مجله فعالیت بدنی و تندرستی
سال ۱۴۰۱، شماره ۱، دوره ۱

اثر تمرین همزمان استقامتی پایین تنه و مقاومتی بالاتنه بر CRP، نیمرخ لیپیدی خون و عملکرد استقامتی و مقاومتی دختران دارای اضافه وزن و چاق

پریسا مکری بابامیری[۱]، خالید محمدزاده سلامت[۲*]

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحدسنندج
۲. استادیار فیزیولوژی ورزش، گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۲۵

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی تاثیر دوازده هفته تمرین استقامتی پایین تنه (LBET، ۴۰ دقیقه رکاب زدن بر چرخ کارسنج)، تمرین مقاومتی بالاتنه (UBRT، ۴۰ تمرین وزنه اندام فوقانی)، تمرین همزمان(CERT)، ۲۰ تمرین استقامتی پایین تنه + تمرین مقاومتی بالاتنه) و کنترل (C، بدون تمرین) بر پروتئین واکنشگر-C(CRP)، لیپیدهای سرم، VO2max و حداکثر قدرت حرکات پرس پا (LP) و پرس سینه (CP) بر دختران دارای اضافه وزن و چاق بود. چهل و هشت دختر دارای اضافه وزن و چاق (>۲۵ kg/m2 BMI) به طور تصادفی در چهار گروه ۱۲ نفری تقسیم شدند. اندازه گیری متغیرها قبل از شروع تمرین و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین انجام شد. نتایج نشان داد اختلاف معنی داری نیز در CRP (P=۰/۰۰۱)، LDL-C (P=۰/۰۱۴)، کلسترول (P=۰/۰۰۱) و VO2max (P=۰/۰۰۱)، بین گروه های LBET و UBRT و CRP (P=۰/۰۳۱) و پرس پا(P=۰/۰۰۸)، بین گروه های LBET و UBRT مشاهده گردید. به هر حال، تفاوت بین گروهی معنی داری در مورد HDL-C و TG مشاهده نشد(P>۰/۰۵). پس از تمرین کاهش معنی داری در غلظت LDL-C و TG در هر سه گروه تمرین و CRP، HDL-C، VO2max، CP و کلسترول در گروه های LBET و CERT مشاهده شد(P<۰/۰۵). همچنین، افزایش معنی داری در حداکثر قدرت CP در گروه های UBRT و CERT دیده شد. بنابراین، می توان نتیجه گرفت انجام تمرین همزمان با اختصاص نصف مدت زمان تمرینی هر یک از تمرینات LBET و UBRT موجب بهبود التهاب، نیمرخ لیپیدی و عملکرد استقامتی و مقاومتی دختران دارای اضافه وزن و چاق می شود.

واژه‌های کلیدی: تمرین همزمان ، نیمرخ لیپیدی، توان هوازی، التهاب سیستمی

* نویسنده مسئول: خالید محمدزاده سلامت
نشانی: گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج، سنندج، ایران
تلفن: ۰۹۱۲۸۳۳۰۴۲۲
پست الکترونیکی: kh.mohamadzadeh@gmail.com

Physical Activity and Health
2022, Vol:1 Issue:1

Effect of Concurrent Lower Body Endurance Training and Upper Body Resistance on CRP, Blood Lipid Profile and Endurance and Resistance Performance of Overweight and Obese Girls

Parisa Makri Babamiri [1], Khalid Mohamadzadeh Salamat [2*]

1. Master of Sports Physiology, Department of Physical Education, Faculty of Human Sciences, Islamic Azad University, Sanandaj branch
2. Assistant Professor of Exercise Physiology, Department of Physical Education, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Sanandaj Branch. Email: kh.mohamadzadeh@gmail.com

Received: 2021-10-02 Accepted: 2022-03-16

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of twelve weeks of lower body endurance training (LBET, 40 min endurance training on ergometer), upper body resistance training (UBRT, 40 min upper body resistance training), concurrent endurance and resistance training (CERT, 20 min lower body endurance + upper body resistance training) and control (C, no training) on C-reactive protein (CRP), serum lipids and lipoproteins, VO2max, and maximum strength of leg pressures (LP) and chest press (CP) in overweight and obese girls. Forty-eight overweight and obese girls (BMI> 25 kg / m2) were randomly divided into four equally numbers groups. Measurements were performed before the beginning of the training and 24 hours after the last training session. The results showed a significant difference in CRP (P = 0.001), LDL-C (P = 0.014), cholesterol (P = 0.001) and VO2max (P = 0.001) between LBET and UBRT and also in CRP groups (P = 0.031) and LP (P = 0.008) between LBET and UBRT groups. However, there was no significant difference in HDL-C and TG between groups (P> 0.05). After the training, there was a significant decrease in LDL-C and TG concentrations in all intervention groups and CRP, HDL-C, VO2max, CP and cholesterol in LBET and CERT groups (P <0.05). Also, there was a significant increase in CP in UBRT and CERT groups. Therefore, it can be concluded that doing concurrent training with the allocation of half the duration of each of LBET and UBRT interventions, improves the inflammation, lipid profiles, and endurance and resistance performance of overweight and obese girls.

Key words: Concurrent exercise, lipid profile, aerobic power, systemic inflammation

*Corresponding author: Khalid Mohamadzadeh Salamat
Address: Department of Physical Education, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Sanandaj Branch, Sanandaj, Iran
Tell: +989128330422
Email: **kh.mohamadzadeh@gmail.com**

مقدمه

چاقی یکی از شایع ترین اختلالات متابولیکی است که خطر ابتلا به بیماری هایی مانند دیابت نوع ۲، بیماری های قلبی-عروقی، اختلالات تنفسی، انواع سرطان ها و مرگ زودرس را افزایش می دهد(مرتنز[1]و همکاران ، ۲۰۰۶، ویلهلم[2] همکاران ۲۰۱۹). تا سال ۲۰۱۶، در بین افراد بالای ۱۸ سال جهان حدود ۱/۹ میلیارد دارای اضافه وزن و ۶۵۰ میلیون نفر چاق بودند. اضافه وزن و چاقی به طور میانگین سالانه جان ۲/۸ میلیون نفر را در جهان می گیرد (WHO[3]، ۲۰۱۸). علاوه بر این، منابع مالی زیادی در جهان صرف پیشگیری و درمان چاقی می شود. به خوبی مشخص شده است که بیان یا تولید عوامل التهابی با چاقی در ارتباط است و افراد چاق اغلب دارای مقادیر افزایش یافته عوامل التهابی هستند (لیباردی[4]و همکاران ۲۰۱۲، مونتایرو[5]و همکاران ۲۰۱۵، سلام و لاهر[6] ۲۰۱۶، پوزا و ایزیدوری[7]۲۰۱۸).

از سوی دیگر، نشان داده شده است که تمرین ورزشی موجب کاهش التهاب مزمن می شود (گوندیم[8]و همکاران ۲۰۱۵) . هرچند نحوه اثر تمرین ورزشی بر نشانه های التهابی به خوبی مشخص نیست. به طور کلی به نظر می رسد بخشی از سازوکار کاهش نشانه های التهابی با کاهش توده چربی بدن ارتباط داشته باشد(اولسون[9]و همکاران ۲۰۰۷). یکی از روش های تمرین ورزشی که در سال های اخیر مورد توجه پژوهشگران و ورزشکاران قرار گرفته است تمرینات همزمان استقامتی و مقاومتی است که با هدف ارتقای تندرستی و بهبود عملکردهای جسمانی در بسیاری از ورزش ها انجام می گیرد. تمرینات همزمان یعنی ادغام کردن تمرین هوازی و تمرین قدرتی که در یک جلسه یا در روزهای متناوب، در طی هفته انجام می شود (شمیم[10]و همکاران ۲۰۱۸، مورلاتیتس[11]و همکاران ۲۰۱۸). به نظر می رسد تمرین همزمان سیستم های هوازی و بی هوازی بدن را تا اندازه ای توسعه می دهد(گلواکی[12]و همکاران ۲۰۰۴، شمیم و همکاران ۲۰۱۸). نشان داده شده است که تمرین همزمان استقامتی و مقاومتی موجب بهبود ترکیب بدن

---

1. Mertens
2. Wilhelm
3. World Health Organization
4. Libardi
5. Monteiro
6. Sallam and Laher
7. Pozza and Isidori
8. Gondim
9. Olson
10. Shamim
11. Murlasits
12. Golwaki

و التهاب سیستمی افراد سالم (ایهالینن[1]و همکاران ۲۰۱۸ و گاه[2]و همکاران ۲۰۱۹)، چاق (کولاتوو[3] همکاران ۲۰۱۴ و لوپز[4]و همکاران ۲۰۱۶) و دارای دیابت نوع ۲ (آنیبالینی[5]و همکاران ۲۰۱۷) می گردد. در این زمینه پژوهش ها نشان داده اند، تمرین همزمان نسبت به تمرین استقامتی به تنهایی موجب کاهش بیشتر لیپوپروتئین کم چگال (LDL) شده (گارسیا-هورموسو[6]۲۰۱۸) و تمرین استقامتی و همزمان-نه تمرین مقاومتی- موجب بهبود لیپوپروتئین پر چگال (HDL) می شود(قهرمانلو و همکاران ۲۰۰۹)، درحالی که تفاوتی در این لیپوپروتئین خون پس از تمرینات استقامتی، مقاومتی و همزمان دیده نشده است (مونتایرو و همکاران ۲۰۱۵). در تحقیقات گذشته بررسی تمرین همزمان به صورت ترکیب دو نوع تمرین استقامتی و مقاومتی در یک جلسه و یا در روزهای مختلف در طی هفته انجام شده است (روسا[7]و همکاران ۲۰۱۵ و سلامت[8]و همکاران ۲۰۱۶). تا جایی که اطلاع داریم تاکنون تحقیقی اثر این دو نوع تمرین را همزمان در بالاتنه و پایین تنه بر نیمرخ لیپیدی و شاخص های التهابی بررسی نکرده است. در تحقیقات محدودی که اثر پروتکل تمرین هوازی پایین تنه و مقاومتی بالاتنه به طور همزمان به کار برده شده است، این دو نوع تمرین در یک جلسه و به طور متناوب انجام شده است(ورنی[9]و همکاران ۲۰۰۶ و ۲۰۰۸). بنابراین، نظر به اینکه با انجام تمرین همزمان استقامتی پایین تنه و مقاومتی بالاتنه، افراد نسبت به تمرین استقامتی و مقاومتی حتی همزمان سنتی زمان کمتری را صرف تمرین کرده و احتمالا بخشی از مزیت های تمرینی هر دو نوع تمرین استقامتی و مقاومتی را کسب می کنند. بنابراین، هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر ۱۲ هفته تمرین همزمان استقامتی پایین تنه و مقاومتی بالاتنه بر نیمرخ لیپیدی (LDL-C،HDL-C ، TG و کلسترول)، عملکرد هوازی (VO_2max) و قدرت حداکثر (LP و CP) دختران دارای اضافه وزن و چاق بود.

روش شناسی تحقیق

آزمودنی ها :چهل و هشت دختر دارای اضافه وزن و چاق با BMI بیشتر از ۲۵ کیلوگرم بر متر مربع به طور داوطلبانه آمادگی خود را برای شرکت در تحقیق اعلام کردند. قبل از شروع مداخله، آزمودنی های مصرف کننده داروهای ضدلیپیدی، ضد التهابی و انواع مکمل های دارویی و تغذیه ای و همچنین آزمودنی های دارای ناهنجاری های حرکتی، بیماری های متابولیک، قلبی-عروقی، کلیوی و تنفسی و... و نیز افراد دارای BMI زیر ۲۵ و بالای ۳۵ از تحقیق حذف شدند. آزمودنی هایی نیز که در مدت یکسال قبل از تحقیق

1. Ihalainen
2. Goh
3. olato
4. Lopes
5. Annibalini
6. García-Hermoso
7. Rosa
8. Salamat
9. Verney

تمرین ورزشی منظم داشتند از تحقیق خارج شدند. آزمودنی های انتخاب شده به طور تصادفی به چهار گروه ۱۲ نفری، ۱-تمرین استقامتی پایین تنه (LBET) ۲- تمرین مقاومتی بالاتنه (UBRT) ۳-تمرین همزمان استقامتی پایین تنه و مقاومتی پایین تنه (CRET) و ۴- کنترل (C) تقسیم شدند. پروتکل های تحقیق به وسیله کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی کردستان تایید گردید. ویژگی های آزمودنی های تحقیق حاضر در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. مقایسه ویژگی های آنتروپومتریک آزمودنی ها قبل و پس از شروع مداخله

متغیر		تست	C	UBRT	LBET	CRET	Sig.
سن	سال		۲۳/۶ ± ۴/۲	۲۲/۹ ± ۲/۸	۲۱/۵ ± ۳/۷	۲۲/۳ ± ۲/۱	۰/۲۴۱
قد	سانتیمتر		۱۶۴/۲ ± ۹/۵	۱۶۵/۵ ± ۱۳/۰	۱۶۴/۵ ± ۸/۵	۱۶۲/۱ ± ۱۱/۵	۰/۳۸۹
وزن	کیلوگرم	پیش آزمون	۸۳/۹ ± ۸/۳	۸۲/۶ ± ۹/۵	۸۴/۴ ± ۸/۸	۸۳/۹ ± ۶/۸	۰/۰۰۱*
		پس آزمون	۸۴/۲ ± ۷/۴	۷۸/۱ ± ۸/۶	۷۳/۵ ± ۱۰/۲*	۷۵/۸ ± ۸/۲*	
شاخص توده بدن	kg/m^2	پیش آزمون	۳۱/۱۱	۳۰/۱۵	۳۲/۲۴	۳۱/۹۲	۰/۰۶۱
		پس آزمون	۳۱/۲۲	۲۸/۵۱	۲۷/۱۶*	۲۸/۸۴	
توده چربی	درصد	پیش آزمون	۳۲/۴ ± ۱۲/۳	۳۱/۵ ± ۱۱/۶	۳۲/۹ ± ۸/۷	۳۳/۳ ± ۶/۵	۰/۰۰۵*
		پس آزمون	۲۵/۹۲ ± ۱۰/۵	۲۵/۸ ± ۱۲/۳	۲۴/۱ ± ۶/۵*	۲۴/۹ ± ۷/۲*	

LBET ، تمرین استقامتی پایین تنه؛ UBRT، تمرین مقاومتی بالاتنه؛ CERT تمرین همزمان استقامتی پایین تنه + تمرین مقاومتی بالاتنه و C، کنترل. تمام اعداد به صورت میانگین± انحراف استاندارد بیان شده است. *= تفاوت معنادار در سطح خطای ۰/۰۵ .

برای کنترل تغذیه آزمودنی ها از آن ها خواسته شد در حد امکان در طول پروتکل تحقیق الگوهای تغذیه ای یکسانی استفاده کنند و به این منظور پرسش نامه ی یادآمد تغذیه ای آزمودنی ها هر هفته از طرف محققین کنترل گردید و در صورت وجود تفاوت های تغذیه ای بارز توصیه های لازم به آزمودنی ها داده می شد.

سنجش های فیزیولوژیک

قد و وزن آزمودنی ها به وسیله ی ترازوی مجهز به قدسنج (SECA 201, Humborg, Getmany) اندازه گیری شد و همچنین برای اندازه گیری VO2max از آزمون آستراند بر روی چرخ کارسنج استفاده شد(هیوارد[1] ۲۰۱۴ ص ۲۳). درصد چربی نیز با روش سه نقطه ای جکسون و پولاک (پولاک و گتمن[2] ۱۹۷۸) برآورد گردید. برای اندازه گیری قدرت حداکثر از فرمول برزیکی[3]استفاده شد(برزیکی و همکاران ۱۹۹۳). در این روش ابتدا آزمودنی ها وزنه ای را به دلخواه (بین ۴ تا ۶ حرکت(دوهومی[4] ۲۰۰۲) انتخاب

[1] . Heyward
[2] . Pollock and Gettman
[3]. Brzycki formula
[4] . Dohoney

کردند و تعداد تکرار صحیح حرکات مورد نظر در فرمول جاگذاری شده ، قدرت حداکثر هر حرکت برای هر یک از آزمودنی ها برآورد گردید. فرمول برزیکی به شرح زیر است.

$$1RM = \frac{Weight}{(1.0278 - 0.0278 \times reps)}$$

پروتکل های تمرین

پروتکل تمرین به مدت ۱۲ هفته، هر هفته ۳ جلسه انجام شد. گروه های تمرینی یک هفته (۴ جلسه) قبل از شروع پروتکل تمرین، با نحوه اجرای صحیح حرکات با وزنه، نحوه صحیح تنفس حین اجرای حرکات مقاومتی و عضلات اصلی درگیر، آشنا شدند. در این جلسات اطمینان حاصل شد آزمودنی ها توانایی انجام تمرین مقاومتی بالاتنه با شدت ۵۰ درصد 1RM و تمرین استقامتی با شدت ۵۰ درصد HRmax را دارند و به ویژه با نحوه انجام همزمان تمرین مقاومتی بالاتنه و استقامتی پایین تنه آشنا شدند. گروه UBRT شش حرکت تمرین مقاومتی شامل، جلو بازو با دمبل، پشت بازو با دمبل(نشسته از بالای سر)، نشر از جانب و نشر از جلو با دمبل، سرشانه با دمبل و قفسه سینه در حال نشسته روی چرخ کارسنج انجام دادند. هر حرکت در ۳ ست ۸ تا ۱۰ تکرار و زمان استراحت بین ست ها ۶۰ تا ۹۰ ثانیه و زمان استراحت بین دوره کامل ۱۰ دقیقه در نظر گرفته شد. آنها به مدت ۵ دقیقه با شدت ۴۰ تا ۵۰ درصد 1RM با انجام حرکات ذکر شده گرم کردند. در این گروه تمرین در هفته اول و دوم با شدت ۶۰ درصد 1RM انجام گردید؛ سپس هر دو هفته ۵ درصد درصد 1RM بر شدت تمرین افزوده شد. آنها در هفته آخر با شدت ۸۵ درصد 1RM تمرین کردند. در این گروه هر دو هفته نیز 1RM دوباره اندازه گیری شده، اصلاح تمرین بر اساس حداکثر قدرت جدید در هر حرکت انجام شد. جلسه تمرین این گروه حدود ۴۰ دقیقه طول می کشید.

تمرین استقامتی پایین تنه با ۱۰ دقیقه پدال زدن چرخ کارسنج (تکنوجم، ایتالیا) با شدت ۴۰ تا ۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه (HRmax) برای گرم کردن آغاز می شد. به این ترتیب که تمرین اصلی در هفته اول شامل رکاب زدن با شدت ۶۰ درصد HRmax بود. سپس هر دو هفته ۵ درصد HRmax به شدت تمرین افزوده شد. در هفته آخر آزمودنی ها با شدت ۸۵ درصد HRmax رکاب زدند. مدت زمان تمرین شامل ۴۰ دقیقه بود که به صورت پیوسته انجام شد. ضربان قلب بیشینه از طریق فرمول (سن-۲۲۰ =HRmax) برآورد شد. برای کنترل ضربان قلب نیز از ضربان سنج (M600, Polar^{TM}, China) استفاده گردید.

پروتکل تمرینات همزمان استقامتی پایین تنه و مقاومتی بالا تنه شامل رکاب زدن بر روی چرخ کارسنج و همزمان انجام تمرین مقاومتی بالاتنه بود. آزمودنی های گروه CRET برای گرم کردن به مدت ۵ دقیقه با شدت ۴۰ تا ۵۰ درصد HRmax پدال زدند و همزمان با شدت ۴۰ تا ۵۰ درصد 1RM شش حرکت مورد اشاره تمرین مقاومتی انجام دادند. تمرین اصلی در این گروه نیز ۲۰ دقیقه

طول کشید که شامل پدال زدن و همزمان انجام تمرینات مقاومتی می شد. و تا پایان تمرین و همزمان با انجام تمرین مقاومتی، پدال زدن متوقف نمی شد. شدت تمرین گروه CRET همانند دو گروه دیگر بود اما مدت زمان آن در هر جلسه نصف دو گروه دیگر بود. آزمودنی های هر سه گروه در هر جلسه به مدت ۵ دقیقه با رکاب زدن و حرکات کششی سرد کردند. گروه C نیز بدون تمرین باقی ماندند و بدون شرکت در فعالیت بدنی و تمرینات ورزشی سخت به امور روزمره خود پرداختند.

سنجش های بیوشیمیایی

پیش از شروع تمرینات از آزمودنی ها پس از ۱۲ ساعت ناشتایی ۱۰ سی سی خون از سیاهرگ آنتی کوبیتال دست راست، جمع آوری گردید. سپس آزمودنی های گروه های مداخله به مدت ۱۲ هفته تمرین کردند. ۷۲ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین نیز مجددا نمونه برداری خونی ناشتایی با همان مقدار و شرایط و توسط تکنسین های آزمایشگاهی مشابه جمع شد. پس از جداسازی، نمونه های سرمی در میکروتیوب های ۱/۵ میلی لیتری ریخته شده و تا انجام آزمایش های بیوشیمیایی در دمای ۷۰- درجه سانتی گراد فریز گردید. اندازه گیری LDL-C، HDL-C، تری گلیسرید، و کلسترول از نمونه های سرمی و با استفاده از کیت های مخصوص (پارس آزمون ساخت ایران تحت لیسانس کمپانی دیاگندستیک سیستم آلمان) به روش اسپکتروفتومتری انجام شد. اندازه گیری CRP نیز از نمونه سرمی و با استفاده از کیت های الایزا (MonoBined، آمریکا)طبق دستورالعمل شرکت سازنده انجام گرفت.

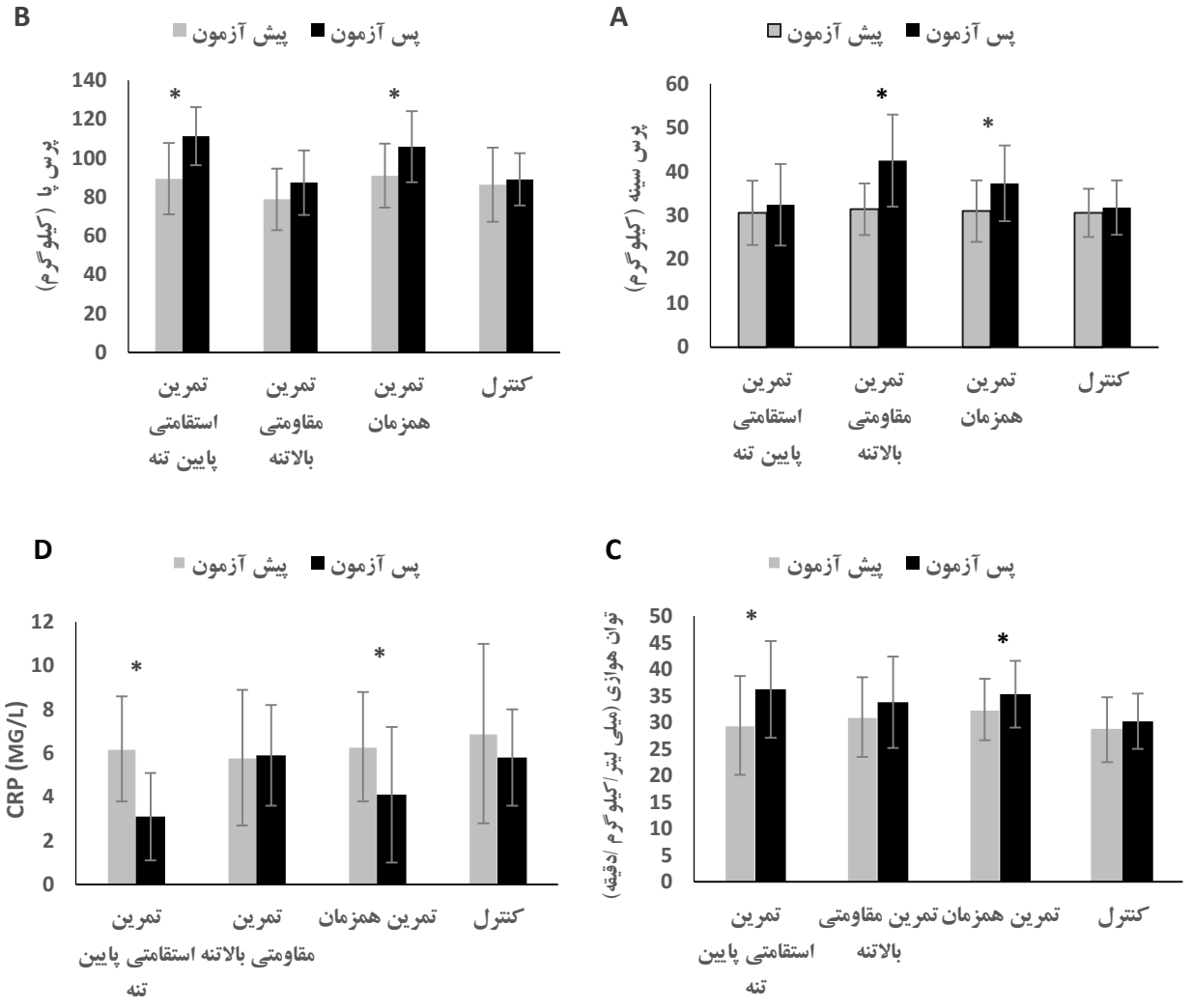
روش آماری

جهت بررسی نرمال بودن توضیع داده ها از آزمون شاپیروویک و برای بررسی تجانس واریانس ها از آزمون لون استفاده گردید. چون توضیح داده ها در همه متغیرها دارای دو شرط فوق بودند، از آزمون ANOVA دو راهه با اندازه گیری های مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی برای بررسی مقایسه های بین گروهی استفاده شد. همچنین از آزمون t همبسته برای مقایسه مقادیر قبل و پس از تمرین استفاده گردید. برای تجزیه و تحلیل داده ها از SPSS نسخه ۲۵ استفاده شده و میزان آلفا ۰/۰۵ در نظر گرفته شده است.

نتایج

نتایج آزمون ANOVA دو راهه با اندازه گیری های مکرر نشان داد اختلاف معنی داری در CRP، LDL-C، کلسترول و VO2max و قدرت حداکثر قدرت حرکات CP و LP بین گروه ها وجود دارد(P<۰/۰۵). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی حاکی از تفاوت معنی دار CRP (P=۰/۰۰۱)، LDL-C (P=۰/۰۰۱)، کلسترول (P=۰/۰۰۱) و VO2max (P=۰/۰۱۲)، بین گروه های LBET و UBRT و CRP (P=۰/۰۳۳) و پرس پا(P=۰/۰۰۸)، بین گروه های CRET و UBRT بود. به هر حال، تفاوت بین گروهی معنی داری در مورد HDL-

c و TG مشاهده نشد(P>۰/۰۵). نتایج آزمون t همبسته نشان داد پس از تمرین هر سه گروه تمرین LBET و UBRT و CRET کاهش معنی داری در غلظت LDL-C (به ترتیب ۹/۸۹-، ۲/۸۲- و ۱۴/۰۳- درصد) و TG (به ترتیب ۵/۵۴-، ۱/۵۷- و ۵/۰۱- درصد) نشان دادند. همچنین در گروه های LBET و CRET کاهش معنی داری در CRP (به ترتیب ۵۰/۰۰- و ۳۴/۹۲- درصد)، کلسترول (به ترتیب ۴/۰۲- و ۳/۷۸- درصد) HDL-C (به ترتیب ۰/۸۶ و ۲/۰۹درصد)، VO2max (به ترتیب ۲۷/۳۰ و ۴۴/۶۷درصد) و حداکثر قدرت پس پا (به ترتیب ۲۴/۴۹ و ۱۶/۳۷درصد) دیده شد (P <۰/۰۵). همچنین، افزایش معنی داری در حداکثر قدرت CP در گروه های UBRT و CRET (به ترتیب ۳۵/۳۵ و ۲۰/۳۲درصد) دیده شد. نتایج مربوط به متغیرهای تحقیق در شکل ۱ (A، B، C و D) و جدول ۲ نمایش داده شده است.



شکل ۱. اثرات تمرینات همزمان استقامتی پایین تنه و مقاومتی بالاتنه بر CP (A)، LP (B)، VO2max (C) و CRP (D) در دختران دارای اضافه وزن و چاق. *= تفاوت معنی داری بین مقادیر قبل و بعد از تمرین.

جدول ۲. مقایسه مقادیر لیپیدهای خون بین گروه های LBET ، UBRT، CRET و C

گروه	C		UBRT		UBRT		CRET		
متغیر	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	Sig.
LDL-C	۱۹۱/۱۷±۱۸/۱۳	۱۹۰/۸۳±۱۸/۴۹	۱۹۴/۶۷±۲۳/۹۲	۱۵۲/۶۵±۴۳/۱۲*	۱۷۶/۸۳±۲۵/۸۷	۱۳۷/۳۳±۲۸/۱۵*	۱۹۶/۰۰±۱۱/۹۵	۱۴۱/۵۰±۱۶/۱۷*	۰/۰۰۱*
HDL-C	۶۴/۶۶±۱۶/۲۴	۶۳/۷۵±۱۶/۲۶	۶۰/۲۵±۸/۱۵	۶۱/۰۱±۱۱/۴۳	۵۸/۰۸±۱۰/۱۷	۶۵/۱۱±۱۲/۱۹*	۵۹/۱۹±۹/۲۶	۶۳/۴۳±۱۳/۲۱*	۰/۰۸۹
TG	۱۸۱/۲۵±۵۲/۴۶	۱۷۶/۴۳±۳۸/۵۰	۱۷۶/۴۳±۳۹/۸۷	۱۵۱/۱۲±۴۷/۰۱*	۱۷۹/۴۷±۵۱/۱۱	۱۴۶/۱۳±۳۵/۲۷*	۱۶۸/۳۳±۴۳/۵۵	۱۳۷/۹۹±۴۱/۲۱*	۰/۰۱۲*
کلسترول	۱۸۳/۰۸±۷۴/۳۰	۱۸۷/۴۴±۴۸/۰۹	۱۸۴/۵۱±۲۹/۵۲	۱۷۱/۳۴±۶۱/۲۲	۱۹۱/۲۱±۴۸/۰۱	۱۳۸/۳۱±۴۵/۴۱*	۱۸۶/۹۵±۶۷/۷۰	۱۴۲/۱۱±۲۸/۶۶*	۰/۰۰۱*

تمام اعداد به صورت میانگین± انحراف استاندارد بیان شده است. LDL-c ، لیپوپروتئین کم چگال؛ HDL-c، لیپوپروتئین پر چگال؛ TG، تری گلیسرید؛ *= اختلاف معنادار در سطح خطای ۰/۰۵.

بحث و نتیجه گیری

تا جایی که اطلاع داریم تاکنون تمرین ورزشی استقامتی و مقاومتی به صورت همزمان در پایین تنه و بالاتنه مورد بررسی قرار نگرفته است و می تواند روش تمرینی جدیدی برای بهبود عملکرد ورزشی و تندرستی ارائه دهد. هدف این پژوهش مقایسه تاثیر دوازده هفته تمرینات همزمان استقامتی پایین تنه، مقاومتی بالا تنه و همزمان بر CRP، نیمرخ لیپیدی VO2maxو قدرت حداکثر دختران دارای اضافه وزن و چاق بود. به طور کلی نتایج تحقیق نشان داد انجام تمرین همزمان استقامتی پایین تنه و مقاومتی بالاتنه نسبت به تمرین مقاومتی بالاتنه به تنهایی اثرات بیشتری بر CRP، نیمرخ لیپیدی خون و عملکرد استقامتی و مقاومتی دختران دارای اضافه وزن و چاق دارد، و با گروه تمرین LBET قابل مقایسه بود. با توجه به این که مدت زمان تمرین در گروه CRET نصف دو گروه دیگر بود این یافته تحقیقی بسیار ارزشمند است. زیرا طولانی بودن مدت زمان تمرین یکی از عواملی است که ممکن است موجب آسیب جسمی و روانی و کاهش انگیزه برای ادامه شرکت در ورزش شود.

پروتئین واکنش پذیر-C از پروتئین های فاز حاد است که از کبد ترشح می گردد(ایچیکاوا[1]و همکاران ۲۰۱۹). در تحقیق حاضر مقادیر سرمی CRP کاهش معنی داری را در دو گروه LBET و CRET نشان داد. این پروتئین فاز حاد در بیشتر مطالعات به عنوان یکی از شاخص های التهابی مهم اندازه گیری می شود (لیباردی و همکاران ۲۰۱۲). نتایج تحقیقات گذشته حاکی از کاهش (جورج[2] و همکاران ۲۰۱۱ و لوپز و همکاران ۲۰۱۶ 2016) و حتی افزایش (کولاتو و همکاران ۲۰۱۴) مقادیر سرمی CRP پس از تمرین همزمان است، در حالی که تحقیقاتی نیز اثرات معناداری پس از تمرین همزمان در این شاخص مشاهده نکرده اند (لیباردی و

1. Ichikawa
2. Jorge

همکاران ۲۰۱۱ و لیباردی و همکاران ۲۰۱۲) . اعتقاد بر این است که کاهش مقادیر التهابی نیازمند انجام تمرین بلند مدت است (بیش از ۲۰ هفته)، و این عامل بیشتر در افرادی رخ می دهد که دارای مقادیر مزمن افزایش یافته شاخص های التهابی باشند (یباردی و همکاران ۲۰۱۲). به نظر می رسد که شدت و مدت تمرین عامل مهمی در تغییرات مقادیر پایه CRP و دیر شاخص های التهابی باشد (کولاتو و همکاران ۲۰۱۴). در تعدادی از تحقیقات حتی ۱۲(کولاتو و همکاران ۲۰۱۴) و ۱۶(لیباردی و همکاران ۲۰۱۱ و لیباردی و همکاران ۲۰۱۲) هفته تمرین همزمان موجب کاهش معنی دار CRP در آزمودنی های مختلف نشده است. در تحقیق حاضر همسو با نتایج ایهالینن و همکاران (ایهالینن[1]و همکاران ۲۰۱۸) تغییرات مقادیر CRP آزمودنی ها با تغییرات ترکیب بدن همسو بوده است. به طوری که در گروه های LBET و CRET کاهش معناداری در وزن (به ترتیب ۱۲/۹۱- و ۹/۶۹- درصد) و توده چربی (به ترتیب ۲۵/۲۲- و ۲۶/۷۴- درصد) مشاهده گردید. به هرحال در تحقیق حاضر از بین عوامل التهاب سیستمی تنها CRP بررسی شده است. پروتکل تمرین همزمان در تحقیق حاضر موجب بهبود عملکرد استقامتی (VO2max) و قدرت حداکثر دختران دارای اضافه وزن و چاق شده است، که با نتایج بسیاری از محققین همسو (ورنی و همکاران ۲۰۰۶، لیباردی و همکاران ۲۰۱۲، مارتا[2]و همکاران ۲۰۱۳ و براث[3]و همکاران ۲۰۱۸) و با نتایج Colato وهمکاران (کولاتو و همکاران ۲۰۱۴) مغایرت داشت. البته آزمودنی ها، مدت زمان و پروتکل تمرین تحقیق آنها با تحقیق حاضر متفاوت بود و در همه آنها تمرین همزمان در جلسات تمرینی جدا انجام شده است به غیر از تحقیق Verney و همکاران (ورنی و همکاران ۲۰۰۶) که تمرین همزمان در یک جلسه به طور متناوب (اما نه در یک زمان) انجام شده است. به نظر می رسد که عواملی چون نوع و شدت تمرین، گروه های عضلانی درگیر(بالاتنه و پایین تنه)، نوع آزمودنی ها (ورزشکار، غیرورزشکار، چاق، دیابتی و...) و تغییرات درون آزمودنی می تواند روی نتایج تمرین همزمان اثرگذار باشد (مورلاتیتس و همکاران ۲۰۱۸). همچنین همانند تحقیق لیباردی و همکاران (۲۰۱۲) نتایج تحقیق نشان داد که تمرین همزمان موجب افزایش قدرت حداکثر بالاتنه (پرس سینه) و پایین تنه (پرس پا) دختران دارای اضافه وزن و چاق شده است. یعنی بهبود قدرت حداکثر بالاتنه مشابه با گروه UBRT، و بهبود VO2maxو قدرت حداکثر پایین تنه همانند گروه LBET بود. یعنی بخشی از سازگاری های هر دو نوع تمرین در گروه تمرین CRET مشاهده گردید.

اثر تمرین همزمان بر لیپیدهای سرم در بسیاری از تحقیقات بررسی شده که حاکی از بهبود (قهرمانلو و همکاران ۲۰۰۹، سنگ و همکاران ۲۰۱۳، آلبوکویرکو[4]و همکاران ۲۰۱۴، مونتایرو و همکاران ۲۰۱۵ و روسی[5]و همکاران ۲۰۱۸) و عدم تاثیر (لیمورا و

[1] . Ihalainen
[2] . Marta
[3] . Bharath
[4] . Albuquerque
[5] . Rossi

همکاران ۲۰۰۰ و میرقانی[1]و همکاران ۲۰۱۴) بر آنها بوده است. به نظر می رسد ترکیب تمرین استقامتی و مقاومتی اثرات هم افزایی بر مقادیر لیپدها و لیپوپروتئین های سرمی داشته باشد (ویلهلم و همکاران ۲۰۱۹). همسو با تحقیق ما، Tseng وهمکاران (سنگ و همکاران ۲۰۱۳) نشان دادند سه ماه تمرین همزمان و تمرین استقامتی موجب بهبود HDL-C می شود اما TG تنها در گروه تمرین همزمان کاهش معنی داری نشان داد.

باور بر این است که اثرات تمرین همزمان و استقامتی بر لیپدها و لیپوپروتئین های خون در افراد دارای اضافه وزن و چاق مشابه یکدیگر است (شوینگشاک[2]و همکاران ۲۰۱۳) که تایید کننده ی نتایج تحقیق حاضر است. با توجه به این نتایج در تحقیق حاضر، مدت زمان تمرینی کمتر مزیتی برای تمرین همزمان نسبت به تمرین استقامتی پایین تنه را در این زمینه نشان می دهد. افزایش LDL-C، کلسترول و TG و نیز کاهش HDL-C خطر بیماری های قلبی عروقی را افزایش می دهد(وادهرا[3]و همکاران ۲۰۱۶). افراد دارای چاقی مقادیر لیپیدها و لیپوپروتئین های خون افزایش یافته دارند(وان خیل[4]و همکاران ۲۰۰۶). بنابراین کاهش مقاددیر این فاکتورهای خطر بیماری های قلبی-عروقی اهمیت بسیاری دارد. این موضوع از یافته های مهم تحقیق حاضر در مورد گروه CRET بود.

به طور کلی نشان داده شده است تقدم تمرین استقامتی یا تمرین مقاومتی در تمرین همزمان می تواند روی سازگاری های هر دو نوع تمرین موثر باشد (مورلاتیتس و همکاران۲۰۱۸). شاید بخشی از مزاحمت بخش استقامتی و مقاومتی هنگام تمرین همزمان به استفاده غیر همزمان از این دو نوع تمرین و خستگی ناشی از یک نوع تمرین و شروع تمرین دیگر مربوط باشد. با توجه به نتایج تحقیق حاضر به نظر می رسد همزمانی انجام تمرین استقامتی پایین تنه و مقاومتی بالاتنه موجب کمرنگ شدن اثر تمرین همزمان بر سازگاری های فیزیولوژیک نمی شود. جالب اینجاست که مدت زمان تمرین اصلی در گروه تمرین همزمان نصف دیگر گروه های تمرینی بوده است. چون عضلات درگیر در گروه CRET بیشتر از دو گروه دیگر بوده است، این گروه شدت تمرینی بیشتری را تجربه کرده و نشان داده شده است که تمرین ورزشی شدیدتر سیگنال های متابولیکی قویتری نسبت به تمرین ملایم ایجاد می کند (وان خیل و همکاران ۲۰۰۶).

با توجه به یافته های تحقیق حاضر می توان نتیجه گرفت انجام تمرین همزمان موجب بهبود التهاب، نیمرخ لیپیدی و عملکرد استقامتی و مقاومتی دختران دارای اضافه وزن و چاق می شود. یافته های مربوط به گروه CRET با گروه LBET قابل مقایسه بود،

[1] . Mirghani
[2] . Schwingshackl
[3] . Wadhera
[4] . Van Gaal

اما مدت زمان تمرین در این گروه نصف مدت هر یک از گروه های LBET و UBRT بود. به هر حال لازم است تحقیقات زیادی انجام گیرد تا اثر پروتکل تمرین همزمان ویژه مطالعه حاضر بر متغیرهای فیزیولوژیکی به روشنی مشخص گردد.

منابع

Albuquerque Filho, N. J. B., Mendes, G., Rebouças, V. A. F. M., de Mello, C. C., Salgueiro, M. I. K., & de Medeiros, H. J. (2014). Effect of concurrent training on body composition and lipid profile in overweight adolescents. Journal of Exercise Physiologyonline, 17(6): 34-44.

Annibalini, G., Lucertini, F., Agostini, D., Vallorani, L., Gioacchini, A., Barbieri, E., ... & Stocchi, V. (2017). Concurrent aerobic and resistance training has anti-inflammatory effects and increases both plasma and leukocyte levels of IGF-1 in late middle-aged type 2 diabetic patients. Oxidative medicine and cellular longevity, 2017: 10.

Bharath, L. P., Choi, W. W., Cho, J. M., Skobodzinski, A. A., Wong, A., Sweeney, T. E., & Park, S. Y. (2018). Combined resistance and aerobic exercise training reduces insulin resistance and central adiposity in adolescent girls who are obese: randomized clinical trial. European journal of applied physiology, 118(8), 1653-1660.

Brzycki, M. (1993). Strength testing-predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. Journal of physical education, recreation & dance, 64(1), 88-90.

Colato, A., Abreu, F., Medeiros, N., Lemos, L., Dorneles, G., Ramis, T., ... & Peres, A. (2014). Effects of concurrent training on inflammatory markers and expression of CD4, CD8, and HLA-DR in overweight and obese adults. Journal of exercise science & fitness, 12(2), 55-61.

Dohoney, P. A. U. L. A., Chromiak, J. A., Lemire, D. E. R. E. K., Abadie, B. R., & Kovacs, C. H. R. I. S. T. O. P. H. E. R. (2002). Prediction of one repetition maximum (1-RM) strength from a 4-6 RM and a 7-10 RM submaximal strength test in healthy young adult males. Journal of Exercise Physiology, 5(3), 54-9.

García-Hermoso, A., Ramírez-Vélez, R., Ramírez-Campillo, R., Peterson, M. D., & Martínez-Vizcaíno, V. (2018). Concurrent aerobic plus resistance exercise versus aerobic exercise alone to improve health outcomes in paediatric obesity: a systematic review and meta-analysis. British Journal of Sports Medicine, 52(3), 161-166.

Ghahramanloo, E., Midgley, A. W., & Bentley, D. J. (2009). The effect of concurrent training on blood lipid profile and anthropometrical characteristics of previously untrained men. Journal of physical activity & health, 6(6), 760.

Glowacki, S. P., Martin, S. E., Maurer, A. N. N., Baek, W., Green, J. S., & Crouse, S. F. (2004). Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise on training outcomes in men. Medicine and science in sports and exercise, 36, 2119-2127.

Goh, J., Lim, C. L., & Suzuki, K. (2019). Effects of endurance-, strength-, and concurrent training on cytokines and inflammation. In Concurrent aerobic and strength training (pp. 125-138). Springer, Cham.

Gondim, O. S., Camargo, V. T. N. D., Gutierrez, F. A., Martins, P. F. D. O., Passos, M. E. P., Momesso, C. M., ... & Cury-Boaventura, M. F. (2015). Benefits of regular exercise on inflammatory and cardiovascular risk markers in normal weight, overweight and obese adults. PloS one, 10(10), e0140596.

Ichikawa, T., Machida, N., Kaneko, H., Oi, I., & Fujino, M. A. (2019). C-reactive Protein Can Predict Patients with Cirrhosis at a High Risk of Early Mortality after Acute Esophageal Variceal Bleeding. Internal Medicine, 58(4), 487-495.

Ihalainen, J. K., Schumann, M., Eklund, D., Hämäläinen, M., Moilanen, E., Paulsen, G., ... & Mero, A. A. (2018). Combined aerobic and resistance training decreases inflammation markers in healthy men. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 28(1), 40-47.

Jackson, A. S., Pollock, M. L., & Gettman, L. R. (1978). Intertester reliability of selected skinfold and circumference measurements and percent fat estimates. Research Quarterly. American Alliance for Health, Physical Education and Recreation, 49(4), 546-551.

Jorge, M. L. M. P., de Oliveira, V. N., Resende, N. M., Paraiso, L. F., Calixto, A., Diniz, A. L. D., ... & Geloneze, B. (2011). The effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic control, inflammatory markers, adipocytokines, and muscle insulin signaling in patients with type 2 diabetes mellitus. Metabolism, 60(9), 1244-1252.

LeMura, L. M., von Duvillard, S. P., Andreacci, J., Klebez, J. M., Chelland, S. A., & Russo, J. (2000). Lipid and lipoprotein profiles, cardiovascular fitness, body composition, and diet during and after resistance, aerobic and combination training in young women. European journal of applied physiology, 82(5), 451-458.

Libardi, C. A., De Souza, G. V., Cavaglieri, C. R., Madruga, V. A., & Chacon-Mikahil, M. (2012). Effect of resistance, endurance, and concurrent training on TNF-a, IL-6, and CRP. Med Sci Sports Exerc, 44(1), 50-6.

Libardi, C. A., Souza, G. V., Gaspari, A. F., Santos, C. F. D., Leite, S. T., Dias, R., ... & Chacon-Mikahil, M. P. (2011). Effects of concurrent training on interleukin-6, tumour necrosis factor-alpha and C-reactive protein in middle-aged men. Journal of sports sciences, 29(14), 1573-1581.

Lopes, W. A., Leite, N., da Silva, L. R., Brunelli, D. T., Gáspari, A. F., Radominski, R. B., ... & Cavaglieri, C. R. (2016). Effects of 12 weeks of combined training without caloric restriction on inflammatory markers in overweight girls. Journal of sports sciences, 34(20), 1902-1912.

Marta, C., Marinho, D. A., Barbosa, T. M., Izquierdo, M., & Marques, M. C. (2013). Effects of concurrent training on explosive strength and VO2max in prepubescent children. International journal of sports medicine, 34(10), 888-896.

Mirghani, S. J., Alinejad, H. A., Azarbayjani, M. A., Mazidi, A., & Mirghani, S. A. (2014). Influence of strength, endurance and concurrent training on the lipid profile and blood testosterone and cortisol response in young male wrestlers. Baltic Journal Of Health And Physical Activity, 6(1), 1.

Monteiro, P. A., Chen, K. Y., Lira, F. S., Saraiva, B. T. C., Antunes, B. M. M., Campos, E. Z., & Freitas, I. F. (2015). Concurrent and aerobic exercise training promote similar benefits in body composition and metabolic profiles in obese adolescents. Lipids in health and disease, 14(1), 1-9.

Murlasits, Z., Kneffel, Z., & Thalib, L. (2018). The physiological effects of concurrent strength and endurance training sequence: A systematic review and meta-analysis. Journal of sports sciences, 36(11), 1212-1219.

Olson, T. P., Dengel, D. R., Leon, A. S., & Schmitz, K. H. (2007). Changes in inflammatory biomarkers following one-year of moderate resistance training in overweight women. International journal of obesity, 31(6), 996-1003.

Pozza, C., & Isidori, A. M. (2018). What's behind the obesity epidemic. In Imaging in bariatric surgery (pp. 1-8). Springer, Cham.

Rosa, C., Vilaça-Alves, J., Fernandes, H. M., Saavedra, F. J., Pinto, R. S., & dos Reis, V. M. (2015). Order effects of combined strength and endurance training on testosterone, cortisol, growth hormone, and IGF-1 binding protein 3 in concurrently trained men. The Journal of Strength & Conditioning Research, 29(1), 74-79.

Rossi, F. E., Diniz, T. A., Fortaleza, A. C., Neves, L. M., Picolo, M. R., Monteiro, P. A., ... & Freitas Jr, I. F. (2018). Concurrent training promoted sustained anti-atherogenic benefits in the fasting plasma triacylglycerolemia of postmenopausal women at 1-year follow-up. The Journal of Strength & Conditioning Research, 32(12), 3564-3573.

Salamat, K. M., Azarbayjani, M. A., Yusof, A., & Dehghan, F. (2016). The response of pre-inflammatory cytokines factors to different exercises (endurance, resistance, concurrent) in overweight men. Alexandria Journal of Medicine, 52(4), 367-370.

Sallam, N., & Laher, I. (2016). Exercise modulates oxidative stress and inflammation in aging and cardiovascular diseases. Oxidative medicine and cellular longevity, 2016.

Schwingshackl, L., Dias, S., Strasser, B., & Hoffmann, G. (2013). Impact of different training modalities on anthropometric and metabolic characteristics in overweight/obese subjects: a systematic review and network meta-analysis. PloS one, 8(12), e82853.

Shamim, B., Devlin, B. L., Timmins, R. G., Tofari, P., Lee Dow, C., Coffey, V. G., ... & Camera, D. M. (2018). Adaptations to concurrent training in combination with high protein availability: a comparative trial in healthy, recreationally active men. Sports Medicine, 48(12), 2869-2883.

Tseng, M. L., Ho, C. C., Chen, S. C., Huang, Y. C., Lai, C. H., & Liaw, Y. P. (2013). A simple method for increasing levels of high-density lipoprotein cholesterol: a pilot study of combination aerobic-and resistance-exercise training. International journal of sport nutrition and exercise metabolism, 23(3), 271-281.

Van Gaal, L. F., Mertens, I. L., & De Block, C. E. (2006). Mechanisms linking obesity with cardiovascular disease. Nature, 444(7121), 875-880.

Verney, J., Kadi, F., Charifi, N., Féasson, L., Saafi, M. A., Castells, J., ... & Denis, C. (2008). Effects of combined lower body endurance and upper body resistance training on the satellite cell pool in elderly subjects. Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine, 38(3), 1147-1154.

Verney, J., Kadi, F., Saafi, M. A., Piehl-Aulin, K., & Denis, C. (2006). Combined lower body endurance and upper body resistance training improves performance and health parameters in healthy active elderly. European journal of applied physiology, 97(3), 288-297.

Vivian Heyward, A. G. (2014). Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription 7th Edition With Online Video. Environments, 552.

Wadhera, R. K., Steen, D. L., Khan, I., Giugliano, R. P., & Foody, J. M. (2016). A review of low-density lipoprotein cholesterol, treatment strategies, and its impact on cardiovascular disease morbidity and mortality. Journal of clinical lipidology, 10(3), 472-489.

WHO. (2018). Obesity and overweight. from https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight.

Wilhelm, EN., & Pinto, RS. (2019). Concurrent Aerobic and Strength Training for Body Composition and Health. Concurrent Aerobic and Strength Training: Scientific Basics and Practical Applications. M. Schumann and B. R. Rønnestad. Cham, Springer International Publishing: 293-307.