است. در این زمینه، مشخص شده است که تمرین مقاومتی به واسطه تغییر در ترشح برخی آدیپوکاین ها از جمله آدیپونکتین، لپتین، BDNF و IL-6 با واسطه AMPK بر اکسیداسیون چربی تأثیر می گذارد و همچنین رهایش مایوکاین آیریزین باعث رشد چربی قهوه ای می شود و از این طریق نیز بر چربی سوزی مؤثر است. همچنین رشد بافت عضلانی حاصل از تمرینات مقاومتی باعث تعادل انرژی منفی بین توده چربی و عضله و توزیع طبیعی چربی در بدن می شود [۳۸]. برنامه تمرینات مقاومتی از لحاظ شدت، بهبود بیشتری در افزایش آدیپونکتین و کاهش لپتین را به دنبال دارند [۳۹]. آدیپونکتین حساسیت به انسولین و اکسیداسیون اسید چرب را افزایش، سنتز گلوکز را کاهش و جذب گلوکز توسط کبد و سایر بافت ها را افزایش می دهد [۴۰]. لپتین باعث کاهش مصرف غذا و افزایش مصرف انرژی یا سوخت و ساز می شود [۴۱]. بنابراین، آنچه که مسلم است این است که تمرینات مقاومتی، به ویژه تمرینات معلق TRX با اثر بر مکانیزم هایی که گفته شد، می تواند باعث بهبود شاخص توده بدنی BMI و شاخص های

همگی در تمرین هوازی و تمرین مقاومتی بهبود یافتند. این مطالعه نشان داد که تمرین مقاومتی و هوازی به یک اندازه در کاهش محتوای چربی کبدی و سطح آنزیم کبدی در بیماران مبتلا به NAFLD مؤثر هستند [۱۶]. همچنین بهزادی مقدم و همکاران نشان دادند هر دو روش تمرین مقاومتی با کش و رژیم غذایی کم کالری در بهبود محتوای چربی کبد و آنزیم های کبدی مؤثر هستند [۳۴]. به لحاظ فیزیولوژیکی، فعالیت ورزشی با کاهش محتوای چربی داخل کبدی، افزایش بتا اکسیداسیون اسیدهای چرب، القای اتوفازی محافظ کبدی، افزایش بیان گیرنده فعال شده با تکثیر پراکسی زوم گاما (PPAR $\gamma$ )<sup>۱</sup> و همچنین کاهش آپوپتوز سلول های کبدی و افزایش حساسیت به انسولین، NAFLD را بهبود می بخشد [۱۰].

در مطالعه حاضر مشخص شد که ۱۲ هفته تمرین مقاومتی TRX باعث کاهش معنی دار وزن بدن و BMI زنان چاق شده است. این یافته ها با نتایج برخی از پژوهش ها هم راستا بود [۲۶، ۲۷، ۳۶]. اسمیت<sup>۲</sup> و همکاران چنین گزارش کردند که تمرینات معلق TRX در بزرگسالان سالم به عنوان یک گزینه عملی برای جایگزینی تمرینات سنتی است که باعث ایجاد پاسخ های متابولیکی در محدوده شدت متوسط می شود و تناسب اندام عضلانی را بهبود و چندین فاکتور عمده خطر بیماری های قلبی عروقی از جمله وزن، BMI، دور کمر، فشار خون و چربی بدن را اصلاح می کند [۲۶]. دولتی و همکاران به این نتیجه دست یافتند که یک دوره تمرین TRX باعث کاهش وزن چربی و افزایش توده عضلانی زنان دارای اضافه وزن می شود و TRX می تواند جایگزین تمرینات تمرینی مقاومتی سنتی شود [۲۷]. بر اساس توصیه کالج طب ورزشی آمریکا (ACSM)<sup>۳</sup>، برای بهبود و نگهداری آمادگی قلبی-تنفسی، مصرف روزانه ۱۵۰-۴۰۰ کیلوکالری انرژی لازم است

1. Peroxisome proliferator- activated receptor gamma  
2. Smith  
3. American College of Sports Medicine

4. Metabolic Equivalent of Task (MET)



چربی گردد.

با این وجود، نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد ۱۲ هفته تمرین معلق TRX تأثیر معنی‌داری بر سطوح آنزیم‌های ALT، AST، GGT و میزان HIS نداشت. دلیل تفاوت در نتایج به دست آمده با سایر پژوهش‌ها ممکن است محدودیت‌هایی نظیر تفاوت‌های فردی آزمودنی‌ها شامل عوامل ژنتیکی، روانی، وضعیت اقتصادی-اجتماعی، برنامه رژیم غذایی آزمودنی‌ها، وضعیت دقیق قاعدگی آزمودنی‌ها باشند که همگی عواملی تأثیرگذار بر آنزیم‌های کبدی هستند. علاوه بر این، تفاوت در نوع، شدت و مدت تمرینات ورزشی از جمله عوامل تأثیرگذار بر نتایج پژوهش‌ها است. مکانیزم‌های مختلفی باعث ایجاد بیماری NAFLD می‌شوند و از آن جمله می‌توان به مسیر پیام‌رسانی انسولین، افزایش میزان اسیدهای چرب کبد، لیپوژنز، اختلال در میتوکندری و میزان استرس اکسیداتیو اشاره نمود [۴۳]. فعالیت ورزشی از طریق سوخت و ساز چربی، بهبود انتقال گلوکز به عضله، تنظیم فعالیت آنزیم گلیکوژن سنتتاز در گیرنده‌های انسولینی و ذخیره گلیکوژن در کبد و عضله، افزایش تولید تری‌گلیسرید در عضلات و مهار عوامل التهابی مرتبط با چاقی موجب کاهش انباشت چربی در کبد می‌شود. فعالیت ورزشی از طریق فعال کردن مسیر AMPK باعث مهار سوخت‌وساز چربی‌ها در کبد می‌شود. این عمل از طریق غیرفعال کردن آنزیم استیل کوآ کربوکسیلاز (ACC)<sup>۱</sup> و اسید چرب سنتتاز (FAS)<sup>۲</sup>، فعال کردن آنزیم مالونیل کوآ دکربوکسیلاز (MCD)<sup>۳</sup> اتفاق می‌افتد [۴۲]. به هر حال، این احتمال وجود دارد این مکانیزم‌ها به دنبال این نوع فعالیت ورزشی حاصل نشده‌اند و از این رو تفاوتی در آنزیم‌های کبدی مشاهده نکرده‌ایم.

از سوی دیگر، درجه بیماری یا سالم بودن کبد آزمودنی‌ها در ابتدای پژوهش مورد بررسی قرار نگرفت و این که پروتکل

تمرینی ما نتوانست اثری بر سطوح آنزیم‌های کبدی نشان دهد، ممکن است به علت عدم وجود بیماری کبد چرب در این آزمودنی‌ها باشد. پاتریک و شیل<sup>۴</sup>، طی مطالعات خود پیرامون عملکرد کبد (محدوده آنزیم‌ها و نتایج نرمال، کم و زیاد)، بیان کردند محدوده طبیعی مقادیر AST حدود ۵ تا ۴۰ واحد در لیتر سرم، محدوده طبیعی مقادیر ALT حدود ۷ تا ۵۶ واحد در لیتر سرم و سطح طبیعی GGT حدود ۹ تا ۴۸ واحد در لیتر است [۴۳]. در پژوهش فعلی میانگین سطوح سرمی ALT، AST و GGT در پیش‌آزمون هر دو گروه کنترل و تمرین به ترتیب ۲۲/۸۶، ۱۸/۹۵ و ۲۱/۱۲ واحد در لیتر بود که نشان می‌دهد این سطوح در محدوده طبیعی قرار دارد. از این رو، طبیعی بودن سطوح آنزیم‌های کبدی می‌تواند دلیل احتمالی عدم اثر بخشی پروتکل تمرینی اجرا شده باشد، هر چند در برخی از مطالعات دیگر که تأثیر ورزش بر روی آزمودنی‌ها با سطوح طبیعی آنزیم‌های کبدی انجام شده است و گزارش آنها حاکی از کاهش این آنزیم‌ها است [۱۶، ۲۰].

از جمله محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به دامنه سنی نسبتاً زیاد (۲۵ تا ۵۰ سال) آزمودنی اشاره کرد. با توجه به محدودیت‌های دوران همه‌گیری کووید-۱۹ و عدم مشارکت آزمودنی‌های دلخواه، به ناچار دامنه سنی را در این محدوده قرار دادیم. محدودیت دیگر، تفاوت‌های فردی و تفاوت‌های تغذیه‌ای بود که این موارد می‌تواند تأثیر زیادی بر نتایج بگذارد. امروزه مشخص شده است که برخی از افراد به تمرینات ورزشی به خوبی پاسخ می‌دهند در حالی که برخی دیگر به تمرینات مشابه پاسخ مناسبی نمی‌دهند، لذا در مطالعات انسانی این موارد جزء محدودیت‌های غیر قابل کنترل محسوب می‌شوند. در برخی از مطالعات با استفاده از سونوگرافی و همچنین بافت‌برداری، وضعیت تجمع چربی و بیماری‌های کبد چرب دقیق‌تر مطالعه می‌شود، اما در مطالعه حاضر به دلیل محدودیت در منابع مالی قادر به انجام این آزمایش‌ها نبودیم. علاوه بر

1. Acetyl-CoA carboxylase  
2. Fatty acid synthase  
3. Malonyl-CoA decarboxylase

4. Patrick & Shiel

### تعارض منافع

نویسندگان اعلام می کنند که در این پژوهش هیچ گونه تعارض منافی وجود ندارد.

### سهم نویسندگان

این مطالعه حاصل کار پایان نامه کارشناسی ارشد است. طرح اولیه توسط شری زاده و رحیمی ارائه شده است. انجام پژوهش و اجرای طرح توسط شری زاده انجام شده است. نظارت بر طرح پژوهشی و تجزیه و تحلیل داده ها بر عهده رحیمی و بنی طالبی بود. نوشتن، اصلاحات و ویراستاری مقاله توسط همه نویسندگان انجام شده است.

### منابع مالی

هزینه های انجام این طرح پژوهشی بخشی توسط دانشگاه شهرکرد و بخش دیگر توسط پژوهشگران تأمین شده است.

این، هر چند در این مطالعه افرادی که دچار اختلالات قاعدگی و مشکلات مرتبط هورمونی بودند را از مطالعه کنار گذاشتیم، با این وجود، تفاوت های بین سنین مختلف و دوره های زمانی قاعدگی مختلف ممکن است بر نتایج تأثیر گذاشته باشند.

در مجموع، بر اساس یافته های این مطالعه مشخص شد که ۱۲ هفته تمرین مقاومتی TRX باعث کاهش معنی دار وزن و شاخص BMI شد، اما میزان سرمی آنزیم های کبدی ALT، AST، GGT و شاخص HIS تغییر معنی داری نکرد.

### تشکر و قدردانی

طرح این مطالعه تجربی در کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی با کد IR.SSRC.REC.1400.046 مورد تأیید قرار گرفته است. این مطالعه حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی مصوب دانشگاه شهرکرد است. بدین وسیله از همه آزمودنی ها که ما را در انجام این طرح پژوهشی یاری نموده اند، سپاسگزاری و قدردانی می نمایم.

### References

- Jamali R, Jamali A. Non-alcoholic fatty liver disease Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences. 2010;14(2):169-181. [Persian]
- Rinella ME. Nonalcoholic fatty liver disease: a systematic review. The Journal of the American Medical Association. 2015;313(22):2263-2273. doi:10.1001/jama.2015.5370
- Polyzos SA, Kountouras J, Mantzoros CS. Obesity and nonalcoholic fatty liver disease: from pathophysiology to therapeutics. Metabolism. 2019;92:82-97. doi:10.1016/j.metabol.2018.11.014
- Dowman JK, Tomlinson J, Newsome P. Systematic review: the diagnosis and staging of non-alcoholic fatty liver disease and non-alcoholic steatohepatitis. Alimentary pharmacology & therapeutics. 2011;33(5):525-540. doi:10.1111/j.1365-2036.2010.04556.x
- Lee J-H, Kim D, Kim HJ, Lee C-H, Yang JI, Kim W, et al. Hepatic steatosis index: a simple screening tool reflecting nonalcoholic fatty liver disease. Digestive and liver disease. 2010;42(7):503-508. doi:10.1016/j.dld.2009.08.002
- Kim D, Touros A, Kim WR. Nonalcoholic fatty liver disease and metabolic syndrome. Clinics in liver disease. 2018;22(1):133-140. doi:10.1016/j.cld.2017.08.010
- Chalasan N, Younossi Z, Lavine JE, Charlton M, Cusi K, Rinella M, et al. The diagnosis and management of nonalcoholic fatty liver disease: practice guidance from the American Association for the Study of Liver Diseases. Hepatology. 2018;67(1):328-357. doi:10.1002/hep.29367
- Vilar-Gomez E, Chalasan N. Non-invasive assessment of non-alcoholic fatty liver disease: clinical prediction rules and blood-based biomarkers. Journal of hepatology. 2018;68(2):305-315. doi:10.1016/j.jhep.2017.11.013
- Villegas R, Xiang Y-B, Elasy T, Cai Q, Xu W, Li H, et al. Liver enzymes, type 2 diabetes, and metabolic syndrome in middle-aged, urban Chinese men. Metabolic syndrome and related disorders. 2011;9(4):305-311. doi:10.1089/met.2011.0016
- Farzanegi P, Dana A, Ebrahimpoor Z, Asadi M, Azarbayjani MA. Mechanisms of beneficial effects of exercise training on non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD): roles of oxidative stress and inflammation. European journal of sport science. 2019;19(7):994-1003. doi:10.1080/17461391.2019.1571114
- Perseghin G, Lattuada G, De Cobelli F, Ragogna F, Ntali G, Esposito A, et al. Habitual physical activity is associated with intrahepatic fat content in humans. Diabetes care. 2007;30(3):683-688. doi:10.2337/dc06-2032
- Kantartzis K, Thamer C, Peter A, Machann J, Schick F, Schraml C, et al. High cardiorespiratory fitness is an independent predictor of the reduction in liver fat during a lifestyle intervention in non-alcoholic fatty liver disease. Gut. 2009;58(9):1281-1288. doi:10.1136/gut.2008.151977

13. Nguyen-Duy T-B, Nichaman MZ, Church TS, Blair SN, Ross R. Visceral fat and liver fat are independent predictors of metabolic risk factors in men. *American journal of physiology-endocrinology and metabolism*. 2003;284(6):E1065-E1071. doi:10.1152/ajpendo.00442.2002
14. Guo R, Liong EC, So KF, Fung M-L, Tipoe GL. Beneficial mechanisms of aerobic exercise on hepatic lipid metabolism in non-alcoholic fatty liver disease. *Hepatobiliary & pancreatic diseases international*. 2015;14(2):139-144. doi:10.1016/S1499-3872(15)60355-1
15. Hashida R, Kawaguchi T, Bekki M, Omoto M, Matsuse H, Nago T, et al. Aerobic vs. resistance exercise in non-alcoholic fatty liver disease: a systematic review. *Journal of hepatology*. 2017;66(1):142-152. doi:10.1016/j.jhep.2016.08.023
16. Shamsoddini A, Sobhani V, Chehreh MEG, 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. *Hepatitis monthly*. 2015;15(10):e31434. doi:10.5812/hepatmon.31434
17. 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;60(9):1278-1283. doi:10.1136/gut.2011.242073
18. Zelber-Sagi S, Buch A, Yeshua H, Vaisman N, Webb M, Harari G, et al. Effect of resistance training on non-alcoholic fatty-liver disease a randomized-clinical trial. *World journal of gastroenterology*. 2014;20(15):4382-4392. doi:10.3748/wjg.v20.i15.4382
19. Amirkhani Z, Azarbayjani MA. Effect of eight weeks resistance training on malondialdehyd, total, antioxidant capacity, liver enzymes and lipid profile in overweight and obese women. *Journal of Gorgan University of Medical Sciences*. 2018;20(3):48-55. [Persian]
20. Akbulut T. Effects of resistance exercises on body composition and some biochemical parameters. *Journal of education and learning*. 2020;9(1):144-148. doi:10.5539/jel.v9n1p144
21. Bahari S, Faramarzi M, Azamian Jazi A, Cheragh Cheshm M. The effect of 8 week resistance training on resting level of liver inflammatory markers and insulin resistance of type 2 diabetic women. *Armaghane-danesh, Yasuj University of Medical Sciences Journal*. 2014;19(5):450-460. [Persian]
22. Barani F, Afzalpour ME, Ilbiegi 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. *Journal of Birjand University of Medical Sciences*. 2014;21(2):188-202. [Persian]
23. Dudgeon WD, Herron JM, Aartun JA, Thomas DD, Kelley EP, Scheett TP. Physiologic and metabolic effects of a suspension training workout. *International journal of sports science*. 2015;5(2):65-72. doi:10.5923/j.sports.20150502.04
24. Calatayud J, Borreani S, Colado JC, Martín FF, Rogers ME, Behm DG, et al. Muscle activation during push-ups with different suspension training systems. *Journal of sports science & medicine*. 2014;13(3):502-510.
25. Khoshmaram F, Sadeghi H, Eftekhari F. Comparison of electromyographic activity of selected core muscles while performing selected core stability exercises using TRX. *Journal of rehabilitation medicine*. 2019;8(3):140-149. [Persian]
26. Smith LE, Snow J, Fargo JS, Buchanan CA, Dalleck LC. The acute and chronic health benefits of TRX Suspension Training® in healthy adults. *International journal of research in exercise physiology*. 2016;11(2):1-15.
27. Dolati M, Ghazalian F, Abednatanzi H. The effect of a period of TRX training on lipid profile and body composition in overweight women. *International journal of sports science*. 2017;7:151-158. doi:10.5923/j.sports.20170703.09
28. Aslani M, Minoonejad H, Rajabi R. Comparing the effect of trx exercise and hopping on balance in male university student athletes. *Physical treatments-specific physical therapy journal*. 2018;7(4):241-250. doi:10.32598/ptj.7.4.241
29. Khoshkam F, Taghian F, Jalali Dehkordi K. Effect of eight weeks of supplementation of omega-3 supplementation and TRX training on visfatin and insulin resistance in women with polycystic ovary syndrome. *The Iranian journal of obstetrics, gynecology and infertility*. 2018;21(9):58-70. [Persian] doi:10.22038/IJOGI.2018.12136
30. Moosavi R, Nazarali P, Kazemi F. Effects of eight weeks of TRX training on serum levels of PGC-1 $\alpha$  and citrate synthase in overweight women. *Tehran University Medical Journal* 2020;77(11):707-714. [Persian]
31. Teimouri N, Nayeri H. Evaluation of multiple-scoring system for non-alcoholic fatty liver patients based on CK18 levels, lipid profile and liver enzymes. *Feyz Journal of Kashan University of Medical Sciences*. 2017;21(1):57-65. [Persian]
32. Sadeghi S, Asad M, Ferdowsi M. The effect of twelve weeks endurance training on liver enzymes levels in Iranian obese women. *Research in sport medicine and technology*. 2017;15(13):49-60. [Persian] doi:10.1001.1.22520708.1396.15.13.6.4
33. Yao J, Meng M, Yang S, Li F, Anderson RM, Liu C, et al. Effect of aerobic and resistance exercise on liver enzyme and blood lipids in Chinese patients with nonalcoholic fatty liver disease: a randomized controlled trial. *International journal of clinical and experimental medicine*. 2018;11(5):4867-4874.
34. Behzadimoghadam M, Galedari M, Motalebi L. The effect of eight weeks resistance training and low-calorie diet on plasma levels of liver enzymes and liver fat in Non-Alcoholic Fatty Liver Disease (NAFLD). *Iranian journal of nutrition sciences & food technology*. 2018;12(4):25-32. [Persian]
35. Izadi Ghahfarokhi M, Mogharnasi M, Faramarzi M. The Impact of 10 weeks of aerobic exercise and supplementation of green tea on lipid profile, insulin resistance and liver enzymes (ggT, alt, ast) in obese diabetic women (type 2). *Armaghane danesh*. 2015;20(2):161-171. [Persian]
36. Ghaedi H, Banitalebi E, Dashty-Khavidaki MH, Samadi E. Effect of resistance training using elastic band and green coffee been on hepatic steatosis index in obese middle-aged women. *KAUMS Journal (FEYZ)*. 2020;24(2):151-159. [Persian]
37. de Oliveira dos Santos AR, de Oliveira Zanuso B, Miola VFB, Barbalho SM, Santos Bueno PC, Flato UAP, et al. Adipokines, myokines, and hepatokines: crosstalk and metabolic repercussions. *International journal of molecular sciences*. 2021;22(5):1-24. doi:10.3390/ijms22052639

38. Pedersen BK, Febbraio MA. Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. *Nature reviews endocrinology*. 2012;8(8):457-465. doi:10.1038/nrendo.2012.49
39. Davis GR, Stephens JM, Nelson AG. Effect of 12 weeks of periodized resistance training upon total plasma adiponectin concentration in healthy young men. *The journal of strength & conditioning research*. 2015;29(11):3097-3104. doi:10.1519/JSC.0000000000000894
40. Lubkowska A, Radecka A, Bryczkowska I, Rotter I, Laszczyńska M, Dudzińska W. Serum adiponectin and leptin concentrations in relation to body fat distribution, hematological indices and lipid profile in humans. *International journal of environmental research and public health*. 2015;12(9):11528-11548. doi:10.3390/ijerph120911528
41. Becic T, Studenik C, Hoffmann G. Exercise increases adiponectin and reduces leptin levels in prediabetic and diabetic individuals: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Medical sciences*. 2018;6(4):1-18. doi:10.3390/medsci6040097
42. Ghorbanian B, Saberi Y, Babaloyan S. The effect of eight weeks of high-intensity interval training on changes in atherogenic parameters and liver enzymes in patients with non-alcoholic fatty liver. *Ebnesina*. 2021;23(3):23-32. [Persian] doi:10.22034/23.3.23
43. Patrick Davis C, Shiel Jr WC. Liver Function Tests (Normal, Low, and High Levels & Results). 2022; [Accessed 2022] Available from [https://www.medicinenet.com/liver\\_blood\\_tests/article.htm](https://www.medicinenet.com/liver_blood_tests/article.htm).