http://dx.doi.org/ 10.22049/JAHSSP.2024.29055.1594

Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology
Spring/Summer 2024
Volume 11, Number 1
261-277

Original Article Open Access

The effect of 12 weeks of high intensity functional training and combined aerobic-resistance training on the levels of AST, ALT, AST/ALT and body composition indices in overweight and obese girls

Elaheh piralaiy[1*], Saed Nikookheslat[2], Fariba Arbabi[3], Siamak Rahbar[4]

Receive 2023 October 18; Accepted 2024 February 05

Abstract

Aim: The aim of this study was to investigate the effect of 12 weeks of high-intensity functional training and combined aerobic-resistance training on the levels of AST, ALT, AST/ALT enzymes, and body composition indices in overweight and obese girls. **Methodology:** In this semi-experimental study, 45 girls (16.1±51.5 years old with BMI=32.27±3.55) participated voluntarily and were randomly assigned to three groups: high-intensity functional training (HIFT) (including 4 rounds of 9 movements, performing the maximum number of each movement in 30 seconds and 15 seconds between movements), combined aerobic-resistance training (including aerobic exercises with 40-70% HRR and resistance exercises with 50-70% 1RM), and control. The training interventions included 12 weeks of 3 sessions, 24 hours before the start and 48 hours after the end of the interventions, body composition indices were measured and blood was taken to check the changes in the liver enzymes of alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase. Data analysis was performed using dependent t-test and covariance analysis. **Results:** HIFT and combined aerobic-resistance training had a significant effect on weight, body mass index, waist circumference, body fat percentage and ALT and AST levels compared to the control group ($P < 0.001$). However, HIFT was more effective than combined aerobic-resistance training in terms of serum ALT and AST levels ($P < 0.05$), and only HIFT had a significant effect on AST/ALT ($P < 0.05$). **Conclusion:** Both HIFT and combined aerobic-resistance training can be useful for improving body composition and liver health, but it seems that the simultaneous performance of aerobic and resistance trainings in the HIFT Protocol, as well as its nature of being intermittent and intense, are the reasons for the greater impact of this type of training.

Keywords: High intensity functional training, Combined aerobic-resistance training, Body composition indices, Liver enzymes, AST/ALT.

Scan this QR code to see the accompanying video, or visit jahssp.azaruniv.ac.ir

1. Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
*(corresponding author) (epiralaiy@tabrizu.ac.ir)
2. Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran
3. MSC Student, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran
4. Ph.D Student, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran

Cite as: Elaheh piralaiy, Saed Nikookheslat, Fariba Arbabi, Siamak Rahbar · The effect of 12 weeks of high intensity functional training and combined aerobic-resistance training on the levels of AST, ALT, AST/ALT and body composition indices in overweight and obese girls.. Applied Health Studies in Sport Physiology. 2024; 11(1): 261-277.

Owner and Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University
Journal ISSN (online): 2676-6507
Access Type: Open Access
DOI: 10.22049/JAHSSP.2024.29055.1594
DOR:

Copyright ©The authors Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

http://dx.doi.org/ 10.22049/JAHSSP.2024.29055.1594

Extended abstract

Background: Obesity is the starting point for many metabolic diseases such as diabetes, high blood pressure, metabolic syndrome, sleep apnea, non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD), and cardiovascular diseases (6), which is associated with increased levels of liver enzymes, especially alanine aminotransferase (ALT) and aspartate aminotransferase (AST) which are indicators of liver damage (13). Physical activity, as one of the most important approaches to weight control, improves lipid profiles, liver enzymes, insulin sensitivity, and body composition (41-46). However, reasons such as monotony, lack of enjoyment and time-consuming exercises can make it more difficult to follow the exercise program (47, 48). Therefore, participating in non-uniform, enjoyable, and time-efficient physical activities such as high-intensity functional training (HIFT) can be an effective strategy to maintain interest and adherence to exercise. HIFT is a combined training style that emphasizes functional movements and multi-joint aerobic and strength exercises performed in an alternating manner (51). The aim of this study was to investigate the effect of 12 weeks of high-intensity functional training and combined aerobic-resistance training on the levels of AST, ALT, AST/ALT enzymes, and body composition indices in overweight and obese girls.

Methodology: The present study was semi-experimental with pre-test and post-test design and a control group. Ethical principles of the study (IR.TABRIZU.REC.1402.0179) were considered in accordance with the principles of working with human subjects approved by Research Ethics Committees of University of Tabriz. Among the volunteers to participate in the research, 45 overweight and obese girls (16.1±51.5 years old with BMI=32.27±3.55) were selected and randomly assigned to three groups: HIFT, combined aerobic-resistance training and control. In the HIFT protocol the main functional exercise typically consisted of 4 rounds of 9 exercises. In each round, each exercise was performed at a very high intensity with the goal of maximum possible repetitions within 30 seconds, followed by a 15-second rest until the start of the next exercise. There was a one-minute rest between the first and second rounds, as well as the third and fourth rounds, and a two-minute rest between the second and third rounds. In the combined training group, two days per week was designated for performing a combination of resistance and aerobic exercises, and one day for performing only aerobic exercises. Aerobic exercises were performed on a treadmill with an intensity of 40% HRR in the first week to 70% HRR in the last week. The resistance exercises of the combined sessions included 3 sets of 15 repetitions of crunch exercises and 3 sets of certain movements, which increased from 15 repetitions at 50% 1RM in the first weeks to 10 repetitions at 70% 1RM in the final weeks. Warm-up and cool-down procedures were performed in all sessions. The exercise interventions consisted of 3 sessions per week, and body composition indices and blood sampling were measured 24 hours before the start and 48 hours after the end of the interventions to investigate changes in liver enzymes alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase. Data analysis was performed using dependent t-test and covariance analysis.

Results: The mean, standard deviation, and percentage of changes in general characteristics, anthropometric variables, body composition, as well as the levels of liver enzymes ALT, AST, and AST/ALT in all three groups in pre-test and post-test, along with the results of dependent t-test and analysis of covariance, are presented in Table 3.

Table 3. Results of dependent t-test and covariance analysis of research variables in the pre-test and post-test.

Variable \ Group		Control	% changes	sig	Combined training	% changes	sig	HIFT	% changes	sig	F	P
Age		16.54±2.20	-	-	16.87±1.35	-	-	16.19±1.10	-	-	-	-
Height		155.32±5.24	-	-	155.57±4.31	-	-	157.24±7.50	-	-	-	-
Weight (kg)	Pre	74.39±6.62	1.84	0.222	76.36±4.79	-9.87	0.002 *	76.36±4.79	12.50	0.001 *	14.83	0.001 #
	Post	75.76±5.59			68.82±5.56			66.81±4.33				
BMI (kg/m2)	Pre	32.20±3.63	0.68	0.187	32.42±3.64	-5.21	0.001 *	32.20±3.63	-12.63	0.001 *	59.84	0.001 #
	Post	32.42±3.64			30.73±3.64			28.13±2.82				
WC (cm)	Pre	119.49±0.78	-0.22	0.217	119.40±0.76	-4.07	0.001 *	118.98±0.99	-7.77	0.001 *	63.17	0.001 #
	Post	119.22±0.98			114.54±3.78			109.73±1.11				

Copyright ©The authors Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

http://dx.doi.org/ 10.22049/JAHSSP.2024.29055.1594
Piralaiy et al, Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology, 2024, 11, 1: 261-277.

BF (%)	Pre	28.13±2.82	-1.63	0.381	28.13±3.82	-9.34	0.001 *	30.40±3.43	-22.26	0.001 *	55.00	0.001 #
	Post	27.67±3.64			25.5±3.57			23.63±4.69				
ALT (U/L)	Pre	32.52±3.27	-0.92	0.421	32.29±2.64	-14.3	0.001 *	32.53±3.54	-23.61	0.001 *	205.80	0.001 #
	Post	32.22±3.57			27.67±2.78			24.84±2.69				
AST (U/L)	Pre	30.92±3.64	-0.22	0.175	30.40±3.43	14.89	0.001 *	30.5±3.64	-20.95	0.001 *	6110.38	0.001 #
	Post	30.85±3.65			25.50±3.64			23.63±3.47				
$\frac{AST}{ALT}$	Pre	0.953±0.001	-0.19	0.414	0.941±0.001	-0.28	0.152	0.937±0.001	1.7	0.021 *	47.60	0.001 #
	Post	0.951±0.001			0.938±0.001			0.935±0.001				

* Existence of significant intra-group difference between the pre-test and post-test.
# Existence of significant differences between groups in the amount of changes.

Comparison of changes in variables between pre-test and post-test in all three groups shows that both types of combined aerobic-resistance exercises and HIFT significantly reduced body composition indices including weight, BMI, waist circumference, and body fat percentage, as well as serum levels of liver enzymes ALT and AST, but in relation to AST/ALT significance was observed only in the HIFT group and there was no significant change in any of the variables in the control group. In addition, the results of covariance analysis show that there is a significant difference in the amount of changes in body composition indices and serum levels of ALT and AST enzymes among the groups, and the results of Bonferroni's post-hoc test show that the changes in both exercise groups compared to The control group was significant, but in relation to the serum levels of ALT, AST and AST/ALT, the effect of HIFT was greater than combined exercise ($P<0.05$).

Discussion and conclusion

The present study was conducted with the aim of comparing the effect of 12 weeks of high intensity functional training and combined aerobic-resistance training on AST, ALT, AST/ALT ratio and body composition indices in overweight and obese girls. Both interventions of HIFT and combined aerobic-resistance training led to significant reductions in body composition variables and liver enzyme levels. HIFT had a stronger effect on reducing liver enzymes compared to the combined exercise. However, there were no significant differences in body composition indices between the training groups. Only the HIFT group showed significant changes in the AST/ALT ratio compared to other groups.

Conclusion: Both HIFT and combined aerobic-resistance training can be useful for improving body composition and liver health. However, since HIFT involves both aerobic and resistance components in each training session, performed in an interval and high-intensity manner, it can be argued that this is the reason for its greater effectiveness in reducing ALT and AST enzymes throughout the training period.

Article message

The combination of aerobic and resistance exercises, especially in the form of HIFT, can be used to reduce weight and improve indicators of body composition and liver health.

Copyright ©The authors Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

JAHSSP

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/ 10.22049/JAHSSP.2024.29055.1594

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش
سال یازدهم، شماره اول ؛
بهار و تابستان ۱٤۰۳؛ صفحات ۲٦۱-۲۷۷

Open Access

مقاله پژوهشی

تاثیر ۱۲ هفته تمرین عملکردی شدید و تمرین ترکیبی هوازی- مقاومتی بر سطوح سرمی AST، ALT، AST/ALT و شاخص‌های ترکیب بدن در دختران دارای اضافه وزن و چاق

الهه پیرعلائی[۱*]، سعید نیکوخصلت[۲]، فریبا اربابی[۳]، سیامک رهبر[۴]

تاریخ دریافت: ۱٤۰۲/۰۷/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۲/۱۱/۱٦

چکیده

هدف: هدف از این مطالعه بررسی تاثیر ۱۲ هفته تمرین عملکردی شدید و تمرین ترکیبی هوازی-مقاومتی بر سطوح آنزیم‌های AST، ALT، AST/ALT و شاخص‌های ترکیب بدن در دختران دارای اضافه‌وزن و چاق بود. **روش‌شناسی:** در مطالعه نیمه‌تجربی حاضر، با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون، ۴۵ دختر (۵۱/۵±۱۶/۱ سال با ۳/۵۵±۳۲/۲۷=BMI) بصورت داوطلبانه شرکت کردند و بطور تصادفی در سه گروه تمرین عملکردی شدید (HIFT) (شامل ۴ دور از ۹ حرکت، بصورت اجرای حداکثر تعداد هر حرکت در ۳۰ ثانیه و ۱۵ ثانیه بین حرکات)، تمرین ترکیبی هوازی-مقاومتی (شامل تمرینات هوازی با ۴۰-۷۰٪HRR و تمرینات مقاومتی با ۵۰-۷۰٪1RM) و کنترل قرار گرفتند. مداخلات تمرینی شامل ۱۲ هفته ۳ جلسه‌ای بود که ۲۴ ساعت قبل از شروع و ۴۸ ساعت پس از پایان مداخلات، اندازه‌گیری شاخص‌های ترکیب بدن و خونگیری جهت بررسی تغییرات آنزیم‌های کبدی آلانین آمینوترانسفراز، آسپارتات آمینوترانسفراز انجام شد. آنالیز داده‌های درون‌گروهی به روش تی وابسته و داده‌های بین‌گروهی به روش تحلیل کواریانس انجام گرفت. **یافته‌ها:** HIFT و تمرین ترکیبی نسبت به گروه کنترل تاثیر معناداری بر وزن، BMI، دور کمر، درصد چربی بدن و سطوح ALT و AST داشتند (P=۰/۰۰۱) اما در مورد سطوح سرمی ALT و HIFT،AST نسبت به تمرین ترکیبی موثرتر بود (P<۰/۰۵) و در رابطه با AST/ALT فقط HIFT تاثیر معنی‌دار داشت (P<۰/۰۵). **نتیجه‌گیری:** HIFT و تمرین ترکیبی هر دو می‌توانند برای بهبود ترکیب‌بدن و سلامت کبد مفید باشند، اما به نظر می‌رسد اجرای همزمان تمرینات هوازی و مقاومتی در پروتکل HIFT و نیز ماهیت تناوبی و شدید آن ، دلایل تاثیرگذاری بیشتر این نوع تمرین باشد.

واژه‌های کلیدی: تمرین عملکردی شدید، تمرینات هوازی- مقاومتی، شاخص‌های ترکیب بدنی، آنزیم‌های کبدی، AST/ALT

با اسکن QR فوق می‌توانید جزئیات مقاله حاضر را در سایت /.www.jahssp.azaruniv.ac.ir مشاهده کنید

۱. استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
(نویسنده مسئول):
(epiralaiy@tabrizu.ac.ir)
۲.
۳. دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
٤. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
۵. دانشجوی دکتری، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

نحوه ارجاع: پیرعلائی، الهه؛ نیکوخصلت، سعید؛ اربابی، فریبا؛ رهبر، سیامک ." تاثیر ۱۲ هفته تمرین عملکردی شدید و تمرین ترکیبی هوازی- مقاومتی بر سطوح AST، ALT، AST/ALT و شاخص‌های ترکیب بدن در دختران دارای اضافه وزن و چاق " . مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش. ۱۴۰۳: ۱۱ (۱)،۲۶۱-۲۷۷.

صاحب امتیاز و ناشر: دانشگاه شهید مدنی آذربایجان

شاپای الکترونیکی: ۲۶۷۶-۶۵۰۷

نوع دسترسی: آزاد

DOI: 10.22049/JAHSSP.2024.29055.1594
DOR: 20.1001.

Copyright ©The authors Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

http://dx.doi.org/ 10.22049/JAHSSP.2024.29055.1594

مقدمه

چاقی یکی از چالش‌های مهم و رو به تزاید در حوزه سلامت است (۱) که شیوع آن از سال ۱۹۷۵ تاکنون تقریبا سه برابر شده است و گسترش آن هم در کودکان و هم در بزرگسالان مشاهده شده است (۲) به‌طوری‌که تخمین زده می‌شود حدود یک میلیارد نفر از افراد بالای ۵ سال مبتلا به چاقی باشند (۳). شیوع چاقی در کودکان و نوجوانان بسیار نگران‌کننده است زیرا زمینه‌ساز بروز چاقی در بزرگسالی است (۴). علاوه براین چاقی با افزایش خطر مرگ و میر ارتباط دارد (۵) زیرا چاقی نقطه شروع بیشتر بیماری‌های متابولیک مانند دیابت، فشار خون بالا، سندرم متابولیک، آپنه خواب، کبد چرب غیرالکلی[۱] (NAFLD) و در نهایت بیماری‌های قلبی عروقی است (۶). چاقی که نتیجه‌ی عدم تعادل در انرژی دریافتی و مصرفی است به‌عنوان تجمع غیرطبیعی و بیش از حد چربی در بدن تعریف می‌شود که با افزایش در شاخص‌های ترکیب بدنی از جمله وزن، شاخص توده‌ی بدن[۲] (BMI)، نسبت دور کمر به باسن و درصد چربی بدن همراه است (۷). بافت چربی گسترش یافته در اثر چاقی می‌تواند از طریق تولید اسیدهای چرب آزاد و عوامل متعدد پیش‌التهابی و ضدالتهابی، بسیاری از بافت‌های دیگر از جمله کبد، عضلات اسکلتی و قلب را تحت تاثیر قرار داده و نقش مهمی در پاتوژنز کبد چرب غیرالکلی، مقاومت به انسولین و دیس‌لیپیدمی داشته باشد (۸). توام با چاقی، میزان ورود اسیدهای چرب از پلاسما به کبد و سنتز اسیدهای چرب جدید، از سرعت اکسیداسیون و خروج اسیدهای چرب بیشتر می‌شود که باعث ایجاد استئاتوزیس[۳] یعنی انباشت چربی در کبد می‌شود که ویژگی بارز NAFLD است (۹). همچنین در تحقیقات تونگ و کاین (۲۰۲۱) مشاهده است که چاقی با افزایش سطوح سرمی آنزیم‌های کبدی بویژه آلانین آمینوترانسفراز[۴] (ALT) و آسپارتات آمینوترانسفراز[۵] (AST) همراه است (۱۰-۱۲) که این آنزیم‌ها از شاخص‌های آسیب کبدی هستند (۱۳). لان و همکاران (۲۰۲۲) بیان داشته اند مقاومت به انسولین، التهاب، استئاتوز، استرس اکسیداتیو، تغییرات هورمونی و چاقی مرکزی عوامل احتمالی افزایش آنزیم‌های کبدی در چاقی هستند که افزایش سطح این آنزیم‌ها ممکن است ناشی از بروز بیماری‌های NAFLD، سندرم متابولیک، دیابت و بیماری‌های قلبی و عروقی باشد (۱۴). علاوه بر این نسبت بین غلظت این دو آنزیم یعنی AST/ALTکه با نام نسبت De Ritis نیز شناخته می‌شود، در زمینه‌های مختلف پزشکی برای ارزیابی عملکرد کبد و تشخیص بیماری‌های کبدی اعم از کبد چرب الکلی و غیرالکلی، هپاتیت و بیماری‌های مربوط به ایمنی کبدی استفاده می‌شود (۱۵, ۱۶)، همچنین مشاهده شده است که این نسبت با سایر بیماری‌های غیر کبدی مانند سندرم متابولیک، دیابت نوع ۲، بیماری‌های قلبی‌عروقی، سکته مغزی حاد و برخی سرطان‌ها نیز مرتبط است (۱۷-۲۰). مشخص شده است نسبت AST/ALT در افراد سالم حدود یک می‌باشد (۲۱) و نسبت دو برابر یا بیشتر می‌تواند نشانگری برای بیماری کبد الکلی باشد (۲۲)، البته بیماری‌های دیگری همچون ویلسون یا سیروز کبدی نیز می‌توانند باعث افزایش این نسبت تا ۲ برابر شوند (۲۳) و از آنجا که مرگ سلول‌های کبدی به تنهایی باعث ایجاد نسبت AST/ALT بیشتر از ۲/۵ می‌شود نسبت بالای ۵ برابر AST به ALT قطعا مربوط به مشکلات خارج کبدی مانند بیماری‌های استخوان، بارداری، نارسایی مزمن کلیه، لنفوم و نارسایی احتقانی قلب خواهد بود (۲۴). نسبت پایین AST/ALT نیز می‌تواند نشانگری برای NAFLD و وجود آسیب در سلول‌های کبدی باشد (۱۳).

چاقی محصول تعامل پیچیده بین عوامل ژنتیکی و محیطی است که منجر به افزایش وزن بیش از حد در افراد مستعد ژنتیکی می‌شود (۲۵) و با آن که تاثیر عوامل ژنتیکی در بروز چاقی تا ۴۰-۵۰ ٪ بیان شده است (۲۶)، افزایش جهانی چاقی عمدتا به عوامل محیطی مانند مصرف زیاد غذا، نوشیدنی‌های شیرین، فعالیت بدنی کمتر، تماشای تلویزیون و غیره نسبت داده می‌شود (۲۵)، از این‌رو بنا بر نتیجه گیری چوپرا و همکاران(۲۰۲۲) درمان اولیه چاقی به اصلاح سبک زندگی معطوف می‌شود (۲۷) که به گفته الکساندر و همکاران (۲۰۲۲) در این زمینه فعالیت بدنی بعنوان یکی از مهمترین رویکردهای کنترل وزن شناخته می‌شود (۲۸)، چرا که عدم تحرک کافی خطر ابتلا به چاقی را تا دو برابر افزایش می‌دهد که همسو با تحقیقات فریدنراچ و همکاران (۲۰۲۱) نیز می باشد (۲۹). از طرف دیگر آثار مثبت فعالیت منظم بر ترکیب بدن، سلامت عمومی، آمادگی قلبی عروقی، کیفیت زندگی و کاهش خطر بیماریهای قلبی‌عروقی به خوبی مشخص شده است (۳۰-۳۳). با این حال، موفقیت تمرین بنا بر تحقیقات دهقان و همکاران (۲۰۲۱) به مدت، شدت و نوع فعالیت بدنی بستگی دارد (۳۴)، بر همین اساس کالج آمریکایی پزشکی ورزشی حداقل۱۵۰-۲۵۰ دقیقه در هفته فعالیت بدنی متوسط تا شدید را برای حفظ وزن مناسب و سلامت پیشنهاد کرده است (۳۵). همچنین در رابطه با نوع تمرین، اوپرت و همکاران (۲۰۲۱a و ۲۰۲۳b) اذعان داشته اند برای افزایش تناسب اندام عضلانی، یک برنامه تمرینی ورزشی مبتنی بر تمرینات مقاومتی (با هدف حفظ و بهبود توده بدون چربی) به تنهایی یا همراه با تمرینات هوازی (با هدف کاهش توده چربی بویژه چربی احشایی) توصیه شده است (۳۶, ۳۷) که با تحقیقات شمس الدینی و همکاران (۲۰۱۵)، محمد رحیمی و

[۱] Non-alcoholic fatty liver disease
[۲] Body mass index
[۳] Steatosis
[۴] Alanine aminotransferase
[۵] Aspartate aminotransferase

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

همکاران(۲۰۲۲) و حجازی و همکاران (۲۰۲۳) پژوهش‌های متعددی نیز بهبود شاخص‌های ترکیب بدن تحت تاثیر تمرینات ترکیبی را گزارش داده‌اند (۳۸-۴۰). فو و همکاران (۲۰۲۲)، خاجه و همکارران (۲۰۱۹)، حسینی (۲۰۱۵) و لی و همکاران (۲۰۱۵) در این زمینه نشان می‌دهد که هرکدام از مداخلات تمرینی هوازی و مقاومتی باعث بهبود پروفایل لیپیدی، آنزیم‌های کبدی، حساسیت و مقاومت به انسولین و ترکیب بدنی می‌گردد (۴۱-۴۴) و بنابر نتایج تحقیقات پدرسون و همکاران(۲۰۲۱) و هنریچ و همکاران(۲۰۱۴) انجام تمرینات ترکیبی (هوازی - مقاومتی) با کاهش سطوح آنزیم‌های کبدی (AST و ALT)، گلوکز، انسولین، مقاومت به انسولین و شاخص‌های ترکیب بدنی می‌تواند راهکار مؤثری در راستای کاهش خطرات اضافه‌وزن و همچنین پیشگیری از برخی بیماری‌ها مانند چاقی، دیابت و بیماری کبد چرب غیرالکلی باشد (۴۵, ۴۶). با این حال از نظر فیشر و همکاران (۲۰۱۷) و هنریچ و همکاران (۲۰۱۵) عدم مشارکت افراد چاق و بی‌تحرک در فعالیت‌های ورزشی مرسوم به دلایل مختلفی همچون تکراری و یکنواخت بودن این تمرینات و زمان‌بر بودن آن‌ها می‌تواند پیروی از برنامه ورزشی را دشوارتر کند (۴۷, ۴۸)، از این رو شرکت در فعالیت‌های ورزشی غیر یکنواخت و لذتبخش همچون تمرین عملکردی شدید (HIFT) به عنوان یک استراتژی در حفظ علاقمندی و پایبندی به تمرین موثر است که همسو با نتایج فیتو و همکاران (a ۲۰۱۸) و هاداک و همکاران (۲۰۱۶) می باشد (۴۹, ۵۰). پوستون و همکاران (۲۰۱۶) بیان می کنند HIFT یک سبک تمرینی ترکیبی است که بر حرکات عملکردی (الگوهای حرکتی مورد استفاده در زندگی روزمره) و تمرینات چند مفصلی هوازی و قدرتی بصورت اجرای متناوب تأکید دارد (۵۱) که بنا بر نظر فیتو و همکاران (b۲۰۱۸) با شدت بالا انجام شده و با هدف بهبود فاکتورهای تندرستی و عملکردی آمادگی جسمانی طراحی شده است که متغیرهای تمرینی آن می‌تواند بر اساس سطح آمادگی جسمانی افراد تعدیل شود (۵۲). بازده زمانی بالا، کاهش حجم تمرین و متعاقبا کاهش آسیب از دیگر ویژگی‌های HIFT است که در تحقیقات موورالز و همکاران (۱۹۹۶) و پوسناکیدیس و همکاران (۲۰۲۲) مورد تایید قرار گرفته است (۵۳, ۵۴). علاوه بر این HIFT جزو تمرینات تمام بدن[6] است و فراخوانی بیشتر عضلات در HIFT در مقایسه با تمرینات هوازی، می‌تواند باعث بهبود استقامت قلبی عروقی، قدرت و انعطاف‌پذیری گردد (۵۲). همچنین در مطالعات پوستون و همکاران (۲۰۱۶) و کاپسیز و همکاران (۲۰۲۲) تاثیر این نوع تمرینات در کاهش توده چربی و بهبود ترکیب بدنی مشاهده شده است (۵۱, ۵۵). با این حال تاثیر HIFT بر آنزیم‌های کبدی مورد بررسی قرار نگرفته است، اما مشاهده شده است که بهبود فعالیت کبد و آنزیم‌های آن می‌تواند به واسطه انجام تمریناتی که بتوانند باعث افزایش انرژی مصرفی و در نتیجه کاهش وزن (بویژه از طریق کاهش توده‌ی چربی) و همچنین بهبود وضعیت التهابی بدن و حساسیت به انسولین شوند اتفاق بیفتد (۴۳).

از آنجا که استفاده از ترکیب تمرینات مقاومتی و هوازی در فرآیند مدیریت وزن اهمیت دارد مقایسه انواع مختلف تمرینات ترکیبی جهت رسیدن به نتیجه کارآمدتر ضروری است و مطالعات محدودی به مقایسه اثر تمرینات ترکیبی مرسوم و HIFT بر شاخص‌های ترکیب بدن پرداخته‌اند که در مطالعه فیتو و همکاران (۲۰۱۹) که تاثیرات هشت هفته تمرین ترکیبی هوازی - مقاومتی و HIFT را بر تغییرات ترکیب بدن و کنترل گلوکز مورد بررسی قرار دادند و تنها بهبود در توده‌ی بدون چربی را گزارش دادند که این عدم بهبود در سایر شاخص‌های ترکیب بدنی را ناشی از محدودیت‌های مطالعه از جمله مدت کوتاه پروتکل تمرین بیان کردند (۵۶) و در مطالعه دیگری که توسط هینریش و همکاران (۲۰۱۲) به منظور مقایسه هشت هفته تمرینات عملکردی دایره‌ای و تمرینات استاندارد نظامی صورت گرفته بود در رابطه با شاخص‌های ترکیب بدنی، تغییر محسوسی را در هیچ یک از گروه‌ها مشاهده نکردند که ویژگی‌های آزمودنی‌های مورد مطالعه را در دلیل این امر بیان کردند (۵۷). از طرف دیگر با توجه به تاثیر نامطلوب چاقی بر آنزیم‌های کبدی و استفاده از تمرین بعنوان یک رویکرد درمانی، بررسی تاثیر انواع تمرینات ترکیبی بر آنزیم‌های کبدی ضرورت دارد که در این رابطه شکاف پژوهشی وجود دارد و تاکنون هیچ مطالعه‌ای به مقایسه تاثیر تمرینات ترکیبی مرسوم و تمرینات HIFT بر سطوح آنزیم‌های کبدی صورت نگرفته است. بنابر آنچه بیان شد با توجه ویژگی‌های متفاوت بیان شده در رابطه با نوع حرکات، شدت، حجم و زمان تمرینات و احساس لذت ناشی از اجرای تمرینات و وجود شکاف تحقیقاتی در رابطه با مقایسه این تمرینات و نیز در رابطه با اثرات HIFT بر سطوح آنزیم‌های ALT،AST و AST/ALT، هدف از پژوهش حاضر " بررسی تاثیر ۱۲ هفته تمرین عملکردی شدید و تمرین ترکیبی هوازی- مقاومتی بر سطوح AST، ALT، AST/ALT و شاخص‌های ترکیب بدن در دختران دارای اضافه وزن و چاق" خواهد بود.

روش پژوهش

طرح تحقیق

پژوهش حاضر نیمه تجربی، کاربردی و بصورت پیش‌آزمون- پس‌آزمون با گروه کنترل انجام شد که پس از اندازه‌گیری اولیه‌ی متغیرها، شرکت‌کنندگان (بجز گروه کنترل) مداخلات تمرینی ۱۲ هفته‌ای را گذرانده و پس از پایان آن پس‌آزمون انجام شد.

[6] Full body

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

http://dx.doi.org/ 10.22049/JAHSSP.2024.29055.1594

آزمودنی‌ها

۴۵ دانش‌آموز دختر واجد شرایط از دانش‌آموزان دختر مدارس شهر تبریز به صورت در دسترس با میانگین سنی ۱/۵±۱۶/۵۳ سال، دارای اضافه‌وزن یا چاق با BMI ۳۲/۳±۲۷/۵۵ بصورت داوطلبانه در این مطالعه شرکت کردند. معیارهای ورود به مطالعه شامل سن بین ۱۴-۱۸ سال، شاخص توده بدنی بین ۲۵ تا ۴۰، سلامت جسمانی و عدم ابتلا به بیماری، نداشتن سابقه هر نوع فعالیت ورزشی منظم در شش ماه اخیر، نداشتن سابقه مصرف سیگار و همچنین نداشتن تغییرات وزنی شدید (کمتر از ۵٪ تغییرات وزنی در شش ماه اخیر) و معیارهای خروج از مطالعه نیز شامل ابتلا به دیابت یا علائم افسردگی بالینی، اختلالات شناختی، بیماری یا ناتوانی فیزیکی و یا هر محدودیتی که مانع از اجرای فعالیت‌های بدنی یا کاهش وزن گردد، مثل استئوپروسیس[۷] بود. شرکت‌کنندگان قبل از انجام هر گونه مداخله، از تمام مراحل و خطرات احتمالی روند تحقیق آگاه شدند و رضایت‌نامه کتبی شرکت در تحقیق را امضا نمودند و سپس بصورت تصادفی در سه گروه ۱۵ نفری تمرین ترکیبی هوازی- مقاومتی، HIFT و کنترل قرار گرفتند. گروه کنترل فقط در دوره‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون مورد ارزیابی قرار گرفتند و از آنان خواسته شد در طول دوره پژوهش از انجام هر گونه تمرین ورزشی منظم و فعالیت بدنی سنگین خودداری نمایند اما گروه‌های HIFT و تمرین ترکیبی، علاوه بر پیش‌آزمون و پس‌آزمون، مداخلات تمرینی ۱۲ هفته‌ای را انجام دادند. با توجه به تمرکز پژوهش بر تاثیر تمرین، مطالعه فاقد ارایه دستورالعمل‌های تغذیه‌ای مرتبط با مدیریت وزن بود اما برای کنترل عادات غذایی و کالری دریافتی بویژه در روزهای قبل از خونگیری، پرسشنامه یادآمد غذایی ۲۴ ساعته شرکت‌کنندگان ثبت و از آنان خواسته شد در طول دوره پژوهش عادات غذایی‌شان را تغییر ندهند. علاوه بر این تمام مراحل تحقیق توسط کمیته اخلاق دانشگاه تبریز (IR.TABRIZU.REC.1402.079) تایید شد.

پروتکل تمرین

پروتکل HIFT: برنامه HIFT در پژوهش حاضر از نوع تمرینات کراسفیت[۸] بود و کل دوره تمرینی ۱۲ هفته، شامل ۳۶ جلسه حدودا ۵۰ دقیقه بود که بین جلسات تمرین حداقل یک روز فاصله وجود داشت. تمام جلسات HIFT توسط پژوهشگر نظارت و هدایت شد. جلسات اول و دوم بعنوان جلسات آشنایی با حرکات عمومی و رایج HIFT (شامل انواع اسکات، پرس و لیفت با هالتر و دمبل، ددلیفت[۹]، پرتاب مدیسین بال[۱۰]، بارفیکس، چرخاندن کتل بل، پرش روی جعبه[۱۱] (۴۵ سانتیمتری)، بورپی[۱۲]، کرانچ شکم، دوی ۱۰ متری تکرای و طناب‌زنی) طراحی شد و هیچ تمرین اضافه دیگری در این دو روز انجام نشد. از روز سوم، هر جلسه HIFT شامل ۱۰ تا ۱۵ دقیقه حرکات کششی و گرم کردن، ۱۰ تا ۱۵ دقیقه آموزش و تمرین حرکات و تکنیک‌ها، ۲۰ تا۳۰ دقیقه تمرین اصلی عملکردی و ۵ دقیقه سردکردن بود. تمرین اصلی عملکردی بطور معمول شامل ۴ دور از ۹ حرکت تمرینی بود که در هر دور، هر حرکت تمرینی باشدت بسیار بالا و با هدف حداکثر تکرار ممکن در مدت ۳۰ ثانیه انجام می‌شد و پس از آن تا شروع حرکت بعدی ۱۵ ثانیه استراحت گنجانده شده بود، بین دورهای اول و دوم و نیز سوم و چهارم، یک دقیقه و بین دورهای دوم و سوم دو دقیقه استراحت وجود داشت. تعداد تکرارها، وزن وزنه‌های استفاده شده و دورهای تکمیل‌شده و نیز توان و درک فشار آزمودنی‌ها در هرجلسه برای همه شرکت‌کنندگان ثبت و بر اساس آن برنامه تمرینی جلسه بعد بصورت کاملا فردی طراحی شد و از افزایش سرعت اجرای تکرارها و در نتیجه افزایش تعداد تکرارها برای اعمال شدت و حجم تمرین استفاده گردید. شدت تمرین در اسکات‌ها، لیفت‌ها و پرس‌ها حدود ۶۵٪ 1RM بود که برای این منظور طی یک جلسه جداگانه، از آزمودنی ها خواسته شد تا چندین ست (۲-۴ ست) ۸ تکراری را با ۴ دقیقه استراحت انجام دهند تا بتوانند ۸ تکرار صحیح با حداکثر وزنه را اجرا کنند. سپس 1RM از بار 8RM بر اساس ادبیات مربوطه برآورد شد (۵۸) و بدین‌ترتیب ۶۵٪ 1RM محاسبه شد. اجزای اصلی تمرین شامل فعالیت‌های هوازی (دویدن، طناب زدن)، فعالیت‌های با وزن بدن (کشش بارفیکس، اسکات) و حرکات با وزنه (اسکات از جلو، چرخاندن کتل بل) بود که همیشه در قالب تمرینات کراسفیت اجرا می‌شدند. اطلاعات کلی برنامه HIFT در جدول ۱ ارائه شده است.

پروتکل تمرین ترکیبی هوازی-مقاومتی: تمرینات هوازی- مقاومتی بر اساس دستورالعمل‌های آکادمی تغذیه و رژیم غذایی و کالج پزشکی ورزشی آمریکا (ACSM) برای برآورده کردن ۱۵۰ دقیقه فعالیت بدنی هوازی با شدت متوسط به علاوه حداقل دو روز تمرینات قدرتی در هفته بود (۳۴). شرکت‌کنندگان سه جلسه تمرین هفتگی را در روزهای شنبه (۵۰ دقیقه تمرین هوازی و مقاومتی تمام بدن)، دوشنبه (مشابه شنبه) و چهارشنبه (۵۰ دقیقه تمرین هوازی) انجام می‌دادند. شرکت‌کنندگان در هر جلسه تمرینی یک برنامه تمرینی فردی و نیز یک ضربان سنج برای اجرای هر چه بهتر تمرینات دریافت می‌کردند. فعالیت‌های هوازی روی تردمیل انجام می‌شد و شدت آن بر اساس ضربان قلب ذخیره[۱۳] (HRR) یعنی تفاوت بین ضربان قلب بیشینه و ضربان قلب استراحتی تعیین شد که در هفته‌های اول تا چهارم ۴۰-۵۰٪ HRR و در هفته‌های پنجم تا

۷ Osteoporosis
۸ CrossFit
۹ Deadlifts
۱۰ Wall-ball shots
۱۱ Box jumps
۱۲ Burpees
۱۳ Heart rate reserve

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

JAHSSP
http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/ 10.22049/JAHSSP.2024.29055.1594

هشتم ۵۰-۶۰ ٪HRR و در هفته‌های نهم تا دوازدهم ۶۰-۷۰ ٪HRR بود.

برای طراحی تمرینات مقاومتی گروه تمرین ترکیبی، شرکت‌کنندگان هر تمرین با استفاده از دستگاه اسمیت اجرا کردند و آزمون یک تکرار بیشینه (1RM) برای هر حرکت از طریق فرمول برزیسکی[۱۴] محاسبه شد و بر اساس آن شدت تمرینات و تعداد تکرارهای هر تمرین تعیین شد. تمرینات مقاومتی تمام بدن تقریبا ۲۰ دقیقه طول می‌کشید که بین تمام ست‌ها و تمرینات یک دقیقه زمان استراحت وجود داشت. تمرینات روزهای شنبه شامل تمرینات دوسر بازو[۱۵] پرس‌های نظامی[۱۶]، کشش لت[۱۷] و کشش پا[۱۸] و روزهای دوشنبه شامل کشش سه سر بازویی[۱۹]، پرس نیمکت[۲۰]، کشش معکوس پا[۲۱]و پرس‌های نشسته پا[۲۲] بود و حرکت کرانچ شکم (بصورت ۳ ست ۱۵ تایی)، تمرین مشترک در تمام جلسات تمرینات ترکیبی بود. اعمال اضافه بار تمرینات مقاومتی بر اساس طرح تکرار پیش‌رونده صورت گرفت به طوری که سه ست از هر تمرین در هفته‌های دوم تا چهارم بصورت ۱۵ تکرار با ۵۰ ٪1RM، هفته‌های پنجم تا هشتم ۱۲ تکرار با ۶۰ ٪1RM و هفته‌های نهم تا دوازدهم ۱۰ تکرار با ۷۰ ٪1RM اجرا شد. اطلاعات مربوط به برنامه تمرین هوازی- مقاومتی در جدول ۲ ارائه شده است.

از کلیه شرکت‌کنندگان خواسته شد که در طول مطالعه، از شرکت در تمرینات و فعالیت‌های ورزشی دیگر خودداری نموده و بسته به گروهی که در آن بودند، فعالیت بدنی خود را تغییر ندهند.

اندازه‌گیری آنتروپومتریک و ترکیب بدن[۲۳]

قبل از شروع مداخلات تمرینی، پس از اندازه‌گیزی قد، وزن و دور کمر، محاسبه BMI از طریق تقسیم وزن (برحسب کیلوگرم) بر مجذور قد (برحسب متر) انجام شد و درصد و میزان توده چربی و توده بدون چربی بدن با استفاده از دستگاه In Body اندازه‌گیری شد.

نمونه‌گیری خونی

جهت اندازه‌گیری سطح آنزیم‌های کبدی در هر ۳ گروه مطالعه، خون‌گیری در دو مرحله پیش‌آزمون (۲۴ ساعت قبل از شروع مداخلات) و پس‌آزمون (۴۸ ساعت پس از پایان مداخلات) پس از حداقل ۱۲ ساعت ناشتای شبانه انجام و مقدار ۵ میلی‌لیتر خون از سیاهرگ بازویی هر فرد گرفته و بلافاصله درون لوله‌های محتوی EDTA ریخته شد. نمونه‌ها در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، با سرعت ۳۰۰۰ rpm و به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند. سپس پلاسما و سرم به طور جداگانه در لوله‌های علامت‌گذاری شده ریخته شده و برای اندازه‌گیری متغیرهای خونی در فریزر منهای ۳۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. سطوح AST و ALT با استفاده از کیت‌های شرکت گرینر آلمان (کیت AST به شماره کاتالوگ ab105135/K753-100 و کیت ALT به شماره کاتالوگ ab105134 و با حساسیت ۱۰ mU در هر چاهک) به روش الایزا اندازه‌گیری شد.

روش آماری

به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات، از روش‌های آمار توصیفی برای محاسبه شاخص‌های مرکزی و پراکندگی استفاده شد. از آزمون شاپیروویلک برای بررسی نرمال بودن داده‌ها و از آزمون لون برای بررسی برابری واریانس متغیرهای مورد نظر استفاده شد. در بخش آمار استنباطی، از آزمون کوواریانس با آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. برای بررسی تفاوت‌های درون‌گروهی نیز از آزمون تی وابسته استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام شد.

یافته‌ها

میانگین، انحراف معیار و درصد تغییرات ویژگی‌های عمومی و متغیرهای آنتروپومتریک، ترکیب بدنی و نیز سطوح آنزیم‌های کبدی AST، ALT و AST/ALT در سه گروه کنترل، تمرین ترکیبی هوازی-مقاومتی و HIFT در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون به همراه نتایج حاصل از آزمون تی وابسته و تحلیل کواریانس در جدول ۳ ارائه شده است. آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از آزمون تی وابسته برای مقایسه تغییرات متغیرها بین دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر سه گروه نشان داد که هر دو نوع تمرینات ترکیبی هوازی-مقاومتی و HIFT باعث کاهش معنی‌دار شاخص‌های ترکیب بدنی شامل وزن، BMI، اندازه دور کمر و درصد چربی و نیز سطوح سرمی آنزیم‌های کبدی ALT و AST شدند اما در رابطه با AST/ALT معنی‌داری تنها در گروه HIFT مشاهده شد و در گروه کنترل نیز در هیچ کدام از متغیرها تغییر محسوسی وجود نداشت. علاوه بر این نتایج تحلیل کواریانس نشان داد که در رابطه با میزان تغییرات شاخص‌های ترکیب بدنی و سطوح سرمی آنزیم‌های ALT و AST در بین گروه‌ها تفاوت معنی‌دار وجود دارد که نتایج حاصل از آزمون تعقیبی بونفرونی (ارائه شده در جدول ۴) نشان داد که تغییرات در هر دو گروه تمرینی نسبت به گروه کنترل معنی‌دار بود اما در رابطه با

[۱۴] Brzycki
[۱۵] Bicep curls
[۱۶] Military presses
[۱۷] Lat pulldowns
[۱۸] Leg extensions
[۱۹] Tricep pulldowns
[۲۰] Bench presses
[۲۱] Reverse leg curls
[۲۲] Seated leg presses
[۲۳] Measurement of anthropometric and Body Composition

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

http://dx.doi.org/ 10.22049/JAHSSP.2024.29055.1594

سطوح سرمی ALT، AST و AST/ALT تاثیر HIFT نسبت به تمرین ترکیبی بیشتر بود (P<۰/۰۵).

جدول ۱. محتوای پروتکل تمرین HIFT

<table>
<tr><td colspan="8">یک جلسه HIFT</td></tr>
<tr><td rowspan="3">گرم کردن ۱۰-۱۵ دقیقه</td><td colspan="7">تمرین اصلی HIFT حدود ۳۰ دقیقه
متشکل از چهار دور تمرینی شامل ۹ حرکت انتخاب شده از بین انواع اسکات، پرس و لیفت با هالتر و دمبل، ددلیفت ، پرتاب مدیسین بال ، بارفیکس، چرخاندن کتل بل، پرش روی جعبه، بورپی ، کرانچ شکم، دوی ۱۰ متری تکرای و طناب‌زنی</td><td rowspan="3">سرد کردن ۱۰ دقیقه</td></tr>
<tr><td>دور اول</td><td>۱دقیقه استراحت</td><td>دور دوم</td><td>۲ دقیقه استراحت</td><td>دور سوم</td><td>۱ دقیقه استراحت</td><td>دور چهارم</td></tr>
<tr><td colspan="7">• هر دور، شامل ۹ حرکت تمرینی با اجرای هر حرکت به مدت ۳۰ ثانیه با شدت بالا و به تعداد تکرار ممکن
• ۱۵ ثانیه استراحت بین حرکات در هر دور
• بار تمرین ۶۵ ٪1RM برای حرکات با وزنه
• تاکید بر افزایش سرعت اجرای حرکات و افزایش تعداد تکرارها در هر ۳۰ ثانیه در طول مطالعه</td></tr>
</table>

جدول ۲. محتوای پروتکل تمرین هوازی مقاومتی

ایام هفته	حرکات	هفته ۱-۴	هفته ۵-۸	هفته ۹-۱۲
تمرین ترکیبی هوازی - مقاومتی				
شنبه‌ها هوازی- مقاومتی	تمرینات دوسر بازو، پرس‌های نظامی، کشش لت و کشش پا کرانچ شکم تمرینات هوازی دویدن	۳ ست ۱۵ تکراری با ۱RM٪ ۵۰ ۱ دقیقه استراحت بین ست‌ها و حرکات HRR ٪ ۵۰-۴۰	۳ ست ۱۲ تکراری با ۱RM٪ ۶۰ ۱ دقیقه استراحت بین ست‌ها و حرکات HRR ٪ ۶۰ -۵۰	۳ ست ۱۰ تکراری با ۱RM٪ ۷۰ ۱ دقیقه استراحت بین ست‌ها و حرکات HRR٪ ۷۰-۶۰
دوشنبه‌ها هوازی- مقاومتی	کشش سه سر بازویی، پرس نیمکت، کشش معکوس پا و پرس‌های نشسته پا کرانچ شکم تمرینات هوازی دویدن	۳ ست ۱۵ تکراری با ۱RM٪ ۵۰ ۱ دقیقه استراحت بین ست‌ها HRR ٪ ۵۰-۴۰	۳ ست ۱۵ تکراری با ۱RM٪ ۵۰ ۱ دقیقه استراحت بین ست‌ها HRR ٪ ۵۰-۴۰	۳ ست ۱۵ تکراری با ۱RM٪ ۵۰ ۱ دقیقه استراحت بین ست‌ها HRR ٪ ۵۰-۴۰
چهارشنبه‌ها هوازی	تمرینات هوازی دویدن	HRR ٪ ۵۰-۴۰	HRR ٪ ۶۰-۵۰	HRR ٪ ۷۰-۶۰

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/ 10.22049/JAHSSP.2024.29055.1594

جدول ۳. نتایج آزمون تی وابسته و تحلیل کواریانس متغیرهای پژوهش در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

گروه / متغیر		کنترل	٪ تغییرات	sig	تمرین ترکیبی	٪ تغییرات	sig	HIFT	٪ تغییرات	sig	F	P
سن (سال)		۱۶/۵۴ ± ۲/۲۰	–	–	۱۶/۸۷ ± ۱/۳۵	–	–	۱۶/۱۹ ± ۱/۱۰	–	–	–	–
قد (cm)		۱۵۵/۳۲ ± ۵/۲۴	–	–	۱۵۵/۵۷ ± ۴/۳۱	–	–	۱۵۷/۲۴ ± ۷/۵	–	–	–	–
وزن (kg)	پیش‌آزمون	۷۴/۳۹ ± ۶/۶۲	۱/۸۴	۰/۲۲۲	۷۶/۳۶ ± ۴/۷۹	−۹/۸۷	۰/۰۰۲*	۷۶/۳۶ ± ۴/۷۹	−۱۲/۵	۰/۰۰۱*	۱۴/۸۳	۰/۰۰۱#
	پس‌آزمون	۷۵/۷۶ ± ۵/۵۹			۶۸/۸۲ ± ۵/۵۶			۶۶/۸۱ ± ۴/۳۳				
BMI (kg/m²)	پیش‌آزمون	۳۲/۲۰ ± ۳/۶۳	۰/۶۸	۰/۱۸۷	۳۲/۴۲ ± ۳/۶۴	−۵/۲۱	۰/۰۰۱*	۳۲/۲۰ ± ۳/۶۳	−۱۲/۶۳	۰/۰۰۱*	۵۹/۸۴	۰/۰۰۱#
	پس‌آزمون	۳۲/۴۲ ± ۳/۶۴			۳۰/۷۳ ± ۳/۶۴			۲۸/۱۳ ± ۲/۸۲				
WC (cm)	پیش‌آزمون	۱۱۹/۴۹ ± ۰/۷۸	−۰/۲۲	۰/۲۱۷	۱۱۹/۴۰ ± ۰/۷۶	−۴/۰۷	۰/۰۰۱*	۱۱۸/۹۸ ± ۰/۹۹	−۷/۷۷	۰/۰۰۱*	۶۳/۱۷	۰/۰۰۱#
	پس‌آزمون	۱۱۹/۲۲ ± ۰/۹۸			۱۱۴/۵۴ ± ۳/۷۸			۱۰۹/۷۳ ± ۱/۱۱				
BF (%)	پیش‌آزمون	۲۸/۱۳ ± ۲/۸۲	−۱/۶۳	۰/۳۸۱	۲۸/۱۳ ± ۳/۸۲	−۹/۳۴	۰/۰۰۱*	۳۰/۴۰ ± ۳/۴۳	−۲۲/۲۶	۰/۰۰۱*	۵۵/۰۰	۰/۰۰۱#
	پس‌آزمون	۲۷/۶۷ ± ۳/۶۴			۲۵/۵ ± ۳/۵۷			۲۳/۶۳ ± ۴/۶۹				
ALT (U/L)	پیش‌آزمون	۳۲/۵۲ ± ۳/۲۷	−۰/۹۲	۰/۴۲۱	۳۲/۲۹ ± ۲/۶۴	−۱۴/۳	۰/۰۰۱*	۳۲/۵۲ ± ۳/۵۴	−۲۳/۶۱	۰/۰۰۱*	۲۰۵/۸۰	۰/۰۰۱#
	پس‌آزمون	۳۲/۲۲ ± ۳/۵۷			۲۷/۶۷ ± ۲/۷۸			۲۴/۸۴ ± ۲/۶۹				
AST (U/L)	پیش‌آزمون	۳۰/۹۲ ± ۳/۶۴	−۰/۲۲	۰/۱۷۵	۳۰/۴۰ ± ۳/۴۳	−۱۴/۸۹	۰/۰۰۱*	۳۰/۵ ± ۳/۶۴	−۲۰/۹۵	۰/۰۰۱*	۶۱۱۰/۳۸	۰/۰۰۱#
	پس‌آزمون	۳۰/۸۵ ± ۳/۶۵			۲۵/۵۰ ± ۳/۶۴			۲۳/۶۳ ± ۳/۴۷				
AST/ALT	پیش‌آزمون	۰/۹۵۳ ± ۰/۰۰۱	−۰/۱۹	۰/۴۱۴	۰/۹۴۱ ± ۰/۰۰۱	−۰/۲۸	۰/۱۵۲	۰/۹۳۷ ± ۰/۰۰۱	۱/۷	۰/۰۲۱*	۴۷/۶۰	۰/۰۰۱#
	پس‌آزمون	۰/۹۵۱ ± ۰/۰۰۱			۰/۹۳۸ ± ۰/۰۰۱			۰/۹۵۳ ± ۰/۰۰۱				

* وجود اختلاف معنادار درون گروهی بین مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون
# وجود اختلاف معنادار بین گروهی در میزان تغییرات

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

JAHSSP
http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/ 10.22049/JAHSSP.2024.29055.1594

جدول ٤. نتایج حاصل از آزمون بونفرونی برای متغیرهای مورد پژوهش جهت مقایسه دوبه‌دو گروه‌های پژوهش

گروه‌ها		وزن	BMI	دور کمر	%BF	ALT	AST	AST/ALT
گروه کنترل	تمرینات ترکیبی	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۴۵۵
	HIFT	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*
تمرینات ترکیبی	HIFT	۰/۸۲۷	۰/۰۸۹	۰/۸۲۷	۰/۸۲۷	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*

* وجود معناداری بین گروه‌ها

بحث

مطالعه حاضر با هدف مقایسه تاثیر ۱۲ هفته تمرین فانکشنال شدید و تمرین ترکیبی هوازی- مقاومتی بر سطوح AST، ALT، نسبت AST/ALT و شاخص‌های ترکیب بدن در دختران دارای اضافه وزن و چاق انجام شد. نتایج نشان داد که هر دو نوع مداخلات ۱۲ هفته‌ای تمرین HIFT و تمرین ترکیبی هوازی- مقاومتی باعث کاهش معنی‌دار متغیرهای ترکیب بدن، (وزن، شاخص توده بدنی، دور کمر، درصد چربی بدن) و سطوح سرمی آنزیم‌های کبدی ALT و AST شدند، با این حال در رابطه با کاهش سطوح آنزیم‌های کبدی، تاثیر HIFT نسبت به تمرین ترکیبی بیشتر بود، اما در رابطه با شاخص‌های ترکیب‌بدن بین گروه‌های تمرینی اختلاف معناداری وجود نداشت. همچنین در رابطه با نسبت AST بر ALT تنها در گروه HIFT تغییرات معنادار نسبت به پیش‌آزمون و گروه‌های کنترل و تمرین ترکیبی مشاهده شد.

تاثیر معنی‌دار HIFT و تمرینات ترکیبی بر شاخص‌های ترکیب بدن که در مطالعه حاضر مشاهده شد با مطالعات پوسناکیدیس[۱] و همکاران (۲۰۲۲)، کاپسیس[۲] و همکاران (۲۰۲۲)، کاودون[۳] و همکاران (۲۰۲۰) و فیتو[۴] و همکاران (۲۰۱۸) که تاثیر معنی‌دار مداخلات HIFT بر ترکیب بدن را گزارش داده بودند (۵۵, ۵۹-۶۱) و نیز با مطالعات اُح[۵] و همکاران (۲۰۲۳)، ریجیکی[۶] و همکاران (۲۰۲۳)، آلوز[۷] و همکاران (۲۰۲۲) و جین[۸] و همکاران (۲۰۱۸) که تاثیر تمرینات ترکیبی هوازی- مقاومتی بر ترکیب بدن را مشاهده کرده بودند (۳۸-۴۰, ۶۲) همسو بود. چند مفصلی بودن تمرینات، به کارگیری عضلات بیشتر و درگیر شدن کل بدن در HIFT، از عوامل مصرف بیشتر انرژی طی تمرین و تعادل منفی انرژی و در نتیجه کاهش وزن بیان شده است (۵۱) همچنین مشاهده شده است که HIFT می‌تواند مصرف اکسیژن بعد از ورزش را افزایش دهد، که این امر با مصرف انرژی از مسیرهای اکسایشی بویژه از منابع چربی و در نتیجه کاهش توده چربی و نهایتا کاهش وزن همراه می‌شود (۴۴, ۵۱) علاوه بر این افزایش توده بدون چربی بویژه در بالاتنه و کاهش توده چربی را از دلایل تاثیرگذاری HIFT بر ترکیب بدن بیان کرده‌اند که این افزایش توده بدون چربی باعث افزایش متابولیسم استراحتی و انرژی مصرفی بیشتر در زمان استراحت و درنتیجه کاهش وزن بیشتر می‌شود (۴۳, ۴۵). در رابطه با چگونگی تاثیر تمرینات ترکیبی هوازی-مقاومتی در بهبود شاخص‌های ترکیب بدن مواردی همچون افزایش متابولیسم پایه، انرژی مصرفی بیشتر طی تمرین ترکیبی نسبت به تمرینات جداگانه، هم‌افزایی تاثیرات چربی سوزی تمرینات هوازی و افزایش توده بدون چربی ناشی از تمرینات مقاومتی، افزایش سطح هورمون‌های رشد و تستوسترون ناشی از تمرین (بویژه تمرین مقاومتی)، بهبود پاسخ‌های انسولینی و متابولیسم بهتر گلوکز و چربی بیان شده است (۳۸-۴۰, ۶۲).

از طرف دیگر نتایج این مطالعه مبنی بر بهبود معنی‌دار شاخص‌های ترکیب بدنی در گروه‌های HIFT و تمرینات ترکیبی هوازی-مقاومتی، در تقابل با نتایج مطالعه فیتو و همکاران (۲۰۱۹) است که تاثیرات هشت هفته تمرین ترکیبی هوازی - مقاومتی و HIFT را بر تغییرات ترکیب بدن و کنترل گلوکز مورد بررسی قرار دادند و تنها بهبود در توده‌ی بدون چربی را گزارش دادند که البته این عدم بهبود در شاخص‌های ترکیب بدنی را ناشی از کوتاه بودن دوره زمانی تمرینات و همچنین محدودیت‌های مطالعه شامل کوچک بودن حجم نمونه، عدم در نظرگرفتن سابقه تمرینی شرکت‌کنندگان، توزیع نابرابر جنسی در گروه‌ها، عدم کنترل نکات تغذیه‌ای و خطای اندازه‌گیری بیان کردند (۵۶). همچنین در مطالعه‌ای که هینریش و همکاران (۲۰۱۲) برای مقایسه هشت هفته تمرینات عملکردی دایره‌ای و تمرینات استاندارد نظامی بر فاکتورهای آمادگی جسمانی، شاخص‌های فیزیولوژیک و ترکیب بدنی در افراد ورزیده نظامی انجام دادند با وجود برتری تمرینات عملکردی دایره‌ای در بهبود شاخص‌های آمادگی جسمانی و فیزیولوژیک، اما در

[۱] Posnakidis
[۲] Kapsis
[۳] Cavedon
[۴] Feito
[۵] Oh
[۶] Rejeki
[۷] Alves
[۸] Jin

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

رابطه با شـاخص‌های ترکیب بدنی تغییر محسـوسـی را در هیچ یک از گروه‌ها مشـاهده نکردند (۵۷) که این امر می‌تواند ناشـی از ویژگی‌های جامعه مورد مطالعه که افرادی ورزیده با ترکیب بدنی مناسب بودند باشد.

یافته مهم دیگر مطالعه حاضر وجود اختلاف معنی‌دار بین دو گروه HIFT و تمرینات ترکیبی در کاهش سـطوح آنزیم‌های ALT و AST می‌باشـد که نشان دهنده اثربخشی بیشتر HIFT است. با وجود اینکه تغییرات این آنزیم‌هـا در هر دو گروه تمرینی نسـبـت به پیش‌آزمون و همچنین گروه کنترل معنی‌دار بود. بـا توجه به اینکه تاکنون در رابطه با تاثیر HIFT بر آنزیم‌های کبدی ALT و AST پژوهشـی صورت نگرفته است اطلاعات پیشـینه در این مورد بسـیار محدود است. با این حال یافته تحقیق حاضر مبنی بر اثربخش‌تر بودن HIFT نسـبـت بـه تمرینات ترکیبی هوازی- مقـاومتی بـا نتـایج مطـالعه رنجرز[1] و همکاران (۲۰۲۱) که تاثیر دو نوع پروتکل تمرین تناوبی شـدید ۱۲ هفته‌ای را بصـورت ترکیب با تمرینات مقاومتی و ترکیب با تمرینات قایقرانی (با تاکید بر عملکرد قدرتی عضلات بزرگ) بر آنزیم‌های کبدی و سـلامت زنان فعال دارای اضـافه‌وزن مورد بررسـی قرار دادند همسوست، رنجرز و همکاران (۲۰۲۱)، کاهش سطوح آنزیم‌های ALT و AST را تنها در گروه تمرینات ترکیبی تناوبی شدید با تمرینـات قایقرانی مشـاهده کردند (۶۳) در حالیکه در تحقیق حاضـر علیرغم برتری HIFT، کاهش سـطوح آنزیم‌های کبدی در هر دو گروه تمرینی معنی‌دار بود. علـاوه بر این کـاهش معنی‌دار ALT و AST در گروه تمرینات ترکیبی هوازی- مقاومتی در تحقیق حاضـر، همسـو با مطالعات حاتمی و همکاران (۲۰۱۶)، گلس و همکاران (۲۰۱۷)، دیپانو[2] و همکاران (۲۰۱۲) می‌باشـد (۶۴-۶۶). نتایج مطالعات نشـان می دهد که تمرینـات ورزشـی، چـه هوازی و چـه مقـاومتی می‌توانند با کاهش در محتوای چربی کبـد، محتوای چربی احشـایی و مقاومت به انسـولین، سـطوح ALT و AST را کاهش دهند (۴۳، ۶۶، ۶۷). برخی مطالعات نشان داده‌اند که تمرین هوازی با شدت متوسط تا زیاد، بیشترین پتانسیل کاهش چربی احشـایی را در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق دارد (۶۸، ۶۹) و تمرین مقـاومتی هم می‌تواند عملکرد انسـولین، کنترل گلوکز خون و اکسـیداسیون و ذخیره چربی در عضلات را بهبود بخشد (۷۰). در مطالعه حاضـر هر دو مداخله تمرینی، ترکیبی از تمرینات هوازی و مقاومتی به شـمـار می‌روند اما از آنجا که HIFT (به‌عنوان یک سـبـک تمرینی از ترکیب فعالیت‌های هوازی و مقاومتی عملکردی بصورت تناوبی و شدید) در تمام جلسـات دوره تمرینی هر دو بعد هوازی و مقاومتی را شـامل می‌شد می‌توان این امر را دلیل اثربخشی بیشتر آن در کاهش آنزیم‌های ALT و AST را بیان کرد.

یافته مهم دیگر تحقیق حاضـر تغییر معنی‌دار نسـبت AST بر ALT در گروه HIFT در مقـایسـه با پیش‌آزمون و نیز گروه‌های کنترل و تمرین ترکیبی بود. علیرغم اینکـه نسـبـت AST/ALT از شـاخص‌های مهم عملکرد کبد و تشـخیص بیماری‌های کبدی به شمار می‌رود اما اطلاعات چندانی در رابطه با تاثیر HIFT بر این شـاخص وجود ندارد و مطالعات موجود نیز نتایج ضد و نقیضی ارائه کرده‌اند بطوری که مطالعات مختلف انجـام گرفته کاهش (۷۱)، عدم تغییر (۷۲) و همچنین افزایش (۷۳) این نسـبت را تحت تاثیر تمرین نشان داده‌اند. دلیل اصلی این نتایج متناقض وضـعیت اولیه AST/ALT درآزمودنی‌هاسـت چرا که در شرایط مختلف پاتولوژیکی، این نسبت متفاوت بوده و مداخلات تمرینی مناسب می‌تواند در جهـت تغییر و بهبودی آن موثر واقع شـوند، علاوه بر این متغیرهای تمرین شـامل شـدت، مدت و حجم تمرین از عوامل موثر بر این نسـبت هستند چنانکه تمرینات شدید و طاقت‌فرسا با ایجاد آسیب عضلانی امکان افزایش این نسـبت را دارند (۷۳). در تحقیق حاضـر نیز با وجود اینکه نسـبت AST/ALT شـرکت‌کنندگان تقریبا در محدودی طبیعی بود اما تغییرات معنادار در گروه HIFT نمایانگر بهبود این نسبت (نزدیک شدن آن به یک) در آزمودنی‌های مربوطه بود که نشان‌دهنده تغییرات کاهشی بیشـتر در ALT نسـبت به AST بوده است. از آنجا که ALT نسبت به AST، شاخص‌های التهاب کبدی قوی‌تری به شمار می‌رود (۷۴) کاهش بیشتر آن در گروه HIFT می‌تواند ناشی از اثرات ضدالتهابی این تمرینات باشد.

از جمله محدودیت‌های پژوهش حاضـر می‌توان به عدم وجود پیشـینه‌ی کافی در رابطه با مقایسـه HIFT و تمرینات ترکیبی هوازی و نیز تاثیر این مـداخلات تمرینی بر آنزیم‌های کبدی و عدم بررسـی مسـیرهای احتمالی تاثیرگذاری مداخلات تمرینی بر متغیرهای مورد مطالعه بیان کرد که می‌توانند در پژوهش‌های آتی مدنظر قرار گیرند.

نتیجه‌گیری

می‌توان نتیجه گرفت که ترکیب تمرینات هوازی و مقاومتی بویژه HIFT می‌تواند برای کاهش وزن و بهبود شاخص‌های ترکیب بدنی و سلامت کبد مورد استفاده قرار گیرد که تمرینات HIFT بدلیل بهره‌گیری از اجرای تناوبی و شدید تمرینات عملکردی هوازی و مقاومتی در تمام جلسات می‌تواند اثربخش‌تر باشد.

تشکر و قدردانی

[1] Rengers

[2] De Piano

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

از تمامی آزمودنی‌های شـــرکت کننده و کســـانی که ما را در اجرای این تحقیق یاری رساندند، نهایت تشکر و قدردانی را داریم.

تضاد منافع

نویسندگان این مقاله، هیچ نفع متقابلی از انتشار آن ندارند.

Reference

.۱ Sarwar R, Pierce N, Koppe S. Obesity and nonalcoholic fatty liver disease: current perspectives. Diabetes, metabolic syndrome and obesity: targets and therapy. 2018; 25(11):533-542. doi: 10.2147/DMSO.S146339.

.۲ Abarca-Gómez L, Abdeen ZA, Hamid ZA, Abu-Rmeileh NM, Acosta-Cazares B, Acuin C, et al. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128· 9 million children, adolescents, and adults. The lancet. 2017;390(10113):2627-42 .doi: 10.1016/S0140-6736(17)32129-3.

.۳ Sørensen TIA, Martinez AR, Jørgensen TSH. Epidemiology of Obesity. In: Eckel J, Clément K, editors. From Obesity to Diabetes. Cham: Springer International Publishing; 2022. p. 3-27.

.٤ Simmonds M, Llewellyn A, Owen CG, Woolacott N. Predicting adult obesity from childhood obesity: a systematic review and meta-analysis. Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity. 2016;17(2):95-107 .doi: 10.1111/obr.12334. Epub 2015 Dec 23.

.٥ Bendor CD, Bardugo A, Pinhas-Hamiel O, Afek A, Twig G. Cardiovascular morbidity, diabetes and cancer risk among children and adolescents with severe obesity. Cardiovascular diabetology. 2020; 19(1):79. doi: 10.1186/s12933-020-01052-1.

.٦ Rhee E-J. The influence of obesity and metabolic health on vascular health. Endocrinology and Metabolism. 2022; 37(1): 1–8. doi: 10.3803/EnM.2022.101

.۷ Bosy-Westphal A, Müller MJ. Diagnosis of obesity based on body composition-associated health risks-Time for a change in paradigm. Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity. 2021;22 Suppl 2:e13190 .doi: 10.1111/obr.13190

.۸ Jung UJ, Choi M-S. Obesity and its metabolic complications: the role of adipokines and the relationship between obesity, inflammation, insulin resistance, dyslipidemia and nonalcoholic fatty liver disease. International journal of molecular sciences. 2014;15(4):6184-223. doi: 10.3390/ijms15046184.

.۹ Sarwar R, Pierce N, Koppe S. Obesity and nonalcoholic fatty liver disease: current perspectives. Diabetes, metabolic syndrome and obesity : targets and therapy. 2018; 25(11):533-542. doi: 10.2147/DMSO.S146339.

.۱۰ Jalili V, Poorahmadi Z, Hasanpour Ardekanizadeh N, Gholamalizadeh M, Ajami M, Houshiarrad A, et al. The association between obesity with serum levels of liver enzymes, alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase, alkaline phosphatase and gamma-glutamyl transferase in adult women. Endocrinology, Diabetes & Metabolism. 2022; 5(6):e367. doi: 10.1002/edm2.367

.۱۱ Bekkelund SI, Jorde R. Alanine Aminotransferase and Body Composition in Obese Men and Women. Disease markers. 2019;2019:1695874 .doi: 10.1155/2019/1695874.

.۱۲ Liu C, Shao M, Lu L, Zhao C, Qiu L, Liu Z. Obesity, insulin resistance and their interaction on liver enzymes. PloS one. 2021;16(4):e0249299 .doi: 10.1371/journal.pone.0249299.

.۱۳ Thong VD, Quynh BTH. Correlation of serum transaminase levels with liver fibrosis assessed by transient elastography in vietnamese patients with nonalcoholic fatty liver disease. International Journal of General Medicine. 2021:1349-55 .doi: 10.2147/IJGM.S309311.

.۱٤ Lan Q, Zhang Y, Lin F, Meng Q, Buys NJ, Fan H, et al. Association Between Serum Aminotransferases and Risk of New-Onset Cardiometabolic Disease in a Healthy Chinese Population: A Cohort Study. Frontiers in public health. 2022;10:902393 .doi: 10.3389/fpubh.2022.902393

.۱٥ Nyblom H, Nordlinder H, Olsson R. High aspartate to alanine aminotransferase ratio is an indicator of cirrhosis and poor outcome in patients with primary sclerosing cholangitis. Liver international : official journal of the International Association for the Study of the Liver. 2007;27(5):694-9 doi: 10.1111/j.1478-3231.

.۱٦ Hofmeister MG, Xing J, Foster MA, Augustine RJ, Burkholder C, Collins J, et al. Factors Associated With Hepatitis A Mortality During Person-to-Person Outbreaks: A Matched Case-Control Study-United States, 2016-2019. Hepatology (Baltimore, Md). 2021;74(1):28-40 .doi: 10.1002/hep.31645.

Copyright ©The authors

management of obesity: A step-wise approach. Journal of education and health promotion. 2020;9:239.
.۲۸ Alexander L, Christensen SM, Richardson L, Ingersoll AB, Burridge K, Golden A, et al. Nutrition and physical activity: An Obesity Medicine Association (OMA) Clinical Practice Statement 2022. Obesity Pillars. 2022;1:100005 .doi: 10.1016/j.obpill.2021.100005
.۲۹ Friedenreich CM, Ryder-Burbidge C, McNeil J. Physical activity, obesity and sedentary behavior in cancer etiology: epidemiologic evidence and biologic mechanisms. Molecular Oncology. 2021;15(3):790-800 .doi: 10.1002/1878-0261.12772.
.۳۰ Bellicha A, van Baak MA, Battista F, Beaulieu K, Blundell JE, Busetto L, et al. Effect of exercise training on weight loss, body composition changes, and weight maintenance in adults with overweight or obesity: An overview of 12 systematic reviews and 149 studies. Obesity Reviews. 2021;22:e13256 .doi: 10.1111/obr.13256.
.۳۱ Warburton DE, Bredin SS. Health benefits of physical activity: a systematic review of current systematic reviews. Current opinion in cardiology. 2017;32(5):541-56 .doi: 10.1097/HCO.0000000000000437.
.۳۲ Medrano-Ureña MdR, Ortega-Ruiz R, Benítez-Sillero JdD. Physical fitness, exercise self-efficacy, and quality of life in adulthood: a systematic review. International journal of environmental research and public health. 2020;17(17):6343 .doi: 10.3390/ijerph17176343.
.۳۳ Sanchis-Gomar F, Lavie CJ, Marín J, Perez-Quilis C, Eijsvogels TM, O'Keefe JH, et al. Exercise effects on cardiovascular disease: from basic aspects to clinical evidence. Cardiovascular Research. 2022;118(10):2253-66 .doi: 10.1093/cvr/cvab272.
.۳٤ Dehghanzadeh Suraki R, Mohsenzade M, Tibana RA, Ahmadizad S. Effects of CrossFit training on lipid profiles, body composition and physical fitness in overweight men. Sport Sciences for Health. 2021;17(4):855-62.
.۳۵ Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, Manore MM ,Rankin JW, Smith BK. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2009;41(2):459-71 .doi: 10.1249/MSS.0b013e3181949333.
.۳٦ Oppert JM, Bellicha A, van Baak MA, Battista F, Beaulieu K, Blundell JE, et al. Exercise training in the management of overweight and obesity in adults: Synthesis of the evidence and
.۱۷ Liu H, Zha X, Ding C, Hu L, Li M, Yu Y, et al. AST/ALT Ratio and Peripheral Artery Disease in a Chinese Hypertensive Population: A Cross-Sectional Study. Angiology. 2021;72(10):916-22 .doi: 10.1177/00033197211004410.
.۱۸ Ewid M, Sherif H, Allihimy AS, Alharbi SA, Aldrewesh DA, Alkuraydis SA, et al. AST/ALT ratio predicts the functional severity of chronic heart failure with reduced left ventricular ejection fraction. BMC research notes. 2020;13(1):178 .doi: 10.1186/s13104-020-05031-3
.۱۹ Preuss HG, Kaats GR, Mrvichin N, Swaroop A, Bagchi D, Clouatre D, et al. Examining the Relationship Between Nonalcoholic Fatty Liver Disease and the Metabolic Syndrome in Nondiabetic Subjects. Journal of the American College of Nutrition .2018;37(6):457-65.
.۲۰ Wang X, Li H, Ji L, Cang J, Zhao H. Association between aspartate aminotransferase to alanine aminotransferase ratio and the risk of diabetes in Chinese prediabetic population: A retrospective cohort study. Frontiers in public health. 2023;10:1045141 doi: 10.3389/fpubh.2022.1045141.
.۲۱ Kamimoto Y, Horiuchi S, Tanase S, Morino Y. Plasma clearance of intravenously injected aspartate aminotransferase isozymes: evidence for preferential uptake by sinusoidal liver cells. Hepatology (Baltimore, Md). 1985;5(3):367-75 .doi: 10.1002/hep.1840050305.
.۲۲ Moussavian SN, Becker RC, Piepmeyer JL, Mezey E, Bozian RC. Serum gamma-glutamyl transpeptidase and chronic alcoholism. Influence of alcohol ingestion and liver disease. Digestive diseases and sciences. 1985;30(3):211-4 .doi: 10.1007/BF01347885.
.۲۳ Ferenci P. diagnosis and current therapy of Wilson's disease. Alimentary pharmacology & therapeutics. 2004;19(2):157-65 .doi: 10.1046/j.1365-2036.2003.01813.x.
.۲٤ Botros M, Sikaris KA. The de ritis ratio: the test of time. The Clinical biochemist Reviews. 2013;34(3):117-30.
.۲۵ Albuquerque D, Nóbrega C, Manco L, Padez C. The contribution of genetics and environment to obesity. British Medical Bulletin. 2017;123(1):159-73 .doi: 10.1093/bmb/ldx022.
.۲٦ Bouchard C. Genetics of obesity: what we have learned over decades of research. Obesity. 2021;29(5):802-20 .doi: 10.1002/oby.23116.
.۲۷ Chopra S, Malhotra A, Ranjan P ,Vikram NK, Singh N. Lifestyle-related advice in the

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

http://dx.doi.org/ 10.22049/JAHSSP.2024.29055.1594

recommendations from the European Association for the Study of Obesity Physical Activity Working Group. Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity. 2021;22 Suppl 4(Suppl 4):e13273(a) .doi: 10.1111/obr.13273.

.۳۷ Oppert J-M, Ciangura C, Bellicha A. Physical activity and exercise for weight loss and maintenance in people living with obesity. Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders. 2023:1-13(b) . doi: 10.1007/s11154-023-09805-5.

.۳۸ Oh D-H, Lee J-K. Effect of Different Intensities of Aerobic Exercise Combined with Resistance Exercise on Body Fat, Lipid Profiles, and Adipokines in Middle-Aged Women with Obesity. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2023;20(5):3991 .doi: 10.3390/ijerph20053991.

.۳۹ Rejeki PS, Pranoto A, Rahmanto I, Izzatunnisa N, Yosika GF, Hernaningsih Y, et al. The Positive Effect of Four-Week Combined Aerobic–Resistance Training on Body Composition and Adipokine Levels in Obese Females. Sports. 2023;11(4):90 .doi: 10.3390/sports11040090.

.٤٠ Alves RC, Enes A, Follador L, Prestes J, da Silva SG. Effect of Different Training Programs at Self-Selected Intensity on Body Composition, Perceptual Responses and Fitness Outcomes in Obese Women. International Journal of Exercise Science. 2022;15(4):373.

.٤١ 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 .Hepatitis monthly. 2015;15(10):e31434 doi: 10.5812/hepatmon.31434.

.٤٢ Mohammad Rahimi GR, Attarzadeh Hosseini SR. Effect of Aerobic Exercise Alone or in Conjunction With Diet on Liver Function, Insulin Resistance and Lipids in Non-Alcoholic Fatty Liver Disease. Biological research for nursing. 2022;24(2):259-76 .doi: 10.1177/10998004211068026.

.٤٣ Hejazi K, Hackett D. Effect of Exercise on Liver Function and Insulin Resistance Markers in Patients with Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Journal of clinical medicine. 2023;12(8) .doi: 10.3390/jcm12083011.

.٤٤ Fu L, Zhang W, Ao Y, Zheng Z, Hu H. Efficacy of aerobic and resistance exercises in improving visceral adipose in patients with non-alcoholic fatty liver: a meta-analysis of randomized controlled trials. Zeitschrift fur Gastroenterologie. 2022;60(11):1644-58 .doi: 10.1055/a-1742-4257.

.٤٥ Khajeh Salehani S, Alizadeh R. Effect of Eight Weeks of Concurrent Training on Liver Enzymes, Lipid Profile, and Insulin Resistance Among Overweight Male Children. The Horizon of Medical Sciences. 2019;25(4):312-23.doi: 10.32598/hms.25.4.312.

.٤٦ Hosseini Kakhk A, Khalegh Zadeh H, Nematy M, Hamedi Nia M. The effect of combined aerobic-resistance training on lipid profile and liver enzymes in patients with non-alcoholic fatty liver under nutrition diet. Sport Physiology. 2015;7(27):65-84 .doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.113149.

.٤٧ Li P-J, Jin T, Luo D-H, Shen T, Mai D-M, Hu W-H, et al. Effect of prolonged radiotherapy treatment time on survival outcomes after intensity-modulated radiation therapy in nasopharyngeal carcinoma. PloS one. 2015;10(10):e0141332 doi: 10.1371/journal.pone.0141332.

.٤٨ Pedersen MRL ,Hansen AF, Elmose-Østerlund K. Motives and Barriers Related to Physical Activity and Sport across Social Backgrounds: Implications for Health Promotion. Int J Environ Res Public Health. 2021;18(11) .doi: 10.3390/ijerph18115810.

.٤٩ Heinrich KM, Patel PM, O'Neal JL, Heinrich BS. High-intensity compared to moderate-intensity training for exercise initiation, enjoyment, adherence, and intentions: an intervention study. BMC public health. 2014;14(1):1-6(a) doi: 10.1186/1471-2458-14-789..

.٥٠ Fisher J, Sales A, Carlson L, Steele J. A comparison of the motivational factors between CrossFit participants and other resistance exercise modalities: a pilot study. The Journal of sports medicine and physical fitness. 2017;57(9):1227-34 . doi: 10.23736/S0022-4707.16.06434-3.

.٥١ Heinrich KM, Becker C, Carlisle T, Gilmore K, Hauser J, Frye J, et al. High-intensity functional training improves functional movement and body composition among cancer survivors: a pilot study. European journal of cancer care. 2015;24(6):812-7 doi: 10.1111/ecc.12338..

.٥٢ Feito Y, Heinrich KM, Butcher SJ, Poston WSC. High-intensity functional training (HIFT): Definition and research implications for improved fitness. Sports. 2018;6(3):76(b) .doi: 10.3390/sports6030076.

.٥٣ Haddock CK, Poston WS, Heinrich KM, Jahnke SA, Jitnarin N. The Benefits of High-Intensity Functional Training Fitness Programs for Military

Copyright ©The authors Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

http://dx.doi.org/ 10.22049/JAHSSP.2024.29055.1594

Exercise Rehabilitation. 2018;14(4):660. doi: 10.12965/jer.1836294.147.

.٦٣ Rengers TA, Orr SC, Marks CRC, Hew-Butler T, Choi MD, Butcher SJ ,et al. Effects of High-Intensity Interval Training Protocols on Liver Enzymes and Wellness in Women. Journal of sports medicine (Hindawi Publishing Corporation). 2021;2021:5554597 .doi: 10.1155/2021/5554597.

.٦٤ Hatami MT, Eftekhari E. The effect of combined aerobic and resistance training on hepatic enzymes in males with nonalcoholic fatty liver. Biotechnology and Health Sciences. 2016;3(3):25-9 doi: 10.5812/hepatmon.31434.

.٦٥ de Piano A, de Mello MT, Sanches PdL, da Silva PL, Campos RM, Carnier J, et al. Long-term effects of aerobic plus resistance training on the adipokines and neuropeptides in nonalcoholic fatty liver disease obese adolescents. European journal of gastroenterology & hepatology. 2012;24(11):1313-24 .doi: 10.1097/MEG.0b013e32835793ac.

.٦٦ Glass OK, Radia A, Kraus WE, Abdelmalek MF. Exercise training as treatment of nonalcoholic fatty liver disease. Journal of Functional Morphology and Kinesiology. 2017;2(4):35.

.٦٧ Hong F, Liu Y, Lebaka VR, Mohammed A, Ye W, Chen B, et al. Effect of exercise training on serum transaminases in patients with nonalcoholic fatty liver disease :A systematic review and meta-analysis. Frontiers in Physiology. 2022;13:894044 doi: 10.3389/fphys.2022.894044..

.٦٨ Hong HR, Jeong JO, Kong JY, Lee SH, Yang SH, Ha CD, et al. Effect of walking exercise on abdominal fat, insulin resistance and serum cytokines in obese women. Journal of exercise nutrition & biochemistry. 2014;18(3):277-85 .doi: 10.5717/jenb.2014.18.3.277.

.٦٩ Recchia F, Leung CK, Angus PY, Leung W, Danny JY, Fong DY, et al. Dose–response effects of exercise and caloric restriction on visceral adiposity in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. British Journal of Sports Medicine. 2023٥٧ .(16):1035-1041. doi: 10.1136/bjsports-2022-106304.

.٧٠ Winters-Stone K. Resistance exercise reduces body fat and insulin during androgen-deprivation therapy for prostate cancer. Number 4/July 2015. 2015;42(4):348-56 doi: 10.1188/15.ONF.348-356..

.٧١ Farbod M, Eizadi M, Davoodzadeh S. Protective Effects of Aerobic Intervention on the Profile of Liver Enzymes with Emphasis on AST to Personnel. Military medicine. 2016:(١١)١٨١;e1508-e14 .doi: 10.7205/MILMED-D-15-00503.

.٥٤ Poston WS, Haddock CK, Heinrich KM, Jahnke SA, Jitnarin N, Batchelor DB. Is High-Intensity Functional Training (HIFT)/CrossFit Safe for Military Fitness Training? Military medicine. 2016;181(7):627-37 .doi: 10.7205/MILMED-D-15-00273

.٥٥ Feito Y, Hoffstetter W, Serafini P, Mangine G. Changes in body composition, bone metabolism, strength, and skill-specific performance resulting from 16-weeks of HIFT. PloS one. 2018;13(6):e0198324 . doi: 10.1371/journal.pone.0198324.

.٥٦ Feito Y, Patel P, Sal Redondo A, Heinrich KM. Effects of eight weeks of high intensity functional training on glucose control and body composition among overweight and obese adults. Sports. 2019;7(2):51 .doi: 10.3390/sports7020051.

.٥٧ Heinrich KM, Spencer V, Fehl N, Carlos Poston WS. Mission essential fitness: comparison of functional circuit training to traditional Army physical training for active duty military. Military medicine. 2012;177(10):1125-30 .doi: 10.7205/milmed-d-12-00143.

.٥٨ Morales J, Sobonya S. Use of submaximal repetition tests for predicting 1-RM strength in class athletes. The Journal of Strength & Conditioning Research .1996;10(3):186-9.

.٥٩ Posnakidis G, Aphamis G, Giannaki CD, Mougios V, Bogdanis GC. The addition of high-load resistance exercises to a high-intensity functional training program elicits further improvements in body composition and strength: A randomized trial. Sports. 2022;10(12):207 .doi: 10.3390/sports10120207.

.٦٠ Kapsis DP, Tsoukos A, Psarraki MP, Douda HT, Smilios I, Bogdanis GC. Changes in body composition and strength after 12 weeks of high-intensity functional training with two different loads in physically active men and women: A randomized controlled study. Sports. 2022;10(1):7 .doi: 10.3390/sports10010007.

.٦١ Cavedon V, Milanese C, Marchi A, Zancanaro C. Different amount of training affects body composition and performance in High-Intensity Functional Training participants. PloS one. 2020;15(8):e0237887 doi: 10.1371/journal.pone.0237887.

.٦٢ Jin C-H, Rhyu H-S, Kim JY. The effects of combined aerobic and resistance training on inflammatory markers in obese men. Journal of

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

http://dx.doi.org/ 10.22049/JAHSSP.2024.29055.1594

ALT ratio in Adult Females with Obesity. Women's Health Bulletin. 2018;5(4):1-7 doi: 10.5812/whb.57194.
.۷۲ Rodriguez B, Torres DM, Harrison SA. Physical activity: an essential component of lifestyle modification in NAFLD. Nature reviews Gastroenterology & hepatology. 2012;9(12):726-31 . doi: 10.1038/nrgastro.2012.200.
.۷۳ Pettersson J, Hindorf U, Persson P, Bengtsson T, Malmqvist U, Werkström V, et al. Muscular exercise can cause highly pathological liver function tests in healthy men. British journal of clinical pharmacology. 2008;65(2):253-9 .doi: 10.1111/j.1365-2125.2007.03001.x.
.۷٤ Kim HJ, Kim SY, Shin SP, Yang YJ, Bang CS, Baik GH, et al. Immunological measurement of aspartate/alanine aminotransferase in predicting liver fibrosis and inflammation. The Korean journal of internal medicine. 2020;35(2):320-30 .doi: 10.3904/kjim.2018.214.

Copyright ©The authors Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University