JAHSSP
http://jahssp.azaruniv.ac.ir/

http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2022.27754.1456

Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology
Spring/Summer 2025
Volume 12, Number 1
1-12

Original Article **Open Access**

The effect of eight weeks of high-intensity interval training (HIIT) and vitamin D supplementation on Serum levels of IGF-1, Myostatin and hypertrophy in older men

Javad Vakili[1]*, Ramin Amirsasan [2],Kaveh Baturak [3]

Receive 2022 May 17; Accepted 2022 October 06

Abstract

Aim: Aging is often associated with progressive loss of muscle mass and strength. high-intensity interval training (HIIT) and vitamin D intake may increase muscle mass, but its mechanism is largely unclear. The aim of the present study was to evaluate effect of eight weeks HIIT and vitamin D supplementation on IGF-1, myostatin and muscular hypertrophy in elderly men**.** **Methods**: In a experimental research design, 30 inactive elderly men were selected based on fat percentage and aerobic fitness and were randomly divided into three groups: HIIT, HIIT + vitamin D and control. The HIIT training program was performed for eight weeks, three days a week. The HIIT training program was three days a week with an intensity of more 75% reserve heart rate or equivalent to the Borg pressure index of 17-15. Blood samples were taken from the subjects 48 hours before and after the training and supplementation protocol. One-way analysis of variance were used to compare between-group research variables ($P < 0.05$).**Results**: The amount of IGF-1 in both exercise groups ($P = 0.003$) and exercise + vitamin D ($P = 0.0001$) was significantly increased compared to the control group, but this difference was not significant between the experimental groups ($P = 0.6$). Also, the amount of myostatin in both exercise ($P = 0.006$) and exercise + vitamin D ($P = 0.0001$) groups was significantly lower than the control group, but this difference was not significant between the experimental groups ($P = 0.6$). Muscle cross-section showed a significant increase in the two groups ($P < 0.05$) but there was no significant difference between the two groups ($P = 0.721$). **Conclusions**: It seams HIIT with and without vitamin D increases IGF-1 and muscle cross-section and decreases myostatin. It may reduce muscle atrophy in older men and be effective in older men.

Keywords: Ageing, Vitamin D, High-Intensity Interval Training (HIIT), IGF-1, Myostatin

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

1. Associte Professor of Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Tabriz, Tabriz-Iran. ***(corresponding author):** vakili.tu@gmail.com
2. Associte Professor of Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Tabriz, Tabriz-Iran
3. PhD Student of Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Tabriz , Tabriz, Iran.

Cite as: Java Vakili, Ramin Amirsasan, Kaveh Baturak. The effect of eight weeks of high-intensity interval training (HIIT) and vitamin D supplementation on Serum levels of IGF-1, Myostatin and hypertrophy in older men Applied Health Studies in Sport Physiology. 2025; 12(1): 1-12.
Owner and Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University
Journal ISSN (online): 2676-6507
Access Type: Open Access
DOI: 10.22049/JAHSSP.2022.27754.1456

Copyright ©The authors Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

Extended abstract

Background

According to the reports of the World Health Organization, in the next 20 years, the majority of the population of the world, especially Iran, will be made up of elderly people. Aging is a very complex process, during which interrelated biological changes occur in several systems that may lead to physiological disorders, compromised health, and ultimately death (1). In addition, old age is associated with a decrease in neuromuscular function, muscle mass, strength and endurance, and balance, among which age-related muscle atrophy or sarcopenia causes a decrease of up to 5% in muscle mass every year. Sarcopenia during aging is associated with significant changes in the regulation of hormones and hypothalamic-pituitary axis. Meanwhile, insulin-like growth factor-1 (IGF-1) and myostatin (GDF-8) play an important role in regulating the processes related to skeletal muscle hypertrophy-atrophy (2).

Inactivity is one of the important factors causing and aggravating sarcopenia, and in this regard, exercise is one of the ways to prevent or delay sarcopenia (3). HIIT exercises can have beneficial effects on body composition, hormonal adaptations, and quality of life. have elderly people (4). (HIIT protocols increase the synthesis of muscle proteins, but the mechanisms of HIIT effect on muscle hypertrophy have not been well investigated. But it has been attributed to the regulation of GDF-8 and IGF-1 expression (5, 6).

On the other hand, nutritional factors are also effective on the development of sarcopenia in humans. One of the important nutritional factors is vitamin D. Various researches support the role of vitamin D on muscle health (7, 8). In people with severe vitamin D deficiency, there is generalized muscle atrophy. Vitamin D deficiency in the elderly is probably an important factor in the development of sarcopenia (7).

The effect of HIIT along with vitamin D consumption on the function and mass of the skeletal muscle of the elderly and their possible mechanism is not clear.

Considering the few researches investigating the effect of HIIT exercises and vitamin D consumption on anabolic and catabolic hormones, muscle hypertrophy and the important and effective role of these indicators on the aging process and sarcopenia, investigating the simultaneous and interactive effect of HIIT exercises and vitamin D consumption on the mentioned indicators of necessity has it. Therefore, the present study was conducted with the aim of determining the effect of eight weeks of HIIT training along with vitamin D supplementation on the serum levels of IGF-1, myostatin and muscle hypertrophy.

Methodology

This study was a experimental research design with pre-test and post-test, among 30 elderly men (age: 63.41±2.83 years, weight: 79.14±4.78 kg and height: 172.23±3.76 cm) that were divided into HIIT (n=10), HIIT+ Vitamin D supplementation (n=10) and control (n=10) groups. The HIIT training program was three days a week with an intensity of more 75% reserve heart rate or equivalent to the Borg pressure index of 17-15. All exercises were performed without equipment, using one's own body weight alone. Each exercise set was was performed with a one-to-two ratio of activity to rest time.

vitamin D intake of 2000 international units (manufactured by Dana Pharmaceuticals) per day was considered for vitamin D + HIIT exercises group after lunch (9). The control group and the group continued their normal daily schedule. Myostatin and IGF-1 was assessed by ELISA method. Muscle volume was calculated using the anthropometric method for the muscles of the thigh complex (quadriceps muscle and hamstring).

Statistical methods:

In inferential statistics, the Shapiro-Wilk test was used to determine the normality of data distribution. One-way analysis of variance and Bonferroni post hoc test was used to determine the significance of the differences between the research groups.Shapiro-wilk test was used for normality of data distribution, one-way ANOVA were used to compare between-group research variables ($P < 0.05$).

Results: The amount of IGF-1 in both exercise groups ($P = 0.003$) and exercise + vitamin D ($P = 0.0001$) was significantly increased compared to the control group, but this difference was not significant between the experimental groups ($P = 0.6$). Also, the amount of myostatin in both exercise ($P = 0.006$) and exercise + vitamin D ($P = 0.001$) groups was significantly lower than the control group, but this difference was not significant between the experimental groups ($P = 0.6$). Muscle cross-section showed a significant increase in the two groups ($P < 0.05$) but there was no significant difference between the two groups ($P = 0.721$).

Discussion

The main aim of this study was to determine the effect of a HIIT course along with vitamin D consumption on serum levels of IGF-1, myostatin and muscle cross-sectional area of elderly men. After eight weeks, IGF-1 serum levels and muscle cross-sectional area in two groups of exercise and exercise with vitamin D consumption increased significantly compared to the control group, and the level of myostatin hormone decreased significantly. However, exercise combined with vitamin D intake could not cause significant changes in the aforementioned indicators compared to the exercise group. It seems that the acute hormonal response and adaptability to it are largely dependent on the type of training

Copyright ©The authors

http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2022.27754.1456
Vakili et al, Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology, 2025; 12(1): 1-12.

program. Variables such as training load, number of courses, number of repetitions, amount of rest between courses, volume of muscles involved, number of sessions per week and also the type of training program are among them. Recent studies show that HIIT increases the cross-sectional area of muscle fibers. In the current study, due to the significant increase of IGF-1 and significant decrease of myostatin, an increase in muscle cross-sectional area was observed in the exercise group and exercise with vitamin D.

Conclusion

The results of the present study highlight the fact that HIIT is a safe and applicable exercise protocol for older adults with the ability to induce favorable changes in anabolic and catabolic hormone levels. that the consumption of vitamin D can lead to further improvement in the established adaptations. The most important advantage of this training program is creating metabolic adaptations with less time and volume, but with high efficiency.

Copyright ©The authors Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

JAHSSP

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2022.27754.1456

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش
سال دوازدهم، شماره اول ؛
بهار و تابستان ۱٤۰٤؛ صفحات ۱۲-۱

مقاله پژوهشی

Open Access

تاثیر هشت هفته تمرینات تناوبی شدید (HIIT) و مکمل‌سازی ویتامین D بر مقادیر سرمی IGF-1، میواستاتین و هایپرتروفی عضلانی مردان سالمند

جواد وکیلی*[۱]، رامین امیرساسان[۲]، کاوه بتوراک [۳]

تاریخ دریافت: ۱٤۰۱/۰۲/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۱/۰۷/۱٤

چکیده

هدف: سالمندی اغلب با کاهش پیش رونده توده و قدرت عضلانی همراه است. تمرینات تناوبی شدید (HIIT) و مصرف ویتامین D ممکن است توده عضلانی را افزایش دهد، اما مکانیسم آن تا حد زیادی روشن نیست. بنابراین، هدف از تحقیق حاضر، تعیین تاثیر هشت هفته تمرین HIIT و مکمل ویتامین D بر IGF-1، میواستاتین و هایپرتروفی عضلانی مردان سالمند بود. **روش شناسی:** در یک طرح تحقیق تجربی، ۳۰ مرد سالمند غیر فعال بر اساس درصد چربی و آمادگی هوازی انتخاب و به صورت تصادفی در سه گروه HIIT، HIIT+ ویتامین D و کنترل قرار گرفتند. برنامه تمرینات HIIT به مدت هشت هفته و سه روز در هفته انجام شد. برنامه تمرینات HIIT سه روز در هفته با شدت بیش از ۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره یا معادل شاخص درک فشار بورک ۱۵-۱۷ بود. نمونه‌های خونی ۴۸ ساعت قبل و بعد از پروتکل تمرینی و مکمل‌سازی از آزمودنی‌ها گرفته شد. از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه برای مقایسه بین گروهی متغیرهای تحقیق استفاده گردید (P<۰/۰۵). **یافته‌ها:** مقدار IGF-1 در هر دو گروه تمرین (P=۰/۰۰۳) و تمرین+ویتامین D (P=۰/۰۰۰۱) نسبت به گروه کنترل افزایش معنی‌دار داشت ولی این تفاوت بین گروه‌های تجربی معنی‌داری نبود (P=۰/۶). همچنین مقدار میواستاتین در هر دو گروه تمرین (P=۰/۰۰۶) و تمرین+ویتامین D (P=۰/۰۰۰۱) نسبت به گروه کنترل کاهش معنادار داشت ولی این تفاوت بین گروه‌های تجربی معنی‌داری نبود (P=۰/۶). سطح مقطع عضلانی افزایش معنی‌داری را در دو گروه نشان داد (P<۰/۰۵) اما تفاوت معنی‌داری بین دو گروه وجود نداشت (P=۰/۷۲۱). **نتیجه‌گیری:** به نظر می‌رسد HIIT با و بدون ویتامین D موجب افزایش IGF-1 و سطح مقطع عضلانی و کاهش میواستاتین می‌شود. ممکن است موجب کاهش آتروفی عضلانی در مردان سالمند شود و در سلامت مردان سالمند موثر باشد.

واژه‌های کلیدی: سالمندی، ویتامین D، تمرین تناوبی شدید، IGF-1، میواستاتین.

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

۱. دانشیار فیزیولوژی ورزش، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی ، دانشگاه تبریز آذربایجان شرقی- تبریز، ایران. (نویسنده مسئول): vakili.tu@gmail.com

۲. دانشیار فیزیولوژی ورزش، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، آذربایجان شرقی- تبریز ، ایران.

۳. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، آذربایجان شرقی-تبریز، ایران.

نحوه ارجاع: جواد وکیلی، رامین امیرساسان، کاوه بتوراک. "تاثیر هشت هفته تمرینات تناوبی شدید (HIIT) و مکمل‌سازی ویتامین D بر مقادیر سرمی IGF-1، میواستاتین و هایپرتروفی عضلانی مردان سالمند". مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش. ۱۴۰۴: ۱۲ (۱)،۱-۱۲.

صاحب امتیاز و ناشر: دانشگاه شهید مدنی آذربایجان
شاپای الکترونیکی: ۶۵۰۷-۲۶۷۶
نوع دسترسی: آزاد

Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

DOI: 10.22049/JAHSSP.2022.27754.1456

مقدمه

بر اساس گزارش‌های سازمان جهانی بهداشت در ۲۰ سال آینده بخش اعظم جمعیت دنیا و به ویژه ایران را تشکیل سالمندان خواهند داد. سالمندی، فرآیندی بسیار پیچیده است و طی آن تغییرات بیولوژیک مرتبط با هم در چندین سیستم به وقوع می‌پیوندند که ممکن است به اختلالات فیزیولوژیک، به خطر افتادن سلامتی و در نهایت مرگ منجر شود (۱, ۱۰). به علاوه، سالمندی با کاهش عملکرد عصبی- عضلانی، توده، قدرت و استقامت عضلانی و تعادل همراه است که در این میان آتروفی عضلانی وابسته به سن یا همان سارکوپنیا باعث کاهش تا ۵ درصدی توده عضلانی در هر سال می‌شود. سارکوپنیا طی سالمندی با تغییرات قابل توجه در تنظیم محور هورمون‌ها و غدد هیپوتالاموسی- هیپوفیزی مرتبط است. در این میان، عامل رشد شبه انسولینی-۱ (IGF-1)[1] و میواستاتین (GDF-8)[2] نقش مهمی در تنظیم فرآیندهای مرتبط با هایپرتروفی-آتروفی عضله اسکلتی دارند (۲).

میواستاتین عضو جدید خانواده TGF[3]-β (هورمون پپتیدی آنتی آنابولیک و پیش کاتابولیکی با اثرات پاراکرینی) است که تنظیم کننده اصلی توده عضلات اسکلتی است (۱۱). مهم‌ترین تاثیر میواستاتین کاهش فعالیت، تمایز یافتگی، تکثیر و خاصیت بازسازی خود به خودی سلول‌های ماهواره‌ای از طریق مسیرهای سیگنالینگ smad-1,2,3 است. افزایش بیان میواستاتین با کاهش حجم توده عضلانی، قدرت عضلانی و در نهایت افزایش میزان شیوع سارکوپنیا در افراد سالمند ارتباط دارد. بیان میواستاتین حین دوره‌های بی‌تحرکی عضله افزایش و مهار میواستاتین سرمی باعث افزایش قدرت و توده عضلانی می‌شود (۵). نتایج تحقیقات نشان داده‌اند که GDF-8 پلاسما در افراد مسن کم‌تحرک (۷۵-۶۳ سال) در مقایسه با همتایان جوان‌تر (۳۵-۲۰ سال) ۵۰ درصد بالاتر است (۱۲).

همچنین، IGF-1 یکی از مهم‌ترین فاکتورهای رشدی است که در فعال‌سازی سلول‌های ماهواره‌ای، افزایش سنتز پروتئین، کاهش تجزیه پروتئین، هایپرتروفی تار عضلانی و رشد عضلات نقش مهمی دارد. IGF-1 در گردش عمدتاً از کبد در پاسخ به افزایش هورمون رشد تولید می‌گردد، اما در بافت‌های دیگر مانند عضله اسکلتی و استخوان نیز تولید و ترشح می‌شود. ارتباط قوی بین IGF-1 و توده بدون چربی وجود دارد و کاهش آن، افراد سالمند را مستعد ابتلا به بیماری و سارکوپنیا می‌کند. در انسان میزان IGF-1 سرمی در دوران نوجوانی به اوج می‌رسد و در دوران میانسالی کاهش تدریجی نشان می‌دهد. بنابراین کاهش IGF-1 همراه با سالمندی احتمالاً عاملی موثر در آتروفی عضلانی مرتبط با افزایش سن است (۱۳).

بی‌تحرکی یکی از عوامل مهم ایجاد کننده و تشدید کننده سارکوپنیا است و در این راستا تمرینات ورزشی یکی از شیوه‌های جلوگیری از سارکوپنیا یا به تاخیر انداختن آن است (۳). Kwon و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که تمرینات ورزشی منظم می‌تواند بهبود شرایط فیزیولوژیکی، افزایش بیوسنتز پروتئین، افزایش قدرت، حجم و توده عضلانی و هایپرتروفی در افراد مسن منجر شود (۱۴). آمارها نشان می‌دهند تنها حدود ۳۰ درصد از افراد وقت کافی برای انجام فعالیت‌های طولانی مدت هوازی را دارند و عمدتاً از خسته کنندگی و عدم نشاط این نوع تمرینات شکایت دارند، اما تمرینات تناوبی شدید کوتاه مدت علاوه بر صرفه‌جویی در زمان، از لحاظ فیزیولوژیکی و متابولیکی فواید بیشتری نیز گزارش شده است (۱۵).

تمرینات HIIT می‌تواند تاثیرات مفیدی بر ترکیب بدنی، سازگاری‌های هورمونی و کیفیت زندگی سالمندان داشته باشد (۴, ۱۶). پروتکل‌های HIIT سنتز پروتئین‌های عضلانی را افزایش می‌دهد، اما سازوکارهای اثرگذاری HIIT بر هایپرتروفی عضلانی به خوبی بررسی نشده است. اما به تنظیم بیان GDF-8 و IGF-1 نسبت داده شده است (۱۶, ۱۷). کاهش بیان میواستاتین پس از تمرین شدید در سالمندان مشاهده شده است (۶, ۱۸). مطالعه در زمینه تأثیر تمرینات ورزشی مانند HIIT بر میواستاتین بویژه در سالمندان محدود است. از سویی، کاهش بیان میواستاتین ناشی از فعالیت ورزشی بحث برانگیز و متناقض است (۱۳, ۱۸). براساس تحقیقات انجام شده تأثیر تمرینات ورزشی بر IGF-1 پایه، به ویژه در افراد سالمند متناقض و دو پهلو می‌باشد. به طوری که نتایج تحقیقات بدون تغییر (۵)، کاهش (۱۷) یا افزایش (۱۳) را متعاقب تمرینات HIIT در سالمندان گزارش کرده‌اند. هنوز نقش IGF-1 در افزایش توده بدون چربی و روند سازگاری به تمرینات ورزشی در سالمندان نامشخص است (۱۳, ۱۷).

از طرفی عوامل تغذیه‌ای نیز بر پیشرفت سارکوپنیا در انسان موثر هستند. یکی از عوامل مهم تغذیه‌ای ویتامین D است. تحقیقات مختلفی از نقش ویتامین D بر سلامت عضلات حمایت می‌کنند (۷, ۸, ۱۹). در افراد با کمبود شدید ویتامین D، آتروفی عضلانی عمومی وجود دارد. در سنین بالاتر، کمبود ویتامین D با ضعف، آتروفی و کاهش قدرت عضلانی ارتباط زیادی دارد؛ از اینرو کمبود ویتامین D در سالمندان احتمالاً عامل مهمی در ایجاد سارکوپنیا است (۷).

در سالمندان مکمل‌سازی ویتامین D موجب افزایش قدرت و توده عضلانی می‌شود. به علاوه، ویتامین D موجب کاهش بیان میواستاتین، افزایش IGF-1 سرمی و در نتیجه افزایش تمایز سلول‌های میوژنیک می‌شود (۸). نتایج تحقیقات اخیر روی نمونه‌های حیوانی و آزمودنی‌های انسانی نشان دادند فعالیت‌های مقاومتی همراه مصرف ویتامین D می‌تواند تاثیر مثبتی بر عملکرد و اندازه عضلانی سالمندان داشته باشد (۷, ۸). با این حال، تاثیر HIIT همراه با مصرف ویتامین D بر کارکرد و توده عضله اسکلتی سالمندان و سازکار

[1] Insulin like growth factor-1
[2] Growth/Differentiation Factor 8
[3] Transforming growth factor-beta

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

احتمالی آنها روشن نیست به علاوه، بر اساس نتایج مطالعه همه‌گیرشناختی حدود ۸۱/۳ درصد از جمعیت شهری ایران دچار کمبود ویتامین D هستند. همچنین شیوع بالای کم تحرکی در بین سالمندان که با شیوع بالای اختلالات اسکلتی عضلانی همراه است که ضرورت مطالعه نقش فعالیت ورزشی و مصرف مناسب ویتامین D را دو چندان می‌کند (۱۹). با توجه به تحقیقات اندک بررسی تاثیر تمرینات HIIT و مصرف ویتامین D بر هورمون‌های آنابولیکی و کاتابولیکی، هایپرتروفی عضلانی و نقش مهم و اثرگذار این شاخص‌ها بر روند پیری و سارکوپنی، بررسی تاثیر همزمان و تعاملی تمرینات HIIT و مصرف ویتامین D بر شاخص‌های عنوان شده ضرورت دارد. بنابراین پژوهش حاضر با هدف تعیین تاثیر هشت هفته تمرین HIIT همراه با مصرف مکمل ویتامین D بر سطوح سرمی IGF-1، میواستاتین و هایپرتروفی عضلانی انجام گرفت.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع تحقیقات کاربردی با روش تجربی و طرح تحقیق پیش آزمون و پس آزمون همراه با گروه کنترل بود. کلیه مراحل اجرای پروتکل پژوهش مطابق با دستورالعمل هلسینکی شامل آگاهی آزمودنی‌ها از چگونگی مراحل اجرا پژوهش، بکارگیری تجهیزات سالم و ایمن برای اجرای پژوهش و محرمانه نگه داشتن اطلاعات شخصی آنان اجرا و مورد تایید کمیته اخلاق پژوهشی دانشگاه تبریز (IR.TABRIZU.REC.1400.059) و ثبت کارآزمایی بالینی (IRCT20190917044797N2) قرار گرفت. جامعه آماری پژوهش را مردان سالمند شهرستان مهاباد تشکیل می‌داد که پس از فراخوان و نصب و اعلان آن در مراکز بهداشتی-درمانی، اماکن عمومی با همکاری کانون بازنشستگان و اداره ورزش و جوانان شهرستان مهاباد، آزمودنی‌های تحقیق از بین داوطلبان شرکت کننده انتخاب شدند. حجم نمونه با توجه به پژوهش‌های قبلی در این زمینه و براساس معیارهای ورود به مطالعه ۳۰ نفر به صورت داوطلبانه انتخاب و بر اساس BMI و آزمون‌های عملکردی (آزمون ۶ دقیقه پیادروی[4]، آزمون ۳۰ ثانیه نشستن[5]) و سطوح پایه ویتامین D (کمتر از ۳۰) به صورت تخصیص تصادفی در سه گروه همگن کنترل (۱۰ نفر)، HIIT (۱۰ نفر) و HIIT همراه با مصرف ویتامین D (۱۰ نفر) قرار گرفتند. شاخص‌های ورود به مطالعه شامل مردان سالمند در دامنه سنی: ۷۵-۶۰ سال غیرفعال (کمتر از ۹۰ دقیقه فعالیت ورزشی منظم در هفته) که طی شش ماه قبل از شروع تحقیق به طور سرخود یا به دلیل بیماری و تحت نظر کادر تیم پزشکی از دارو و مکمل‌های آنابولیک، فشار خون، ضدالتهابی و ضداکسایشی مانند کراتین، پروتئین وی، آرژنین، ایبوپروفن، زنجبیل، کافئین و ویتامین D استفاده نکرده باشند. شرایط خروج از مطالعه نیز شامل: غیبت بیش از سه جلسه در تمرینات از ۲۴ جلسه مد نظر برای تمرینات، شرکت در برنامه‌ی ورزشی خارج از طرح حاضر، مصرف دارو یا مکمل خاص و عدم تمایل آزمودنی‌های به ادامه همکاری بود. افراد انتخاب شده با حضور در جلسه هماهنگی، پس از شرح کامل اهداف و روش‌های اندازه‌گیری، پرسشنامه‌های فعالیت بدنی روزانه، تعیین ضربان قلب بیشینه، یادآمد تغذیه‌ای ۲۴ ساعته، پرسشنامه سلامتی و برگه رضایتنامه شرکت در تمرینات را تکمیل کرده و تحت معاینات پزشکی قرار گرفتند. از پرسشنامهٔ یادآمد غذایی ۲۴ ساعته سه روز قبل (دو روز وسط هفته و یک روز تعطیل) و حین اجرای پروتکل تمرینی برای محاسبهٔ کالری برنامهٔ غذایی استفاده شد. در این روش از جداول مرجع و استاندارد برای تبدیل واحدها و پیمانه‌های خانگی به گرم استفاده شد، سپس اطلاعات برای محاسبهٔ انرژی تام، درصد انرژی حاصل از کربوهیدرات، چربی و پروتئین، به وسیلهٔ نرم افزار Nutritionist 4 تحلیل و آنالیز شد. دو هفته قبل از شروع تحقیق، ویژگی‌های فردی و برخی از شاخص‌های پیکرسنجی آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. قبل از شروع دوره تمرین، آزمودنی‌های به مدت دو هفته جهت آشنایی با آزمون‌ها و نحوه انجام HIIT به مدت ۳۰ الی ۴۵ دقیقه به سالن ورزشی مراجعه کردند. اندازه‌گیری ضخامت چربی زیر جلدی با استفاده از دستگاه چربی سنج یاگامی ساخت کشور ژاپن (بادقت یک میلی‌متر) از سه ناحیه بدن (سینه، شکم و ران) محاسبه شد. همه اندازه‌گیری‌های چین پوستی در طرف راست بدن و در ۲ نوبت با فاصله ۲۰ ثانیه جهت برگشت به حالت اولیه انجام شد. میانگین دو نوبت اندازه‌گیری ثبت گردید و دانسیته بدن از طریق فرمول Jackson و Pollock اندازه‌گیری شد. سپس درصد چربی بدن با استفاده از فرمول Siri محاسبه گردید. لازم به ذکر است که اندازه‌گیری کلیه‌ی این متغیرها در دو مرحله قبل و بعد از تمرینات و درحالت ناشتا صورت گرفت (۲۰).

درصد چربی بدن = [(۴/۹۵ /دانسیته بدن) −۴/۵] ×۱۰۰

که در این رابطه:

دانسیته بدن = ۱/ ۱۰۹۳۸۰۰- (۰/۰۰۰۸۲۶۷ × مجموع سه نقطه) + (۰/۰۰۰۰۰۱۶ × مجموع سه نقطه[2]) - (۰/۰۰۰۲۵۷۴ × سن)

آزمون ٦ دقیقه پیاده‌روی: آزمون ۶ دقیقه پیاده‌روی در یک مسیر صاف و مستقیم به طول ۴۲ متر که در دو انتهای مسیر با دو مخروط پلاستیکی جهت دور زدن مشخص شده بود. از آزمودنی‌ها خواسته شد تا با داشتن کفش و لباس مناسب در آزمون ۶ دقیقه پیاده‌روی شرکت کنند. مسافت طی شده به متر اندازه‌گیری شد (۲۱).

آزمون نشستن و ایستادن۳۰ ثانیه: شامل تعداد نشستن به ایستادن‌هایی است که شخص سالمند می‌تواند در طی ۳۰ ثانیه انجام دهد. آزمون روی یک صندلی بدون تکیه گاه با ارتفاع ۴۹ سانتی‌متر بدون کمک از دست‌ها انجام شد و نشستن به ایستادن به عنوان یک تکرار محاسبه شد (۲۱).

[4] The 6-minute walk test (6MWT)

[5] 30-second sit-to-stand (STS-30)

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

تمرینات تناوبی شدید (HIIT): برنامه HIIT سه روز در هفته و در بازه زمانی ۳۴ دقیقه (هفته‌های اول) تا ۵۸ دقیقه (هفته‌های آخر) در هر جلسه اجرا شد. همه فعالیت‌های ورزشی در نظر گرفته شده بدون استفاده از وسایل و تجهیزات و صرفا با استفاده از وزن بدن انجام گرفت. هر فعالیت ورزشی با نسبت زمانی فعالیت به استراحت یک به دو انجام شد. برنامه تمرینی شامل پنج دقیقه گرم کردن و سپس انجام تمرینات با استفاده از وزن بدن انجام بود. فعالیت‌های ورزشی شامل دویدن به جلو و عقب[6]، اسکوات با وزن بدن[7]، شنا سوئدی[8]، دراز و نشست[9]، حرکت پروانه[10]، پلانک حمایتی شش نقطه‌ای[11]، راه رفتن لانژ[12]، دیپ با وزن بدن[13]، جست و خیز سریع[14]، لانژ پلاس[15]، لانژه معکوس[16]، حرکت کوهنورد[17]، بالا آوردن دست و پا در حالت گربه‌ای[18]، پرش به طرفین[19] ، تغییر مسیر به جلو[20]، پله ۲۵ سانتی متر[21] بود. پس از پایان بدنه اصلی تمرین و انجام فعالیت تناوبی شدید سرد کردن به مدت پنج دقیقه انجام شد. لازم به ذکر مدت زمان هر فعالیت در چهار هفته اول فعالیت ۳۰ ثانیه با شدت بیش از ۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره (کارونن) یا بیشتر از ۱۷ در مقیاس بورک بود. پس از افزایش آمادگی در آزمودنی‌ها مدت فعالیت از هفته پنجم و ششم به ۴۵ ثانیه و در هفته‌های هفتم و هشتم به ۶۰ ثانیه رسید. پروتکل تمرینی از لحاظ استرس متابولیکی و استرس مکانیکی (منجر به هایپرتروفی عضلانی) و میزان و نوع عضلات درگیر در فعالیت (منجر به بهبود عملکرد حرکتی) برای سالمندان انتخاب شد (۱۶).

مکمل‌سازی ویتامین D: مصرف ویتامین D ۲۰۰۰ واحد بین المللی (تولید شرکت داروسازی دانا) در روز برای گروه ویتامین D + تمرینات HIIT بعد از مصرف نهار در نظر گرفته شد (۹). گروه کنترل و گروه HIIT برنامه عادی روزانه خود را ادامه دادند.

آنالیز نمونه‌های خونی: خونگیری از تمام آزمودنی‌های پژوهش در شرایط پایه و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی توسط کارشناس آزمایشگاه پاتولوژی انجام گرفت. در این راستا از تمام آزمودنی‌ها درخواست شد که دو روز قبل از نمونه گیری از انجام فعالیت‌های بدنی سنگین پرهیز نموده و به صورت ناشتا در آزمایشگاه حضور یابند، سپس نمونه خونی از ورید بازویی دست راست و در حالت نشسته به مقدار ۵ سی‌سی اخذ شد و بعد از سانتریفوژ (۱۲ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در دقیقه با دستگاه سانتریفوژ ساخت شرکت هیتش آلمان) و جداسازی سرم، نمونه‌ها در دمای ۷۰- درجه سانتیگراد فریز (مدل ULT6UX، ساخت آمریکا) شدند. برای اندازه‌گیری غلظت IGF-1 با استفاده از کیت *ZellBio, GmbH,Germany* حساسیت ۰/۱ نانوگرم در میلی‌لیتر، با به کارگیری روش الایزا به مرحله اجرا درآمد. برای اندازه‌گیری غلظت میواستاتین از کیت آزمایشگاهی الایزا (ELIZA, CUSABIO BIOTECH, Wuhan, China) حساسیت ۰/۳۱۲ نانوگرم در میلی‌لیتر استفاده شد. اندازه‌گیری آنتروپومتریک مربوط به ناحیه ران برای تخمین سطح مقطع و حجم عضلانی براساس مطالعات و دستورالعمل‌های پیشین در نظر گرفته شد. پیش از این برخی مطالعات نیز نشان داده بودند که محیط چربی زیر پوستی ناحیه قدامی ران در ناحیه میانی و دو سر ران ارتباط قوی با حجم عضلانی ناحیه‌ای عضلات رانی دارند (۳). تمام این اندازه‌گیری‌ها در حالت خوابیده با پاهای کشیده بود.

۱. طول استخوان ران از برجستگی خارجی استخوان ران تا بین لقمه خارجی استخوان ساق بوسیله متر نواری با دقت یک میلی‌متر. این اندازه‌گیری دو بار انجام شد.

۲. دور ران در ناحیه میانی ران، دقیقا وسط برجستگی بزرگ استخوان تا بین لقمه خارجی استخوان ساق بوسیله متر نواری با دقت اندازه‌گیری یک میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

۳. ضخامت چربی زیر پوستی بوسیله کالیپر در ناحیه قدامی ناحیه میانی ران اندازه‌گیری شد.

سطح مقطع عضله چهار سر ران =۱ / ۴۵۵ (O۲) - ۱۱/ ۲۱۸(M ۲ × ۱۰^-۱) + ۴/۰۰۲

در این فرمول منظور از O۲، دور ران در ناحیه میانی به سانتی متر و منظور از M۲، چربی زیر پوستی ناحیه میانی ران به میلی‌متر می‌باشد (۲۲).

روش آماری

طبیعی بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیر ویلک بررسی شد. سپس جهت مقایسه گروه‌ها از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون بونفرونی استفاده شد. همه آنالیزهای آماری بوسیله نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام شد.

یافته‌ها

اطلاعات دموگرافیک و ویژگی‌های جسمانی آزمودنی‌ها سه گروه قبل از شروع مطالعه، همچنین نتایج آزمون آنالیز واریانس یک طرفه جهت بررسی مقایسه بین گروهی متغیرها در مرحله پیش آزمون در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج تفاوت معنی‌داری بین متغیرهای سن، قد، وزن، درصد چربی، کالری مصرفی، درشت مغذها و سطوح ویتامین D در سه گروه نشان نداد (P<۰/۰۵). که بیانگر همگن بودن گروه‌ها پژوهش از نظر متغیرهای زمینه‌ای بود. در جدول ۳، تغییرات IGF-1، میواستاتین و سطح مقطع عضلانی آزمودنی‌ها در پیش و پس از آزمون آورده

[6] Forward-backward running
[7] Squats
[8] Push-ups
[9] Sit-ups
[10] Skipping
[11] Six-point support planks
[12] Walking lunges
[13] Dips
[14] Jumping jacks
[15] Pulse lunges
[16] Reverse lunges
[17] Mountain climbers
[18] Arm and leg raises
[19] Side steps
[20] Direction changing footwork
[21] Step-up-step-downs (25 cm)

Copyright ©The authors

شده است. نتایج تحقیق نشان داد که میزان IGF-1 در گروه تمرین (P=۰/۰۰۳) و گروه تمرین + ویتامین D (P=۰/۰۰۰۱) نسبت به گروه کنترل افزایش معنی‌داری داشت، اما تفاوت معنی‌داری بین گروه تمرین و گروه تمرین+ ویتامین D مشاهده نشد (P=۰/۶). میواستاتین سرمی در گروه تمرین (P=۰/۰۰۰۶) و گروه تمرین + ویتامین D (P=۰/۰۰۰۱) نسبت به گروه کنترل کاهش معنی‌داری داشت، با این حال بین گروه تمرین و گروه تمرین+ویتامین D تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P=۰/۲۱). سطح مقطع عضلانی در گروه تمرین (P= ۰/۰۰۹) و گروه تمرین + ویتامین D (P= ۰/۰۰۷) در مقایسه با گروه کنترل افزایش معنی‌داری داشت، اما بین دو گروه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P=۰/۷۲۱).

بحث

هدف اصلی این مطالعه تعیین اثر یک دوره HIIT به همراه مصرف ویتامین D بر مقادیر سرمی IGF-1، میواستاتین و سطح مقطع عضلانی مردان سالمند بود. پس از هشت هفته مقادیر سرمی IGF-1 و سطح مقطع عضلانی در دو گروه تمرین و تمرین همراه مصرف ویتامین D در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی‌داری افزایش یافت و میزان هورمون میواستاتین کاهش معنی‌داری داشت. با این حال، تمرین همراه مصرف ویتامین D نتوانست باعث تغییرات معنی‌داری درشاخص‌های فوق الذکر در مقایسه با گروه تمرین شود. نتایج تحقیق حاضر با نتایج شانظری، Vitiello، Arnarson و کردی غیر همسو و متناقض بود (۲۳-۲۵).

Vitiello و همکاران بعد از شش ماه تمرین استقامتی در مردان سالمند تغییری در IGF-I مشاهده نکردند (۲۳). علاوه بر این، Arnarson و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که IGF-1 سیستمیک پس از ۱۲ هفته فعالیت ورزشی مقاومتی در افراد سالمند (۶ ± ۷۴ سال) کاهش یافته است (۲۴). کردی و همکاران (۲۰۱۹) پس از هشت هفته تمرینات HIIT در مردان سالمند، کاهش معنی‌دار IGF-1 را گزارش کردند (۲۵). هوشمندی و همکاران (۲۰۲۱) اثر هشت هفته HIIRT[22] را بر IGF-1 زنان سالمند بررسی کردند و نشان دادند HIIRT تاثیری بر سطوح IGF-1 زنان سالمند ندارد (۱۸). از دلایل تفاوت نتایج مطالعه حاضر با این مطالعات ممکن است به سن آزمودنی‌ها (۲۴)، جنسیت (۱۸)، تعداد جلسات تمرینی، شدت جلسات تمرینی و نوع حرکات استفاده شده (۲۳-۲۵) در تحقیق حاضر باشد تمرینات انتخاب شده در تحقیق حاضر باعث افزایش استرس متابولیکی و استرس مکانیکی در آزمودنی‌ها می‌شد.

نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق تحقیق صارمی، Herbert همسو بود. صارمی و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی تاثیر هشت هفته تمرین مقاومتی با و بدون مکمل‌سازی ویتامین D را بر ترکیب بدن، IGF-1 و شاخص‌های کارکردی زنان یائسه گزارش کردند که مکمل‌سازی با ویتامین D همراه با تمرین مقاومتی منجر به افزایش بیشتر در سطوح سرمی IGF-1، قدرت و توده عضلانی گردید. محققان بیان کردند ترکیب تمرین با ویتامین D می‌تواند برخی اثرات مفید تمرین را در یک دوره دو ماهه افزایش دهد (۲۶). Herbert و همکاران (۲۰۱۷) با بررسی تمرینات HIIT در سالمندان فعال و بی‌تحرک افزایش میزان IGF-1 سالمندان فعال را نسبت به افراد بی‌تحرک در حالت استراحت گزارش کردند اما انجام تمرینات HIIT در افراد سالمند بی‌تحرک باعث افزایش غلظت IGF-1 می‌شود که باعث بهبود ترکیب بدن (توده بدون چربی) می‌شود (۵). شانظری و همکاران (۲۰۱۸) با بررسی دو نوع برنامه مقاومتی بر موش‌های نژاد ویستار گزارش کردند که تمرین مقاومتی با شدت متوسط و زیاد باعث تغییر در سطوح استراحتی IGF-1 و احتمالا جلوگیری از سارکوپنیا در افراد سالمند می‌شود (۲۷). به نظر می‌رسد، پاسخ حاد هورمونی و سازش پذیری با آن، تا حد زیادی به نوع برنامهٔ تمرینی وابسته است. متغیرهایی چون بار تمرین، تعداد دوره‌ها، تعداد تکرارها، مقدار استراحت بین دوره‌ها، حجم عضلات درگیر، تعداد جلسات در هفته و همچنین نوع برنامه تمرینی از آن جمله‌اند. افزایش IGF-1 پس از تمرینات بدنی، ممکن است مربوط به افزایش هیپوگلیسمی، اثر تحریکی قشر حرکتی و فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک (نوروآدرنالین) بر اثر فعالیت ورزشی بر هسته‌های تولید GHRH هیپوتالاموس باشد (۲۴). افزایش IGF-1ممکن است ناشی از HIIT باشد که منجر به خستگی و افزایش تجمع لاکتات شده است. تصور می‌شود کاهش PH و افزایش لاکتات خون از علل اصلی این افزایش پس از طی دوره تمرین باشد. به طوری که مشخص شده، افزایش اسیدیته و کاهش PH خون و عضله در ورزش‌های شدید موجب تحریک گیرنده‌های متابولیکی می‌شود. این رسپتورها سبب ارسال پیام‌های عصبی از عضلات فعال به سیستم پپتیدی آدرنوکورتیکال شده و از این طریق افزایش ترشح GH و در نهایت IGF-1 را موجب می‌شوند. ظاهرا، ورزش از طریق مکانیسم‌های مختلفی همچون، بار عصبی، تحریک مستقیم کاتکولامین، اکسید نیتریک و لاکتیک، تغییرات در توازن اسیدی بر ترشح این هورمون تاثیر می‌گذارد (۵, ۲۸).

[22] High-Intensity Interval Resistance Training

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2022.27754.1456

جدول ۱. پروتکل تمرینات HIIT

هفته	تعداد جلسات هفتگی	تعداد ایستگاه در هرجلسه	مدت زمان هر حرکت در ست (ثانیه)	شدت فعالیت (درصد HRR)	معادل RPE	زمان گرم کردن و سرد کردن	زمان کل جلسه به همراه گرم و سرد کردن (دقیقه)
اول و دوم	۳	۱۶	۳۰	۸۵-۷۵	۱۷-۱۵	۱۰ دقیقه	۳۴
سوم و چهارم	۳	۱۶	۴۰	۸۵-۷۵	۱۷-۱۵	۱۰ دقیقه	۴۲
پنجم و ششم	۳	۱۶	۵۰	۸۵-۷۵	۱۷-۱۵	۱۰ دقیقه	۵۰
هفتم و هشتم	۳	۱۶	۶۰	۸۵-۷۵	۱۷-۱۵	۱۰ دقیقه	۵۸

۲. شاخص‌های جمعیت‌شناختی، آنتروپومتریک و کالریک آزمودنی‌ها

ویژگی شرکت کنندگان	کنترل	تمرین تناوبی شدید	تمرین تناوبی شدید+ویتامین D	P-value
سن (سال)	۶۴/۳±۲/۴۲	۶۲/۲±۵/۲	۶۳/۲±۴/۸۹	۰/۳۵۶
قد (سانتی‌متر)	۱۶۹/۳±۸/۲۵	۱۷۳/۴±۲/۴۴	۱۷۳/۳±۶/۵۹	۰/۰۸۹
وزن (کیلوگرم)	۷۷/۵±۹/۲	۷۸/۳±۲۳/۹۶	۸۱/۵±۳/۲	۰/۲۳۵
درصد چربی (٪)	۲۷/۱±۰۲/۲۹	۲۶/۱±۰۳/۱۷	۲۶/۱±۹۷/۱۳	۰/۰۷۳
کالری مصرفی(کیلو کالری)	۲۴۶۴/۱۶۸±۲/۷	۲۴۰۷/۱۷۹±۳/۱	۲۴۷۹/۱۶۰±۹/۵	۰/۶۲۱
کربوهیدرات (کیلو کالری)	۱۲۵۴/۸۲±۳/۳	۱۲۷۲/۸۳±۳/۸	۱۲۳۵/۷۹±۶/۱	۰/۵۹۲
پروتیئن (کیلو کالری)	۳۸۷/۲۸±۸/۸	۳۸۰/۲۷±۹/۲	۳۹۷/۴۳±۲/۹	۰/۴۶۵
چربی (کیلو کالری)	۸۲۲/۶۱±۱/۷	۷۵۴/۷۰±۱/۲	۸۴۷/۷۶±۱/۸	۰/۳۹۰
ویتامین D (نانوگرم/میلی متر)	۲۰/۳±۷۹/۸	۲۰/۴±۸۳/۳	۲۱/۳±۸۸/۳۸	۰/۸۱۲
آزمون ۶ دقیقه پیاده‌روی (متر)	۵۱۱/۲۸±۶/۲۲	۵۰۴/۲۵±۴/۵۹	۵۰۶/۱۴±۳/۸	۰/۸۸۱
آزمون نشستن و ایستادن۳۰ ثانیه (تکرار)	۱۸/۱±۵/۸	۱۷/۱±۷۹/۰۵	۱۷/۱±۷۹/۳	۰/۱۰۸

جدول ۳. مقایسه IGF-1، میواستاتین و سطح مقطع عضلانی قبل و بعد از تمرین در گروه‌های تحقیق

متغیرها	گروه‌ها	پیش آزمون	پس آزمون	P بین گروهی
IGF-1 (نانوگرم/میلی‌لیتر)	کنترل	۸۹/۳۱±۲/۹	۳۱±۹۰/۶	*۰/۰۰۲
	HIIT	۸۵/۲۶±۸/۳	۱۱۲/۲۶±۳/۶	
	HIIT+VD	۹۵/۱۷±۴/۵	۱۲۱/۱۸±۱/۳	
GDF-8 (نانوگرم/میلی‌لیتر)	کنترل	۶/۱±۱۵/۰۸	۶/۰±۲/۹۲	*۰/۰۰۱
	HIIT	۶/۱±۲۷/۱	۴/۰±۹۷/۶۹	
	HIIT+VD	۶/۰±۰۵/۹	۴/۰±۵۹/۷۵	
سطح مقطع عضلانی (سانتی متر مربع)	کنترل	۶۳/۲۷± ۶/۷	۶۳/۳۳± ۷/۱	*۰/۰۳۴
	HIIT	۶۲/۸۹± ۵/۶	۶۴/۳۲± ۵/۳	
	HIIT+VD	۶۳/۶۷± ۷/۳	۶۵/۸۶± ۶/۹	

* اختلاف معنادار بین گروه‌ها پس از هشت هفته تمرین و مکمل‌سازی

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

هورمون IGF-1 از مهمترین فاکتورهای رشد است که نقش مهمی را در فعال‌سازی سلول‌های ماهواره‌ای، افزایش سنتز پروتئین، کاهش تجزیه پروتئین، هایپرتروفی تار عضلانی و رشد عضلات دارد (۲۹). IGF-1 به گیرنده تیروزین کینازی خود (IGF-IR) در سطح سلول‌های عضلانی پیوند می‌خورد و از طریق IRS1[۲۳] فسفاتیدیل اینوزیتول۳-کیناز (PI3K) را فعال می‌کند. PI3K فعال شده باعث فعال شدن پروتئین Akt می‌شود. متعاقب آن، Akt مسیر mTOR را فعال می‌کند که باعث تنظیم عوامل پایین دست (P70S6K[۲۴]) و 4E-BPI[۲۵] می‌شود که هر دو سنتز پروتئین را کنترل می‌کنند. علاوه بر این، Akt عامل رونویسی هسته‌ای FoxO[۲۶] را مهار می‌کند، زیرا، FoxO نقشی کلیدی در تنظیم ژن‌های مرتبط با آتروفی از جمله MuRf1 و آتروژین-۱ دارد. غیرفعال شدن FoxO از تجزیه پروتئین عضلانی جلوگیری می‌کند، بنابراین، مسیر IGF-1/Akt نقش مهمی در هایپرتروفی عضله ایفا می‌کند. در شرایط متفاوت نشان داده است که IGF-1 از طریق تنظیم افزایشی میوژنین و همچنین، تنظیم کاهشی P21 باعث فعال‌سازی تکثیر و تمایز سلول‌های ماهواره‌ای می‌شود، بنابراین، گزارش شده است که افزایش بیان IGF-1 نقش مهمی در هیپرتروفی عضلانی متعاقب اعمال بار مکانیکی ایفا می‌کند (۲۸).

در این پژوهش میزان میواستاتین در گروه تمرین و گروه تمرین به اضافه مکمل ویتامین D کاهش معنی‌داری را نشان داد که موجب اختلاف بارز آن با گروه کنترل شد. همسو با تحقیق حاضر حسین زاده و همکاران(۲۰۲۱) اثر تمرینات HIIT کم تواتر را بر روی میواستاتین در مردان سالمند را بررسی کردند نتایج تحقیق نشان داد که تمرینات کم تواتر می‌تواند باعث کاهش میواستاتین شود و می‌تواند روش موثری برای پیشگیری یا کاهش سارکوپنیا در سالمندان شود (۶).

محمدیاری و همکاران (۱۴۰۰) کاهش معنادار میواستاتین را بعد از هشت هفته تمرینات HIIT در افراد چاق گزارش کردند (۳۰). Elliot و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که شش هفته تمرینات HIIT، تاثیری بر مقادیر سرمی میواستاتین سالمندان نداشته است (۱۳). مشخص شده است که شدت تمرینی از جمله عوامل مهم در افزایش سنتز پروتئین عضلانی به شمار می‌رود به نظر می‌رسد بیان میواستاتین آستانه دارد و تا زمانی که نیروی کششی مکانیکی در عضله اسکلتی به آستانه نرسد، تاثیر پذیری میواستاتین ناشی از تمرین ورزشی ممکن نخواهد بود (۲۵). شدت تمرین در مطالعه حاضر در مقایسه با Elliott بیشتر بود به احتمال زیاد می‌توان گفت شدت پایین HIIT تاثیر مناسبی ندارد. هوشمندی و همکاران (۲۰۲۱) اثر هشت هفته HIIRT را بر میواستاتین زنان سالمند یررسی کردند و نشان دادند HIIRT باعث کاهش معنی‌دار میواستاتین می‌شود و بیان کردند این نوع تمرینات می‌تواند یک استراتژی مناسب برای جلوگیری از کاهش توده عضلانی و افزایش قدرت عضلانی در زنان سالمند باشد (۱۸). روستایی و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند هشت هفته HIIT با حجم بالا باعث کاهش معنی‌دار بیان ژن میواستاتین در عضله تند انقباض موش‌های صحرایی شد. سازو کار میواستاتین در مهار رشد عضله اسکلتی در درجه اول از راه عوامل رونویسی Smad عمل می‌کند و باعث تنظیم کاهشی PKB/Akt می‌شود. فعال شدن Smad بر اثر میواستاتین، باعث مهار پیوند به PKB/Akt و مهار mTOR می‌شود (۳۱). بیگلری و همکاران (۲۰۱۸) اثر هشت هفته تمرینات HIIT بر میواستاتین و هایپرتروفی عضله دوقلو موش‌ها بررسی کردند. نتایج نشان داد که HIIT باعث کاهش بیان ژن میواستاتین و افزایش وزن عضله دو قلو موش‌ها شد. البته با توجه به اینکه ژن میواستاتین قبل از تبدیل به محصول تکامل یافته است، دچار تعدیلات و اصلاحات پس رونویسی و پس ترجمه می‌شود نمی‌تواند نشان دهنده میواستاتین در گردش خون باشد (۲۵).

مطالعات اخیر نشان می‌دهند HIIT سطح مقطع تارهای عضلانی را افزایش می‌دهد (۳۲). در پژوهش حاضر نیز با توجه افزایش معنی‌دار IGF-1 و کاهش معنی‌دار میواستاتین افزایش سطح مقطع عضلانی در گروه تمرین و تمرین به همراه ویتامین D مشاهده شد.

افزایش در سطح مقطع عضله بجز عوامل ژنتیکی می‌تواند متاثر از عوامل محیطی متعددی باشد که به طور ویژه تمرین، خواب و رژیم غذایی می‌توانند نقش مهمی را ایفا کنند (۳). در تحقیق حاضر میزان دریافت کالری کلی برنامه غذایی و میزان کالری دریافتی از درشت مغذهای مختلف مانند پروتئین بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری نداشته است. تمرین HIITمی‌تواند از طریق مکانیزم‌های مختلفی هایپرتروفی عضلانی را افزایش دهد. هیپوکسی، استرس متابولیک و استرس مکانیکی محرک‌های مهمی هستند که توسط HIIT برانگیخته می‌شوند که در سنین مختلف می‌تواند منجربه هایپرتروفی شود (۳۳). در مجموع نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تمرینHIIT با و بدون مصرف ویتامین D می‌تواند روند سارکوپنیا و کاهش حجم عضلانی را تحت تاثیر قرار دهد.

در دو دهه گذشته شواهد نشان داده‌اند که نقش ویتامین D فراتر از هموستاز کلسیم می‌باشد. مطالعات نشان می‌دهد که در عضله اسکلتی گیرنده ویتامین D وجود دارد و متابولیت‌های این ویتامین سوخت و ساز عضله را از طریق تحریک سنتز پروتئین، افزایش نسبت تارهای عضلانی

[23] Insulin Receptor Substrate 1
[24] Phosphatidyl Inositol 3' Kinase
[25] 4E-binding Protein 1
[26] Dependent ubiquitin proteasome degradation factors

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

نوع ۲ و بهبود کارکرد عضله تحت تاثیر قرار می‌دهند (۲۶). به هر حال اثرات ویتامین D بر رشد عضله اسکلتی به خوبی مشخص نیست. اخیرا در چندین مقاله گزارش شده است که دریافت ویتامین D موجب افزایش تکثیر و تمایز فاکتورهای میوژنیک (از جمله میوژین) می‌شود. همچنین پیشنهاد شده است که احتمالا این اثرات مثبت ویتامین D بر فاکتورهای میوژنیک و متعاقب آن رشد عضله از طریق کاش بیان ژن میواستاتین اعمال می‌شود (۸, ۲۶). از سویی شواهد معتقدند که احتمالا یک تعادل هموستاتیک بین تنظیم کننده‌ای مثبت (از جمله IGF-1) و منفی (از جمله میواستاتین) رشد عضله وجود دارد و این تعادل در شرایط هیپرتروفی و آتروفی عضله جابجا می‌شود (۲۵, ۲۶). اثر ویتامین D همراه با HIIT بر سطوح سرمی میواستاتین و IGF-1 تا کنون مورد بررسی قرار نگرفته است. در تحقیق حاضر مصرف ویتامین D به همراه تمرینات HIIT باعث تغییر عمده‌تری در شاخص‌های مطالعه حاضر شد. اما این افزایش در مقایسه با گروه HIIT معنی‌دار نبود. ممکن است عواملی مانند میزان و دوره مصرف ویتامین D بر نتایج تحقیق تاثیر گذار باشد. به طوریکه در مطالعات اخیر پیشنهاد شده میزان مصرف ویتامین D در سالمندان بیشتر از دز مصرفی استفاده شده در تحقیق حاضر باشد (۳۴).

مطالعه حاضر دارای چندین محدودیت بود. در تحقیق حاضر فقط از مردان سالمند کم‌تحرک سالم (۷۵-۶۰ ساله) استفاده کردیم، و از این رو، نمی‌توانیم این نتایج را به افراد جوان‌تر، مسن‌تر و یا افراد فعال‌تر از لحاظ بدنی و زنان تعمیم داد. همچنین توصیه می‌شود به منظور کنترل میزان فعالیت بدنی روزانه و رژیم غذایی آزمودنی‌ها از سالمندانی استفاده شود که در خانه سالمندان ساکن هستند. همچنین باید اذعان داشت که روش تحقیق مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش- پس آزمون است و انتخاب نمونه‌ها از طریق فراخوان می‌باشد، موارد مطرح شده احتمالا اعتبار درونی و قدرت تعمیم نتایج را کاهش می‌دهد.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر این واقعیت را روشن می‌کند که HIIT یک پروتکل تمرینی ایمن و قابل اجرا برای افراد مسن با توانایی ایجاد تغییرات مطلوب در سطح هورمون آنابولیک و کاتابولیک است. که مصرف ویتامین D می‌تواند منجر به بهبود بیشتر در سازگارهای ایجاد شده شود. مهمترین مزیت این برنامه تمرینی ایجاد سازگاری‌های متابولیکی با صرف زمان و حجم کمتر، اما بازدهی بالا است نکته مهم دیگر این است که پروتکل‌های تمرینی طولانی‌مدت احتمالا برای افراد مسن خسته کننده و وقت گیر هستند، در حالی که HIIT باعث صرفه‌جویی در زمان می‌شود. علاوه بر این، از آنجایی که بسیاری از افراد مسن از خستگی زودرس و بی حوصلگی نسبت به برنامه‌های تمرین استقامتی رنج می‌برند، اعتقاد بر این است که این روش تمرینی گزینه خوبی برای این افراد است.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری آقای کاوه بتوراک دانشجوی دانشگاه تبریز می‌باشد. نویسندگان مقاله از تمامی آزمودنی‌های شرکت کننده و کسانی 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.

Refrence

1. Keyvani F, Kordi MR, Maghbooli Taghidizaj Z, Shabkhiz F. The Effect of Eight Weeks High Intensity Interval Training on Serum Levels of Telomerase Enzyme and Sirtuin 6 Protein in Aged Men. Sport Physiology. 2020;12(45):17-30. [In Persian]
2. Kraemer WJ, Ratamess NA, Nindl BC. Recovery responses of testosterone, growth hormone, and IGF-1 after resistance exercise. Journal of Applied Physiology. 2017;122(3):549-58.
3. Negaresh R, Ranjbar R, Habibi A, Gharibvand MM. The effects of eight weeks of resistance training on some muscle hypertrophy and physiological parameters in elderly men. Journal of Geriatric Nursing. 2016;3(1):62-75. [In Persian]
4. Torma F, Gombos Z, Jokai M, Takeda M, Mimura T, Radak Z. High intensity interval training and molecular adaptive response of skeletal muscle. Sports Medicine and Health Science. 2019;1(1):24-32.
5. Herbert P, Hayes LD, Sculthorpe N, Grace FM. High-intensity interval training (HIIT) increases insulin-like growth factor-I (IGF-I) in sedentary aging men but not masters' athletes: an observational study. The Aging Male. 2017;20(1):54-9.
6. Hosein Zade F, Farzaneh A. Effects of low-frequency High-Intensity Interval training combined with L-Citrulline supplementation on myostatin and some physiological parameters in inactive elderly men. Journal of Sport Biosciences. 2021;12(4):493-506. [In Persian]
7. D'Amelio P, Quacquarelli L. Hypovitaminosis D and aging: is there a role in muscle and brain health? Nutrients. 2020;12(3):628.
8. Montenegro KR, Cruzat V, Carlessi R, Newsholme P. Mechanisms of vitamin D action in skeletal muscle. Nutrition research reviews. 2019;32(2):192-204.
9. Bo Y, Liu C, Ji Z, Yang R, An Q, Zhang X, et al. A high whey protein, vitamin D and E supplement preserves

Copyright ©The authors

interval circuit training versus moderate-intensity continuous training on functional ability and body mass index in middle-aged and older women: a randomized controlled trial. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2019;16(21):4205.
22. Gm A. Exercise physiology laboratory manual. Tehran: Hatmi publisher. 2014. [In Persian]
23. Vitiello MV, Wilkinson CW, Merriam GR, Moe KE, Prinz PN, Ralph DD, et al. Successful 6-month endurance training does not alter insulin-like growth factor-I in healthy older men and women. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences. 1997;52(3):M149-M54. [In Persian]
24. Arnarson A, Geirsdottir OG, Ramel A, Jonsson P, Thorsdottir I. Insulin-like growth factor-1 and resistance exercise in community dwelling old adults. The journal of nutrition, health & aging. 2015;19(8):856-60.
25. Biglari S, Gaeini AA, Kordi MR, Ghardashi Afousi A. The effect of 8 weeks high-intensity interval training on myostatin and follistatin gene expression in gastrocnemius muscle of the rats. Journal of Arak University of Medical Sciences. 2018;21(1):1-10. [In Persian]
26. Saremi A, Shavandi N, Vafapour H. Eight-week resistance training with vitamin D supplementation in postmenopausal women: Effects on skeletal muscle. Pajoohandeh Journal. 2013;18(2):57-63. [In Persian]
27. Shanazari Z, Faramarzi M, Banitalebi E, Hemmati R. The Eeffect of Eight Weeks Moderate and High Intensity Resistance Training on Resting Levels of Serum Myostatin and IGF-I in elderly Rats. Metabolism and Exercise. 2018;8(1):1-14. [In Persian]
28. Shanazari Z, Faramarzi M, Banitalebi E, Hemmati R. The Effect of Eight Weeks of Moderate and High Intensity Resistance Training on Muscular miR-1, miR-206 Expression and Serum IGF-I in Wistar Older Rats. Sport Physiology. 2020;12(46):57-76. [In Persian]
29. Ebrahimnia M, Hosseini KSA, Haghighi AH. The Effect Of Three Combined Training Method (Aerobic And Resistance) With And Without Vascular Occlusion On Some Indices Of Hypertrophy In Elderly Women. 2019. [In Persian]
30. Mohammadyari S, Hadi H, Zohrabi Ar. The effect of intense intermittent exercise on plasma levels of myostatin and IGF-1 in obese adolescents. Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology. 2021;8(2):18-24. [In Persian]
31. Roostaei M, Gaeini A, Kordi M. The difference of myostatin gene expression in fast and slow twitch healthy male rat after eight weeks of high intensity interval training. 2016. [In Persian]
32. Hebisz P, Hebisz R. The Effect of Polarized Training (SIT, HIIT, and ET) on Muscle Thickness and Anaerobic Power in Trained Cyclists. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021;18(12):6547.
33. Törpel A, Brennicke M, Kuck M, Behrendt T, Schega L. Effect of blood flow restriction training in muscle mass, strength, and quality of life in sarcopenic older adults: A double-blind randomized controlled trial. Clinical Nutrition. 2019;38(1):159-64.
10. Sari V, Vakili J. The effect of 8 weeks of circuit training on serum levels of nerve growth factor (NGF) and physical fitness factors in elderly women. Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology. 2022;9(1):72-82. [In Persian]
11. Shabkhiz F, Choobineh S, Ghafarioun Isfahani A, Yari M. Response of Myostatin to Resistance Exercise with and without Blood Flow Restriction in Immature Male Athletes. Sport Physiology & Management Investigations. 2017;9(3):9-19. [In Persian]
12. Barbalho SM, Flato UAP, Tofano RJ, Goulart RdA, Guiguer EL, Detregiachi CRP, et al. Physical exercise and myokines: relationships with sarcopenia and cardiovascular complications. International Journal of Molecular Sciences. 2020;21(10):3607.
13. Elliott BT, Herbert P, Sculthorpe N, Grace FM, Stratton D, Hayes LD. Lifelong exercise, but not short-term high-intensity interval training, increases GDF 11, a marker of successful aging: a preliminary investigation. Physiological reports. 2017;5(13):e13343.
14. Kwon DH, Park HA, Cho YG, Kim KW, Kim NH. Different associations of socioeconomic status on protein intake in the korean elderly population: A cross-sectional analysis of the korea national health and nutrition examination survey. Nutrients. 2019;12(1):10.
15. Tondpa Khaghani B, Dehkhoda MR, Amani Shalamzari S. Improvement of aerobic power and health status in overweight patients with non-alcoholic fatty liver disease with high intensity interval training. Journal of Payavard Salamat. 2019;13(1):71-80.
16. Louzada Junior A, da Silva JM, Furtado da Silva V, Melo Castro AC, Eufrásio de Freitas R, Braga Cavalcante J, et al. Multimodal HIIT is More Efficient Than Moderate Continuous Training for Management of Body Composition, Lipid Profile and Glucose Metabolism in the Diabetic Elderly. International Journal of Morphology. 2020;38(2).
17. Lee M, Oikawa S, Ushida T, Suzuki K, Akimoto T. Effects of exercise training on growth and differentiation factor 11 expression in aged mice. Frontiers in physiology. 2019;10:970.
18. Hooshmandi Z, Daryanoosh F, Nemati J, Jalli R. Effect of High-Intensity Interval Resistance Training on Appendicular Skeletal Muscle Mass Index Measured by Bioelectric Impedance Analysis in Sarcopenic Elderly Women. Women's Health Bulletin. 2021;8(4).
19. Hjinajaf S, Mohammadi F, Azizi M. Effect of aerobic interval exercise training on serum levels of 25-hydroxyvitamin D and indices anthropometry in overweight and obesity patients. Jundishapur Scientific Medical Journal. 2018;17(1):37-48. [In Persian]
20. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. British journal of nutrition. 1978;40(3):497-504.
21. Ballesta-García I, Martínez-González-Moro I, Rubio-Arias JÁ, Carrasco-Poyatos M. High-intensity

Copyright ©The authors

http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2022.27754.1456

combination with a high-intensity interval training on physical performance. Int J Sport Exerc Med. 2018.
34. Mieszkowski J, Niespodziński B, Kochanowicz A, Gmiat A, Prusik K, Prusik K, et al. The effect of nordic walking training combined with vitamin D supplementation on postural control and muscle strength in elderly people—a randomized controlled trial. International journal of environmental research and public health. 2018;15(9):1951.

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University