University of Tehran
Faculty of
Sport Sciences and Health

Journal of Sport Biosciences

Online ISNN: 2676-4148

The Effect of Four Weeks of Intense Plyometric and Intermittent Exercises with Zinc Supplementation on the Serum Levels of Growth Hormone and Like Growth Factor in Male Volleyball Players

Ali Ghasemi Kahrizsangi[1]✉, Hojatollah Amini [2]

1. Corresponding Author, Department of Sport Sciences, University of Qom, Qom, Iran. E-mail: a.ghasemi@qom.ac.ir
2. Department of Sport Sciences, University of Qom, Qom, Iran. E-mail: aminiavollhojjat@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research

Article history:
Received:
5 May 2023
Received in revised form:
21 July 2023
Accepted:
23 July 2023
Published online:
23 July 2023

Keywords:
Adolescent volleyball males,
HIIT and Plyometric Training,
Zinc Supplementation,
Serum GH,
Serum IGF-1.

ABSTRACT

Introduction: Plyometric and high intense interval training (HIIT) is an important part of volleyball. Zinc supplement can be used in the development of skeletal growth, to increase bone formation and also to prevent osteoporosis. The purpose of this research was to compare two methods of plyometric and HIIT during four weeks of zinc supplementation on two growth factors, growth hormone and serum-like growth factor-1, in teenage volleyball players at the age of skeletal growth spurt

Methods: For this purpose, 57 active and healthy teenage volleyball players (age: 13±0.94 years, height: 1.77±0.08 m, weight: 59.10±28.04 kg, and BMI: 18.2±76.13 kg/m2) were randomly selected as participants in six groups including: 1- plyometric exercise and zinc supplementation (10 people), 2- plyom exercise and placebo (8 people), 3- volleyball training and zinc supplement (9 people), 4- volleyball training control group and placebo (11 people), 5- HIIT group and zinc supplement (10 people) and 6- HIIT and placebo group (9 people) were divided. The training plan was three sessions a week. Supplementation groups also received 15 mg zinc gluconate tablets daily.

Results: The between-group results showed a significant increase in the amounts of growth factors after four weeks in the research groups (P<0.001). The follow-up test post hoc results showed the difference between the control group and other study groups (P<0.05).

Conclusion: Therefore, due to the increase in the amount of growth factors in young volleyball athletes, both plyometric and intense interval training methods as well as zinc supplementation are recommended.

Cite this article: Ghasemi Kahrizsangi A., & Amini H. The effect of four weeks of intense plyometric and intermittent exercises with zinc supplementation on the serum levels of growth hormone and like growth factor in male volleyball players. . *Journal of Sport Biosciences*. 2023; 15 (2): 71- 85.

DOI: https://doi.org/10.22059/jsb.2023.358234.1585

Journal of Sport Biosciences by University of Tehran Press is licensed under CC BY-NC 4.0.
| Web site: https://jsb.ut.ac.ir/ | Email: jsb@ut.ac.ir.

© The Author(s). Publisher: University of Tehran Press.

University of Tehran
Faculty of
Sport Sciences and Health

Journal of Sport Biosciences

Online ISNN: 2676-4148

Extended Abstract

Introduction

Regular and long-term exercises such as volleyball can be used as an effective method to develop skeletal growth, to increase bone formation and also to prevent osteoporosis. In the execution of some skills, especially at heights higher than the net, it is necessary to perform plyometric and high intense intermittent exercises. Therefore, the aim of this research was to investigate the comparison of two methods of plyometric and HIIT during four weeks of zinc supplementation on two growth factors, growth hormone and serum-like growth factor of teenage volleyball players at the age of skeletal growth spurt.

Methods

For this purpose, 57 active and healthy teenage volleyball players (age: 13±0.94 years, height: 1.77±0.08 m, weight: 59.10±28.04 kg, and BMI: 18.2±76.13 kg/m2) as participants were selected purposefully and available, and then randomly selected into six groups including: 1- plyometric exercise and zinc supplement (10 people)), 2- plyometric exercise and placebo (8 people), 3- volleyball training and zinc supplement (9 people), 4- volleyball training control group and placebo (11 people), 5- HIIT exercise group and zinc supplement consumption (10 people) and 6- HIIT exercise group and placebo (9 people) were divided. The training program of the training groups was three sessions a week. The supplement groups also received 15 mg gluconate tablets produced by Nature made in England, and the placebo groups received tablets containing starch and fructose for daily consumption. The protocol of plyometric exercises included: 10 movements (6 movements for the lower body and 4 movements for the upper body), the HIIT exercises also included: three sets of the RAST protocol, including two sprints at a distance of 35 meters for 6 repetitions with a 10-second rest interval between each repetition. In order to prepare the serum and examine the research variables in two stages, in the baseline state (before the intervention) and 48 hours after the last four-week training session and the training and supplementation interventions, 5 cc of blood was taken from the antecubital vein of the subjects' right hand in the fasting state. To measure serum IGF-1, one-step sandwich method of chemiluminescence immunoassay (CLIA Chemiluminecense immunoassay) and IDN kit made in Germany were used, and to measure serum GH, immunoradiometric method (hGH-IRMA CT) and IDN kit made in Germany and using ELISA method in Dynex machine were used. In order to assesment the changes between groups, analysis of variance with repeated measurements was used, and in case of significance, Bonferroni's follow-up test was used at a significance level of α=0.05.

Results

The between-group results showed a significant increase in the amounts of GH and IGF-1after four weeks in the experimental groups of the study ($P<0.001$). The results of Bonferroni's post hoc test showed the difference between the control group and other groups, the plyometric and zinc consumption group with the plyometric group and the HIIT group, and between the HIIT group and the control group in serum GH values ($P<0.05$). Also, Bonferroni's post hoc test showed a significant difference between the control group and other groups except the zinc supplementation group, the plyometric group and the zinc supplementation group, and between the HIIT group and the control group in serum IGF-1 values ($P<0.05$). In addition, no significant difference was observed between training groups on growth values ($P>0.05$).

Conclusion

Therefore, due to the increase in the amount of growth factors in young volleyball athletes, both plyometric and intense interval training methods as well as zinc supplementation are recommended.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines: In the present study, the ethical principles of research have been observed.

Funding: This study was extracted from the MSc thesis of the first author. No funding was received for this study.

Authors' contribution: all authors contribute to the study design.Ali Ghasemi Kahrizsangi and Hojatollah Amini collected the data. Ali Ghasemi Kahrizsangi revised the final version of the manuscript. All authors read and approved the final manuscript. The contribution of the first author of the article was 70% and the contribution of the second author was 30%.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgments: We would like to thank all the participants and young volleyball players of Isfahan city, the management and personnel of Sina Laboratory in Najaf-Abad city for their cooperation in this project.

علوم زیستی ورزشی
انتشارات دانشگاه تهران
شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۴۱۴۸

اثر چهار هفته تمرینات پلایومتریک و تناوبی شدید به همراه مکمل‌دهی روی بر مقادیر سرمی هورمون رشد و عامل شبه انسولینی در نوجوانان پسر والیبالیست

علی قاسمی کهریزسنگی [۱]✉، حجت‌الله امینی [۲]

۱. نویسندهٔ مسؤول، گروه علوم ورزشی، دانشگاه قم، قم، ایران. رایانامه: a.ghasemi@qom.ac.ir

۲. گروه علوم ورزشی، دانشگاه قم، قم، ایران. رایانامه: aminiavollhojjat@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۱۵

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۴/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۰۱

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۵/۰۱

کلیدواژه‌ها:

پسران والیبالیست نوجوان،

تمرین تناوبی شدید و پلایومتریک،

GH سرم،

IGF-1 سرم.

مکمل‌دهی روی.

چکیده

مقدمه: تمرینات پلایومتریک و تناوبی شدید بخش مهمی از والیبال است. مکمل روی می‌تواند در توسعهٔ رشد اسکلتی، به‌منظور افزایش استخوان‌سازی و همچنین جلوگیری از پوکی استخوان استفاده شود. هدف تحقیق حاضر بررسی مقایسهٔ دو شیوهٔ تمرین پلایومتریک و تناوبی شدید طی چهار هفته مکمل‌دهی روی بر دو عامل رشدی هورمون رشد و عامل شبه‌رشدی سرم پسران والیبالیست نوجوان در سن جهش سرعت رشد اسکلتی بود.

روش پژوهش: بدین‌منظور ۵۷ نفر از بازیکنان والیبالیست نوجوان فعال و سالم (سن: ۱۳/۰±۰/۹۴ سال، قد: ۱/۰±۷۷/۰۸ متر، وزن: ۵۹/۱۰±۲۸/۰۴ کیلوگرم و BMI: ۱۸/۷۶±۲/۱۳ کیلوگرم بر متر مربع) به‌عنوان شرکت‌کننده انتخاب شدند و به‌طور تصادفی در شش گروه شامل ۱. تمرین پلایومتریک و مصرف مکمل روی (۱۰ نفر)، ۲. تمرین پلایومتریک و مصرف دارونما (۸ نفر)، ۳. تمرین والیبال و مصرف مکمل روی (۹ نفر)، ۴. گروه کنترل تمرین والیبال و مصرف دارونما (۱۱ نفر)، ۵. گروه تمرین بسیار شدید تناوبی و مصرف مکمل روی (۱۰ نفر) و ۶. گروه تمرین بسیار شدید تناوبی و دارونما (۹ نفر) قرار گرفتند. برنامهٔ تمرینات سه جلسه در هفته بود. گروه‌های مکمل نیز قرص ۱۵ میلی‌گرم گلوکونات روی روزانه دریافت می‌کردند.

یافته‌ها: نتایج بین‌گروهی افزایش معناداری در مقادیر عوامل رشدی پس از چهار هفته در گروه‌های تحقیقی را نشان داد (P<۰/۰۰۱). نتایج آزمون تعقیبی تفاوت بین گروه کنترل با سایر گروه‌های مورد بررسی را نشان داد (P<۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: با توجه به افزایش میزان عوامل رشدی در ورزشکاران نوجوان والیبالیست هر دو شیوهٔ تمرینات پلایومتریکی و تناوبی شدید و همچنین مصرف مکمل روی توصیه می‌شود.

استناد: قاسمی کهریزسنگی، علی؛ و امینی، حجت‌الله. اثر چهار هفته تمرینات پلایومتریک و تناوبی شدید به‌همراه مکمل‌دهی روی بر مقادیر سرمی هورمون رشد و عامل شبه‌رشدی در نوجوانان پسر والیبالیست. نشریهٔ *علوم زیستی ورزشی*.۱۴۰۲؛ (۲)۱۵، ۷۱-۸۵.

DOI: https://doi.org/10.22059/jsb.2023.358234.1585

دسترسی به این نشریهٔ علمی، رایگان است و حق مالکیت فکری خود را بر اساس لایسنس کریتیو کامنز (CC BY-NC 4.0) به نویسندگان واگذار کرده است.| آدرس نشریه: https://jsb.ut.ac.ir/ | ایمیل: jsb@ut.ac.ir

ناشر: انتشارات دانشگاه تهران. © نویسندگان.

مقدمه

دورهٔ رشدی از حساس‌ترین دوره‌های زندگی هر فردی است که با تغییرات فیزیولوژیکی در سازوکار سیستم‌های مختلف بدن همراه است. این تغییرات فیزیولوژیکی شامل تغییرات هورمونی و همچنین اثربخشی آنها بر روی برخی بافت‌های بدن از جمله رشد صفحات استخوانی است [۱]. هورمون رشد[1]از اصلی‌ترین هورمون‌هایی است که بر رشد استخوانی تأثیر می‌گذارد و از میانجی‌های مهم آن هورمون شبه‌رشدی[2]است [۱]. کاپون[3]و همکاران (۱۹۹۴)، پس از یک دورهٔ چهارهفته‌ای ورزش تناوبی و تداومی با شدت یکسان، افزایش معنادار GH را گزارش کردند [۲]. این محققان نتیجه گرفتند افزایش GH به‌عنوان تنظیم‌کنندهٔ واکنش‌های رشدی، نتیجهٔفعالیت بدنی است. دی میگوئل[4]و همکاران (۲۰۲۱) نشان دادند که پنج هفته فعالیت ورزشی استقامتی که گاهی همراه با تمرین با وزنه بوده است، در پسران نوجوان سالم، موجب کاهش مقادیر IGF-1 شده است [۳]. در تحقیقی دیگر، کاهش غلظت سرمی IGF-1 در موش‌های دارای رژیم ضعیف روی با رژیم پروتئینی بالا اصلاح نشد، اما افزودن روی به این رژیم موجب افزایش IGF-1 سرم شد [۴]. فعالیت بدنی از عوامل مهم و مؤثر در رشد استخوانی است، به‌طوری‌که ورزشکاران نسبت به افراد غیرورزشکار تراکم استخوانی بالاتری دارند [۱]. از سویی تحقیقات بسیاری نشان می‌دهد که افزایش تراکم مواد معدنی استخوان، مختص نواحی‌ای است که فشار وزن بدن بر آنها وارد می‌شود و همچنین فعالیت‌های فیزیکی که در آنها وزن بدن تحمل شود، می‌تواند محرک‌های استخوان‌ساز را فعال کند و موجب افزایش میزان رشد و جرم مواد معدنی استخوان شود [۱، ۵]. تحقیقات نشان می‌دهد که هرچه فعالیت شدیدتر باشد، به‌دلیل تحریک بیشتر سلول‌های استخوان‌ساز، تراکم مواد معدنی استخوان بیشتر افزایش می‌یابد [۱، ۶].

مطالعات روی انسان و برخی مطالعات حیوانی نشان می‌دهد که فعالیت جسمانی می‌تواند تأثیر عمده‌ای بر توسعه، حفظ و نگهداری تودهٔ استخوانی داشته باشد. اما هنوز در مورد نوع و شدت ورزشی که حداکثر تحریک آنابولیک را روی استخوان ایجاد کند، اطمینان حاصل نشده است. شواهد نشان می‌دهد که ورزش پیش از به‌وجود آمدن جهش رشد بلوغ، رشد استخوان را به درجات بالاتری افزایش می‌دهد که این در کودکان فعال و غیرفعال مشاهده شده است [۱، ۷]. در ورزشکاران والیبالیست علاوه‌بر تمرینات تخصصی مهارتی، شرکت در تمرینات پلایومتریک[5]و تناوبی بسیار شدید[6]جزئی از برنامهٔ تمرینی آنهاست. علاوه‌بر این برای رسیدن به مرز پختگی کامل جهت شرکت در مسابقات سطوح بالا، تجربه و سابقهٔ حضور در تمرینات و مسابقات برای ورزشکاران والیبال بسیار حائز اهمیت است، از همین رو ورزشکاران ناگزیر به شرکت در تمرینات سخت و سنگین و تحمل فشارهای بالای تمرینی، از سنین قبل از نوجوانی هستند که این خود دغدغه‌هایی از قبیل فشار تمرین متناسب با دوره‌های حساس جهش رشد و رشد اسکلتی را برای مربیان و محققان ایجاد می‌کند.

عنصر روی[7]اساساً در سوخت‌وساز استخوان تأثیر مستقیم دارد، بنابراین کمبود روی تأثیر منفی در رشد و نمو استخوان می‌گذارد [۸]. غلظت روی در استخوان در مقایسه با سایر بافت‌ها بسیار بیشتر است. این عنصر تأثیر ویتامین D را در سوخت‌وساز استخوان از طریق فعال‌سازی سنتز DNA در سلول‌های استخوانی افزایش می‌دهد [۹] . نیاز به عنصر روی در کودکی به‌دلیل رشد سریع، چشمگیرتر است. مشاهده شده که مکمل روی تأثیر مثبتی بر رشد کودکان دچار کوتاه‌قدی ناشی از تغذیه داشته است [۹، ۱۰]. حفظ سطح سرمی IGF-1 در دوران کمبود روی مانع مهار رشد می‌شود. در تحقیقی نشان داده شد با وجود کمبود روی، افزایش هورمون رشد سرم همچنان وجود داشت، اما IGF-1 سرم در مقایسه با رژیم دارای روی کافی کاهش یافت [۱۱]. هورمون رشد از نظر سنی این‌گونه تغییر می‌کند که در شرایط بعد از تولد مقدار آن کم است؛ حتی در دورهٔ کودکی مقدار آن ثابت است [۱۲، ۱۳]. از اوایل بلوغ شروع به زیاد شدن می‌کند و در تکمیل بلوغ به حداکثر می‌رسد[۱۴]. بنابراین به‌نظر می‌رسد با توجه به دورهٔ سنی جهش رشدی در آزمودنی‌های تحقیق حاضر میزان GH و IGF-1 در اوج باشد. با توجه به موارد گفته‌شده و همچنین به‌دلیل اینکه کار تحقیقی واحد برای بررسی همزمان تمرینات پلایومتریکی و تمرینات تناوبی شدید با مصرف مکمل روی در ورزشکاران در سن جهش رشدی احساس می‌شود، می‌توان با تغییراتی از طریق مصرف

1. Growth hormone(GH)
2. Insuline like Growth factor-1(IGF-1)
3. Cappon
4. De Miguel
5. Plyometric
6. High Intensity Interval Training (HIIT)
7. Zinc

ریزمغذی‌ها و برنامه‌های تمرینی برنامهٔ تمرینی جدیدی را پیشنهاد کرد و همچنین موجب کاهش آسیب‌های اسکلتی در بازیکنان والیبال شد. ازاین‌رو با عنایت به اهمیت این دورهٔ رشدی در والیبالیست‌های نوجوان و نبود مطالعه‌ای در این زمینه که به‌طور همزمان تأثیر تمرینات تناوبی شدید و پلایومتریک همزمان با مصرف مکمل روی را بررسی کند، محقق بر آن است تا با مطالعه در این زمینه بتواند خلأ تحقیقاتی در این زمینه را پاسخگو باشد.

روش‌شناسی پژوهش

طرح پژوهش و شرکت‌کنندگان

تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی با استفاده از گروه دارونما و کنترل است. جامعهٔ آماری بر اساس تعداد نمونه‌های در دسترس محقق در این پژوهش شامل ۱۰۰ بازیکن نوجوان فعال و سالم ۱۱ تا ۱۵ سال (بر اساس شاخص سن جهش رشد اسکلتی) والیبالیست شهر اصفهان با حداقل دو سال سابقهٔ فعالیت تمرینی در این رشته و بدون هیچ‌گونه شکستگی استخوان یا بیماری‌های مربوط به پوکی استخوان و سوابق مصرف الکل، سیگار، مکمل و عدم مصرف داروهای ضدتشنج و کورتون طی یک سال گذشته بود، که آمادگی خود برای شرکت در این طرح پژوهشی را به‌صورت داوطلبانه اعلام کردند. پس از تکمیل پرسشنامهٔ سوابق پزشکی و آسیب‌های ورزشی، آمادگی شروع فعالیت جسمانی، پرسشنامهٔ سنجش آمادگی جسمانی و پرسشنامهٔ یادآمد تغذیه‌ای توسط آزمودنی‌هایی که داوطلب شرکت در پژوهش بودند، ۵۷ نفر به‌عنوان آزمودنی بر اساس معیارهای ورود انتخاب شدند. سپس آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی ساده در شش گروه شامل ۱. تمرین پلایومتریک و مصرف مکمل روی (۱۰ نفر)، ۲. تمرین پلایومتریک و مصرف دارونما (۸ نفر)، ۳. تمرین والیبال و مصرف مکمل روی (۹ نفر)، ۴. گروه کنترل تمرین والیبال و مصرف دارونما (۱۱ نفر)، ۵. گروه تمرین HIIT و مصرف مکمل روی (۱۰ نفر) و ۶. گروه تمرین HIIT و دارونما (۹ نفر) قرار گرفتند. شایان ذکر است تمامی آزمودنی‌ها تمرینات تخصصی والیبال را به مدت دو جلسه در هفته با مشورت با مربی آنها انجام می‌دادند و تمرینات پلایومتریک و HIIT علاوه‌بر تمرینات تخصصی والیبال آزمودنی‌ها بود.

روند اجرای تحقیق

در اولین جلسه بعد از اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریکی، اولین نمونه‌گیری خونی آزمودنی‌ها از ورید بازویی انجام گرفت. سپس مکمل روی (قرص ۱۵ میلی‌گرم گلوکونات روی تولید شرکت Nature made انگلستان) و شبه‌دارو (قرص حاوی نشاسته و فروکتوز) برای مصرف روزانه به مدت ۲۸ روز در اختیار ورزشکاران قرار گرفت. آزمودنی‌های گروه‌های تمرینات پلایومتریک و HIIT علاوه‌بر شرکت در برنامهٔ تمرینات تخصصی و روتین والیبال، در روزهای مخالف به‌صورت اختصاصی پروتکل تمرینات پلایومتریک و HIIT شرکت کردند. گروه کنترل نیز فقط تمرینات تخصصی والیبال را انجام می‌دادند و برنامهٔ تمرینی دیگری نداشتند.

برای یکسان‌سازی شدت تمرین بین گروه‌های تمرین پلایومتریک و HIIT، در مطالعه‌ای آزمایشی با تغییر زمان‌های کار و استراحت و تعداد تکرارها و ست‌ها، میزان شدت فعالیت و استراحت، در هفتهٔ اول تا چهارم به‌ترتیب ۹۰، ۹۲، ۹۴ و ۹۶ درصد حداکثر ضربان قلب در زمان کار و شدت‌های ۶۴، ۶۶، ۶۸، ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب در زمان‌های استراحت تنظیم شد. برای کنترل رژیم غذایی آزمودنی‌ها اطلاعات مربوط به رژیم غذایی آزمودنی‌ها توسط پرسشنامهٔ یادآمد ۲۴ ساعتهٔ غذایی، چهار نوبت (۲۴ ساعت پیش از اولین نمونه‌گیری، در روز اول، چهاردهم و بیست‌وهشتم طرح) در طول دورهٔ ۲۸ روزه طرح، در برگهٔ مخصوص رژیم غذایی توسط آزمودنی‌ها ثبت شد [۱۵]. از آزمودنی‌ها خواسته شد تا تمام غذاها و آشامیدنی‌هایی را که در طول ۲۴ ساعت قبل مصرف کرده‌اند، ثبت کنند. به‌منظور تجزیه‌وتحلیل داده‌ها ابتدا مواد غذایی مصرف‌شده به گرم تبدیل شد و سپس اطلاعات مربوط به رژیم غذایی با استفاده از نرم‌افزار Food Processor تجزیه‌وتحلیل، و میزان ریزمغذی‌ها و درشت‌مغذی‌ها تعیین شد. در طول دورهٔ تمرینی به‌منظور یکسان‌سازی رژیم غذایی، آزمودنی‌ها به

استفاده از رژیم غذایی جایگزین، توصیه شدند. آزمودنی‌ها در طول دورهٔ طرح، از رژیم غذایی استاندارد (۵۵ تا ۶۰ درصد کربوهیدرات، ۳۰ تا ۳۵ درصد چربی ۱۲ تا ۱۵ درصد پروتئین) استفاده کردند. اما جهت کنترل بیشتر و یکسان‌سازی رژیم غذایی در دو نوبت نمونه‌گیری، آزمودنی‌ها فرم سه‌روزهٔ پرسشنامهٔ یادآمد خود را (پیش از نمونه‌گیری اول، روز اول و چهاردهم طرح) کپی گرفتند و نزد خود نگه داشتند، تا سه روز مانده به نمونه‌گیری دوم، همان رژیم غذایی اولیه را داشته باشند. پس از پایان چهار هفته تمرین به‌منظور ارزیابی سازگاری‌های حاصل‌شده در متغیرهای وابستهٔ تحقیق، IGF-1 و GH نمونه‌های خونی سرم آزمودنی‌ها در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد.

پروتکل تمرینات پلایومتریک و HIIT

هر جلسهٔ تمرین شامل سه مرحلهٔ ۱. گرم کردن به مدت ده دقیقه، ۲. تمرین اصلی فعالیت شامل چهار هفته اجرای تمرینات پلایومتریک یا HIIT با حداکثر تلاش و تمرینات تخصصی والیبال بود که متناسب با گروه و طبق پروتکل مشخص‌شده، آزمودنی‌ها آن را دنبال کردند و ۳. مرحلهٔ سرد کردن شامل دویدن آهسته با ۴۵–۵۵ درصد ضربان قلب بیشینه، راه رفتن سریع و حرکات کششی به مدت ده دقیقه بود. پروتکل تمرینات پلایومتریک شامل ۱۰ حرکت (۶ حرکت مخصوص پایین‌تنه و ۴ حرکت مخصوص بالاتنه) شامل حرکات پرش بالا زانو جمع[1] پرش اسکوات[2] تاب عمودی دست‌ها به بالا (دمبل پنج کیلوگرمی)، پرش جانبی با یک پا (متوالی)، شنای سوئدی پرشی روی زانو[3] پرش عمقی[4] پرتاب توپ مدیسین (یک کیلوگرمی) از کنار به سمت جلو، پرش قیچی[5] پرتاب توپ مدیسین (۱کیلوگرمی) از بالای سر و پرش طول جفت‌پا به‌صورت متوالی[6] بود، که جهت رعایت اصول تمرین، حرکات پایین‌تنه و بالاتنه به‌صورت متناوب انجام گرفت (جدول ۱). در این تمرینات نیز با تغییر تعداد تکرارها و ست‌ها و همچنین ارتفاع پرش‌ها و مسافت پرتاب‌ها میزان شدت تمرین در محدودهٔ موردنظر حفظ شد. تمرینات HIIT نیز شامل سه ست پروتکل RAST، دربرگیرندهٔ دو سرعت به مسافت ۳۵ متر برای شش تکرار با فاصلهٔ استراحت ۱۰ ثانیه بین هر تکرار آغاز و با توجه به سطح آمادگی نمونه‌ها، به‌صورت تناوبی طراحی و اجرا شد [۱۶]. به‌منظور تنظیم زمان فعالیت به استراحت نیز از نسبت ۱ به ۳ استفاده شد، ازاین‌رو مدت زمان هر وهله حدود ۹۰ ثانیه است، استراحت بین هر ست نیز سه دقیقه است. برای اعمال اصل اضافه بار و اجرای تمرین با شدت موردنظر، به‌طور فزاینده در هر هفته یک ست اضافه شد، به‌گونه‌ای که در هفتهٔ چهارم شش ست پروتکل RAST با سه دقیقه استراحت بین هر ست اجرا شد. تمرینات هفته‌ای سه جلسه و همهٔ جلسات تمرین ساعت ۱۸ تا ۲۰ عصر انجام گرفت. برای اطمینان از مناسب بودن شدت و حجم این پروتکل برای بازیکنان نوجوان والیبال، قبل از شروع، یک دورهٔ تمرینی آزمایشی انجام گرفت. پروتکل کامل تمرین در جدول ۱ ارائه شده است [۱۶] .

جدول ۱. طرح کلی اجرای تمرینات پلایومتریک و HIIT

زمان	تمرینات پلایومتریک	تمرینات HIIT
هفتهٔ اول	سه جلسه در هفته شامل ۱۰ حرکت با ست، تکرار و استراحت (۶۰) ۸×۲	سه وهله اجرای RAST با فاصلهٔ استراحتی سه‌دقیقه‌ای [(۳۵ متر دو سرعت+۱۰ ثانیه استراحت)×۶]+۳دقیقه استراحت)×۳
هفتهٔ دوم	سه جلسه در هفته شامل ۱۰ حرکت با ست، تکرار و استراحت(۶۰) ۶×۳	چهار وهله اجرای RAST با فاصلهٔ استراحتی سه‌دقیقه‌ای [(۳۵ متر دو سرعت+۱۰ ثانیه استراحت)×۶]+۳دقیقه استراحت)×۴
هفتهٔ سوم	سه جلسه در هفته شامل ۱۰ حرکت با ست، تکرار و استراحت(۶۰) ۸×۴	پنج وهله اجرای RAST با فاصلهٔ استراحتی سه‌دقیقه‌ای [(۳۵ متر دو سرعت+۱۰ ثانیه استراحت)×۶]+۳دقیقه استراحت)×۵
هفتهٔ چهارم	سه جلسه در هفته شامل ۱۰ حرکت با ست، تکرار و استراحت(۶۰)۱۰×۴	شش وهله اجرای RAST با فاصلهٔ استراحتی سه‌دقیقه‌ای [(۳۵ متر دو سرعت+۱۰ ثانیه استراحت)×۶]+۳دقیقه استراحت)×۶

[1]. Knee tuck
[2]. Squat Jump
[3]. Porne Knee Fall
[4]. Depth Jump
[5]. Longe Jumps
[6]. Double-Leg speed hope

خون‌گیری و نمونه‌های خونی

برای بررسی متغیرهای بیوشیمیایی، در مرحلهٔ اول، از آزمودنی‌های هر گروه خواسته شد تا ۴۸ ساعت پیش از اجرای آزمون، هیچ فعالیت ورزشی انجام ندهند و رژیم غذایی معمول خود را حفظ کنند. به‌منظور تهیهٔ سرم و بررسی متغیرهای پژوهش طی دو مرحله، در حالت پایه (پیش از مداخله) و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینات چهارهفته‌ای و مداخلات تمرین و مکمل‌دهی، توسط کارشناس خبرهٔ علوم آزمایشگاهی و با رعایت کامل اصول بهداشتی، در آزمایشگاه پاتوبیولوژی، از سیاهرگ قدامی آرنج[1]دست راست آزمودنی‌ها در هریک از دو مرحلهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون ۵ سی‌سی خون گرفته شد. خون‌گیری بین ساعت ۸ تا ۱۰ صبح در حالت ناشتا انجام گرفت. سپس نمونه‌های جداشده در مرحلهٔ پیش‌آزمون در شرایط آزمایشگاهی مناسب فریز شده و با نمونه‌های جداشده مرحلهٔ پس‌آزمون به‌صورت همزمان ارزیابی شدند.

تعیین میزان IGF-1 و GH سرم

برای اندازه‌گیری IGF-1 سرم از روش ساندویچ تک‌گامی سنجش ایمنی نورافشانی شیمیایی[2]و کیت IDN ساخت آلمان و روش الایزا در دستگاه Dynex استفاده شد. پس از جداسازی اولیه، IGF-1 از پروتئین‌های متصل‌شده به آن صورت گرفت. در این روش ۱۳µl نمونه یا کنترل آماده شده، ۲۴۷ µl محلول اسیدی به آن اضافه شد، سپس ۲۰µl کالیبراتور یا نمونهٔ از قبل تهیه‌شده آماده شده، ۱۵۰µl محلول خنثی‌کننده، ۱۰۰µl تریسر کونژوگه و ۲۰µl قطعات پوششی اضافه می‌کنیم. محلول آماده‌شده به مدت ۲۰ دقیقه انکوبه شده و به‌صورت چرخه‌ای شست‌وشو داده شد و در نهایت به مدت سه ثانیه اندازه‌گیری انجام گرفت.

برای اندازه‌گیری GH سرم از روش ایمونورادیومتری[3]و کیت IDN ساخت آلمان و روش الایزا در دستگاه Dynex استفاده شد. ابتدا نمونه‌های خونی به دمای اتاق رسانده شده و سپس با برگرداندن لولهٔ آزمایش، نمونه‌ها مخلوط شد. سپس نمونه‌های پوشش‌دار برای کالیبراتورها، کنترل سرم و نمونه‌ها آماده شد (از نمونه‌های غیرپوشش‌دار به‌منظور فعالیت کلی استفاده کردیم). ۵۰µl از هر کالیبراتور، سرم و نمونهٔ کنترل به هر تیوب حاوی نمونه به‌همراه ۲۰۰µl کونژوگه رادیواکتیو داخل تمامی تیوب‌های حاوی نمونه (تریسر۱۲۵) اضافه شد. محلول با ورتکس مخلوط‌شده در تیوب‌ها با پارافیلم یا فویل آلومینیومی پوشانده شده و به مدت ۱۲۰ دقیقه در حرارت اتاق روی شیکر با ۱۵۰ rpm انکوبه شد. برای جداسازی و تخلیهٔ تیوب‌ها (مکش یا برگرداندن تیوب‌ها) روی کاغذ جذب‌کنندهٔ رطوبت در تمام تیوب‌ها –به‌جز تیوبT (توتال) – در دو نوبت ضربه زده شد و سپس با یک میلی‌لیتر محلول شست‌وشوی رقیق‌شده همراه با ضربه زدن رطوبت‌گیری انجام گرفت. در نهایت میزان پرتوزایی به مدت ۶۰ ثانیه شمارش شد.

روش آماری

به‌منظور تجزیه‌وتحلیل آماری، ابتدا به‌منظور اطمینان از وضعیت طبیعی داده‌ها (میانگین و انحراف استاندارد) و تجانس واریانس‌ها از آزمون شاپیروویلک[4]و لون[5]به‌ترتیب استفاده شد. به‌منظور بررسی تغییرات بین‌گروهی از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری و در صورت معناداری از آزمون تعقیبی بنفرونی[6]استفاده شد. تمامی تحلیل‌های آماری در سطح معناداری α=۰/۰۵ با استفاده از نرم‌افزارهای آماری Excel 2013 و SPSS/PASW 26 انجام گرفت.

1. Antecubital vein
2. CLIA Chemiluminecense immunoassay=
3. hGH-IRMA CT
4. Shapiro-wilk
5. Levene
6. Bonferroni

یافته‌های پژوهش

در جدول ۲ میانگین و انحراف معیار برخی ویژگی‌های آنتروپومتریکی (پیکرشناسی) آزمودنی‌ها شامل سن، قد، وزن و BMI در شش گروه مورد بررسی به تفکیک آورده شده است.

جدول ۲. مشخصات ویژگی‌های آنتروپومتریکی آزمودنی‌های تحقیق (میانگین ± انحراف معیار)

متغیر	گروه	تمرین پلایومتریک و مصرف روی	تمرین پلایومتریک	تمرین والیبال و مصرف روی	کنترل (تمرین والیبال)	تمرین HIIT و مصرف روی	تمرین HIIT	کل آزمودنی‌ها
تعداد (نفر)		۱۰	۸	۹	۱۱	۱۰	۹	۵۷
سن (سال)		۱۴/۱۱±۰/۷۹	۱۳/۷۳±۰/۵۴	۱۲/۸۲±۰/۸۸	۱۳/۴۹±۰/۹۶	۱۴/۲۴±۰/۶۸	۱۴/۵۸±۰/۸۸	۱۳/۸۱±۰/۹۴
قد (متر)		۱/۸۴±۰/۰۴	۱/۷۳±۰/۰۵	۱/۶۷±۰/۰۸	۱/۷۶±۰/۰۹	۱/۸۱±۰/۰۸	۱/۷۸±۰/۷	۱/۷۷±۰/۰۸
وزن (کیلوگرم)		۶۵/۰۵±۵/۷۱	۵۴/۷۵±۱۰/۰۱	۴۷/۹۸±۷/۹۰	۵۸/۶۰±۹/۷۶	۶۳/۹۶±۶/۷۲	۶۳/۸۴±۹/۵۷	۵۹/۲۸±۱۰/۰۴
شاخص تودهٔ بدنی (kg/m^2)		۱۹/۰۲±۱/۲۵	۱۸/۱۲±۲/۴۱	۱۶/۹۲±۱/۴۳	۱۸/۷۳±۱/۹۹	۱۹/۵۳±۲/۱۳	۲۰/۰۶±۲/۴۲	۱۸/۷۶±۲/۱۳

مقادیر IGF-1 و GH سرم بر حسب میانگین و انحراف معیار و نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری و مفروضه‌های آن شامل توزیع طبیعی داده‌ها (آزمون شاپیروویلک)، ام باکس (همگنی همبستگی‌های متقابل) و آزمون کرویت موچلی به‌ترتیب در جداول ۳ و ۴ و همچنین شکل‌های ۱ و ۲ آورده شده است.

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری مقادیر GH سرمی در گروه‌های مورد بررسی

متغیر		GH سرم (میانگین± انحراف معیار)	
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون
گروه	تمرین پلایومتریک و مکمل روی	۲/۳۲±۰/۵۳	‡*۴/۵۶±۰/۸۸
	تمرین پلایومتریک	۱/۳۴±۰/۱۷	†*۲/۵۷±۰/۳۴
	مکمل روی	۱/۶۲±۰/۳۵	*۳/۰۸±۰/۶۵
	کنترل (تمرین والیبال)	۱/۸۷±۰/۵۴	‡†۱/۹۷±۰/۵۹
	تمرین HIIT و مکمل روی	۲/۱۴±۰/۴۰	*۴/۱۰±۰/۷۶
	تمرین HIIT	۱/۶۸±۰/۵۹	†*۳/۱۷±۱/۰۸
		مقدار آماره	**معناداری**
آزمون مفروضه‌ها	آزمون ام باکس	۱۴/۴۲۷	۰/۰۰۷
	مفروضه کرویت موچلی	۰/۶۳۴	۰/۰۵۷
	آزمون لون	۱/۴۵۰	۰/۲۲۳
اثر زمان (ویلکز لامبدا)	اثر تعاملی[1]	۳۵/۰۹۵	۰/۰۰۱
	اثر اصلی	۸۶۹/۶۶۰	۰/۰۰۰
	اندازهٔ اثر [2]	۰/۹۴۵	–
اثر بین آزمودنی‌ها	آزمون تأثیرات بین‌گروهی	۱۰/۳۷۵	۰/۰۰۰
	اندازهٔ اثر	۰/۹۵۱	–

* نتایج تعقیبی تفاوت بین گروه کنترل با سایر گروه‌های مطالعه؛ † نتایج تعقیبی تفاوت بین گروه پلایومتریک و مصرف روی با سایر گروه‌های مطالعه؛ ‡ نتایج تعقیبی تفاوت بین گروه H I I T با سایر گروه‌های مطالعه

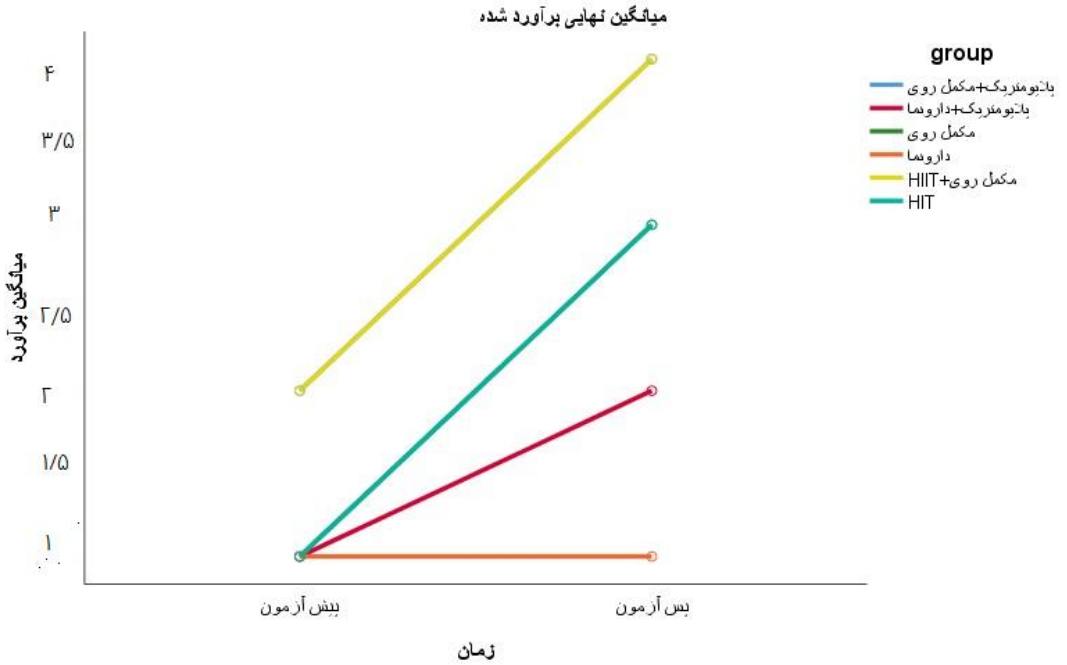
[1]. time*group

[2]. Partial Eta

مطابق جدول ۳ نتایج مفروضه‌های آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری آورده شده است. نتایج آزمون ام باکس معناداری ۰/۰۰۷ را نشان داد و هر گاه این میزان از ۰/۰۰۱ بزرگ‌تر باشد، برابری ماتریس‌ها وجود دارد و با توجه به میزان معناداری، این مفروضه رعایت شده است. مفروضهٔ آزمون کرویت موچلی نیز با توجه به بزرگ‌تر بودن از میزان ۰/۰۵ در پژوهش حاضر رعایت شده است.

آزمون لون نیز با توجه به معناداری ۰/۲۲۳ نشان‌دهندهٔ همگنی واریانس‌هاست. نتایج اثر تعاملی با مقدار عددی ۰/۰۰۱ به لحاظ آماری معنادار است، بدین‌معنا که اثر یک متغیر تحت تأثیر سطوح متغیر دیگر قرار می‌گیرد. ازاین‌رو در بررسی نتایج اصلی بااحتیاط عمل می‌شود. تأثیرات اصلی نیز با توجه به مقدار عددی ۰/۰۰۰ معنادار بوده و نشان‌دهندهٔ تغییر میزان GH سرم بین دو مرحلهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون بوده است، که با اندازهٔ اثر حدوداً ۹۵ درصد دارای اندازهٔ اثر بالایی است. همچنین نتایج تأثیرات بین آزمودنی‌ها با مقدار عددی ۰/۰۰۱ نشان‌دهندهٔ معناداری بین گروه‌های تمرینی بوده است و ازاین‌رو تفاوت معناداری را در میزان GH سرم در مرحلهٔ پس‌آزمون نشان داد (P=۰/۰۰۰).

بر اساس آزمون تعقیبی بنفرونی این معناداری بین گروه کنترل با سایر گروه‌ها، گروه پلایومتریک و مصرف روی با گروه پلایومتریک و گروه HIIT و بین گروه HIIT با گروه کنترل مشاهده شد (P<۰/۰۵). همچنین نتایج و تغییرات میزان GH در دو مرحلهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون در شش گروه پژوهشی در شکل ۱ آورده شده است.



شکل ۱. تغییرات GH سرمی در والیبالیست‌های نوجوان در دو مرحلهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه‌های مورد بررسی

جدول ۴. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری مقادیر IGF-1 سرمی در گروه‌های مورد بررسی

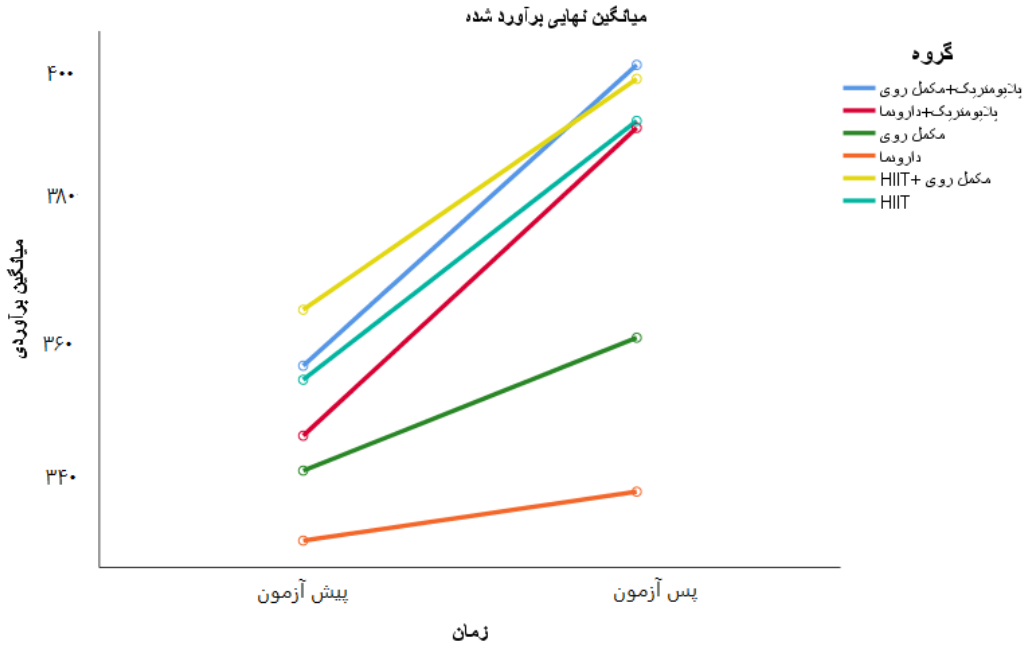
متغیر		IGF-1 سرم (میانگین± انحراف معیار)	
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون
گروه	تمرین پلایومتریک و مکمل روی	۳۵۶/۵۷±۳۸/۷۵	*۳۹۹/۴۰±۵۰/۰۲
	تمرین پلایومتریک	۳۴۶/۶۲±۳۲/۲۹	*۳۹۰/۲۵±۴۰/۷۵
	مکمل روی	۳۴۱/۱۱±۴۸/۰۳	†۳۶۰/۵۵±۴۶/۹۲
	کنترل (تمرین والیبال)	۳۳۱/۶۳±۲۹/۳۴	ǂ†۳۳۸/۱۸±۲۸/۵۷
	تمرین HIIT و مکمل روی	۳۶۴/۷۰±۳۴/۶۳	*۳۹۷/۵۰±۳۸/۹۵
	تمرین HIIT	۳۵۵/۰۰±۱۵/۹۰	*۳۹۲/۰۰±۱۵/۷۵
		مقدار آماره	**معناداری**
آزمون مفروضه‌ها	آزمون ام باکس	۳۱/۵۸۰	۰/۰۱۹
	مفروضهٔ کرویت موچلی	۰/۷۵۸	۰/۰۹۱
	آزمون لون	۲/۰۹۱	۰/۰۸۲
اثر زمان(ویلکز لامبدا)	اثر تعاملی	۶/۳۸۶	۰/۰۰۶
	اثر اصلی	۸۶۹/۶۶۰	۰/۰۰۰
	اندازهٔ اثر	۰/۸۴۵	–
اثر بین آزمودنی‌ها	آزمون تأثیرات بین‌گروهی	۲/۵۹۴	۰/۰۳۶
	اندازهٔ اثر	۰/۲۰۳	–

* نتایج تعقیبی تفاوت بین گروه کنترل با سایر گروه‌های مورد بررسی ؛ † نتایج تعقیبی تفاوت بین گروه پلایومتریک با سایر گروه‌های مورد بررسی؛ ǂ نتایج تعقیبی تفاوت بین گروه H I I T با سایر گروه‌های مورد بررسی

مطابق جدول ۴ نتایج مفروضه‌های آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری آورده شده است. نتایج آزمون ام باکس معناداری ۰/۰۱۹ را نشان داد و هر گاه این میزان از ۰/۰۰۱ بزرگ‌تر باشد، برابری ماتریس‌ها وجود دارد و با توجه به میزان معناداری، این مفروضه رعایت شده است. مفروضهٔ آزمون کرویت موچلی نیز با توجه به بزرگ‌تر بودن از میزان ۰/۰۵ در پژوهش حاضر رعایت شده است (P=۰/۰۹۱). آزمون لون نیز با توجه به میزان معناداری ۰/۰۸۲ نشان‌دهندهٔ همگنی واریانس‌هاست.

نتایج اثر تعاملی با مقدار عددی ۰/۰۰۶ به لحاظ آماری معنادار است، بدین معنا که اثر یک متغیر تحت تأثیر سطوح متغیر دیگر قرار می‌گیرد. ازاین‌رو در بررسی نتایج اصلی بااحتیاط عمل می‌شود. تأثیرات اصلی نیز با توجه به مقدار عددی ۰/۰۰۰ معنادار بوده و نشان‌دهندهٔ تغییر میزان IGF-1 سرم بین دو مرحلهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون بوده است، که با اندازهٔ اثر حدوداً ۸۵ درصد دارای اندازهٔ اثر بالایی است. همچنین نتایج تأثیرات بین آزمودنی‌ها با میزان معناداری ۰/۰۳۶ نشان‌دهندهٔ معناداری بین گروه‌های تمرینی بوده است و ازاین‌رو تفاوت معناداری را در میزان IGF-1 سرم در مرحلهٔ پس‌آزمون نشان داد.

بر اساس آزمون تعقیبی بنفرونی این معناداری بین گروه کنترل با سایر گروه‌ها به‌جز گروه مصرف روی، گروه پلایومتریک با گروه مصرف روی و بین گروه HIIT با گروه کنترل مشاهده شد (P<۰/۰۵). همچنین نتایج و تغییرات میزان IGF-1 در دو مرحلهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون در شش گروه پژوهشی در شکل ۲ آورده شده است.



شکل ۲. تغییرات IGF-1 سرمی در والیبالیست‌های نوجوان در دو مرحلهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه‌های مورد بررسی

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از اجرای این تحقیق بررسی تأثیر مکمل‌دهی روی طی چهار هفته تمرین پلایومتریک و HIIT روی دو عامل رشدی GH و IGF-1 سرم والیبالیست‌های نوجوان در سن جهش سرعت رشد اسکلتی بود. نتایج تحقیق حاکی از افزایش معنادار هورمون رشد و هورمون شبه‌انسولینی پس از چهار هفته تمرین پلایومتریک و HIIT به‌همراه مکمل‌دهی روی در پسران والیبالیست نوجوان در سن جهش رشدی بود. این افزایش نشان‌دهندهٔ اثربخشی مصرف مکمل روی و هر دو شیوهٔ تمرین پلایومتریک وHIIT بر عوامل رشدی است، بین دو روش تمرین پلایومتریک و HIIT تفاوتی بر مقادیر عوامل رشدی وجود نداشت، و هر دو روش به افزایش در عوامل رشدی منجر شد.

نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های روزندال[1] و همکاران (۲۰۰۲)[۱۷]، آدیامن[2] و همکاران (۲۰۰۴) [۱۸]، گریکو[3] و همکاران (۲۰۱۲) [۱۹]، حمزه‌زاده بروجنی الهام (۱۳۹۲) [۱۶] و ولی پور (۱۳۸۹) [۲۰] همسو و با یافته‌های رستمی سعید (۱۴۰۰) [۲۱] و باقری لاله (۱۳۹۴) [۲۲] غیرهمسو بود. در تحقیقی با هدف بررسی تأثیر مکمل روی بر رشد خطی، فعالیت محور هورمون رشد– IGF-1 و فاکتورهای رشدی (سطح سرمی IGF-1،کلسیم، فسفر و آلکالین فسفاتاز) روی ۲۰۰ دانش‌آموز مقطع ابتدایی طی شش ماه مصرف قرص ۱۰ میلی‌گرمی سولفات روی و دارونما تفاوت معناداری در مقادیر GH و IGF-1 سرمی، کلسیم، فسفر و آلکالین فسفاتاز ایجاد نکرد [۲۳]. به‌نظر می‌رسد با توجه به دورهٔ رشدی آزمودنی‌ها که دورهٔ ابتدایی و قبل از دورهٔ بلوغ بوده، می‌توان نتیجه گرفت یکی از عوامل اصلی در افزایش مقادیر عوامل رشدی دورهٔ جهش رشدی و بلوغ است که در تحقیق حاضر نیز این دوره بررسی شده است و با توجه به رابطهٔ روی و تأثیر آن بر عوامل رشدی، ازاین‌رو مصرف مکمل روی توانسته موجب افزایش عوامل رشدی در پژوهش حاضر شود.

در تحقیق حاضر هر دو نوع تمرینات پلایومتریکی و HIIT به افزایش عوامل رشدی منجر شدند. تمرینات پلایومتریکی نوع ویژه‌ای از تمرینات توانی بوده و با برخی تغییرات خونی و هورمونی همراه است که از جملهٔ این تغییرات می‌توان به افزایش برخی عوامل رشدی و

[1]. Rosendal [2]. Adiyaman [3]. Grieco

التهابی در اثر تمرینات توانی و انفجاری اشاره کرد [۲۱]. تمرینات پلایومتریک بخش مهمی از تمرینات در والیبالیست‌ها را تشکیل می‌دهد و این نوع تمرینات موجب بهبود عملکردهای ورزشی و برخی عوامل آمادگی جسمانی در والیبالیست‌ها شده است [۲۴]. همراستا با پژوهش حاضر، کاپون و همکاران (۱۹۹۴)، پس از یک دورهٔ چهارهفته‌ای ورزش تناوبی و تداومی با شدت یکسان، افزایش معنادار GH را گزارش کردند. این محققان نتیجه گرفتند افزایش GH به‌عنوان تنظیم‌کنندهٔ واکنش‌های رشدی، نتیجهٔ فعالیت بدنی است [۲].

بیشتر تحقیقات مؤید این عقیده است که آستانه‌ای از شدت و میزانی از مدت زمان لازم است تا افزایش غلظت‌های هورمون رشد در پاسخ به فعالیت ورزشی شروع شود [۲۷-۲۵]. اما نتایج پژوهشی نشان می‌دهد که مهم‌ترین عامل پاسخ ترشح هورمون رشد، شدت فعالیت ورزشی است. بر این اساس فعالیت ورزشی کوتاه‌مدت و با شدت بالا از مؤثرترین محرک‌های ترشح هورمون رشد است که میزان پاسخ آن با اوج شدت فعالیت ورزشی در ارتباط است[۲۸]. در همین زمینه، نشان داده شده افرادی که به‌طور منظم در حد بالای آستانهٔ لاکتات خود تمرین می‌کنند، افزایش ۲۴ ساعته در رهاسازی هورمون رشد دارند [۲۷]. بنابراین یک شدت تمرین آستانه برای تحریک ایجاد تغییرات در هورمون رشد با تمرین طولانی‌مدت انجام می‌گیرد.

نتایج تحقیق آدیامن و همکاران (۲۰۰۴) نیز، در مورد سطح هورمون رشد ۷۰ ژیمناست زن که ۱۰ ساعت در هر هفته به مدت حداقل چهار ماه فعالیت داشتند، نشان داد فعالیت شدید موجب افزایش حاد در سطوح GH می‌شود [۱۸]. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت بیشتر تحقیقاتی که به بررسی واکنش GH به فعالیت بدنی شدید پرداخته‌اند، افزایش این هورمون راگزارش کرده‌اند و فقط در مواردی که فعالیت ورزشی موردنظر شدت لازم را نداشته، افزایش لازم در هورمون رشد گزارش نشده است [۲].

شایان ذکر است در تحقیق حاضر به‌دلیل محدودیت‌های موجود، امکان اندازه‌گیری سهم IGF-1 تولیدشده در عضله در افزایش IGF-1سرم وجود نداشت. بنابراین این خود می‌تواند از دلایل احتمالی افزایش IGF-1 استراحتی سرم باشد. تمرینات پلایومتریک و HIIT جزء تمرینات با شدت بالا محسوب می‌شوند. بنابراین یکی از دلایل احتمالی افزایش IGF-1 سرم را می‌توان به این عامل نسبت داد. مطالعات حیوانی نیز این مسئله را تأیید کرده‌اند که دوره‌های طولانی‌تر فعالیت ورزشی (۴ تا ۹ هفته) به افزایش بیان ژن IGF-1 در بافت عضلانی اسکلتی و افزایش مقادیر IGF-1 خون منجر می‌شود [۱۷]. وکیلی (۱۳۹۴) نیز با بررسی شش ماه مصرف مکمل روی دانش‌آموزان مقطع ابتدایی هرچند تغییری در سطح IGF-1 سرم مشاهده نکرد، اما رشد خطی را در گروه مکمل روی به‌طور معناداری بالاتر یافت، که می‌تواند اثر افزایش فعالیت IGF-1 باشد [۲۹]. مواد مغذی مصرفی به‌طور واضح در غلظت سرمی IGF-1 در کوتاه‌مدت تأثیر می‌گذارد، برای نمونه کاهش خطی IGF-1 در موش‌ها در مدت ۷۲ ساعت اتفاق افتاد. تغذیهٔ مجدد یا جبرانی روی، سطح IGF-1 پلاسما را در عرض ۴۸ ساعت تقریباً کامل بهبود داد، حتی اگر این رژیم حاوی روی کافی نبود. اما افزایش سطوح IGF-1 پلاسما تنها در موش‌هایی ادامه داشت که رژیم غذایی جبرانی آنها ۹۰ تا ۱۴۰ میلی‌گرم روی به ازای هر کیلوگرم وزنشان بود. هنگامی‌که رژیم غذایی جبرانی حاوی ۳۰ میلی‌گرم روی به ازای هر کیلوگرم وزن بدن بود، IGF-1 پلاسما پس از ۷۲ ساعت کاهش یافت و پس از ۱۹۲ ساعت به سطح اولیه (پیش از رژیم جبرانی) بازگشت، زیرا IGF-1 موجب افزایش رشد می‌شود و سطح سرمی IGF-1 نیز با کمبود روی کاهش می‌یابد.

با توجه به نتایج تحقیق حاضر که نشان‌دهندهٔ تأثیر مثبت و افزایش عوامل رشدی در اثر مصرف مکمل روی و تمرینات پلایومتریکی و HIIT است، ازاین‌رو مصرف مکمل روی به بازیکنانی که در سن جهش رشدی هستند، به‌منظور بهبود کارایی و عملکرد بهتر به ورزشکاران در این دامنهٔ سنی توصیه می‌شود. از طرفی چون الگوی تمرینات در والیبال بی‌هوازی و توانی است و بسیاری از تمرینات در این رشتهٔ ورزشی از نوع انفجاری و پلایومتریکی و شدید است و به افزایش GH و IGF-1 منجر می‌شود، ازاین‌رو مصرف مکمل روی می‌تواند این اثربخشی را بیشتر و مؤثرتر سازد.

به‌طور کلی از نتایج تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که مکمل‌دهی روی در حین تمرین پلایومتریکی و تناوبی شدید می‌تواند در طولانی‌مدت موجب افزایش مقادیر GH و IGF-1 سرم شود و مصرف روی حین تمرینات پلایومتریکی و تناوبی شدید به افزایش GH سرم در والیبالیست‌های نوجوان در سن جهش رشدی منجر می‌شود. اما با توجه به اینکه بین دو روش تمرینی پلایومتریکی و تناوبی شدید

در تحقیق حاضر تفاوت معناداری وجود نداشت، ازاین‌رو هیچ‌کدام از این دو روش تمرینی مزیتی نسبت به هم جهت اثربخشی بیشتر بر عوامل رشدی در والیبالیست‌های نوجوان ندارد. بنابراین می‌توان از هر دو شیوهٔ تمرینی در نوجوانان والیبالیست پسر استفاده کرد.

در مجموع یافته‌های این پژوهش نشان داد که مصرف مکمل روی، تمرینات پلایومتریک و HIIT به مدت چهار هفته، هریک به‌صورت مجزا افزایش معناداری بر شاخص‌های رشدی GH و IGF-1 در سن جهش رشد اسکلتی داشت که بین اثر انواع تمرین پلایومتریک و HIIT تفاوت معناداری دیده نشد، بنابراین می‌توان از هر دو روش تمرینی پلایومتریک و HIIT به‌همراه مصرف مکمل روی در والیبالیست‌های پسر نوجوان استفاده کرد. با توجه به اثربخشی استفاده از مکمل روی بر عوامل رشدی به پسران نوجوان والیبالیست مصرف مکمل روی یا ترکیبات غذایی حاوی روی، پیشنهاد می‌شود.

تقدیر و تشکر

مقالهٔ حاضر مستخرج از پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد است. از تمامی شرکت‌کنندگان و پسران نوجوان والیبالیست شهر اصفهان، مدیریت و کارکنان آزمایشگاه سینا شهر نجف‌آباد جهت همکاری در این پروژه تشکر می‌شود.

References

[1] Khosravi S, Nazari M, Shabani R. The effect of one session concurrent severe resistance-endurance training with different orders on hormonal responses in female athletes. Medical Sciences 2018;28(4):307-312. Doi:10.29252/iau.28.4.307.[In Persian]

[2] Cappon J, Brasel J, Mohan S, Cooper D. Effect of brief exercise on circulating insulin-like growth factor-I. Journal of applied physiology. 1994; 76(6):2490-6. https:/doi.org/10.1152/jappl.1994.76.6.2490.

[3] Zurine De Miguel, Nathalie Khoury, Michael J. Betley, Benoit Lehallier, Drew Willoughby, Niclas et Al. Exercise plasma boosts memory and dampens brain inflammation via clusterinOlsson. Nature. 2021: 600 (7889), 494-499. doi.org/10.1038/s41586-021-04183-x.

[4]Stephen C Cunnane. Zinc clinical and biochemical significance. CRC press, 2018. https://doi.org/10.1201/9781351077811

[5] Rafiei MM, Shavandi N, Saremi A, Shavandi A. Comparison the Effects of 6 Weeks of Resistance Training and Concurrent Training on Aerobic Power and Resting Levels of Growth Hormone and Cortisol in Healthy Children. Journal of Arak University of Medical Sciences. 2014;17(4):38-46. http://jams.arakmu.ac.ir/article-1-2761-en.html. [In Persian]

[6] Khodkaran MH, Hosseini A, Ghasemi A. Effect of resistance training and intake of calcium and phosphorous on bone density of the nonathletic adolescents. European Journal of Experimental Biology. 2014;4(5):72-5.https://www.primescholars.com/articles

[7] Rodrigo Ramirez-CampilloORCID Icon, Javier Sanchez-SanchezORCID Icon, Blanca Romero-Moraleda etal.Effects of plyometric jump training in female soccer player's vertical jump height: A systematic review with meta-analysis. 2020: 1475-1487. https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1745503.

[8] J Patrick O'Connor, Deboleena Kanjilal, Marc Teitelbaum, Sheldon S Lin, Jessica A Cottrell etal. Zinc as a therapeutic agent in bone regeneration. Materials. 2020: 13 (10), 2211. https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1745503.

[9] Gaeini AA, Choobineh S, Shafiei Neek L, Satarifard S, Mahmoodzadeh M, Alah Yar Beigi K. Effect of Zinc supplementation on serum testosterone and plasma lactate in male cyclist after one bout of exhaustive exercise. Journal of Shahrekord University of Medical Sciences. 2012;14(3):51-61. https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/emr-132506. [In Persian]

[10] Baecke JA, Burema J, Frijters JE. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. The American journal of clinical nutrition. 1982;36(5):936-42.

https://doi.org/10.1093/ajcn/36.5.936
[11] Marina Caputo, Stella Pigni, Emanuela Agosti, Tommaso Daffara, Alice Ferrero, Nicoletta Filigheddu, Flavia Prodam et al.Regulation of GH and GH Signaling by Nutrients .Cells. 2021: 10 (6), https://doi.org/10.3390/cells10061376
[12] Rosenfeld RG, Hwa V. The growth hormone cascade and its role in mammalian growth. Hormone Research in Paediatrics. 2009;71(Suppl. 2):36-40. https://doi.org/10.1159/000192434
[13] Berryman DE, Christiansen JS, Johannsson G, Thorner MO, Kopchick JJ. Role of the GH/IGF-1 axis in lifespan and healthspan: lessons from animal models. Growth Hormone & IGF Research. https://doi.org/10.1016/j.ghir.2008.05.005.
[14] Sanguansak Rerksuppaphol, Lakkana Rerksuppaphol Zinc supplementation enhances linear growth in school-aged children: a randomized controlled trial Pediatric Reports. 2018: 9 (4), 7294. https://doi.org/10.4081/pr.2017.7294
[15] Hazhir MS, Reshadmanesh N, Shahsavari S, Senobar Tahaee N, Rashidi K. Survey of the nutritional regimen of the female students in Kurdistan University of medical sciences regarding energy, macronutrients and micronutrients intake in the second half of 1384. Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences. 2006;11(3):26-34. http://sjku.muk.ac.ir/article-1-129-en.html. [In Persian]
[16] Hamzehzadeh Borujeni E, Nazarali P, Kordi M.R. The effect of four weeks of High-intensity Interval Training (HIT) on levels of GH, IGF-1, IGFBP-3 and serum cortisol in Iranian women's national basketball team. . Sports Physiology Journal. 2013;19(5):15. https://spj.ssrc.ac.ir/article_55_7dbe988b7e241f36a3e5df0b2f82e35e.pdf?lang=en. [In Persian]
[17] Rosendal L, Langberg H, Flyvbjerg A, Frystyk J, Ørskov H, Kjær M. Physical capacity influences the response of insulin-like growth factor and its binding proteins to training. Journal of Applied Physiology. 2002;93(5):1669-75. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00145.2002
[18] Adiyaman P, Öcal G, Berberoglu M, Evliyaoğlu O, Aycan Z, Çetinkaya E, et al. Alterations in serum growth hormone (GH)/GH dependent ternary complex components (IGF-I, IGFBP-3, ALS, IGF-I/IGFBP-3 molar ratio) and the influence of these alterations on growth pattern in female rhythmic gymnasts. Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism. 2004;17(6):895-904. https://doi.org/10.1515/JPEM.2004.17.6.895.
[19] Grieco, Carmine R et al. Effects of a combined resistance-plyometric training program on muscular strength, running economy, and Vo2peak in division I female soccer players. Journal of strength and conditioning research vol. 2012: 26(9), 2570-6. doi:10.1519/JSC.0b013e31823db1cf.
[20] Vali Pour V, Ghara khanlou R, Rahbarizade F, Mola SJ. Neuromuscular and Functional Adaptations to Selected Plyometric Training vs. Combined Resistance and Plyometric Training. Journal of Sport Biosciences. 2010; 2(7). 91-113. https://jsb.ut.ac.ir/article_23836_en.html. [In Persian]
[21] Rostami S, Faramarzi M, Arbab G, Ahmadi L. Effect of two methods of training, Small Sided Game (SSG) and resistance-plyometric, on plasma level of Interleukin-6 and tumor necrosis factor-alpha in youth soccer players. Hormozgan Medical Journal. 2014;18(4):306-12 .https://hmj.hums.ac.ir/Article/87743. [In Persian]
[22] Bagheri L, Faramarzi M. The Effect of 8 Weeks Combined Training on The Ratio of Growth hormone to Insulin-like growth factor1 of Elderly Women. 2015. 16, 1249-1256. http://goums.ac.ir/jorjanijournal/article-1-733-en.html. [In Persian]
[23] Wasim Khan, Tasleem Arif, K Muhammad, S Sohail, I Kriventsova Effects of varied packages of plyometric training on selected motor ability components among university students . Iermakov Sergii Sidorovich, 2020. doi:10.15561/20755279.2020.0504.
[24] Guimarães, Miller P et al. Effect of 4 weeks of plyometric training in the pre-competitive period on volleyball athletes' performance. Biology of sport. 2023: 40(1), 193-200. doi:10.5114/biolsport.2023.112971.
[25] Behzad Azadi, Lotfali BolBoli, Mostafi Khani, Marefat Siyahkohyan, Ameneh Pourrahim Comparison of the Effect of Eight Weeks of Continuous and High Intensity Interval Training on GH/IGF-1 Serum Indices and Aerobic performance of Active Young Males Journal of Sport Biosciences. 2022: 14 (1), 101-118, . https://doi.org/10.22059/jsb.2022.335599.1500. [In Persian]
[26] Edwin C Chin, Angus P Yu, Christopher W Lai, Daniel Y Fong, Derwin K Chan, Stephen H Wong, Fenghua Sun, Heidi H Ngai, Patrick SH Yung, Parco M Siu. Low-frequency HIIT improves body composition and aerobic capacity in overweight men. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2020: 52 (1), 56-66. DOI: 10.1249/MSS.0000000000002097.

[27] Richard IG Holt, Ken KY Ho . The use and abuse of growth hormone in sports. Endocrine reviews. 2019: 40 (4), 1163-1185, https://doi.org/10.1210/er.2018-00265
[28] Najya Attia, Somaya Alzelaye, Sara Marzouk. The Role of Insulin-Like Growth Factor-1 (IGF-1) in Diagnosis of Growth Hormone Deficiency From Childhood to Young Adulthood Endocrine Practice. 2022: 28 (12), S39-S40. https://doi.org/10.1016/j.eprac%202022.%2010.081.
[29] Vakili R, Yazdan Bakhsh M, Vahedian M, Mahmoudi M, Saeidi M, Vakili S. The effect of zinc supplementation on linear growth and growth factors in primary schoolchildren in the suburbs mashhad, iran. International Journal of Pediatrics. 2015; 3(2.1):1-7. https://doi.org/10.22038/ijp.2015.3931. [In Persian]