Original Article

The effect of two month high-intensity interval training and vitamin D supplementation on the blood levels of homocysteine and total antioxidant capacity in overweight women with vitamin D deficiency. A clinical trial study

Nosrati A, Askari B*, Habibian M

Physical Education and Sports Sciences, Qaemshahar Branch, Islamic Azad University, Qaemshahar, I.R. Iran.

Received: 2022/07/27 | Accepted: 2023/01/2

Abstract:

Background: One of the important goals of therapeutic interventions is to control obesity and vitamin D deficiency, which are associated with the occurrence of cardiovascular disease, metabolic disorders and increased homocysteine. In this study, the effect of high-intensity interval resistance training (HIIRT) and vitamin D on homocysteine and total antioxidant capacity (TAC) levels in overweight women with vitamin D deficiency was investigated.

Materials and Methods: In this clinical trial study, overweight women with vitamin D deficiency were investigated. The subjects were randomly divided into four groups of 13 (control, exercise, vitamin D and exercise+vitamin D). The exercise groups performed HIIRT with an intensity of 80% of one maximum repetition, and the vitamin D groups consumed vitamin D once a week. The collected data were analyzed using one-way analysis of variance and paired t-tests.

Results: After 8 weeks of research interventions, homocysteine level decreased and TAC significantly increased in the experimental groups (P<0.001). In addition, combined intervention was associated with more changes in homocysteine and TAC levels compared to HIIRT and vitamin D intervention (P<0.001), but HIIRT and vitamin D had a similar effect on the changes of these variables (P>0.05).

Conclusion: It seems that part of the optimal effects of HIIRT and vitamin D consumption in the health development of overweight women with vitamin D deficiency can be induced by increasing TAC and decreasing homocysteine.

Keywords: High-intensity interval training, Homocysteine, Overweight, Total antioxidant capacity, Vitamin D

***Corresponding Author**
Email: babisan.askari@gmail.com
Tel: 0098 911 156 4238
Fax: 0098 114 215 5117

Conflict of Interests: ***No***

Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences, April, 2023; Vol. 27, No 1, Pages 67-75

Please cite this article as: Nosrati A, Askari B, Habibian M. The effect of two month high-intensity interval training and vitamin D supplementation on the blood levels of homocysteine and total antioxidant capacity in overweight women with vitamin D deficiency. A clinical trial study. ***Feyz*** 2023; 27(1): 67-75.

اثر دو ماه تمرین مقاومتی تناوبی با شدت بالا و مصرف ویتامین D بر سطوح خونی هموسیستئین و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام در زنان دارای اضافه‌وزن با کمبود ویتامین D: یک مطالعه کارآزمایی بالینی

امیر نصرتی [۱]، بابی سان عسکری [۲*]، معصومه حبیبیان [۳]

خلاصه:

سابقه و هدف: کنترل چاقی و کمبود ویتامین D که با بروز بیماری قلبی - عروقی، اختلالات متابولیکی و افزایش هموسیستئین همراه هستند؛ از اهداف مهمّ مداخله‌های درمانی می‌باشند. در مطالعه حاضر، اثر تمرین مقاومتی تناوبی با شدت بالا (HIIRT) و ویتامین D بر سطوح هموسیستئین و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام (TAC) در زنان دارای اضافه‌وزن با کمبود ویتامین D بررسی شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه کارآزمایی بالینی، زنان دارای اضافه‌وزن همراه‌با کمبود ویتامین D موردبررسی قرار گرفتند. آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی به چهار گروه ۱۳تایی (شاهد، تمرین، ویتامین D و تمرین + ویتامین D) تقسیم شدند. گروه‌های تمرین، HIIRT را با شدت ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه انجام دادند و گروه‌های ویتامین D، یکبار در هفته ویتامین D مصرف نمودند. داده‌های جمع‌آوری‌شده با استفاده از آزمون‌های تحلیل واریانس یک‌طرفه و تی زوجی مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند.

نتایج: پس از ۸ هفته مداخله‌های تحقیق، سطح هموسیستئین در گروه‌های تجربی، کاهش و TAC افزایش معنادار یافت ($P<۰/۰۰۱$). به‌علاوه مداخله ترکیبی با تغییرات بیشتری در سطوح هموسیستئین و TAC در مقایسه با HIIRT و ویتامین D همراه بود ($P<۰/۰۰۱$)؛ اما HIIRT و ویتامین D تأثیر مشابهی بر تغییرات این متغیرها داشتند ($P>۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: به‌نظر می‌رسد که بخشی از اثرات بهینه HIIRT و مصرف ویتامین D در توسعه سلامت زنان دارای اضافه‌وزن با کمبود ویتامین D، می‌تواند ازطریق افزایش TAC و کاهش هموسیستئین القا شود.

واژگان کلیدی: تمرین تناوبی با شدت بالا، هموسیستئین، اضافه‌وزن، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام، ویتامین D

دوماه‌نامه علمی - پژوهشی فیض، دوره بیست و هفتم، شماره ۱، فروردین-اردیبهشت ۱۴۰۲، صفحات ۷۵-۶۷

مقدمه

هرچند چاقی پنجمین عامل خطرزای مرگ‌ومیر در جهان محسوب می‌شود، اما سطوح پایین ویتامین D یکی از اختلالات متابولیکی مرتبط با چاقی شناخته شده است [۱]. اغلب چاقی و نقص ویتامین D با هم وجود دارند و شاخص توده بدنی و توده چربی شکمی عوامل تعیین‌کننده چاقی هستند. کمبود ویتامین D که در افراد چاق شایع است [۲]، یک عامل خطرزای قلبی - عروقی به‌شمار می‌رود و در پاتوژنز پرفشارخونی، دیابت و افزایش اختلال در تنظیم پاسخ التهابی و اکسایشی نقش دارد [۳]. پیش از این، ارتباط کمبود ویتامین D با بروز بیماری عروق کرونری، اختلالات متابولیکی و افزایش هموسیستئین گزارش شده است [۴].

هموسیستئین یک اسیدآمینه غیرضروری می‌باشد که در طی متابولیسم اسیدآمینه ضروری متیونین حاصل می‌شود و از لحاظ ساختاری بسیار شبیه متیونین و سیستئین است [۵]. هیپرهموسیستئینمی یک عامل خطرزای مستقل برای آترواسکلروز زودرس است. وضعیت نرمال ویتامین D می‌تواند از اثرات مضر هیپرهموسیستئینمی بر آترواسکلروز عروق کرونر جلوگیری کند و ممکن است ۲۵-هیدروکسی ویتامین D، بیان ژن‌های دخیل در متابولیسم هموسیستئین را تعدیل کند [۴]. به‌علاوه بین هموسیستئین و بیماری‌های قلبی - عروقی ارتباط قوی وجود دارد و به‌ازای هر ۳ میکرومول / لیتر افزایش در هموسیستئین، خطر بیماری ایسکمیک قلبی ۱۶ درصد و سکته مغزی ۲۴ درصد، افزایش می‌یابد [۶]. اگرچه ارتباط متناقضی بین غلظت هموسیستئین و چاقی گزارش شده است، ولی Wang و همکاران [۷] نشان دادند که غلظت هموسیستئین در بیماران چاق افزایش می‌یابد. همچنین هموسیستئین، استرس اکسایشی و درنتیجه اختلال عملکرد اندوتلیال را با تغییر در اتساع عروقی وابسته‌به نیتریک‌اکسید توسعه می‌بخشد [۸]. بنابراین افزایش هموسیستئین با پرواکسیداسیون و وضعیت پروترومبوتیک همراه است و به‌طور بالقوه خطر سکته مغزی و بروز حوادث قلبی - عروقی را افزایش می‌دهد [۴].

۱. مربی، گروه تربیت‌بدنی، واحد قائمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائمشهر، ایران
۲. استادیار، گروه تربیت‌بدنی، واحد قائمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائمشهر، ایران
۳. دانشیار، گروه تربیت‌بدنی، واحد قائمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائمشهر، ایران
* **نشانی نویسنده مسؤول:**
قائمشهر، گروه تربیت‌بدنی، واحد قائمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده علوم انسانی
تلفن: ۰۹۱۱۱۵۶۴۲۳۸ **دورنویس:** ۰۱۱۴۲۱۵۵۱۱۷
پست الکترونیک: babisan.askari@gmail.com
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۵/۵ **تاریخ پذیرش نهایی:** ۱۴۰۱/۱۰/۱۲

درحالی‌که محققان نشان دادند تعادل اکسایشی / ضداکسایشی به‌نفع وضعیت اکسایشی در شرایط کمبود ویتامین D تغییر می‌کند. همچنین ظرفیت‌های آنتی‌اکسیدانی تام (Total antioxidant capacity: TAC) بیماران دارای کمبود ویتامین D در مقایسه با افراد نرمال کمتر است. درنتیجه جایگزینی ویتامین D، می‌تواند به افزایش سطح TAC منجر شود [۹]. امروزه افزایش فعالیت بدنی و تغییر عادت‌های غذایی از شیوه‌های اصلی درمان چاقی محسوب می‌شوند؛ اما حفظ کاهش وزن برای مدت طولانی دشوار است. در دستورالعمل‌های علمی، فعالیت ورزشی به‌عنوان یک استراتژی غیردارویی جدید در پیشگیری و مدیریت بیماری‌های مزمن پیشنهاد می‌شود [۱۰]. از آن‌جایی‌که آنتی‌اکسیدان‌ها می‌توانند اثر هم‌افزایی بر روی یکدیگر داشته باشند، به‌نظر می‌رسد که ارزیابی TAC، ارزش تشخیصی بالاتری نسبت به ارزیابی آنتی‌اکسیدان‌ها به‌طور جداگانه دارد [۱۱]. با این‌حال گزارش‌های متناقضی از اثرات تمرینات ورزشی مختلف بر TAC [۱۳،۱۲] و هموسیستئین [۱۵،۱۴] در افراد چاق و یا دارای اضافه‌وزن وجود دارد. علیرغم فواید کاملاً مستند ورزش، یک‌سوم از بزرگسالان و چهارپنجم نوجوانان (تقریباً ۱/۴ میلیارد نفر) دستورالعمل‌های بهداشت عمومی برای سطوح توصیه‌شده ورزشی را انجام نمی‌دهند. بنابراین عدم فعالیت بدنی، یک مشکل جهانی محسوب می‌گردد و ممکن است، نداشتن زمان لازم برای انجام فعالیت ورزشی و بهره‌وری مناسب از آن، یکی از دلایل اصلی گسترش فقر حرکتی در جوامع مختلف باشد [۱۶]. گرچه تمرینات ورزشی هوازی سنتی با حجم بالا، خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی - عروقی و متابولیکی را کاهش می‌دهند، اما باید زمان قابل‌توجهی به چنین تمریناتی اختصاص داده شود. بنابراین، تمرینات تناوبی با شدت بالا یک پروتکل کارآمد از نظر زمانی است [۱۷]. تمرین مقاومتی برای ایجاد هیپرتروفی عضله اسکلتی و فعال‌سازی متابولیسم کربوهیدرات مؤثر است و به افزایش میزان متابولیسم استراحتی به‌واسطه افزایش توده بدون چربی و مصرف انرژی روزانه منجر می‌شود [۱۸]. اما باوجود تنوع تمرینات تناوبی با شدت بالا، مطالعات محدودی درخصوص تمرینات مقاومتی تناوبی شدید (High-intensity interval resistance training: HIIRT) وجود دارد [۱۹]. در حال حاضر، چاقی و نقص ویتامین D، هر دو ازجمله چالش‌ها و مسائل اپیدمیولوژیک جهانی هستند [۱] و وضعیت نرمال ویتامین D می‌تواند از اثرات مضر هیپرهموسیستئینمی بر آترواسکلروز عروق کرونر جلوگیری کند [۴]. بنابراین باتوجه به شیوع رایج کمبود ویتامین D در جوامع بشری و گسترش روزافزون چاقی و فقر حرکتی، انجام فعالیت بدنی پربازده و بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی می‌تواند یک استراتژی مهم برای مقابله با اختلالات مرتبط با چاقی باشد. از این‌جهت تحقیق حاضر، به‌منظور بررسی اثر دو ماه HIIRT و مصرف مکمل ویتامین D بر سطوح هموسیستئین و TAC در زنان جوان با کمبود ویتامین D انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه کارآزمایی بالینی (کد اخلاق: IR.IAU.SARI.REC.1400.185، کد ثبت IRCT: IRCT20190831044650N3)؛ زنان مراجعه‌کننده به باشگاه‌های ورزشی شهر بابل در سال ۱۴۰۰ باتوجه به معیارهای ورود (نداشتن فعالیت منظم ورزشی طی شش‌ماه گذشته، شاخص توده بدنی بین ۲۵ تا ۲۹/۹ کیلوگرم / مترمربع، داشتن سطوح ۲۵-هیدروکسی ویتامین D کمتر از ۲۰ نانوگرم / میلی‌لیتر، عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی، فشارخون و بیماری‌های التهابی، و عدم استفاده از هرگونه داروی خاص یا مکمل) و با تکمیل رضایت‌نامه آگاهانه به‌طور دردسترس و هدفمند انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی در یکی از گروه‌های شاهد، تمرین، ویتامین D و ترکیبی (تمرین + ویتامین D) قرار گرفتند. معیارهای خروج از مطالعه، عدم شرکت در دو جلسه تمرین ورزشی، کشیدن سیگار و بارداری بودند. برای به‌دست‌آوردن حجم نمونه، باتوجه به بررسی‌ها و جستجوهای صورت‌گرفته، مطالعه مرتبط با مطالعه حاضر از لحاظ مشخصات آزمودنی‌ها و متغیرهای وابسته (سطوح هموسیستئین و TAC) یافت نشد؛ بنابراین با استناد به دو مطالعه که از لحاظ روش و ماهیت با مطالعه حاضر مطابقت داشت، ۱۳ نفر برای هر گروه در نظر گرفته شد [۲۱،۲۰].

شکل شماره ۱- فلوچارت افراد شرکت‌کننده در مطالعه

برای آشنایی با نحوه تمرین، آزمودنی‌های گروه‌های تمرین و ترکیبی یک‌هفته به انجام تمرینات مقاومتی با شدت ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه، معادل با ۱۵ تکرار بیشینه پرداختند. هر جلسه تمرینی HIIRT شامل ۱۰ دقیقه گرم‌کردن، تمرین مقاومتی تناوبی شدید و ۵ دقیقه سردکردن بود. تمرین اصلی در ۳ ست متوالی با شدت ۸۰٪ یک تکرار بیشینه و استراحت ۲/۵دقیقه‌ای بین ست‌ها اجرا شد. در هر ست، آزمودنی‌ها ۶ تکرار از حرکات موردنظر را انجام دادند و پس از یک استراحت ۲۰ثانیه‌ای به لیفت همان وزنه تا رسیدن به واماندگی پرداختند (به‌طور معمول ۲ یا ۳ تکرار). این تمرینات شامل پرس پا برای پایین‌تنه، پرس سینه برای عضلات سینه، زیر بغل سیم‌کش برای عضلات پشت، پرس نظامی برای عضلات شانه و جلوبازو برعکس برای عضلات بازو بود. بار تمرینی برای هر آزمودنی براساس آزمون اوّلیه ۵ تکرار بیشینه (5RM) قبل و همچنین هر دو هفته در طی پروتکل، مجدداً تعیین شد [۱۹]. آزمودنی‌ها در گروه‌های ویتامین D و ترکیبی، کپسول ۵۰۰۰۰ واحد ویتامین D را یکبار در هفته همراه با غذا و گروه‌های تمرینی و شاهد نیز کپسولی مشابه، اما حاوی پارافین خوراکی (هر دو ساخت شرکت داروسازی زهراوی - ایران) را یکبار در هفته به‌مدت ۸ هفته مصرف نمودند [۲۰]. نمونه‌های خونی آزمودنی‌ها به‌دنبال ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه، در دو مرحله پیش و پس‌آزمون (۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی)، از ورید بازویی دست چپ و پس از ۱۵ دقیقه استراحت، گرفته شد (۵ سی‌سی). سپس سرم حاصل در دمای ۸۰- درجه سلسیوس منجمد شد و برای اندازه‌گیری متغیرهای تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. مقادیر ۲۵-هیدروکسی ویتامین D با روش الایزا و کیت تجاری ۲۵-هیدروکسی ویتامین D (25-OH-VitaminD- ELIZA KIT) ساخت شرکت پادتن‌گستر ایثار کشور ایران تعیین شد. غلظت سرمی هموسیستئین با استفاده از کیت تجاری اندازه‌گیری ویژه (Human Homocysteine ELISA Kit) ساخت شرکت ZellBio GmbH کشور آلمان به‌روش الایزا سنجیده شد. سطوح TAC با استفاده از کیت تجاری (TOTAL TAC ASSAY KIT) ANTIOXIDANT CAPACITIY ساخت شرکت طب‌پژوهان رازی (TEB PAZHOUHAN RAZI) کشور ایران به‌روش اسپکتروفتومتری تعیین شد. داده‌های جمع‌آوری‌شده ازطریق نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۶ و با استفاده از آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار) و آمار استنباطی (آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه جهت مقایسه میانگین متغیرهای جمعیت‌شناختی و تغییرات (پیش‌آزمون - پس‌آزمون) متغیرهای وابسته بین گروه‌ها و آزمون تی زوجی جهت مقایسه میانگین بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هرکدام از گروه‌ها) مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند. گفتنی است که P کمتر از ۰/۰۵ به‌عنوان معنادار تلقی شد.

نتایج

در این پژوهش ۱۳ نفر در هرکدام از گروه‌های شاهد، تمرین، ویتامین D و تمرین + ویتامین D موردبررسی قرار گرفتند.

جدول شماره ۱- مشخصات افراد موردپژوهش در چهار گروه برحسب متغیرهای آنتروپومتریک و وضعیت ویتامین D

متغیر	شاهد	تمرین	ویتامین D	تمرین+ویتامین D	P^*
سن (سال)	۲۶/۱±۱۵/۹۵	۲۵/۱±۶۹/۸۹	۲۶/۲±۳۸/۱۴	۲۵/۱±۹۲/۹۸	۰/۸۳۲
قد (سانتی‌متر)	۱۶۷/۴±۹۲/۵۹	۱۶۵/۶±۳۱/۴۷	۱۶۷/۶±۴۶/۵۰	۱۶۳/۴±۶۲/۵۳	۰/۱۹۰
وزن (کیلوگرم)	۷۶/۵±۲۳/۰۳	۷۵/۷±۳۱/۵۹	۷۶/۵±۸۵/۹۶	۷۴/۵±۴۰/۰۵	۰/۷۴۳
BMI (کیلوگرم/مترمربع)	۲۷/۱±۰۲/۰۲	۲۷/۱±۴۹/۱۵	۲۷/۱±۳۸/۰۴	۲۷/۱±۷۷/۱۸	۰/۳۷۵
۲۵-هیدروکسی ویتامین D (نانوگرم/میلی‌لیتر)	۱۴/۴±۵۹/۰۴	۱۵/۳±۳۱/۴۵	۱۴/۳±۹۴/۹۷	۱۵/۳±۱۰/۸۹	۰/۱۳۱

* ANOVA

یافته‌های جدول شماره ۱ نشان می‌دهد که اختلاف معناداری بین چهار گروه از لحاظ متغیرهای آنتروپومتریک و وضعیت ویتامین D وجود ندارد (P>۰/۰۵)؛ درواقع متغیرهای مذکور به‌عنوان مخدوش‌گر عمل نمی‌کنند.

جدول شماره ۲- آزمون شاپیرو - ویلک جهت بررسی نرمال‌بودن توزیع متغیرهای وابسته

متغیر		شاهد	تمرین	ویتامین D	تمرین+ویتامین D
هموسیستئین (میکرومول/لیتر)	پیش‌آزمون	(۰/۱۰۶) ۰/۸۹۳	(۰/۰۶۰) ۰/۸۷۵	(۰/۶۲۲) ۰/۹۵۲	(۰/۱۲۴) ۰/۸۹۸
	پس‌آزمون	(۰/۲۳۷) ۰/۹۱۸	(۰/۱۰۴) ۰/۸۹۲	(۰/۳۵۴) ۰/۹۳۱	(۰/۰۸۴) ۰/۸۸۵
TAC (میلی‌مول/ لیتر)	پیش‌آزمون	(۰/۶۴۶) ۰/۹۵۳	(۰/۰۶۷) ۰/۸۷۸	(۰/۱۴۹) ۰/۹۰۳	(۰/۴۷۰) ۰/۹۴۱
	پس‌آزمون	(۰/۵۲۸) ۰/۹۴۵	(۰/۱۰۶) ۰/۸۹۳	(۰/۰۵۹) ۰/۸۷۴	(۰/۸۹۸) ۰/۹۷۰

-داده‌های داخل جدول به‌صورت آماره شاپیرو - ویلک (P) گزارش شده است.

یافته‌های جدول شماره ۲ نشان می‌دهد که توزیع هر دو متغیر هموسیستئین و TAC نرمال می‌باشد (P>۰/۰۵).

جدول شماره ۳- مقایسه میانگین هموسیستئین و TAC بین چهار گروه

	متغیر	شاهد	تمرین	ویتامین D	تمرین+ویتامین D	P^{**}
هموسیستئین (میکرومول/لیتر)	پیش‌آزمون	۱۲/۱±۱۸/۰۸	۱۱/۱±۸۱/۴۱	۱۱/۱±۸۹/۳۰	۱۱/۱±۷۴/۳۳	۰
	پس‌آزمون	۱۲/۱±۲۲/۰۹	۱۱/۱±۰۷/۴۴	۱۱/۱±۲۱/۰۸	۱۰/۱±۲۸/۳۰	
	تغییرات (پیش‌آزمون-پس‌آزمون)	۰/۰±۰۴/۰۷[a]	-۰/۰±۷۴/۱۴[b]	-۰/۰±۶۸/۳۱	-۱/۰±۴۶/۱۱[c]	
	P^*	۰/۰۶۸	۰	۰	۰	
TAC (میلی‌مول/ لیتر)	پیش‌آزمون	۱/۰±۷۷/۷۵	۱/۰±۸۷/۶۲	۱/۰±۷۵/۷۹	۱/۰±۸۳/۷۲	۰
	پس‌آزمون	۱/۰±۷۵/۷۵	۲/۰±۲۸/۶۴	۲/۰±۰۳/۸۷	۲/۰±۷۲/۹۴	
	تغییرات (پیش‌آزمون-پس‌آزمون)	-۰/۰±۰۲/۰۲[a]	۰/۰±۴۱/۱۰[b]	۰/۰±۲۸/۱۴	۰±۸۹/۲۸[c]	
	P^*	۰/۰۱۸	۰	۰	۰	

(جایگزین آزمون تحلیل کوواریانس به‌علت عدم برقراری پیش‌فرض همگنی شیب خطّ رگرسیون) * Paired t-test/ ** ANOVA for mean change

a: اختلاف معنادار بین گروه شاهد و سه گروه دیگر (P<۰/۰۰۱)

b: عدم اختلاف معنادار بین گروه تمرین و ویتامین D (هموسیستئین: P=۰/۸۵۷ /TAC: P=۰/۱۷۱)

c: اختلاف معنادار بین گروه تمرین+ویتامین D و دو گروه تمرین و ویتامین D (P<۰/۰۰۱)

یافته‌های جدول شماره ۳ نشان می‌دهد که میانگین تغییرات هموسیستئین (کاهش نسبت به پیش‌آزمون) و TAC (افزایش نسبت به پیش‌آزمون) در گروه شاهد به‌طور معناداری کمتر از سه گروه دیگر (P<۰/۰۰۱)، در گروه تمرین + ویتامین D به‌طور معناداری بیشتر از دو گروه تمرین و ویتامین D (P<۰/۰۰۱) بوده و بین دو گروه تمرین و ویتامین D اختلاف معناداری وجود نداشته است (P>۰/۰۵).

بحث

در تحقیق حاضر، اثر تمرینات منظم تناوبی همراه با مصرف ویتامین D بر سطوح هموسیستئین و TAC زنان دارای اضافه‌وزن با کمبود ویتامین D موردبررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بعد از ۸ هفته مصرف ویتامین D، میزان هموسیستئین در زنان دارای اضافه‌وزن مبتلا به نقص ویتامین D کاهش معنادار و سطوح TAC افزایش قابل‌توجهی یافتند. این یافته‌ها اشاره بر نقش آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی ویتامین D در شرایط اضافه‌وزنی همراه

با نقص ویتامین D در زنان به‌ظاهر سالم دارد. پیش از این، ارتباط معنادار سطح هموسیستئین با افزایش شاخص توده بدن [۲۲] و همبستگی معکوس بین سطوح TAC با وزن بدن در هر دو گروه افراد چاق و نرمال و نیز با شاخص توده بدن در افراد چاق [۲۳] گزارش شده است. همچنین مشاهده شد که وضعیت آنتی‌اکسیدانی تام در بیماران و افراد چاق مبتلا به کمبود ویتامین D [۲۴،۹] در مقایسه با افرادی که وضعیت نرمال ویتامین D داشتند، پایین‌تر بوده است که نشان‌دهنده افزایش وضعیت اکسایشی در شرایط کمبود ویتامین D می‌باشد [۹]. در تحقیق حاضر اگرچه سطوح استرس اکسایشی مورد مطالعه قرار نگرفت که از محدودیت‌های آن نیز محسوب می‌شود، اما نتایج، حاکی از افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام آزمودنی‌های تحقیق، متعاقب مصرف ویتامین D می‌باشد. موافق با نتایج تحقیق حاضر، دباغ‌زاده و همکاران [۲۵] نشان دادند که ۸ هفته مصرف مکمل ویتامین D (دو پرل ۵۰ هزار واحد ویتامین D در شروع و ۴ هفته بعد از درمان) با افزایش TAC و کاهش شاخص پراکسیداسیون لیپیدی در آزمودنی‌های جوان دارای کمبود ویتامین D همراه بوده است. در وضعیت ناکافی ویتامین D، فعالیت‌های مرتبط با استرس اکسایشی درون‌سلولی افزایش می‌یابد که با بالارفتن میزان آسیب اکسایشی درون‌سلولی و افزایش سرعت آپوپتوز همراه است [۲۶]. این درحالی است که فرآیند افزایش وزن و چاقی با توسعه استرس اکسایشی همراه هستند [۲۴]. هموسیستئین نیز می‌تواند به‌طورمستقیم ازطریق گروه سولفیدریل واکنش‌پذیر خود به پروتئین‌ها متصل شود. این هموسیستینیلاسیون پروتئین‌ها می‌تواند عملکرد پروتئینی و حالت ردوکس داخل سلولی را به‌نفع افزایش استرس اکسایشی تغییر دهد. علاوه‌بر افزایش سنتز گونه‌های اکسیژن واکنش‌پذیر، همچنین هموسیستئین دسترسی برخی از آنتی‌اکسیدان‌ها را کاهش می‌دهد [۲۷]. این درحالی است که Pham و همکاران [۲۸] نشان دادند که افزایش غلظت ۲۵-هیدروکسی ویتامین D با کاهش خطر افزایش هموسیستئین همراه است؛ به‌نحوی‌که در مقایسه با افرادی که افزایش موقتی در ۲۵-هیدروکسی ویتامین D نداشتند، بهبود غلظت ۲۵-هیدروکسی ویتامین D سرمی تا حدّ بیشتر از ۲۵، ۵۰-۲۵، ۷۵-۵۰ و بالاتر از ۷۵ نانومول در لیتر، به‌ترتیب با ۰/۹۲، ۰/۵۲، ۰/۳۴ و ۰/۳۲ احتمال افزایش هموسیستئین همراه بوده است. فرم فعال ویتامین D به‌عنوان یک کوفاکتور (عامل کمکی) در مسیر تخریب هموسیستئین با تنظیم مستقیم سطح سیستاتیونین بتاستاز دخالت دارد [۲۹]. ازجمله یافته‌های تحقیق حاضر، تنظیم منفی سطوح پلاسمایی هموسیستئین و افزایش TAC پس از ۸ هفته HIIRT در زنان جوان دارای اضافه‌وزن و کمبود ویتامین D بود که با مصرف همزمان مکمل ویتامین D این اثرات تشدید شد. این نتایج بیانگر تأثیرات هم‌افزایی HIIRT و مصرف ویتامین D در افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و کاهش هموسیستئین است که با یافته‌های محققان دیگر هم‌راستا است [۳۰،۱۵]. مشابه با این نتایج، سوری و همکاران [۱۵] نشان دادند که سطوح هموسیستئین پس از ۱۰ هفته فعالیت ایروبیک با شدت ۶۰ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب در زنان چاق یا دارای اضافه‌وزن کاهش معناداری یافت. علاوه‌براین محققان دیگر نیز نشان دادند که سطوح هموسیستئین پس از هشت هفته تمرین تناوبی کم‌حجم با شدت بالا شامل ۱۰ تناوب یک‌دقیقه‌ای با شدت ۹۰-۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه و ۱ دقیقه بازیافت با شدت ۵۵-۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه در مردان دارای اضافه‌وزن با دامنه سنی ۲۰ تا ۲۵ سال کاهش یافتند [۳۰]؛ اما همتی‌نفر و همکاران [۱۷] نشان دادند که شش‌هفته تمرین تناوبی با شدت بالا شامل چهار تا شش تکرار دویدن با حداکثر سرعت در یک مسافت ۲۰متری با ریکاوری ۲۰ تا ۳۰ثانیه‌ای به کاهش غیرمعنادار (۱۸ درصد) در سطح هموسیستئین مردان جوان کم‌تحرک با دامنه سنی ۲۱ تا ۲۶ سال منجر شد که ممکن است این تفاوت به اختلاف در شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها که در دامنه‌ای نرمال قرار داشتند، مربوط شود. همچنین کاهش غیرمعنی‌دار غلظت هموسیستئین پس از ۸ هفته تمرین ترکیبی مقاومتی (با شدت ۸۰-۷۰ درصد یک تکرار بیشینه) و هوازی (هوازی با شدت ۸۰-۷۰ درصد ضربان قلب) در مردان دارای اضافه‌وزن با دامنه سنی ۴۲-۲۲ سال مشاهده شد که علت آن کافی‌نبودن مدت و شدت تمرینی عنوان شد [۱۴]. هموسیستئین در طول متابولیسم اسیدآمینه ضروری متیونین حاصل می‌شود. ممکن است انقباضات مکانیکی طی تمرینات مقاومتی نیز به کاتابولیسم اسیدهای آمینه ازجمله میتونین در عضله اسکلتی و درنتیجه کاهش هموسیستئین منجر شود [۳۱]. هموسیستئین می‌تواند به سوکسینیل کوآنزیم A، یک واسطه در چرخه کربس متابولیزه شود. بنابراین ممکن است با افزایش نیازهای متابولیکی ورزشی تبدیل هموسیستئین به سوکسینیل کوآنزیم A به‌عنوان یک ماده میانجی برای افزایش تولید انرژی از چرخه کربس ضرورت یابد [۳۲]. هموسیستئین با تغییر وضعیت ردوکس تیول سلول، استرس اکسیداتیو ایجاد می‌کند و گونه‌های اکسیژن فعال تولیدشده توسط هموسیستئین درنتیجه فاکتور هسته‌ای کاپا بی (NF-kB) را فعال می‌کنند که با افزایش التهاب همراه است [۳۳]. بنابراین ممکن است HIIRT به‌واسطه افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به کاهش استرس اکسایشی و درنتیجه تنظیم منفی هموسیستئین منجر شود،

به‌طوری‌که موافق با نتایج تحقیق حاضر، افزایش سطوح TAC توسط محققان قبلی تأیید شده است. عطارزاده حسینی و همکاران [۱۳] دریافتند که پس از دوازده‌هفته تمرین ورزشی تداومی با شدت متوسط یا تناوبی شدید، سطوح TAC زنان غیرفعال چاق و دارای اضافه‌وزن افزایش یافته بود. همچنین افزایش TAC متعاقب ۸ هفته تمرین تناوبی استقامتی فزاینده (طناب‌زنی) در دختران غیرفعال دارای اضافه‌وزن و یا چاق با دامنه سنی ۳۰-۲۰ سال توسط قربانیان و همکاران [۳۴] تأیید شده است. علاوه‌براین، افزایش TAC در زنان دارای اضافه‌وزن و چاق پس از هشت‌هفته تمرین مقاومتی مشاهده شد [۳۵]. درحالی‌که فخری و همکاران [۳۶] افزایش معناداری در سطوح TAC پس از ۶ هفته تمرین تناوبی شدید با شدت ۹۵-۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب در دختران دارای اضافه‌وزن مشاهده نکردند، اما همزمانی این تمرینات با مصرف مکمل نانوکورکومین با افزایش قابل‌توجه سطوح TAC همراه بود که ممکن است این تفاوت به کمتربودن دوهفته تمرینی در مقایسه با دوره تمرینی در تحقیق حاضر، مربوط شود. اگرچه در اکثر مطالعات مورد بحث، وضعیت ویتامین D در آزمودنی‌ها گزارش نشده است که می‌تواند از محدودیت دیگر تحقیق حاضر نیز محسوب شود؛ اما باتوجه به شیوع گسترده کمبود ویتامین D در دنیا به‌ویژه در افراد دارای اضافه‌وزن به‌نظر می‌رسد که همزمانی انجام فعالیت‌های ورزشی، ازجمله HIIRT و مصرف ویتامین D می‌تواند بخشی از اثرات بهینه خود را در افزایش سلامت ازطریق تنظیم منفی هموسیستئین و افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و درنتیجه کاهش استرس اکسایشی اعمال نماید. به‌علاوه عدم بررسی و کنترل دریافت‌های غذایی یکی از محدودیت‌های تحقیق حاضر است. بنابراین جهت دستیابی به نتایج قطعی و درک مکانیسم‌های درگیر، انجام تحقیقات گسترده‌تر با آزمودنی‌های بیشتر دارای وضعیت‌های نرمال و غیرنرمال ویتامین D همراه‌با کنترل رژیم غذایی و همچنین مطالعه شاخص‌های اثرگذار در متابولیسم هموسیستئین از سوی محققان دیگر پیشنهاد می‌شود.

نتیجه‌گیری

براساس یافته‌ها، هر سه شیوه سبک زندگی HIIRT، مصرف ویتامین D و ترکیبی از HIIRT همراه با مصرف ویتامین D می‌تواند به کاهش هموسیستئین و افزایش TAC در افراد دارای اضافه‌وزن با کمبود ویتامین D منجر شود؛ اما مداخله ترکیبی با اثرات قوی‌تری در بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی و کاهش هموسیستئین در مقایسه با دو مداخله دیگر همراه بود.

تشکر و قدر دانی

از تمامی شرکت‌کنندگان در این تحقیق که صمیمانه پژوهشگران را یاری کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

References:

[1] Duan L, Han L, Liu Q, Zhao Y, Wang L, Wang Y. Effects of Vitamin D Supplementation on General and Central Obesity: Results from 20 Randomized Controlled Trials Involving Apparently Healthy Populations. ***Ann Nutr Metab*** 2020; 76(3): 153-64.

[2] Bassatne A, Chakhtoura M, Saad R, Fuleihan GE. Vitamin D supplementation in obesity and during weight loss: A review of randomized controlled trials. ***Metabolism*** 2019; 92: 193–205.

[3] Verdoia M, Nardin M, Gioscia R, Saghir Afifeh AM, Viglione F, Negro F, et al. Association between vitamin D deficiency and serum Homocysteine levels and its relationship with coronary artery disease. ***J Thromb Thrombolysis*** 2021; 52(2): 523-31.

[4] Glueck CJ, Jetty V, Rothschild M, Duhon G, Shah P, Prince M, et al. Associations between serum 25-hydroxyvitamin D and lipids, lipoprotein cholesterols, and homocysteine. ***N Am J Med Sci*** 2016; 8(7): 284–90.

[5] Troen AM. The central nervous system in animal models of hyperhomocysteinemia. ***Prog Neuropsychopharmacol Biol Psych*** 2005; 29: 1140-51.

[6] Wald DS, Law M, Morris JK. Homocysteine and cardiovascular disease: evidence on causality from a meta-analysis. ***BMJ*** 2002; 325: 1202.

[7] Wang J, You D, Wang H, Yang Y, Zhang D, Lv J, et al. Association between homocysteine and obesity: A meta-analysis. ***J Evid Based Med*** 2021; 14(3): 208-17.

[8] Nedelcu C, Ionescu M, Pantea-Stoian A, Niţă D, Petcu L, Mazilu L, et al. Correlation between plasma homocysteine and first myocardial infarction in young patients: Case-control study in Constanta County, Romania. ***Exp Ther Med*** 2021; 21(1): 101.

[9] Baser H, Can U, Baser S, Hidayetoglu BT, Aslan U, Buyuktorun I, et al. Serum total oxidant/anti-oxidant status, ischemia-modified albumin and oxidized-low density lipoprotein levels in patients with vitamin D deficiency. ***Arch Endocrinol Metab*** 2015; 59(4): 318-24.

[10] Choromańska B, Myśliwiec P, Łuba M, Wojskowicz P, Myśliwiec H, Choromańska K, et al. Impact of Weight Loss on the Total Antioxidant/Oxidant Potential in Patients with Morbid Obesity-A Longitudinal Study. ***Antioxidants (Basel)*** 2020; 9(5): 376.

[11] van der Schaft N, Schoufour JD, Nano J, Kiefte-de Jong JC, Muka T, Sijbrands, et al. Dietary antioxidant capacity and risk of type 2 diabetes mellitus, prediabetes and insulin resistance: The Rotterdam Study. ***Eur J Epidemiol*** 2019; 34: 853-61.
[12] Halalkhor F. Effect of Flaxseed Supplementation and Concurrent Physical Activity on Total Antioxidant Capacity of the Plasma and the Lipid Peroxidation Index of Overweight Women. ***J Med Plants*** 2019; 18 (70): 144-153.
[13] Attarzadeh Hosseini SR, Moazzami M, Farahati S, Bahremand M, Sadegh Eghbali F. Effects of High-Intensity Interval Training versus Moderate-Intensity Continuous Training on the Total Antioxidant Capacity, Malondialdehyde, and Superoxide Dismutase in Obese/Overweight Middle-Aged Women. ***Iran J Endocrinol Metab*** 2020; 22(3): 207-13. [in Persian]
[14] Emamdoost S, Faramarzi M, Bagheri L, Otadi K, Razaghi Naeeni E, Yazdani T, et al . The effect of concurrent resistance and aerobic training on serum level of homocysteine and lipid profile in overweight men. ***SJKU*** 2015; 2(1): 80-8. [in Persian]
[15] Soori R, Choopani S, Falahian N, Ramezankhani A. Effect of Physical Activity on Serum Homocysteine Levels in Obese and Overweight Women. ***Intern Med Today*** 2016; 22 (4): 307-12.
[16] Atakan MM, Li Y, Koşar ŞN, Turnagöl HH, Yan X. Evidence-Based Effects of High-Intensity Interval Training on Exercise Capacity and Health: A Review with Historical Perspective. ***Int J Environ Res Public Health*** 2021; 18(13): 7201.
[17] Hemati Nafar M, Tolouei Azar J, Behnam M. Homocysteine and lipid profile response in sedentary young men to six weeks high intensity interval training. ***Sport Sci*** 2017; 10 (Suppl 1): 111-16.
[18] Roh HT, Cho SY, So WY. A Cross-Sectional Study Evaluating the Effects of Resistance Exercise on Inflammation and Neurotrophic Factors in Elderly Women with Obesity. ***J Clin Med*** 2020; 9(3): 842.
[19] Moro T, Marcolin G, Bianco A, Bolzetta F, Berton L, Sergi G, et al. Effects of 6 Weeks of Traditional Resistance Training or High Intensity Interval Resistance Training on Body Composition, Aerobic Power and Strength in Healthy Young Subjects: A Randomized Parallel Trial. ***Int J Environ Res Public Health*** 2020; 7(11): 4093.
[20] Khodadoust M, Habibian M. Investigating the Changes of Tumor Necrosis Factor-α and Interleukin-10 After 8 Weeks of Regular Pilates Exercise and Vitamin D Intake in Overweight Men: A Randomized Clinical Trial. ***J Arak Uni Med Sci*** 2020; 23 (6): 888-901. [in Persian]
[21] Sadeghi Shirsavar H, Habibian M, Farajtabar Behrestaq S. Effect of One Course of Pilates Training with Vitamin D supplement on Monocyte Chemoattractant Protein-1 Level and Superoxide Dismutase Activity in Overweight Men: A Clinical Trial Study. ***J Gorgan Univ Med Sci*** 2022; 24(1): 10-18.
[22] Rekha S, Patel ML, Pooja G, Pushpalata S, Natu SM, Pradeep Y. Correlation of plasma homocysteine levels with BMI Insulin Resistance amongst Obese, Overweight and Non Obese Infertile Women. ***Int J Sci Res Publ*** 2012; 2(5): 1-6.
[23] Besagil PS, Çalapkorur S, Şahin H. Determination of the relationship between total antioxidant capacity and dietary antioxidant intake in obese patients. ***Niger J Clin Pract*** 2020; 23(4): 481-88.
[24] Asghari G, Yuzbashian E, Wagner CL, Park Y, Mirmiran P, Hosseinpanah F. Daily vitamin D3 in overweight and obese children and adolescents: a randomized controlled trial. ***Eur J Nutr*** 2021; 60(5): 2831-40.
[25] Dabaghzadeh F, Rahimpour M, Karami-Mohajeri S. Effect of vitamin D administration on blood oxidative stress factors in university students: A randomized double-blind clinical trial. ***Koomesh*** 2021; 23 (6): 712-9. [in Persian]
[26] Wimalawansa SJ. Vitamin D Deficiency: Effects on Oxidative Stress, Epigenetics, Gene Regulation, and Aging. ***Biology (Basel)*** 2019; 8(2): 30.
[27] Herrmann W, Herrmann M. The Controversial Role of HCY and Vitamin B Deficiency in Cardiovascular Diseases. ***Nutrients*** 2022; 14(7): 1412.
[28] Pham TM, Ekwaru JP, Mastroeni SS, Mastroeni MF, Loehr SA, Veugelers PJ. The Effect of Serum 25-Hydroxyvitamin D on Elevated Homocysteine Concentrations in Participants of a Preventive Health Program. ***PLoS One*** 2016; 11(8): e0161368.
[29] Kriebitzsch C, Verlinden L, Eelen G, van Schoor NM, Swart K, Lips P, et al. 1,25-Dihydroxyvitamin D3influences cellular homocysteine levels in murine preosteoblastic MC3T3–E1 cells by direct regulation of cystathionine β-synthase. ***J Bone Miner Res*** 2011; 26(12): 2991–3000.
[30] Mohammadyari S, Abdi S, Bakhtiyari A. The effect of low volume high-intensity interval training on predictive markers of cardiovascular disease in overweight men. ***SPMI*** 2019; 11(2): 133-43. [in Persian]
[31] Wu G. Amino acids: metabolism function and nutrition. ***Amino Acids*** 2009; 37: 1–17.
[32] Vincent KR, Braith RW, Bottiglieri T, Vincent HK, Lowenthal DT. Homocysteine and lipoprotein levels following resistance training in older adults. ***Prev Cardiol*** 2003; 6(4): 197-203.
[33] Rodrigo R, Passalacqua W, Araya J, Orellana M, Rivera G. Implications of oxidative stress and

homocysteine in the pathophysiology of essential hypertension. ***J Cardiovasc Pharmacol*** 2003; 42(4): 453-61.
[34] Ghorbanian B, Azali Alamdari K, Saberi Y, Shokrrolahi F, Mohammadi H. Effect of an Incremental Interval Endurance Rope-training Program on Antioxidant Biomarkers and Oxidative Stress in Non-active Women. ***SJNMP*** 2018; 4(1): 29-40. [in Persian]
[35] Amirkhani Z, Azarbayjani MA. Effect of eight weeks resistance training on malondialdehyd, total, antioxidant capacity, liver enzymes and lipid profile in overweight and obese women. ***J Gorgan Univ Med Sci*** 2018; 20(3): 48-55. [in Persian]
[36] Fakhri S, Shakeryan S, Fakhri F, Alizadeh AA. The effect of 6 weeks of high-intensity interval training (HIIT) with using Nano-curcumin supplement on total antioxidant capacity and Malondialdehyde level in overweight girls. ***J Birjand Univ Med Sci*** 2019; 26(4): 333-42. [in Persian]