مجله علوم پزشکی رازی دوره ۲۹، شماره ۱۱، بهمن ۱۴۰۱ http://rjms.iums.ac.ir

مقاله پژوهشی

مقایسه تاثیر دو شیوه تمرین بر اینترلوکین-۱۵ و میزان نوتروفیل‌ها در ورزشکاران جوان

رسول بادی: گروه تربیت بدنی و علوم ورزشیدانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهر ری، تهران، ایران

مژگان احمدی: گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهر ری، تهران، ایران (* نویسنده مسئول) mahmadi1376@gmail.com

آمنه آقافتحی: گروه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج ، کرج، ایران

امین مولایی: دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، پردیس بین المللی کیش دانشگاه تهران، دانشگاه تهران، کیش، ایران

چکیده

زمینه و هدف: بازی در زمین‌های کوچک یکی از روش‌های تمرینی ا ست که می‌تواند نیازهای م سابقه‌ای را شبیه سازی نماید. هدف از این پژوهش، مقایسه اثر دو شیوه تمرین بر اینترلوکین-۱۵ و میزان نوتروفیل‌ها در ورزشکاران جوان بود.

روش کار: در این تحقیق نیمه تجربی، تعداد ۲۴ بازیکن فوتبال رده جوانان لیگ برتر ا ستان تهران (۱۵ تا ۱۸ سال) به صورت نمونه‌گیری در دسترس انتخاب و در سه گروه کنترل، ۲ در مقابل ۲ و ۴ در مقابل ۴ تقسیم شدند. بازی ۲ در مقابل ۲ شامل هشت فعالیت دو دقیقه‌ای با یک دقیقه اســتراحت بین هر دو دقیقه بازی در زمینی به ابعاد ۲۰ در ۲۵متر انجام شــد. همچنین بازی ۴ در مقابل ۴ شامل چهار فعالیت چهار دقیقه‌ای با دو دقیقه ا ستراحت بعد از هر چهار دقیقه در زمینی به ابعاد ۲۸ در ۳۵ متر انجام شد. قبل و بعد از تمرین، سطوح پلا سمایی اینترلوکین-۱۵ و تعداد نوتروفیل‌های خون آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. داده‌ها با ا ستفاده از آزمون t، تحلیل واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی توکی در سطح معنی‌داری P< ۰/۰۵ تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها: میزان IL-15 تنها پس از بازی ۲ در مقابل ۲ نســبت به قبل از تمرین به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (P=۰/۰۴۳). تعداد نوتروفیل در هر دو گروه تجربی نســبت به قبل از تمرین به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (P=۰/۰۰۱). بین دو گروه تجربی تفاوت معنی‌داری در تعداد نوتروفیل‌ها مشاهده نشد (P=۱/۰۰۰).

نتیجه‌گیری: احتمالا پاسخ اینترلوکین-۱۵ به شدت بالای تمرین می‌تواند در پاسخ به استرس ایمنی در پایداری پروتئین عضله و اکسیداسیون چربی برای تولید انرژی مهم باشد.

تعارض منافع: گزارش نشده است.

منبع حمایت‌کننده: حامی مالی ندارد.

کلیدواژه‌ها

شناختی-رفتاری،

پریشانی روان شناختی،

پرخوری عصبی،

اضافه وزن

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۲۶

تاریخ چاپ: ۱۴۰۱/۱۱/۱۸

شیوه استناد به این مقاله:

Badi R, Ahmadi M, Agha fathi A, Molaie A. Compare the Effect of Two Training Methods on the Interleukin-15 and Neutrophil Count in Young Athletes. Razi J Med Sci. 2023;29(11):1-11.

*انتشار این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 3.0 صورت گرفته است.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-11]

Razi Journal of Medical Sciences. 2023;29(11):1-11. http://rjms.iums.ac.ir

Original Article

Compare the Effect of Two Training Methods on the Interleukin-15 and Neutrophil Count in Young Athletes

Rasool Badi: Department of Physical Education and Sport Science Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahre-rey Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
Mozhgan Ahmadi: Department of Physical Education and Sport Science Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahre-rey Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran (* Corresponding author) mahmadi1376@gmail.com
Ameneh Agha fathi: Department of Physical Education and Sport Science, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran
Amin Molaie: PhD Student of Exercise Physiology, University of Tehran, Kish International Campus, Kish, Iran

Abstract

Background & Aims: One of the methods that coaches use to simulate a real game is training or small sided games, and now the study of small sided games is one of the topics that has received the most attention of researchers active in soccer (3). Small sided games are defined as a smaller version of the official game, in which the trainers divide the playground into several small sided according to the training objectives (2). small sided games allow for increased individual participation and short-term physiological and immunological responses (4,5). However, little information is available on the effects of this type of training methods on physiological characteristics, including the immune responses of soccer players (6,7).
One of the cytokines involved in immunity is interleukin-15 (IL-15). Interleukin 15 is involved in the interaction and cooperation between adipose-muscle tissue and increases the metabolism of adipose tissue triglycerides and provides the resulting fatty acid to muscle fibers for consumption. On the other hand, this cytokine precipitates free fatty acid deposition, reduces adipose tissue and thus has potential role in weight control (10). On the other hand, some interleukins can increase the motility of neutrophils at the site of inflammation (14, 15). Neutrophils are among the axes of the innate human immune system, which according to available reports, their function is easily affected by the quality and quantity of physical activity (16).
small sided games are one of the training methods that can simulate the needs of racing (2). The importance of this type of training method is such that many coaches in the world often use it to simulate the physical, technical and tactical needs of a real soccer match (18), however, the impact of this type of training on the immune system and aspects Its physiological properties have received less attention. Examining the effects of this type of exercise on the immune system and especially the functional components of this system, including cytokines, can provide very effective information. There are contradictions in the research on the effect of exercise on IL-15, some of which have confirmed the acute effects of resistance training on this cytokine (11) and in another study, the lack of effect of endurance training on IL-15 has been reported (19). Therefore, in order to answer the ambiguities in this field, it is necessary to conduct various researches based on different variables such as the type, intensity and duration of training. On the other hand, a study that examines the effect of training in the field Small on IL-15 and neutrophils were not found. Therefore, the present study intends to compare the effect two modes of small sided games on the interleukin-15 and neutrophil levels in soccer players.
Methods: In this semi-experimental study, 24 youth soccer players of Tehran Province Premier League (15 to 18 years old) were selected and randomly divided into three groups include; control, 2 vs. 2 and 4 vs. 4. small sided game 2 vs. 2 consisted of eight two-minute activities with a minute of rest between each two minutes of play on a field measuring 20 by 25 meters. Also, the small sided game 4-on-4 included four four-minute activities with two minutes of rest after every four minutes on a field measuring 28 by 35 meters. Plasma levels

Keywords
Exercise,
Neutrophils,
IL-15,
Young athletes

Received: 17/12/2022
Published: 07/02/2023

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-11]

of interleukin-15 and blood neutrophil counts were measured. Data were analyzed by t-test, One-way ANOVA and Tukey post hoc test at the P <0.05.
Results: The results showed that IL-15 levels increased significantly only after small sided game 2 vs. 2 compared to before training (p=0.043). The number of neutrophils in both experimental groups increased significantly compared to before exercise (p=0.001). There was no significant difference in the number of neutrophils between the two experimental groups (p=1.000).
Conclusion: The results of the present study showed that immediately after 2 vs. 2 in the small sided games, IL-15 levels increased significantly, although increase in IL-15 levels was also seen in exercise 4 vs. 4, but this increase, from the comment was not statistically significant. The findings of this study were consistent with the results of some Previous research showed that exercise leads to significant increase in IL-15 levels (11,20). Due to the fact that exercise training is performed in different intensities and will have different effects, according to the above, it can be suggested that one of the reasons for the difference between the effect of exercise 2 vs. 2 compared to 4 vs. 4 in contrast to IL-15, the intensity of exercise is high, which increases the response of interleukin-15 to exercise. No change or increase in IL-15 has been observed following exercise. These changes probably depend more than anything on the age and training status of the subjects. In any case, more research is needed and with only one research cannot be concluded with confidence. also, it has been suggested by Ajuwon and Spurlock (2004) that IL-15 may be produced by organs in response to immune stress in muscle protein stability and fat oxidation to produce energy (26). Therefore, the action of interleukin-15 on muscle mass and fat can be important for exercise. In the present study, small sided game 20-25 compared to small sided game 28-35 led to a further increase in interleukin-15 levels. In this regard, it has been shown that in a training session, there is strong inverse relationship between the reaction of interleukin-15 circulating to the intensity and duration of training, so that longer and less intense muscle activity can reduce the secretion of this myokine (11). As mentioned, the intensity of training on small sided can be adjusted by changing or manipulating several factors, including the number of players involved in training, the size and shape of the small sided. Research has shown that training in small sided with fewer players increases heart rate more than training in small sided with more players (2).
Also, the results of the present study showed that exercise 2 vs. 2 and 4 vs. 4 increased the number of neutrophils, which is in line with the results of previous research (29,30). It is possible that the increase in neutrophil count is mainly due to exercise-induced muscle injury, but this increase has been seen following exercise that does not cause muscle damage (32). Also, some studies have shown that regular exercise reduces the number of neutrophils in active people (33). Because exercise can be considered a stress, and stress (both physical and mental) causes messages to be released from the brain and affect the functioning of the human immune system, the main neuroendocrine pathways against stress activated on the hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis, the human immune system controls the release of glucocorticoids (such as cortisol) and catecholamines. Thus, the primary increase in neutrophils is rooted in the release of catecholamines and the secondary increase is rooted in plasma cortisol activity (34). Overall, it seems that high intensity training on smaller pitches (Exercise 2 vs. 2 on 20-25m field) increased the IL-15 response. As mentioned, IL-15 is secreted by organs in response to immune stress in muscle protein stability and fat oxidation to produce energy. Therefore, the action of IL-15 on muscle mass and fat can be important for exercise. Therefore, it is recommended to use the game on smaller fields in order to have its benefits.

Conflicts of interest: None
Funding: None

Cite this article as:

Badi R, Ahmadi M, Agha fathi A, Molaie A. Compare the Effect of Two Training Methods on the Interleukin-15 and Neutrophil Count in Young Athletes. Razi J Med Sci. 2023;29(11):1-11.

*This work is published under CC BY-NC-SA 3.0 licence.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-11]

مقدمه

فوتبال احتمالا محبوب‌ترین رشته ورزشی در جهان است، علیرغم این محبوبیت جهانی و همچنین سابقه‌ی بسیار طولانی آن، هنوز هم در مورد نیازهای چندبعدی آن از جمله نیازهای فیزیولوژیکی، روانی و بیومکانیکی، قطعیت وجود ندارد. این عدم قطعیت تاثیر خود را بر روی تمرین و آموزش صحیح آن نیز می‌گذارد (۱). بدون شک فوتبال یک رشته ورزشی بسیار پیچیده است زیرا زمین بازی بزرگ بوده (تقریبا ۱۰۰ در ۶۰ متر)، توپ دائما در زمین در حال چرخش است و هر تیم ۱۱ بازیکن با نقش‌های مختف دارد، مربیان تلاش می کنند تا این پیچیدگی را در جلسات تمرینی به خوبی شبیه سازی کنند تا از این طریق میزان مشارکت بازیکنان را افزایش دهند (۲). یکی از روش هایی که مربیان برای شبیه سازی بازی واقعی استفاده می‌کنند تمرین یا بازی در زمین‌های کوچک است و در حال حاضر مطالعه بازی در زمین‌های کوچک یکی از موضوعاتی است که بیشتر مورد توجه محققین فعال در فوتبال قرار گرفته است (۳). بازی در زمین‌های کوچک نسخه کوچک تری از بازی رسمی تعریف می‌شود، در این شیوه تمرینی، مربیان زمین بازی را با توجه به اهداف تمرینی، به چندین زمین کوچک تقسیم می‌کنند (۲). بازی در زمین‌های کوچک این امکان را فراهم می‌کند تا مشارکت افراد و پاسخ‌های کوتاه مدت فیزیولوژیکی و ایمونولوژیکی افزایش یابد (۴،۵). با این حال اطلاعات کمی در مورد اثرات این نوع روش‌های تمرینی بر ویژگی های فیزیولوژیکی از جمله واکنش های ایمنی فوتبالیست‌ها در دسترس است (۶،۷).

یکی از سایتوکین‌های درگیر در ایمنی اینترلوکین-۱۵ (IL-15) است، نقش IL-15 در سیستم ایمنی شامل تولید و بقای لنفوسیت‌های T وB ، رشد، نمو و تکثیر سلول های کشنده طبیعی، ممانعت از آپوپتوزیس لنفوسیت‌های T، تکثیر و فعال سازی اینترفرون گاما، سنتز آنتی بادی، تعامل بین سیستم مونوسیت ماکروفاژ و گرانولوسیت ها، تحریک تولید ایمونوگلوبولین های G، M و A و بلوکه کردن عملکرد فاکتور نکروز تومور آلفا است (۸). همچنین، این سایتوکین دارای برخی نقش های غیرایمنی از جمله تحریک فرایند آنابولیکی در عضلات اسکلتی و تسهیل سوخت و ساز گلوکز است (۹). همچنین اینترلوکین ۱۵ در تعامل و همکاری بین بافت چربی- عضلانی نقش دارد، سوخت و ساز تری گلیسریدهای بافت چربی را افزایش می‌دهد و اسید چرب حاصل را برای مصرف در اختیار تارهای عضلانی قرار می‌دهد، از طرف دیگر، این سایتوکین رسوب اسید چرب آزاد را در بافت چربی کاهش می‌دهد و از این طریق در کنترل وزن نقش بالقوه دارد (۱۰). فعالیت های ورزشی کوتاه مدت و بلند مدت هر دو با شدت‌ها و درجه های گوناگون و همچنین دوره ی بازیافت فعالیت ورزشی بر عوامل ایمنی و التهابی از جمله سایتوکین‌ها در دوران کودکی و بزرگسالی تاثیر می‌گذارند. اگرچه دیده شده است که IL-15 به عنوان یک سایتوکین می‌تواند تحت تاثیر تمرینات قدرتی قرار گیرد (۱۱)، اما اثرگذاری تمرینات دیگر بر روی این شاخص کم تر در تحقیقات دیده شده است که این می‌تواند نشان دهنده درگیر بودن این شاخص در فرایندهای آنابولیکی باشد (۱۲). از معدود تحقیقات انجام شده در این زمینه، گائینی و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند که بازی در زمین های کوچک و بویژه به صورت ۲ در مقابل ۲ باعث افزایش سطوح اینترلوکین ۱۸ می شود (۱۳). با این حال، این نوع تمرین تاثیری بر تعداد نوتروفیل های فوتبالیست های جوان نداشت. از طرفی، برخی از اینترلوکین ها می‌توانند تحرک نوتروفیل ها به محل التهاب را افزایش دهند (۱۴،۱۵). نوتروفیل‌ها از محورهای دستگاه ایمنی ذاتی انسان به شمار می‌روند که بر اساس گزارش‌های موجود، کارکرد آن‌ها به آسانی تحت تاثیر کیفیت و کمیت فعالیت بدنی است (۱۶). نوتروفیل‌ها در مراحل اولیه پاسخ های التهابی نقشی کلیدی ایفا می‌کنند به طوری که در ظرف چند ساعت داخل بافتی که پاسخ التهابی در آن به وجود آمده نفوذ می‌کنند. مهاجرت آن ها از خون به بافت با بیان مولکول‌های چسبان بر سلول های آندوتلیال عروقی کنترل می‌شود که این رخداد با میانجی‌های التهابی حاد مثل اینترلوکین یک، تنظیم می‌شود (۱۷).

بازی در زمین‌های کوچک یکی از روش های تمرینی است که می‌تواند نیازهای مسابقه ای را شبیه سازی نماید(۲). اهمیت این نوع روش های تمرینی به حدی است که بسیاری از مربیان در دنیا برای شبیه سازی نیازهای جسمانی، تکنیکی و تاکتیکی مسابقه واقعی

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-11]

فوتبال، اغلب از آن استفاده می‌کنند (۱۸)، با این حال اثرگذاری این نوع تمرین بر سیستم ایمنی و جنبه های فیزیولوژیکی آن کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. بررسی اثرات این نوع تمرین بر روی سیستم ایمنی بدن و بالاخص اجزای عملکردی این سیستم از جمله سایتوکین‌ها می‌تواند اطلاعات بسیار موثری را ارائه دهد. در تحقیقات انجام شده در زمینه اثرگذاری تمرینات ورزشی بر IL-15 تناقض هایی وجود دارد، برخی از آن‌ها اثرات حاد تمرینات مقاومتی بر این سایتوکین را تائید کرده اند (۱۱) و در پژوهش دیگری عدم تاثیر تمرینات استقامتی بر IL-15 گزارش شده است (۱۹). بنابراین، برای دستیابی به پاسخ ابهامات موجود در این زمینه بر اساس متغیرهای مختلف از جمله نوع تمرین، شدت و مدت آن انجام پژوهش‌های بیشتر ضروری به نظر می‌رسد، از طرفی تاکنون تحقیقی که به بررسی تاثیر تمرین در زمین‌های کوچک بر IL-15 و نوتروفیل‌های خون پرداخته باشد، یافت نشد. بنابراین، مطالعه حاضر قصد دارد به مقایسه اثر دو شیوه تمرین بر اینترلوکین-۱۵ و میزان نوتروفیل‌ها در ورزشکاران جوان بپردازد.

روش کار

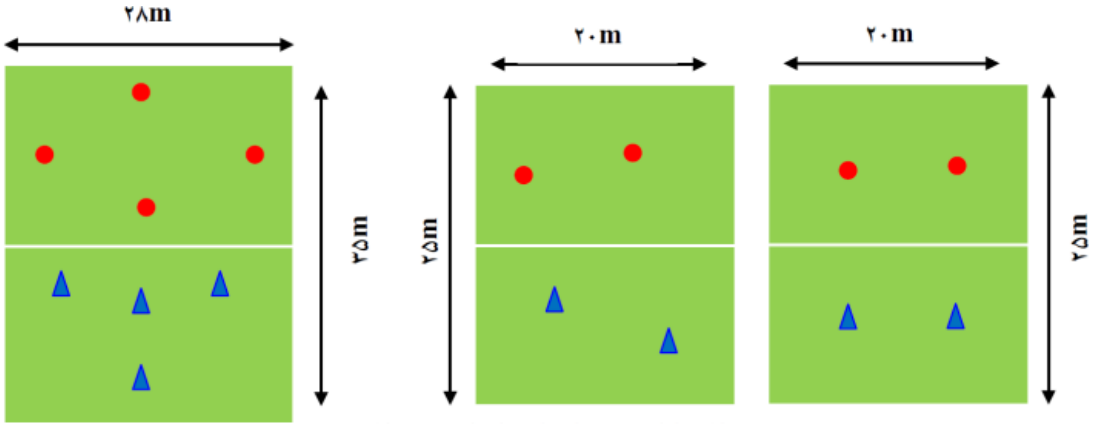
پژوهش حاضر از نوع کاربردی و به روش آزمایشی است، که با طرح پیش آزمون- پس‌آزمون با گروه کنترل انجام گرفت. جامعه آماری تحقیق حاضر را تعداد ۲۴ فوتبالیست رده جوانان لیگ برتر استان تهران (زیر ۱۹ سال) تشکیل دادند که به صورت نمونه گیری در دسترس یا هدفمند به عنوان آزمودنی های این تحقیق انتخاب شدند و سپس به صورت تصادفی در سه گروه کنترل (۸ نفر)، گروه تجربی ۲ در مقابل ۲ (۸ نفر) و گروه تجربی ۴ در مقابل ۴ (۸ نفر) قرار گرفتند. پس از انتخاب آزمودنی‌ها، جلسه توجیهی با حضور محقق برای آشنا نمودن آزمودنی‌ها با نحوه اجرای تحقیق، مشخص نمودن گروه‌های تمرین، روز و ساعت برگزاری جلسات تمرین و سایر توضیحات برگزار شد. سپس رضایت نامه کتبی برای شرکت داوطلبانه آن ها در پژوهش حاضر از آزمودنی ها اخذ شد و از خانواده های آزمودنی هایی که کمتر از ۱۸ سال سن داشتند نیز رضایت نامه کتبی مجزایی گرفته شد. از طریق پرسشنامه وضعیت و تاریخچه سلامتی آن‌ها در چند ماه گذشته مورد بررسی قرار گرفت و آزمودنی های دارای شرایط تحقیق به صورت تصادفی در سه گروه قرار داده شدند. پس از انتخاب آزمودنی ها و انجام هماهنگی های لازم، اجرای پژوهش بدین گونه دنبال شد؛ به آزمودنی ها توصیه شد یک هفته قبل از اجرای آزمون از مواد نیروزا مانند مکمل های غذایی، گیاهان دارویی و یا داروهای خاصی که بر دستگاه اندوکرین موثرند، استفاده نکنند، همچنین، دو روز قبل از آزمون از انجام تمرینات با شدت زیاد پرهیز کنند. یک هفته قبل از اجرای آزمون برای همگن سازی آزمودنی‌ها، ویژگی‌های آنتروپومتریکی شامل سن، قد (از دستگاه قدسنج سکا ساخت کشور آلمان با دقت ۰/۱ سانتی‌متر) و وزن (ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ کیلوگرم جهت سنجش وزن بدن) همچنین شاخص توده بدن آزمودنی ها اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی (Vo_2max) آزمودنی‌ها، یک هفته قبل از اجرای تحقیق، از آزمون پله کوئین استفاده شد. در این تست، آزمودنی به مدت ۳ دقیقه با سرعت ۲۴ گام در دقیقه از پله‌ای به ارتفاع پله ۴۱/۳ سانتی‌متر بالا و پایین رفتند. در پایان ۳ دقیقه، آزمودنی ایستاده تا ضربان قلب او به مدت ۱۵ ثانیه بین ثانیه های پنجم تا بیستم دوره برگشته به حالت اولیه ثبت گردد (ضربان به دست آمده در عدد ۴ ضرب می شد تا ضربان قلب در دقیقه بدست آید)؛ سپس با استفاده از فرمول ذیل Vo_2max تعیین شد:

VO_2max = ۱۱۱/۳۳ - (۰/۴۲ ضربان قلب در دقیقه)

همچنین، برای اندازه‌گیری میزان اینترلوکین-۱۵ و نوتروفیل ها از کلیه شرکت قبل از شروع تمرین خونگیری به عمل آمد. سپس آزمودنیهای گروه‌های تمرین، پروتکل های تمرین مربوطه را اجرا کردند. این در حالی است که گروه کنترل هیچ گونه برنامه تمرینی را اجرا نکردند.

پروتکل تمرین: آزمودنی های گروه تجربی در قالب چهار تیم ۲ نفری و دو تیم ۴ نفری به بازی فوتبال

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-11]



شکل ۱- ابعاد زمین و تعداد نفرات شرکت کننده در پروتکل تمرینی

پرداختند. تیم های ۲ در مقابل ۲ هشت فعالیت دو دقیقه ای را با یک دقیقه استراحت بین هر دو دقیقه بازی در زمینی به ابعاد ۲۰ در ۲۵ متر بدون دروازه بان و تیم های ۴ در مقابل ۴، چهار فعالیت چهار دقیقه ای با دو دقیقه استراحت بعد از هر چهار دقیقه بازی در زمینی به ابعاد ۲۸ در ۳۵ متر و بدون دروازه بان به انجام رساندند (۱۳). هنگام اجرای پروتکل، دو تیمی که رودروی هم قرار می گرفتند با دو مربی هدایت می شدند و به محض خروج توپ از زمین، بلافاصله توپ دیگری به زمین وارد می شد (شکل ۱). در زمان اجرای پروتکل تمرینی، گروه کنترل هیچ گونه فعالیتی نداشتند. شدت فعالیت ورزشی از راه کنترل تواتر قلبی آزمودنی ها (با استفاده از ضربان سنج پولار، مدل CE) (N2965–polar bealt ساخت کشور فنلاند در جلسات تمرینی ثبت می شد. در زمان اجرای پروتکل تمرینی، گروه کنترل بدون انجام هیچ فعالیتی در محیط حضور داشتند.

نمونه گیری و اندازه گیری متغیر های آزمایشگاهی: بلافاصله پس از انجام پروتکل، نمونه خون گرفته شد. در هر مرحله توسط کارشناس آزمایشگاه از سیاهرگ آنتی‌کوبیتال دست چپ در حالت استراحتی و در وضعیت نشسته پنج سی‌سی خون گرفته شد. نمونه‌های خون پس از سانتریفیوژ و جدا کردن سرم تا زمان انجام آزمون‌ها در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد ۴۸ ساعت قبل از خون‌گیری از انجام هرگونه فعالیت بدنی خودداری نمایند. میزان اینترلوکین-۱۵ به وسیله کیت الایزا شرکت My BioSource محصول امریکا با میزان ضریب تغییرات ۵/۴٪ و حساسیت ۰/۳ پیکوگرم بر میلی لیتر اندازه گیری شد. همچنین از دستگاه اتوآنالایز و سل کانتر برای شمارش سلول‌های سفید خون استفاده شد.

تجزیه و تحلیل آماری: برای اطمینان از طبیعی بودن توزیع متغیرها، از آزمون شاپیروویلک استفاده شد. بعد از این که طبیعی بودن توزیع داده ها مشخص گردید، همچنین برای همگن کردن نمونه ها از آزمون لوین استفاده شد. جهت تجزیه و تحلیل داده ها از آزمون t، تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. سطح معنی‌داری برابر با $P\leq0.05$ در نظر گرفته شده است و از نرم افزار SPSS نسخه ۲۳ نیز جهت انجام محاسبات آماری استفاده شد.

یافته‌ها

در جدول شماره ۱ میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها نشان داده شده است.

نتایج آزمون t نشان داد میزان IL-15 پس از بازی ۲ در مقابل ۲ در زمین کوچک، نسبت به قبل از تمرین به طور معنی داری افزایش یافت (p=۰/۰۴۳). با این حال میزان IL-15 پس از بازی ۴ در مقابل ۴ در زمین کوچک، نسبت به قبل از تمرین تغییر معنی داری نشان نداد (p=۰/۱۹۳) (جدول ۲). همچنین نتایج آزمون t نشان داد تعداد نوتروفیل پس از بازی در زمین کوچک

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-11]

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های دموگرافیک گروههای مورد مطالعه

متغیر	کنترل	تمرین ۲ در ۲	تمرین ۴ در ۴
سن (سال)	۱۶/۰±۸۷/۳۵	۱۷/۰±۳۷/۵۱	۱۷/۰±۶۲/۵۱
قد (سانتیمتر)	۱۸۰/۷±۸۷/۵۲	۱۷۵/۶±۸۷/۵۹	۱۷۴/۵±۷۵/۵۲
وزن بدن (کیلوگرم)	۷۲/۱۰±۱۰/۴۹	۶۶/۵±۶۵/۲۱	۶۵/۵±۰۰/۷۰
شاخص توده بدن (وزن بر مجذور قد)	۲۲/۳±۱۰/۳۵	۲۱/۱±۶۵/۵۰	۲۲/۱±۲۷/۴۳

جدول ۲- نتایج آزمون t برای بررسی تفاوت پیش آزمون - پس آزمون IL-15 و تعداد نوتروفیل در گروه های مختلف

	گروه		میانگین	انحراف استاندارد	T	df	سطح معنی داری
IL-15	۲ در مقابل ۲	پیش آزمون	۶,۸۲۸	۱,۴۸۶	-۲,۴۷۰	۷	۰,۰۴۳
		پس آزمون	۷,۶۸۷	۱,۳۳۴			
	۴ در مقابل ۴	پیش آزمون	۵,۹۰۷	۱,۸۰۱	-۱,۴۴۲	۷	۰,۱۹۳
		پس آزمون	۶,۸۱۰	۱,۸۱۹			
تعداد نوتروفیل	۲ در مقابل ۲	پیش آزمون	۵۱,۱۲۵	۶,۴۹۰	-۶,۱۱۱	۷	۰,۰۰۱
		پس آزمون	۶۰,۲۵۰	۸,۴۱۳			
	۴ در مقابل ۴	پیش آزمون	۵۲,۷۵۰	۲,۵۴۹	-۴,۰۵۱	۷	۰,۰۰۵
		پس آزمون	۵۹,۵۰۰	۴,۰۰۰			

جدول ۳- نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه برای بررسی تفاوت سطوح IL-15 و تعداد نوتروفیل گروه‌های مختلف

		جمع مجذورات	مجذور میانگین	F	سطح معنی داری
IL-15	بین گروه ها	۲۵,۲۶۳	۵,۰۵۳	۲,۳۲۹	۰,۰۵۹
	درون گروه ها	۹۱,۱۳۳	۲,۱۷۰		
نوتروفیل	بین گروه ها	۶۹۲,۴۱۷	۱۳۸,۴۸۳	۴,۵۰۴	۰,۰۰۲
	درون گروه ها	۱۲۹۱,۲۵۰	۳۹,۷۴۴		

در هر دو گروه تجربی نسبت به قبل از تمرین به طور معنی داری افزایش یافت (p=۰/۰۰۱) (جدول ۲).

تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که بین میانگین IL-15 در گروه های مختلف تحقیق، تفاوت وجود ندارد (P=۰/۰۵۹). با این حال، نتایج نشان داد که بین میانگین تعداد نوتروفیل در گروه های مختلف تحقیق، تفاوت معنی داری وجود داشت (P=۰/۰۰۲) (جدول ۳). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که تعداد نوتروفیل ها در گروه تمرین ۲ در مقابل ۲ نسبت به گروه کنترل به طور معنی داری بیشتر بود (P=۰/۰۳۴). با این حال، بین دو گروه تجربی تفاوت معنی داری در تعداد نوتروفیل ها مشاهده نشد (P=۱/۰۰۰).

بحث

یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که بلافاصله پس از تمرین ۲ در مقابل ۲ در زمین کوچک، سطوح IL-15 به طور معنی داری افزایش یافت، اگرچه افزایش سطوح IL-15 در تمرین ۴ در مقابل ۴ نیز دیده شد اما این افزایش، از نظر آماری معنی دار نبود. این یافته تحقیق حاضر با نتایج برخی تحقیقات که نشان دادند یک وهله تمرین به افزایش معنی دار سطوح IL-15 منجر می شود، همخوان می باشد (۱۱،۲۰). هینگرج و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیق خود نشان دادند که در افراد چاق و افراد دارای توده عضلانی بالا، ۳ دقیقه تمرین استقامتی با شدت زیربیشینه باعث افزایش معنی دار سطوح IL-15 در مقایسه با حالت پایه شد و این افزایش در افراد دارای توده عضلانی بالا، بیشتر بود (۲۰). پرز-لوپز و همکاران (۲۰۱۸) نیز افزایش ۵/۳ برابری سطوح IL-15 را بلافاصله بعد از یک جلسه تمرین مقاومتی گزارش کردند (۱۱). از طرفی، عدم تغییر IL-15 بلافاصله بعد از تمرینات استقامتی نیز گزارش شده است (۲۱)، که با نتایج تحقیق حاضر همخوان نمی باشند. گزارش شده

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-11]

است که IL-15 می تواند سنتز پروتئین را تحریک و تجزیه آن را مهار نماید (۲۲). در کشت های عضلانی انسان، IL-15 تجمع زنجیره سنگین میوزین در سلول های عضلانی را افزایش می دهد که این نشان دهنده ی عملکرد آن به عنوان یک عامل آنابولیکی است. برخی تحقیقات نشان می دهند که بعد از تمرینات ورزشی و در افراد فعال، سطوح IL-15 در عضله اسکلتی انسان دچار بیش تنظیمی می شود که این بیش تنظیمی خود را در سطوح گردشی نیز نشان می دهد. بالا بودن این سطوح می تواند نشان دهنده ی درگیر شدن IL-15 در برابر تجزیه پروتئین ها باشد (۲۳).

از آنجا که تمرین ورزشی باعث افزایش اکسیداسیون چربی می شود، می‌تواند باعث تغییرات مثبت در سطوح سایتوکاین‌های ترشح شده از عضلات اسکلتی شود (۸). در برخی از مطالعات نیز به ارتباط نزدیک IL-15 و ترکیب توده خالص بدن نیز اشاره شده است (۲۴). با این حال، در تحقیق حاضر شاید مدت زمان دوره تمرین ما برای ایجاد تغییرات لازم در وزن و در نتیجه تغییر این فاکتور نسبت به گروه کنترل کافی نبوده است. علاوه بر این، به نظر می‌رسد که استفاده از تمرین ورزشی با شدت بالا و نوع واکنشی که در بدن فرد و به ویژه در افراد تمرین کرده ایجاد می‌نماید؛ به بالارفتن سطوح فاکتورهای التهابی از جمله سطوح سرمی IL-15بیانجامد. این موضوع می‌تواند به عنوان فرضیه ای در جهت بالا رفتن سطح التهاب و در نهایت کاهش عملکرد فرد مورد بررسی باشد (۲۵). با توجه به این مطلب که فعالیتهای ورزشی در شدت‌های مختلف انجام شده و تاثیر متفاوتی خواهند داشت با توجه به مطالب ذکر شده می توان این احتمال را مطرح کرد که یکی از دلایل متفاوت بودن تاثیر تمرین ۲ در مقابل ۲ نسبت به تمرین ۴ در مقابل ۴ بر IL-15، شدت بالای تمرین باشد که باعث بیشتر شدن واکنش اینترلوکین ۱۵ به تمرین شده است. عدم تغییر و افزایش IL-15 بدنبال تمرین مشاهده شده است. احتمالا این تغییرات بیشتر از هر چیزی به وضعیت سنی و تمرینی آزمودنی‌ها بستگی دارد. در هر صورت پژوهش های بیشتری لازم است و با تنها یک پژوهش نمی توان با اطمینان نتیجه گیری کرد. همچنین بوسیله‌ی اجوون و اسپورلوک (۲۰۰۴) اظهار شده است که احتمالا دارد IL-15 بوسیله اندامها در پاسخ به استرس ایمنی در پایداری پروتئین عضله و اکسیداسیون چربی برای تولید انرژی تولید شود (۲۶). بنابراین عمل اینترلوکین۱۵ بر توده عضله و چربی می تواند برای تمرینات و فعالیت های ورزشی مهم باشد. در تحقیق حاضر، بازی در زمین ۲۰ در ۲۵ در مقایسه با بازی در زمین ۲۸ در ۳۵ باعث بیشتر شدن سطوح اینترلوکین ۱۵ شد. در همین راستا، نشان داده شده که در یک جلسه تمرین، ارتباط معکوس قوی بین واکنش اینترلوکین ۱۵ گردشی به شدت و مدت تمرین وجود دارد به طوری که فعالیت عضلانی طولانی تر و کم شدت تر می تواند باعث کم تر شدن ترشح این میوکین شود (۱۱). همان طور که اشاره شد شدت تمرین در زمین های کوچک را می توان با تغییر یا دستکاری چندین فاکتور از جمله تعداد بازیکنان درگیر در تمرین، اندازه و شکل زمین و غیره تنظیم کرد. تحقیقات نشان داده اند که تمرین در زمین های کوچک با تعداد بازیکنان کم تر نسبت به تمرین در زمین های کوچک با تعداد بازیکنان بیشتر باعث افزایش هرچه بیشتر ضربان قلب می شود (۲). تحقیقات کمی نیز اثر فرمت های مختلف تمرین در زمین‌های کوچک بر روی آستانه لاکتات را مورد بررسی قرار داده اند. این تحقیقات نیز نشان داده اند که فرمت‌های با تعداد بازیکن کم تر باعث بالا رفتن هرچه بیشتر آستانه های لاکتات می شوند (۲۷). جونز و دراست (۲۰۰۷) نیز اشاره کردند که تلاش های با شدت بالا در زمانی که تعداد بازیکنان کاهش می یابد، بیشتر می شود (۲۸).

همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تمرین ۲ در مقابل ۲ و ۴ در مقابل ۴ باعث افزایش تعداد نوتروفیل ها شد که این یافته با نتایج تحقیقات پیشین هم راستا ست. سیموندسن و جکسون (۲۰۰۴) گزارش دادند که نوتروفیل ها متعاقب تمرین مقاومتی افزایش یافتند ضمن این که تا ۳۰ دقیقه بعد از تمرین نیز بالا باقی ماندند (۲۹). در تحقیق دیگری، داویسون (۲۰۱۱) گزارش دادند که تعداد نوتروفیل ها بلافاصله بعد از یک جلسه تمرین تناوبی با شدت بالا به طور معنی داری

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-11]

افزایش یافت و تا ۳۰ دقیقه بعد از تمرین نیز بالا باقی ماند (۳۰). نوتروفیل ها از جمله لکوسیت های اصلی هستند که به بافت یا محل آسیب دیده می رسند. به عبارتی، نوتروفیل ها واکنش بسیار بالایی به عفونت اولیه دارند و نقش محوری در پاسخ التهابی ناشی از آسیب بافتی و حمله عوامل بیماری زا دارند (۳۱). این احتمال وجود دارد که افزایش تعداد نوترفیل ها عمدتا به خاطر آسیب عضلانی ناشی از تمرین ورزشی است اما این افزایش متعاقب تمریناتی که باعث آسیب عضلانی هم نمی شود، دیده شده است (۳۲). همچنین برخی تحقیقات نشان داده اند که تمرینات ورزشی منظم باعث کاهش تعداد نوتروفیل ها در افراد فعال می شوند (۳۳). از آنجا که می توان فعالیت ورزشی را به عنوان یک استرس قلمداد کرد و استرس ها (چه بدنی و چه روانی) موجب می شوند پیام هایی از مغز آزاد شده و بر عملکرد دستگاه ایمنی انسان تاثیر بگذارند، راه های اصلی نوروآندوکرینی که در مقابل استرس در محور هیپوتالاموس- هیپوفیز- آدرنال (HPA) فعال می شود دستگاه ایمنی بدن انسان را با آزاد سازی گلوکوکورتیکوئیدها (همچون کورتیزول) و کاتکولامین‌ها کنترل می کنند. بنابراین افزایش اولیه نوتروفیل‌ها ریشه در رهایش کاتکولامین ها و افزایش ثانویه ریشه در فعالیت کورتیزول پلاسما دارد (۳۴). با توجه به مطالب عنوان شده ممکن است افزایش نوتروفیل‌ها در پژوهش حاضر مربوط به تغییرات سطوح کاتکولامین ها و کورتیزول باشد که در این تحقیق ارزیابی نشده اند و از محدودیت های تحقیق حاضر به شمار می رود. نوتروفیل های فعال شده متعاقب تمرین ورزشی، می توانند ROS های مختلفی از جمله سوپراکسید را تولید کنند، این نشان می دهد که افزایش تعداد نوتروفیل‌ها ممکن است برای سلامتی قلبی عروقی نامطلوب باشد زیرا آن ها از طریق مکانیسم فشار اکسایشی می توانند در آسیب عضلانی و اختلال عملکرد اندوتلیال درگیر باشند (۳۵). در طرف مقابل، افزایش فراخوانی نوتروفیل ها متعاقب فعالیت ورزشی می‌تواند اثرات مثبتی بر سلامتی داشته باشد زیرا این سلول‌ها احتمالا از طریق فعال کردن سلول های ماهواره ای و دیگر عوامل سیستم ایمنی از جمله لنفوسیت ها می توانند در باز تولید عضلانی درگیر باشند (۳۴). همچنین افزایش فراخوانی نوتروفیل ها متعاقب فعالیت ورزشی می تواند باعث بیش تنظیمی بیان ژن و پروتئین های ضدالتهابی از جمله گیرنده های IL-1 شود (۳۶). برخلاف نتایج تحقیق حاضر، گائینی و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی تاثیر بازی در زمین های کوچک بر میزان نوتروفیل های فوتبالیست های جوان، به این نتیجه رسیدند که نوتروفیل ها پس از هیچ کدام از این تمرینات تغییری نداشتند (۱۳). از جمله عواملی که بر ترشح نوتروفیل ها متعاقب تمرین ورزشی تاثیر بگذارند می توان نوع تمرین، شدت آن، دوره تمرینی (کوتاه مدت یا بلندمدت) و سطح آمادگی آزمودنی ها را نام برد (۳۴). همچنین برخی تحقیقات نشان داده اند که واکنش نوتروفیل ها در افرادی که سطح آمادگی بدنی بالاتری دارند کم تر است (۳۳). از اینرو با توجه به مشابه بودن نوع پروتکل تمرین و آزمودنی های فوتبالیست تحقیق حاضر با تحقیق گائینی و همکاران، یکی ازدلایل احتمالی تفاوت تغییرات نوتروفیل‌ها می‌تواند سطح آمادگی آزمودنی ها باشد بنابراین برای بررسی های هرچه بیشتر و دقیق تر نیاز به تحقیقات بیشتری در آینده می باشد. محدودیت هایی در تحقیق حاضر وجود داشت، با توجه به نقش اینترلوکین ۱۵ در مهار مسیر های کاتابولیکی از جمله مهار TNF-a همچنین با توجه به ارتباط نزدیک تعداد نوتروفیل ها با کاتکولامین ها و کورتیزول پیشنهاد می شود تا در تحقیقات بعدی این فاکتورها مورد بررسی قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

در مجموع به نظر می‌رسد که شدت بالای تمرین در زمین های کوچک تر (تمرین ۲ در مقابل ۲ در زمین ۲۰ در ۲۵ متر) باعث بیشتر شدن واکنش IL-15 شده است. همانطور که ذکر شد IL-15 بوسیله اندامها در پاسخ به استرس ایمنی در پایداری پروتئین عضله و اکسیداسیون چربی برای تولید انرژی ترشح شود. بنابراین عمل IL-15 بر توده عضله و چربی می تواند برای تمرینات و فعالیت‌های ورزشی مهم باشد. لذا پیشنهاد می شود که از بازی در زمین‌های کوچک‌تر به

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-11]

منظور بهره بردن از مزایای آن تو سط ورز شکاران جوان استفاده شود.

تقدیر و تشکر

این تحقیق مستخرج از پایانامه کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی ورزش با تایید کد اخلاق با شماره IR.SSRI.REC.1397.094 است که در دانشگاه آزاد ا سلام سی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهر ری اجرا گردید. بدین و سیله از کلیه افرادی که در انجام تحقیق حاضر همکاری داشتند به ویژه آزمودنی‌های تحقیق، صمیمانه تشکر و قدردانی می شود.

References

1. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). Am J Sports Med. 2011;39(6):1226-32.

2. Hill-Haas SV, Coutts AJ, Dawson BT, Rowsell GJ. Time-motion characteristics and physiological responses of small-sided games in elite youth players: the influence of player number and rule changes. J Strength Cond Res. 2010;24(8):2149-56.

3. Hill-Haas SV, Coutts AJ, Rowsell GJ, Dawson BT. Generic versus small-sided game training in soccer. Int J Sports Med. 2009;30(09):636-42.

4. Chamani A, Gaeini A, Nuri R, Kordi MR, Choobineh S. The Effect of 6 Weeks of Small-Sided Soccer Games on Some Health Indicators and Telomere Length in Men Aged between 35 and 41. Sport Physiol Manag. 2018; 11(1):49-59

5. Los Arcos A, Vázquez JS, Martín J, Lerga J, Sánchez F, Villagra F, et al. Effects of small-sided games vs. interval training in aerobic fitness and physical enjoyment in young elite soccer players. PloS One. 2015; 10(9): e0137224.

6. Impellizzeri FM, Marcora SM, Castagna C, Reilly T, Sassi A, Iaia FM, et al. Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. Int J Sports Med. 2006;27(06):483-92.

7. Castagna C, Impellizzeri FM, Chamari K, Carlomagno D, Rampinini E. Aerobic fitness and yo-yo continuous and intermittent tests performances in soccer players: a correlation study. J Strength Cond Res. 2006 20(2):320.

8. Quinn LS. Interleukin-15: A muscle-derived cytokine regulating fat-to-lean body composition. J Anim Sci. 2008;86:75-83

9. Ye J. Beneficial metabolic activities of inflammatory cytokine interleukin 15 in obesity and type 2 diabetes. Front Med. 2015;9(2):139-45

10. Barra NG, Chew MV, Reid S, Ashkar AA. Interleukin-15 treatment induces weight loss independent of lymphocytes. PLoS One. 2012;7(6):e39553

11. Pérez-López A, McKendry J, Martin-Rincon M, Morales-Alamo D, Pérez-Köhler B, Valadés D, et al. Skeletal muscle IL-15/IL-15Rα and myofibrillar protein synthesis after resistance exercise. Scand J Med Sci Sports. 2018;28(1):116-125.

12. Pistilli EE1, Quinn LS. From anabolic to oxidative: reconsidering the roles of IL-15 and IL-15Rα in skeletal muscle. Exerc Sport Sci Rev. 2013;41(2):100-6.

13. Gaeini A, Chamani A, Kordi M R, Abolqasemi A. The effect of small sided games on the youth soccer players' IL – 18 and neutrophil levels. Razi J Med Sci. 2014;20 (117) :40-48

14. Rosales C. Neutrophil: A Cell with Many Roles in Inflammation or Several Cell Types? Front Physiol. 2018; 20; 9:113.

15. de Oliveira S, Rosowski EE, Huttenlocher A. Neutrophil migration in infection and wound repair: going forward in reverse. Nat Rev Immunol. 2016;16(6):378-91.

16. Brown WM, Davison GW, McClean CM, Murphy MH. A Systematic Review of the Acute Effects of Exercise on Immune and Inflammatory Indices in Untrained Adults. Sports Med Open. 2015;1(1): 35.

17. Carbó N, López-Soriano J, Costelli P, Alvarez B, Busquets S, Baccino FM, et al. Interleukin-15 mediates reciprocal regulation of adipose and muscle mass: a potential role in body weight control. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects. 2001;1526(1):17-24.

18. Reilly T, White C. Small-sided games as an alternative to interval-training for soccer players. Sci Football V. 2005; 27:355-8.

19. Tamura Y, Watanabe K, Kantani T, Hayashi J, Ishida N, Kaneki M. Upregulation of circulating IL-15 by treadmill running in healthy individuals: is IL-15 an endocrine mediator of the beneficial effects of endurance exercise? Endocrine J. 2011;58(3):211-5.

20. Hingorjo MR, Sitwat Z, Saima S, Masood A. Qureshi Serum Interleukin-15 and its relationship with adiposity Indices before and after short-term endurance exercise Pak J Med Sci. 2018; 34(5): 1125–1131.

21. Nieman DC, Davis JM, Henson DA, Walberg-Rankin J, Shute M, et al. Carbohydrate ingestion influences skeletal muscle cytokine mRNA and

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-11]

plasma cytokine levels after a 3-h run. J Appl Physiol. 2003;94(5):1917-25

22. Quinn LS, Anderson BG, Drivdahl RH, Alvarez B, Argiles JM. Overexpression of interleukin-15 induces skeletal muscle hypertrophy in vitro: implications for treatment of muscle wasting disorders. Exp Cell Res. 2002;280:55-63.

23. Nielsen AR, Mounier R, Plomgaard P, Mortensen OH, Penkowa M, Speerschneider T, et al. Expression of interleukin□15 in human skeletal muscle–effect of exercise and muscle fibre type composition. J Physiol. 2007;584(1):305-12

24. Nielsen AR, Hojman P, Erikstrup C, Fischer CP, Plomgaard P, Mounier R, et al. Association between interleukin-15 and obesity: interleukin-15 as a potential regulator of fat mass. J Clin Endocrinol Metab. 2008;93(11):4486-93

25. Liu J. Irisin as an exercise-stimulated hormone binding crosstalk between organs. Eur Rev Med Pharmacol Sci. 2015;19(2):316-21

26. Ajuwon KM, Spurlock ME. Direct regulation of lipolysis by interleukin-15 in primary pig adipocytes. Am J Physiol. 2008;287:608–611.

27. Rampinini E, Impellizzeri FM, Castagna C, Abt G, Chamari K, Sassi A, et al. Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. J Sports Sci. 2007;25(6):659-66

28. Jones S, Drust B. Physiological and technical demands of 4 v 4 and 8 v 8 games in elite youth soccer players. Kinesiology. 2008;39(2):150-6.

29. Simonson SR, Jackson CG. Leukocytosis occurs in response to resistance exercise in men. J Strength Cond Res. 2004;18(2):266-71

30. Davison G. Innate immune responses to a single session of sprint interval training. Appl Physiol Nutr Metab. 2011;36(6):395-404

31. Butterfield TA, Best TM, Merrick MA. The dual roles of neutrophils and macrophages in inflammation: a critical balance between tissue damage and repair. J Athletic Train. 2006;41(4):457

32. Sorichter S, Martin M, Julius P, Schwirtz AN, Huonker MA, Luttmann W, et al. Effects of unaccustomed and accustomed exercise on the immune response in runners. Med Sci Sports Exerc. 2006;38(10):1739-45

33. Walsh NP, Gleeson M, Shephard RJ, Gleeson M, Woods JA, Bishop NC, et al. Position statement. Part one: Immune function and exercise. Exerc Immunol Rev. 2011;17:6-63.

34. Gleeson M. Immune function in sport and exercise. J Appl Physiol. 2007;103(2):693-9.

35. Sachdev S, Davies KJ. Production, detection, and adaptive responses to free radicals in exercise. Free Rad Biol Med. 2008;44(2):215-23

36. Büttner P, Mosig S, Lechtermann A, Funke H, Mooren FC. Exercise affects the gene expression profiles of human white blood cells. J Appl Physiol. 2007;102(1):26-36.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-11]