

تأثیر مصرف اسپرولینا به دنبال یک دوره فعالیت هوازی وامانده ساز بر برخی شاخص‌های دستگاه ایمنی مردان ورزشکار

محمود دهقانی^۱✉، نرگس چگینی^۲، اکرم رستمی^۳، جمشید بنایی بروجنی^۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۰۷

چکیده

۱- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد نجف آباد اصفهان، اصفهان، ایران.

✉ نویسنده مسئول:

Mahmooddehghani6974@gmail.com

۲- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد شرق تهران، تهران، ایران.

۳- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

۴- استاد فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد نجف آباد اصفهان، اصفهان، ایران.

هدف: هدف از مطالعه حاضر، بررسی تأثیر مصرف اسپرولینا به دنبال یک دوره فعالیت هوازی وامانده ساز بر VO_{2max} و برخی شاخص‌های دستگاه ایمنی مردان ورزشکار بود.

روش‌شناسی: در این پژوهش ۴۰ مرد ورزشکار به صورت تصادفی در چهار گروه (تمرین هوازی وامانده ساز، مصرف اسپرولینا + تمرین هوازی وامانده ساز، مصرف اسپرولینا و گروه کنترل) مورد مطالعه قرار گرفتند. آزمودنی‌های در گروه‌های تمرینی فعالیت هوازی پیش رونده را به صورت دوییدن روی نوار گردان به مدت ۶ هفته و هر هفته ۳ جلسه انجام دادند. گروه‌های مصرف مکمل اسپرولینا و مصرف اسپرولینا + تمرین هوازی به مدت شش هفته روزی دو عدد قرص ۵۰۰ میلی گرمی اسپرولینا در وعده‌های صبح و عصر مصرف کردند. ۲۴ ساعت قبل و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین و بارگیری مکمل، حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها با استفاده از آزمون پله کالج کوئین اندازه‌گیری شد. نمونه‌های خونی برای اندازه‌گیری ایمونوگلوبولین‌های A و G و سطوح کورتیزول گرفته شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون t وابسته، تحلیل واریانس یک راهه و آزمون تعقیبی توکی استفاده شد.

یافته‌ها: یافته‌های پژوهش نشان داد که مصرف ۶ هفته اسپرولینا به دنبال یک دوره فعالیت هوازی وامانده ساز تأثیر معنیداری بر شاخص‌های دستگاه ایمنی آزمودنی‌ها نداشت. در مقابل مشاهده شد که مصرف اسپرولینا به دنبال یک دوره فعالیت هوازی وامانده ساز تأثیر معنیداری بر VO_{2max} مردان ورزشکار داشته است ($p=0/0001$).

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج، احتمالاً بتوان از مکمل اسپرولینا به عنوان یک مکمل موثر در بهبود وضعیت برخی شاخص‌های قلبی-تنفسی ورزشکاران هوازی، استفاده نمود.

واژگان کلیدی: واژه‌های کلیدی: اسپرولینا، فعالیت هوازی وامانده ساز، شاخص‌های دستگاه ایمنی.

ISSN: ۲۹۸۰-۸۹۶۰

تمامی حقوق این مقاله برای نویسندگان محفوظ است.

ارجاع دهی:

Dehghani M, Chegini N, Rostami A, and Banai Borujani J. The Effect of 4 - Week Circuit Training Based on Judo Techniques with L-Arginine Supplementation on Blood Lactic Acid Level and Functional Indicators of Male Judokas. *Research in Exercise Nutrition*, 2023. 2(2): p.15 -26. <https://doi.org/10.22034/ren.2024.140161.1034> .



The Effect of 4 - Week Circuit Training Based on Judo Techniques with L-Arginine Supplementation on Blood Lactic Acid Level and Functional Indicators of Male Judokas

Mahmood Dehghani^{1✉}, Narges Chegini², Akram Rostami³, Jamshid Banai Borujani¹

Received: 2023/11/28

Accepted: 2024/01/08

Abstract

Aims: This study aimed to examine the impact of spirulina consumption following a period of aerobic exercise on VO₂max (maximum oxygen consumption) and selected indicators of the immune system in male athletes.

Methods: A total of 40 male athletes were randomly assigned to four groups: spirulina with aerobic exercise, spirulina + aerobic exercise, spirulina consumption only, and a control group. The training groups engaged in progressive aerobic activities, specifically running on a treadmill, for 6 weeks with three sessions per week. The spirulina supplement and spirulina + aerobic training groups consumed two 500 mg spirulina tablets during morning and evening meals over the six-week period. The subjects' maximum oxygen consumption was measured using the Queen's College Stair Test 24 hours before and after the final training session and supplementation. Blood samples were collected to measure immunoglobulins A and G levels, as well as cortisol levels. Data analysis involved dependent t-tests, one-way analysis of variance, and Tukey's post hoc test.

Results: The research findings indicated that consuming spirulina for 6 weeks following a period of aerobic training did not have a significant effect on the subjects' immune system indicators. However, it was observed that spirulina consumption after aerobic exercise significantly influenced the VO₂max of male athletes (p=0.0001).

Conclusion: Based on the results, spirulina supplementation can be considered an effective supplement for improving certain cardio-respiratory indicators in aerobic athletes.

Key words: spirulina, residual aerobic activity, immune system indicators.

¹.MSc in Sports Physiology, Department of Sports Physiology, Faculty of Humanities and Sports Sciences, Najaf Abad Azad University of Isfahan, Isfahan, Iran

✉ **Corresponding author:**
Mahmooddehghani6974@gmail.com

².MSc in Sports Physiology, Department of Sports Physiology, School of Physical Education and Sports Sciences, East Tehran Azad University, Tehran, Iran.

³.MSc in Sports Physiology, Department of Sports Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Gilan University, Rasht, Iran.

⁴.Professor of Sports Physiology, Department of Sports Physiology, Faculty of Humanities and Sports Sciences, Najaf Abad Azad University of Isfahan, Isfahan, Iran.

ISSN:2980-8960

All rights of this article are reserved for authors.

Citation:

Dehghani M, Chegini N, Rostami A, and Banai Borujani J. The Effect of 4 - Week Circuit Training Based on Judo Techniques with L-Arginine Supplementation on Blood Lactic Acid Level and Functional Indicators of Male Judokas. *Research in Exercise Nutrition*, 2023. 2(2): p.15 -26. <https://doi.org/10.22034/ren.2024.140161.1034>.

مقدمه

اسپیروولینا^۲، که یک مکمل طبیعی غنی از انواع مختلفی از مواد است که ثابت شده است عملکرد ایمنی را تنظیم میکند (۱۱). اسپیروولینا در واقع می‌تواند از تغییر در سلول‌های ایمنی جلوگیری کند و اتوزینوفیل‌ها و بازوفیل‌ها را تقویت کند. بنابراین، مکمل اسپیروولینا برای تثبیت نسبت لکوسیت‌ها، مونوسیت‌ها، اتوزینوفیل‌ها و بازوفیل‌ها در ورزشکاران نخبه دانشگاه مفید بود. علاوه بر این، اسپیروولینا تأثیر مثبتی بر آرزیه‌های با شروع سریع و پاسخ به انگل‌ها یا باکتری‌های بیماریزا دارد و به بهبود تنظیم ایمنی کمک میکند (۱۱). مطالعات گذشته بر روی مکمل اسپیروولینا و تمرین ورزشی نتایج مثبتی را نشان داده است و کارهای آزمایشگاهی نشان داده است که مکمل اسپیروولینا عملکرد ورزشی هوازی را افزایش داده، همانطور که با افزایش زمان خستگی تا یک بار مشخص بود، کاهش کربوهیدرات و افزایش اکسیداسیون چربی و کاهش پراکسیداسیون لیپیدی مشهود بود (۱۲). به نظر می‌رسد اثر اسپیروولینا به دلیل مواد موجود در آن مانند گلوتامین در تکثیر نفوسیت‌ها مؤثر باشد، آرژنین، اسیدهای چرب ضروری، ویتامین B₆، اسید فولیک، ویتامین E و مواد معدنی در عملکرد دستگاه ایمنی ورزشکاران نقش دارند، چربی‌های غیر اشباع موجب افزایش عملکرد ایمنی و ویتامین‌ها به دلیل نقش آنتی‌اکسیدانی بر دستگاه ایمنی مؤثر می‌باشند (۱۳). همچنین آهن، ویتامین B_{۱۲} و اسیدفولیک در افزایش ظرفیت کلوبل قرمز، بتاکاروتن و ویتامین E در توسعه دستگاه ایمنی و ویتامین‌های گروه B در تولید انرژی نقش دارند (۱۳).

عملکرد بهینه ورزشی، بازسازی سریع بدن پس از تمرین و مسابقه و شناسایی عامل‌ها بازدارنده تمرین سال‌هاست که توجه پژوهشگران، مربیان و ورزشکاران را به خود جلب کرده است. از سوی دیگر، پاسخ دستگاه ایمنی به فعالیت‌های ورزشی و نقش تغذیه و مکمل‌ها بر این دستگاه نیز در سه دهه اخیر مورد توجه ویژه قرار گرفته است و از آنجایی که عملکرد مطلوب دستگاه ایمنی برای ورزشکاران از هر دو جنبه سلامت عمومی و عملکرد ورزشی اهمیت دارد، بر همین اساس و با توجه به ضرورت دستیابی به اطلاعات دقیق‌تر در مورد نقش مکمل‌های غذایی در عملکرد ایمنی و ورزشی و در تکمیل پژوهش‌های پیشین و تأکید آن‌ها بر تداوم پژوهش‌ها، سؤال خاص این پژوهش آن است که مصرف مکمل اسپیروولینا که تقریباً همه مواد یاد شده را یک جا دارد چه تأثیری بر کنترل طبیعی شاخص‌های ایمنی در ورزشکاران به‌ویژه ایمونوگلوبین A (IgA) و ایمونوگلوبین G (IgG)، کورتیزول و بیشینه اکسیژن مصرفی دارد؟ لذا در این تحقیق به

عملکرد بهینه ورزشی، بازسازی سریع بدن پس از تمرین و مسابقه و شناسایی عامل‌ها بازدارنده تمرین سال‌هاست که توجه پژوهشگران، مربیان و ورزشکاران را به خود جلب کرده است. از سوی دیگر، پاسخ دستگاه ایمنی به فعالیت‌های ورزشی و نقش تغذیه و مکمل‌ها بر این دستگاه نیز در سه دهه اخیر مورد توجه ویژه قرار گرفته است (۱) و دلیل آن چیزی نیست جز آنکه شرکت در رقابت‌های ورزشی، انجام فعالیت‌های شدید ورزشی و وهله‌های تمرینی بلندمدت به همراه تغذیه نامناسب موجب کاهش عملکرد دستگاه ایمنی و افزایش امکان ابتلا به بیماری‌های عفونی به‌ویژه عفونت مجاری فوقانی مجاری تنفسی می‌شود (۲، ۳).

بیشتر پژوهش‌ها به این نکته معطوف شده است تا چه حجم، مدت، شدت و فراوانی تمرین‌های ورزشی و چه نوع غذاها و مکمل‌های غذایی باعث بهترین عملکرد ورزشی و دستگاه ایمنی می‌شوند. لذا هر چند برنامه‌های متنوع تغذیه‌ای، بهداشتی، محیطی و ورزشی می‌توانند به کمک دستگاه ایمنی و عملکرد ورزشی درآیند، اما در این میان نقش لنفوسیت‌ها و زیررده‌های آن اهمیت خاصی دارند (4، 2). روشن است لنفوسیت‌ها و زیر رده‌های آن (CD₄ و CD₈) منشاء تولید و ترشح بسیاری از مواد دستگاه دفاعی بدن هستند و زوال آن‌ها باعث تضعیف دستگاه ایمنی می‌شود. بنابراین آنچه مسلم است تعداد سلول‌های CD₄ و نسبت سلول‌های CD₄ به CD₈ به دنبال فعالیت ورزشی سنگین کاهش یافته و عملکرد دستگاه ایمنی را به طور موقتی کاهش می‌دهد (5).

با توجه به آنکه فعالیت ورزشی شدید، سنگین و طولانی مدت می‌تواند مقاومت بدن را کاهش داده و عملکرد آن را برای چندین ساعت تا یک هفته و حتی بیشتر تحت تأثیر قرار دهد (۶، ۷). توجه مطالعه‌های گوناگونی درباره ترکیبات مکمل‌های غذایی به شکل‌های متفاوتی و با مقادیر معینی بر شاخص‌های ایمنی ورزشکاران و غیر ورزشکاران انجام شده است (۸). تحقیقات در خصوص تأثیر مصرف مکمل اسپیروولینا بر دستگاه ایمنی و عملکرد ورزشی عمدتاً در حیوانات و تعداد معدودی در انسان انجام شده است. نتایج پژوهش‌های انجام شده در انسان بیانگر آن است که مصرف ۲ تا ۴ گرم اسپیروولینا به مدت حداقل ۲ تا ۴ هفته می‌تواند بر شاخص‌های ایمنی و عملکرد ورزشی مؤثر باشد (۹). ربرت هنریکسن^۳ اظهار کردند که اسپیروولینا موجب افزایش استقامت، تسریع بازیافت، انتقال انرژی و افزایش توان ورزشکاران کوبایی و چینی شده است (۱۰).

2. Spirulina

3. Robert Henrikson

۲ عدد قرص نشاسته را در وعده‌های مورد نظر مصرف کردند. ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین و بارگیری مکمل، حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها با استفاده از آزمون پله کالج کوئین اندازه‌گیری شد و جهت ارزیابی IgG سرم از روش نفلومتری استفاده شد و برای ارزیابی IgA از ۴ میلی لیتر نمونه بزاقی و به روش تور بیدمتری و روش فتومتریک با استفاده از کیت‌های اختصاصی (کیت تجاری شرکت DBC، کانادا با حساسیت $dl/\mu g$ ۰/۴ و جهت اندازه‌گیری سطوح سرمی کورتیزول با روش ELISA) آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد (۱۴).

برای اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها با استفاده از آزمون پله کالج کوئین و با استفاده از فرمول $Vo2max = 81/65 (1847/0 \times HR) -$ انجام شد.

داده‌های به‌دست آمده توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۵ در سطح $\alpha = 0/05$ با آزمون t جفتی برای مقایسه تغییرات درون گروهی و از آزمون تحلیل واریانس یکطرفه و آزمون تعقیبی توکی برای مقایسه تغییرات بین گروهی استفاده شد. مطالعه حاضر توسط کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد تأیید شده است. (IR.IAU.NAJAFABAD.REC.1402.211)

یافته‌ها

نتایج داده‌های مربوط به ویژگی‌های فردی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها به تفکیک گروه‌ها نشان داد قبل از شروع مطالعه، در متغیرهای سن، قد، وزن، تفاوت آماری معنی‌داری بین چهار گروه وجود ندارد ($P > 0/05$) که نشان‌دهنده همگنی گروه‌ها از نظر ویژگی‌های فردی و فیزیولوژیکی بود (جدول شماره ۱).

تأثیر مصرف اسپیرولینا به دنبال یک دوره فعالیت هوازی وامانده‌ساز بر برخی شاخص‌های دستگاه ایمنی مردان ورزشکار پرداخته شد.

روش‌شناسی

در این مطالعه تجربی، ۴۰ نفر از مردان ورزشکار شهر خرم آباد با دامنه سنی ۱۸ تا ۲۴ سال به روش داوطلبانه و در دسترس در این طرح پژوهشی شرکت کرده و به طور تصادفی، به چهار گروه ۱۰ نفری همسان گروه تمرین هوازی/شبه دارو، گروه تمرین هوازی با مصرف مکمل اسپیرولینا، گروه مصرف مکمل اسپیرولینا، گروه کنترل/شبه دارو تقسیم شدند. بعد از انتخاب آزمودنی‌ها در یک جلسه حضوری ۲۴ ساعت قبل از اولین جلسه تمرین و با شرکت تمامی آزمودنی‌ها اطلاعات جامع و کاملی از تحقیق، اهداف آن و طول مدت تحقیق در اختیار آزمودنی‌ها به صورت کتبی و شفاهی قرار داده شد و اندازه‌گیری‌های اولیه متغیرهای خونی (IgA، IgG و کورتیزول) به میزان ۱ سی سی از ورید بازویی آزمودنی‌ها گرفته شد.

قرارداد تمرینی بر اساس توصیه‌های دانشکده پزشکی ورزشی آمریکا^۱ (ACSM) و با رعایت اصل اضافه بار در تمرینات طراحی گردید که که بعد از ۱۰ دقیقه گرم کردن و حرکات کششی شامل ۳۰ تا ۵۰ دقیقه فعالیت هوازی پیش رونده به صورت دویدن روی نوار گردان، با شدت ۵۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره (به روش کاروونن) به مدت ۶ هفته و هر هفته ۳ جلسه (جلسات تمرینی نامتوالی و یک در میان بود و شدت، مدت زمان تمرین به تناوب در طول دوره تمرینی افزایش پیدا می‌کرد) بود. هر جلسه تمرینی در پایان با ۵ دقیقه سرد کردن (راه رفتن روی نوار گردان و حرکات کششی) پایان می‌پذیرفت. شدت تمرینات نیز با استفاده از ضربان سنج‌های پلاریت مدل (CE0573 چین) پایش می‌شد. کلیه مراحل آزمون و اندازه‌گیری‌ها در شرایط زمانی (۸-۱۰/۵ صبح) و در شرایط مکانی و دمایی یکسان و نور مشابه صورت پذیرفت. رژیم غذایی و میزان فعالیت آزمودنی‌ها تا حد امکان نظارت و هماهنگ می‌گردید و به جهت اطمینان نیز در طول اجرای طرح رژیم غذایی آزمودنی‌ها توسط پرسشنامه یادآمد ۲۴ ساعته در ۳ روز (در ۲ روز ابتدایی هفته و یک روز تعطیل انتهایی هفته) کنترل شد.

آزمودنی‌های گروه تمرین/اسپیرولینا و اسپیرولینا قرص اسپیرولینا شرکت مهیان دارو را در دوز درمانی یعنی ۲ عدد قرص ۵۰۰ میلی گرمی به صورت روزانه در وعده‌های صبح و عصر مصرف کردند (۱۴). همچنین آزمودنی‌های تمرین/شبه دارو و کنترل نیز روزانه

1. American College of Sports Medicine

جدول ۱- میانگین و انحراف استاندارد مربوط به سن، قد و وزن آزمودنی‌ها.

متغیر	هوازی	هوازی/اسپیرولینا	اسپیرولینا	کنترل	.Sig
سن (به سال)	۲۰/۶ ± ۲/۵	۲۱/۱ ± ۲/۹	۲۱/۴ ± ۱/۸	۲۱/۷ ± ۱/۸	۰/۷۴۵
وزن (کیلوگرم)	۷۲ ± ۷/۶	۷۴/۷ ± ۴/۷	۷۵/۱ ± ۴/۴	۷۵/۱ ± ۴/۶	۰/۸۱۱
قد (سانتی‌متر)	۱۷۹ ± ۷/۱	۱۷۸/۵ ± ۴/۵	۱۷۹/۲ ± ۶/۶	۱۷۶/۸ ± ۵/۹	۰/۲۸۸

کاهش معناداری مشاهده شد اما در گروه مصرف اسپیرولینا و گروه کنترل تغییر معناداری مشاهده نشد. در مورد اکسیژن مصرفی بیشینه، در گروه تمرین هوازی و گروه مصرف اسپیرولینا به همراه تمرین هوازی وامانده ساز و گروه مصرف اسپیرولینا افزایش مشاهده شد. اما در گروه کنترل، تغییر معناداری مشاهده نشد.

برای بررسی تغییرات درون‌گروهی متغیرهای پژوهش در دو گروه کنترل و تجربی از آزمون t وابسته استفاده شد (جدول شماره ۲) که نتایج در مورد متغیر IgG، در گروه تمرین هوازی و گروه مصرف اسپیرولینا به همراه تمرین کاهش معناداری را نشان داد اما در گروه مصرف اسپیرولینا و گروه کنترل، تغییر معناداری مشاهده نشد.

در مورد متغیر IgA و هورمون کورتیزول در گروه تمرین هوازی و گروه مصرف اسپیرولینا به همراه تمرین هوازی وامانده ساز

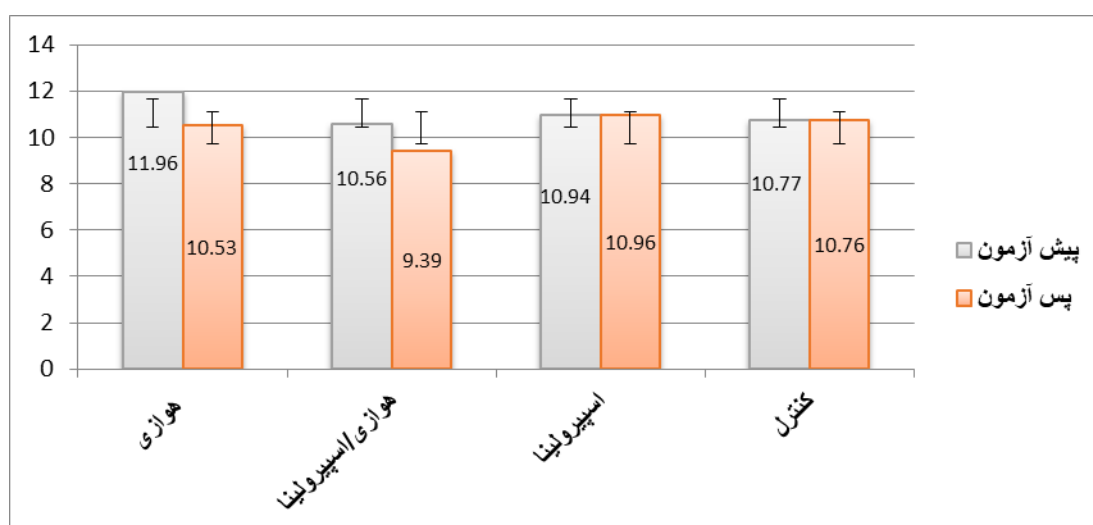
جدول ۲. تغییرات درون‌گروهی متغیرهای پژوهش در گروه‌های آزمایشی با استفاده از آزمون t وابسته.

متغیر	گروه	میانگین و انحراف استاندارد		میزان تغییر (%)	t	Sig.
		پس‌آزمون	پیش‌آزمون			
IgG میکروگرم بر دسی لیتر	تمرین هوازی	۱۱/۹۶ ± ۲/۳۷	۱۰/۵۳ ± ۲/۴۴	-۱۱/۹	۷/۶۶	۰/۰۰۰۱
	هوازی/اسپیرولینا	۱۰/۵۶ ± ۱/۰۴	۹/۳۹ ± ۰/۷۶	-۱۱/۰۸	۷/۶۹	۰/۰۰۰۱
	اسپیرولینا	۱۰/۹۴ ± ۰/۹۲	۱۰/۹۶ ± ۰/۸۲	+۰/۱۸	-۰/۴۸	۰/۶۴
	کنترل	۱۰/۷۷ ± ۱/۶۲	۱۰/۷۶ ± ۱/۶۴	-۰/۰۹	۰/۲۶۴	۰/۷۹
IgA میکروگرم بر دسی لیتر	تمرین هوازی	۱۰۴/۱ ± ۵/۲۲	۱۱۷/۵۴ ± ۴/۹۸	-۱۲/۹	۲۴/۵۳	۰/۰۰۰۱
	هوازی/اسپیرولینا	۱۰۰/۰۶ ± ۱/۱۲	۱۱۲/۲۴ ± ۶۰	-۱۲/۱۷	۱۱/۸۷	۰/۰۰۰۱
	اسپیرولینا	۹۹ ± ۳/۰۵	۹۹/۵ ± ۳/۲۴	-۰/۵۱	۰/۶۹۳	۰/۵۰۶
	کنترل	۱۰۰/۲ ± ۳/۹۷	۱۰۰/۳ ± ۴/۹	-۰/۰۹	۰/۱۴۵	۰/۸۹
هورمون کورتیزول میکروگرم بر دسی لیتر	تمرین هوازی	۱۶/۰۸ ± ۲/۲۹	۱۳/۹۷ ± ۲/۲۳	-۱۳/۱۲	۹/۹۵	۰/۰۰۰۱
	هوازی/اسپیرولینا	۱۳/۴۸ ± ۲/۷۲	۱۱/۶ ± ۲/۷۳	-۱۳/۹۵	۱۳/۱۶	۰/۰۰۰۱
	اسپیرولینا	۱۴/۳۴ ± ۲/۱۲	۱۴/۳۶ ± ۲/۱۴	+۰/۱۴	-۰/۳۱۸	۰/۷۶
	کنترل	۱۴/۸۷ ± ۲/۹۷	۱۴/۹۴ ± ۲/۹۹	+۰/۴۷	-۱/۵۵	۰/۱۶
Vo2Max میلی لیتر/ کیلوگرم در دقیقه	تمرین هوازی	۱۹/۷۹ ± ۱/۲۷	۲۴/۰۲ ± ۱/۶۶	+۲۱/۳۷	-۹/۵۶	۰/۰۰۰۱
	هوازی/اسپیرولینا	۲۰/۱۹ ± ۰/۹۷	۲۸/۵۹ ± ۱/۳۹	+۴۱/۶	-۲۸/۴۱	۰/۰۰۰۱
	اسپیرولینا	۱۹/۸۸ ± ۱/۰۲	۲۰/۰۶ ± ۱/۱۱	+۰/۹۱	-۳/۵۳	۰/۰۰۰۶
	کنترل	۱۹/۸۳ ± ۱/۲۱	۱۹/۸۴ ± ۱/۱۳	+۰/۱۵	-۰/۰۳	۰/۹۸

تمرین هوازی و گروه مصرف اسپیرولینا / هوازی تفاوت معنیداری مشاهده شد. در مقابل بین گروه مصرف اسپیرولینا با گروه کنترل نیز تفاوت معنیداری مشاهده نشد. که این امر نشان می‌دهد مصرف اسپیرولینا به تنهایی نتوانسته است تغییر معنیداری بر IgG داشته باشد. لذا میتوان نتیجه گرفت که یک دوره مصرف اسپیرولینا به دنبال فعالیت هوازی وامانده ساز بر IgG در مردان ورزشکار تأثیر معنی‌داری ندارد.

جهت مقایسه اختلاف میانگین چهار گروه از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد (نموار شماره ۱) که در مقایسه یک دوره مصرف اسپیرولینا به دنبال فعالیت هوازی وامانده ساز بر IgG در مردان ورزشکار میزان تغییرات IgG در چهار گروه، تفاوت معنی‌داری مشاهده شد و نشان داده شد اختلاف میانگین بین گروه مصرف اسپیرولینا به همراه تمرین هوازی با گروه تمرین هوازی معنیدار نمی‌باشد. که بیانگر تأثیر مشابه دو مداخله بر IgG می‌باشد. از طرفی بین گروه مصرف اسپیرولینا با گروه

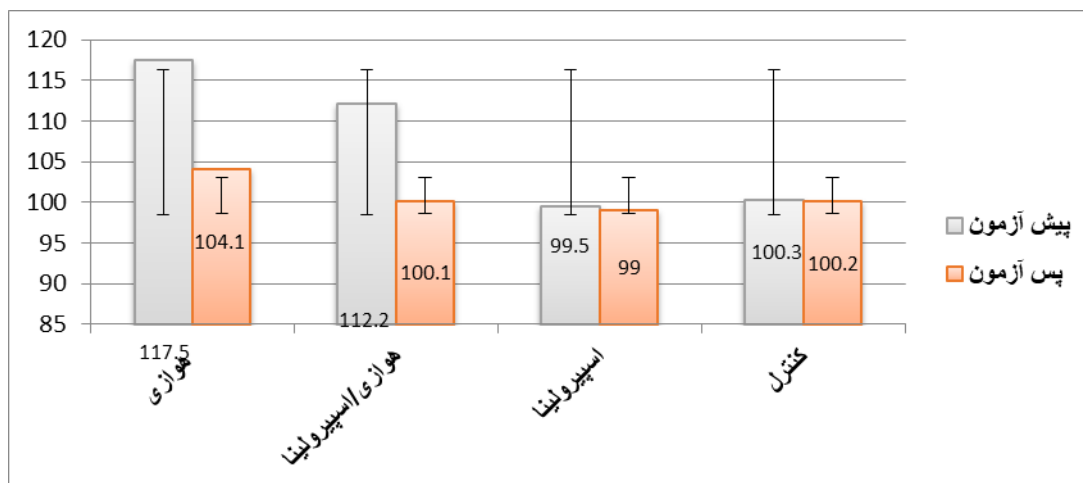
نمودار ۱: مقایسه تغییرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون ایمونوگلوبین G در چهار گروه.



هوازی و گروه مصرف اسپیرولینا / هوازی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. در مقابل بین گروه مصرف اسپیرولینا با گروه کنترل نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. که این امر نشان می‌دهد مصرف اسپیرولینا به تنهایی نتوانسته است تغییر معنی‌داری بر IgA داشته باشد. لذا می‌توان نتیجه گرفت که یک دوره مصرف اسپیرولینا به دنبال فعالیت هوازی وامانده ساز بر IgA در مردان ورزشکار تأثیر معنی‌داری ندارد. (نمودار شماره ۲).

همچنین در مورد یک دوره مصرف اسپیرولینا به دنبال فعالیت هوازی وامانده ساز بر IgA در مردان ورزشکار تأثیر معنی‌داری مشاهده نشد و در مقایسه میزان تغییرات میزان IgA در چهار گروه، تفاوت معنی‌داری وجود داشت که در مقایسه اختلاف میانگین چهار گروه نشان داده شد، اختلاف میانگین بین گروه مصرف اسپیرولینا به همراه تمرین هوازی با گروه تمرین هوازی معنی‌دار نمی‌باشد. که بیانگر تأثیر مشابه دو مداخله بر IgA می‌باشد. از طرفی بین گروه مصرف اسپیرولینا با گروه تمرین

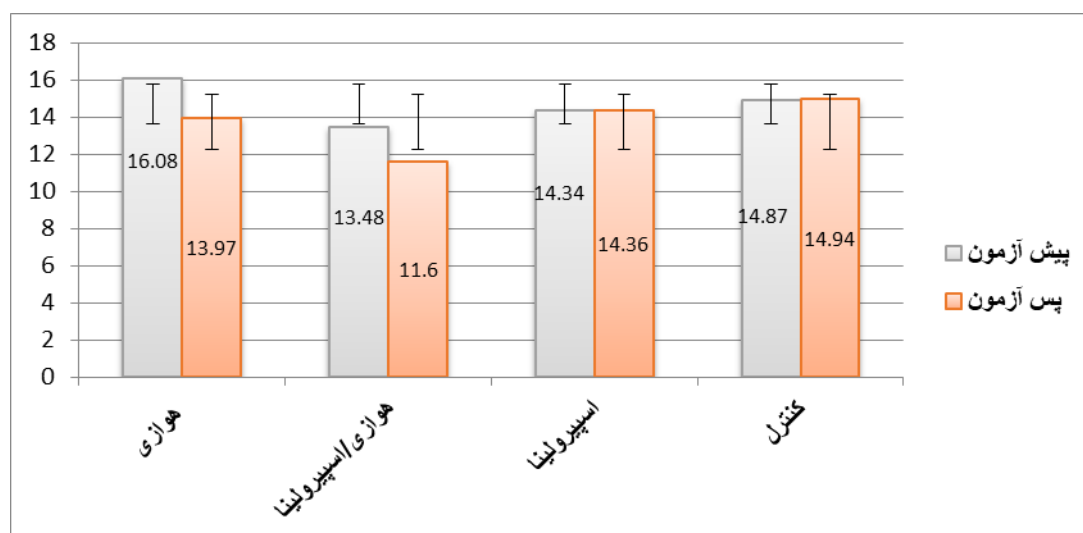
نمودار ۲: مقایسه تغییرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون ایمونوگلوبین A در چهار گروه.



داری مشاهده شد. در مقابل بین گروه مصرف اسپروولینا با گروه کنترل نیز تفاوت معنی داری مشاهده نشد. که این امر نشان می‌دهد مصرف اسپروولینا به تنهایی نتوانسته است تغییر معنی داری بر غلظت کورتیزول داشته باشد. لذا با تأیید فرضیه صفر می‌توان نتیجه گرفت که یک دوره مصرف اسپروولینا به دنبال فعالیت هوایی وامانده ساز بر غلظت کورتیزول در مردان ورزشکار تأثیر معنی داری ندارد. (نمودار شماره ۳).

یک دوره مصرف اسپروولینا به دنبال فعالیت هوایی وامانده ساز بر غلظت کورتیزول در مردان ورزشکار تأثیر معنی داری ندارد. در مقایسه میزان تغییرات غلظت کورتیزول در چهار گروه، تفاوت معنی داری را نشان داد. اما نشان داد اختلاف میانگین بین گروه مصرف اسپروولینا به همراه تمرین هوایی با گروه تمرین هوایی معنی دار نمی‌باشد. که بیانگر تأثیر مشابه دو مداخله بر غلظت کورتیزول می‌باشد. از طرفی بین گروه مصرف اسپروولینا با گروه تمرین هوایی و گروه مصرف اسپروولینا / هوایی تفاوت معنی

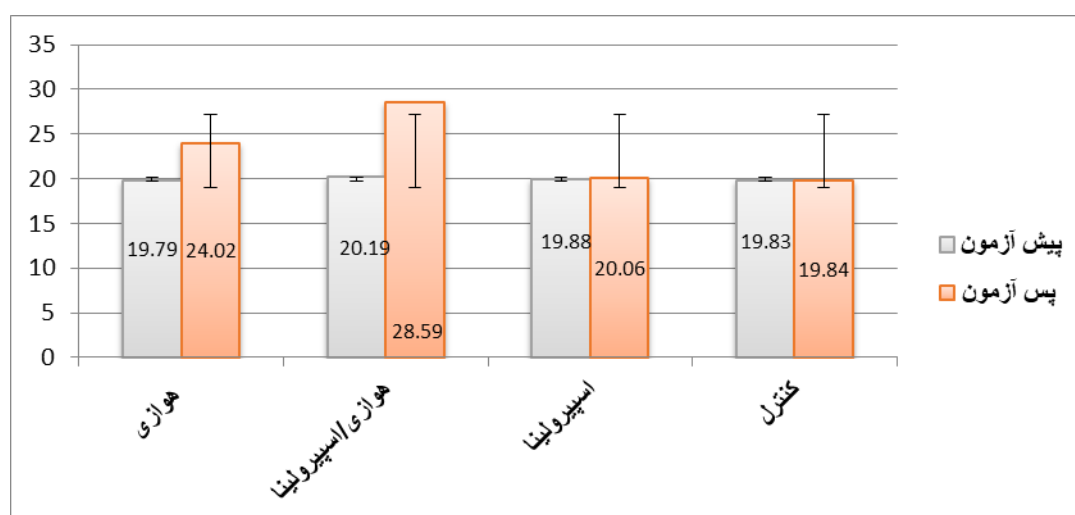
نمودار ۳: مقایسه تغییرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون غلظت کورتیزول در چهار گروه.



تمرین هوازی، افزایش معناداری به میزان ۲۱/۳۷ درصد، در گروه مصرف اسپیرولینا / تمرین هوازی، افزایش معناداری به میزان ۴۱/۶ درصد و در گروه مصرف اسپیرولینا، افزایش معناداری به میزان ۰/۹۱ درصد مشاهده شد. در گروه کنترل، تغییر معناداری مشاهده نشد لذا می توان نتیجه گرفت که مصرف اسپیرولینا به همراه تمرین هوازی وامانده ساز، به طور معنی داری تأثیر بیشتری نسبت به سه گروه تمرین هوازی، مصرف اسپیرولینا و گروه کنترل بر میزان اکسیژن مصرفی بیشینه مردان ورزشکار داشته است. لذا می توان نتیجه گرفت که یک دوره مصرف اسپیرولینا به دنبال فعالیت هوازی وامانده ساز بر اکسیژن مصرفی بیشینه در مردان ورزشکار تأثیر معنی داری دارد. (نمودار شماره ۴).

در رابطه با یک دوره مصرف اسپیرولینا به دنبال فعالیت هوازی وامانده ساز بر اکسیژن مصرفی بیشینه در مردان ورزشکار تأثیر معنی داری مشاهده نشد و در مقایسه میزان تغییرات میزان اکسیژن مصرفی بیشینه در چهار گروه، تفاوت معنی داری را نشان داد جهت مقایسه اختلاف میانگین چهار گروه از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. نشان می دهد، اختلاف میانگین بین گروه مصرف اسپیرولینا با سه گروه دیگر (تمرین هوازی، مصرف اسپیرولینا و گروه کنترل) معنی دار می باشد. نتایج بین گروه تمرین هوازی با سه گروه دیگر نیز تفاوت معنی داری را نشان داد و همچنین بین گروه مصرف اسپیرولینا با گروه کنترل نیز تفاوت معنی داری مشاهده شد. از طرفی، میزان تغییرات پیش آزمون و پس آزمون چهار گروه حاکی از آن است که در گروه

نمودار ۴: مقایسه تغییرات پیش آزمون و پس آزمون اکسیژن مصرفی بیشینه در چهار گروه



و همکاران (۱۳۹۶)، تیجاردوویچ^۱ و همکاران (۲۰۱۹)، همسو و با نتایج پژوهش بدیع آخر و همکاران (۱۳۹۶)، نا همسو بود. کرم اللهی و همکاران (۱۳۹۶)، در مطالعه خود نشان داده اند که یک دوره تمرینات هوازی وامانده ساز بر غلظت ایمونوگلوبین های IgA و IgG سرم مردان غیرورزشکار، تأثیر معنی داری دارد (P=0.0001) (۱۵). تیجاردوویچ و همکاران (۲۰۱۹)، در تحقیقی که با هدف تأثیر ورزش شدید بر فاکتورهای ضد التهابی در پروفایل IgG گلیکوزیلاسیون، انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که؛ پروتکل تمرین ۶ هفته ای RST باعث کاهش پتانسیل ورزش شدید تا سطح التهاب پایه سیستمیک می شود (۱۶)، که این مطلب به نوعی با نتایج پژوهش حاضر همسو می

بحث و نتیجه گیری

هدف از انجام این پژوهش، بررسی تأثیر مصرف اسپیرولینا به دنبال یک دوره فعالیت هوازی وامانده ساز بر VO₂max و برخی شاخص های دستگاه ایمنی مردان ورزشکار بود. مهمترین یافته تحقیق این بود که در گروه تمرین هوازی و در گروه مصرف اسپیرولینا به همراه تمرین هوازی وامانده ساز کاهش معناداری در IgG مشاهده شد اما در گروه مصرف اسپیرولینا و گروه کنترل تفاوت معناداری مشاهده نشد. که این امر نشان می دهد مصرف اسپیرولینا به تنهایی نتوانسته است تغییر معنی داری بر IgG داشته باشد. در عوض می توان چنین نتیجه گرفت که احتمالاً تغییرات حاصل شده ناشی از تمرینات هوازی وامانده ساز بوده است. نتایج این بخش از پژوهش با نتایج پژوهش های کرم اللهی

¹ Tijardović

افزایش داد. هر دو شرایط ورزشی سطح IL-6 را تا ۶۰ دقیقه بعد از ورزش افزایش دادند. نسبت IL-4 / IFN- γ بلافاصله پس از ۶۰ دقیقه پس از HIIE نسبت به قبل از ورزش کاهش یافت. هیچ تغییری برای IgA-S و TBARS برای هیچ یک از شرایط یافت نشد. یک جلسه HIIE قادر است نسبت IL-4 / IFN- γ را کاهش دهد، که نشان دهنده یک واکنش ضد التهابی است، بدون تغییر در عملکرد سیستم ایمنی مخاط و لیپوپراکسیداسیون. از طرف دیگر، یک جلسه کوتاه از MICE باعث ایجاد تغییراتی در الگوی سیتوکین های مرتبط با افزایش عملکرد ایمنی سلولی شد (۱۹).

مکانیسم فیزیولوژیک احتمالی که برای تأثیر شدت و مدت فعالیت عنوان شده این است که هر چه فعالیت با شدت و مدت طولانی تری اجرا شود افزایش تهویه ریوی موجب تغییراتی در سطح مخاط دهان می شود که این پدیده سرکوب ترشح IgA را از عرض ایی تلیوم مخاطی به همراه دارد. زمان جمع آوری نمونه بزاقی نیز، ممکن است حداقل تا حدودی مسئول مشاهده تفاوت های موجود بین نتایج حاصل از تحقیقات متفاوت باشد (۲۰، ۲۱).

معمولاً ورزش، موجب افزایش آشکار در میزان IgA می شود. یکی از دلایل این افزایش IgA متعاقب فعالیت بدنی احتمالاً کاهش آب بزاق در اثر افزایش تهویه ریوی و تبخیر آب موجود در بزاق است. افزایش ترشح پروتئین به داخل مجرای بزاقی در اثر تحریک سمپاتیک نیز یکی دیگر از دلایل افزایش پروتئین بزاقی است (۲۲). یکی از مهمترین مکانیزم هایی که در تحقیقات متفاوت به آن اشاره شده است؛ تغییر میزان جریان بزاقی متعاقب فعالیت ورزشی می باشد که این اثر بحث برانگیز است. مطالعات پیشین، شاهد پاسخ میزان جریان بزاقی به فعالیت ورزشی با شدت های بیشینه و زیربیشینه نبوده اند (23). حال آنکه برخی از محققان شاهد کاهش مقادیر جریان بزاقی متعاقب فعالیت ورزشی بودند (24). دلیل این تضاد ممکن است در دو حوزه خلاصه شود؛ غدد بزاقی توسط اعصاب کولینرژیک پاراسمپاتیک و آدرنرژیک سمپاتیک تحریک می شوند. در هنگام انجام فعالیت ورزشی، تحریک سمپاتیکی افزایش می یابد و منجر به انقباض عروقی می گردد که میزان ترشح بزاق را محدود می کند (۲۱). در این تحقیق نیز افزایش معنی داری غلظت پروتئین تام بزاقی در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل پس از تمرین حاصل شد که می تواند بدلیل مدت اجرای فعالیت هوازی باشد که در نتیجه آن تغییرات تهویه ریوی، دهیدراسیون و کاهش جریان بزاق آن قدر بود که بتواند موجب افزایش معنی دار پروتئین تام بزاقی گردد. افزایش معناداری کورتیزول در گروه مصرف اسپیرولینا، گروه

باشد. این در حالی است که، بدیع آخر و همکاران (۱۳۹۶)، تحقیقی با عنوان تأثیر تمرینات مقاومتی دایره ای بر سطح سرمی اینترلوکین ۱۷ و ایمونوگلوبولین های G، A و M مردان معلول چاق انجام دادند و بیان کرده اند که تمرینات مقاومتی دایره ای، سطوح سرمی اینترلوکین ۱۷ و ایمونوگلوبولین ها را تحت تأثیر قرار نمی دهد (۱۷). احتمالاً نتایج متفاوت این پژوهش با نتایج پژوهش حاضر بخاطر تفاوت در نوع پروتکل تمرینی باشد.

همچنین یافته های پژوهش حاضر حاکی از آن است که در گروه تمرین هوازی، و همچنین در گروه مصرف اسپیرولینا به همراه تمرین هوازی و امانده ساز، کاهش معناداری در ایمونوگلوبولین A مشاهده شد و در گروه مصرف اسپیرولینا و گروه کنترل تفاوت معناداری وجود نداشت که این امر نشان می دهد مصرف اسپیرولینا به تنهایی نتوانسته است تغییر معنی داری بر IgA داشته باشد. در نهایت می توان چنین نتیجه گرفت که احتمالاً تغییرات حاصل شده ناشی از تمرینات هوازی و امانده ساز بوده است. نتایج این بخش از پژوهش با نتایج پژوهش صفایی و همکاران (۱۳۹۵)، همسو و با نتایج پژوهش د.سوزا^۱ و همکاران (۲۰۱۸)، ناهمسو بود.

صفایی و همکاران (۱۳۹۵)، به بررسی تأثیر هشت هفته تمرین هوازی تناوبی بر سطوح ایمونوگلوبولین G، A و M پلاسمای مردان چاق و طبیعی، پرداختند و بیان کرده اند که هشت هفته برنامه تناوبی هوازی با شدت ۶۰ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب، به طور یکسان موجب کاهش IgG، IgM، IgA گروه چاق و گروه طبیعی شد، و تفاوتی از این نظر بین دو گروه چاق و طبیعی مشاهده نشد و فعالیت تناوبی هوازی تأثیر متفاوتی در گروه چاق و طبیعی ایجاد نکرد. در نتیجه احتمالاً مدت زمان پژوهش آنقدر کافی نبود تا سازگاری مناسب حاصل شود، بنابراین مدت زمان تمرین، شدت تمرین و سطح فعالیت اولیه شرکت کنندگان می تواند بر نتایج پژوهش تأثیر بگذارد (۱۸).

د.سوزا^۲ و همکاران (۲۰۱۸)، در مطالعه خود به بررسی تأثیر ورزش مداوم با شدت بالا و شدت متوسط بر پاسخ های پراکسیداسیون التهابی، لپتین، IgA و لیپید در مردان چاق، پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد سطح لپتین بلافاصله پس از HIIE کاهش یافت و با موش تفاوت داشت. سطح IFN- γ بلافاصله پس از ۶۰ دقیقه پس از HIIE در مقایسه با پایه کاهش یافت، و همچنین سطح IL-4 بلافاصله پس از ورزش در مقایسه با مقادیر استراحت افزایش یافته است. موش بلافاصله پس از ورزش و ۶۰ دقیقه پس از ورزش (P = ۰/۰۰۴) افزایش سطح IFN- γ را در رابطه با شروع

¹ de Souza

² de Souza

هیپوفیز-هیپوتالاموس بدنبال فعالیت هوازی وامانده ساز شود. یافته‌ها در گروه تمرین هوازی و گروه مصرف اسپیرولینا به همراه تمرین هوازی وامانده ساز، کاهش معناداری را در میزان اکسیژن مصرفی بیشینه (VO_{2max}) را نشان داد. در گروه مصرف اسپیرولینا و گروه کنترل تغییر معناداری مشاهده نشد. لذا می‌توان نتیجه گرفت که مصرف اسپیرولینا به همراه تمرین هوازی وامانده ساز، به طور معنی داری تأثیر بیشتری نسبت به سه گروه تمرین هوازی، مصرف اسپیرولینا و گروه کنترل بر میزان اکسیژن مصرفی بیشینه مردان ورزشکار داشته است. از آن جایی که مدت، شدت و مسافت پیموده شده هر دو گروه (اسپیرولینا - تمرین هوازی و گروه تمرین هوازی) از نظر آماری با یکدیگر تفاوت معنی داری داشتند، لذا می‌توان احتمال داد گروه دوی هوازی - اسپیرولینا تمرین‌پذیرتر از گروه‌های دیگر بوده‌اند یا این که مصرف اسپیرولینا بر افزایش VO_{2max} تأثیر داشته است. همچنین، اختلاف معنی دار VO_{2max} گروه اسپیرولینا با گروه کنترل احتمالاً مؤید این نکته است که مصرف اسپیرولینا موجب گسترش VO_{2max} در گروه اسپیرولینا شده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که علاوه بر تمرینات هوازی، مکمل اسپیرولینا در این بین نقش داشته است.

پژوهش‌ها نشان می‌دهد پلی‌پپتید آبی‌رنگ اسپیرولینا به نام فیکوسیانین بر سلول‌های بنیادی مغز استخوان مؤثر است (۲۶، ۲۷) دانشمندان چینی گزارش کردند، اسپیرولینا سلول‌های مغز استخوان را تحریک کرده و موجب افزایش گلبول‌های قرمز، سفید، هموگلوبین و تقویت دستگاه ایمنی می‌شود. پژوهش حاضر نشان داد گروه‌هایی که اسپیرولینا مصرف نمودند، مقدار هموگلوبین خونشان تفاوت معنی داری با سایر گروه‌ها داشت (28). پژوهش‌ها نشان می‌دهد الگوی کاهش VO_{2max} مثل الگوی کاهش هموگلوبین است (21). پاسخ‌های خونی به هر نوع فعالیت به شدت، نوع فعالیت، مدت و شرایط محیطی بستگی دارد. با توجه به اینکه نقش VO_{2max} در کارایی بدن هنگام فعالیت‌های هوازی به خوبی شناخته شده و بهبود آن به نحو بارزی به انتقال اکسیژن به بافت‌های درگیر کمک می‌کند، خود مستلزم هماهنگی دستگاه‌های تهویه‌ای، عصبی-عضلانی و به ویژه گردش خون و عوامل آن مخصوصاً هموگلوبین و هماتوکریت است و ترقیق خون و تغلیظ خون نیز بر آن اثرگذار است ولی افزایش VO_{2max} را نمی‌توان تنها به عوامل فوق نسبت داد بلکه سازگاری تمرین و عوامل تغذیه‌ای نیز اثرگذار است. اسپیرولینا با توجه به دارا بودن عوامل انتقال اکسیژن و خون، دارا بودن بیشترین آهن و همه اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری برای سنتز گلوبین در افزایش VO_{2max} می‌تواند

تمرین هوازی و همچنین در گروه مصرف اسپیرولینا + تمرین هوازی وامانده ساز مشاهده شد اما در گروه کنترل، تغییر معناداری مشاهده نشد. یافته‌ها همچنین حاکی از آن بود که بین گروه مصرف اسپیرولینا با گروه تمرین هوازی و گروه مصرف اسپیرولینا / هوازی تفاوت معنی داری مشاهده شد. در مقابل بین گروه مصرف اسپیرولینا با گروه کنترل نیز تفاوت معنی داری مشاهده نشد. که این امر نشان می‌دهد مصرف اسپیرولینا به تنهایی نتوانسته است تغییر معنی داری بر غلظت کورتیزول داشته باشد. لذا می‌توان چنین نتیجه گرفت که احتمالاً تغییرات حاصل شده ناشی از تمرینات هوازی وامانده ساز بوده است.

همانگونه که تحقیقات پیشین نشان می‌دهد، تصور می‌شود افزایش کورتیزول با شدت فعالیت ورزشی متناسب باشد. با وجود این، مقادیر کورتیزول هنگام فعالیت ورزشی با شدت‌های ملایم تا متوسط، تغییری نداشته است. تنها زمانی که شدت فعالیت ورزشی بیشتر از $70\% VO_{2max}$ بوده، افزایش پایداری در کورتیزول مشاهده شده است. همچنین، افزایش معنی دار غلظت کورتیزول هنگام یک جلسه فعالیت ورزشی وامانده ساز، مادامی که کار با حداکثر شدت انجام شده، گزارش شده است. به نظر می‌رسد تمرینات ورزشی باعث می‌شوند تا پاسخ کورتیزول هنگام فعالیت‌های استقامتی طولانی مدت کمتر شود. به نظر چنین می‌آید که این تغییرات بازتاب حفظ بهتر مقادیر گلوکز خون در این افراد است (25). از طرف دیگر، غلظت پلاسمایی کورتیزول تنها در تمرین‌های کوتاه مدت افزایش می‌یابد. ولک و همکاران (۱۹۹۷)، نتیجه گرفتند تمرین‌های کوتاه مدت تغییر اندکی در غلظت پلاسمایی کورتیزول به وجود می‌آورد. همچنین، یک ساعت تمرین شدید می‌تواند تغییر معنی داری در غلظت کورتیزول به وجود آورد. در مطالعه گرت و همکارانش (۲۰۰۰)، عنوان شده است، ترشح کورتیزول متأثر از ACTH است. هنگامی که فعالیت ورزشی شروع می‌شود چند دقیقه زمان لازم است تا کورتیزول آزاد شود اما مقادیر ترشح آن بستگی به شدت فعالیت ورزشی دارد. این شدت حد بالای بحرانی تقریباً ۵۰ الی ۶۰٪ VO_{2max} می‌باشد. از طرف دیگر، فعالیت ورزشی کوتاه مدت (مخصوصاً با حداکثر شدت) ممکن است فرصت و زمان کافی برای پاسخ کورتیزول باقی نگذارد تا مقدار این هورمون به حداکثر خود برسد. با وجود این شدت کمتر از ۵۰٪ VO_{2max} باعث کاهش مقدار کورتیزول در خون می‌شود، چون میزان برداشت و پاک‌سازی کورتیزول از خون هنگام چنین فعالیتی بیشتر از حالت استراحت است در نتیجه مقدار کورتیزول حتی از زمان استراحت هم می‌تواند پائین تر باشد. با وجود این، می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً تحقیق حاضر نتوانسته است باعث تحریک دستگاه قشر فوق کلیوی و محور

- [6] Thomas RJ, Kenfield SA, Jimenez A. Exercise-induced biochemical changes and their potential influence on cancer: a scientific review. *British journal of sports medicine*. 2017 Apr 1;51(8):640-4.
- [7] Goh J, Behringer M. Exercise alarms the immune system: a HMGB1 perspective. *Cytokine*. 2018 Oct 1;110:222-5.
- [8] Inkabi SE, Pushpamithran G, Richter P, Attakora K. Exercise immunology: involved components and varieties in different types of physical exercise. *Scientect Journal of Life Sciences*. 2017 Nov 5;1(1):31-5.
- [9] Way KL. The effect of high Intensity interval training ver...
- [10] Xiao J, editor. *Physical exercise for human health*. Singapore: Springer; 2020 Apr 27.
- [11] Fadaei Chafy MR, Dashty MH, Hojjati SH. Effect of short-term taurine consumption on muscular strength and responses of muscle damage markers and hs-CRP following a single session of resistance exercise in resistance trained men. *Research in Exercise Nutrition*. 2022 Jun 22;1(2):21-33.
- [12] Jassby A. *Spirulina: a model for microalgae as human food*. *Algae and human affairs*. 1988:149-79.
- [13] Henrikson R. *Spirulina: Health discoveries from the source of life*.
- [14] Hooshmand Moghadam B, Kordi MR, Attarzade Hosseini SR, Davaloo T. Aerobic exercises and Supplement Spirulina reduce inflammation in diabetic men. *Pars Journal of Medical Sciences*. 2022 Dec 25;16(4):10-8.
- [15] Chaouachi M, Gautier S, Carnot Y, Bideau N, Guillemot P, Moison Y, Collin T, Vincent S, Groussard C. *Spirulina platensis provides a small advantage in vertical jump and sprint performance but does not improve elite rugby players' body composition*. *Journal of Dietary Supplements*. 2021 Nov 2;18(6):682-97.
- [16] Maughan RJ, editor. *Sports nutrition*. John Wiley & Sons; 2013 Sep 24.
- [17] Ahmadian T, Tofighi A. Effects of Aerobic exercise with spirulina

نقش بارزی ایفا نماید (26, 27).

نتایج پژوهش نشان داد که ۶ هفته مصرف اسپیرولینا به دنبال یک دوره فعالیت هوازی وامانده ساز تاثیر معنیداری بر شاخص‌های دستگاه ایمنی آزمودنیها نداشت در مقابل مصرف اسپیرولینا به دنبال یک دوره فعالیت هوازی وامانده ساز تاثیر معنی داری بر Vo2max مردان ورزشکار دارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از کلیه شرکت کنندگان در این پژوهش قدردانی می‌کنند.

تعارض منافع: نویسندگان مقاله هیچگونه تعارض منافی ذکر نکردند.

منابع

- [1] Amani M, Gaeini AA, Kashef M, Karami S. The effect of one session continuous and intermittent aerobic exercise on blood responses of HSP72, cortisol and creatine kinase.
- [2] Golpasandi, Abdollahpour S, Golpasandi H. High-intensity interval training combined with saffron supplementation modulates stress-inflammatory markers in obese women with type 2 diabetes *Research in Exercise Nutrition* 2022, May 22; 1(1): 55-61
https://www.researchinexercisenutrition.com/article_62277.html?lang=en.
- [3] Rahimi R, Nejad HS. Effects of β -Hydroxy- β -Methylbutyrate Supplementation on IL-4, IL-10 and TGF- β 1 during Resistance Exercise in Athletes.
- [4] Rezaei Zonooz S, Abed Natanzi H, Ghazalian F. The effect of ZMA supplementation on inflammatory factors of muscle injury (CK and LDH) following a bout of eccentric resistance exercise in non-athlete woman aged 18 to 28 years. *Research in Exercise Nutrition*. 2022 May 22;1(1):31-9.
- [5] Schmidt T, Jonat W, Wesch D, Oberg HH, Adam-Klages S, Keller L, Röcken C, Mundhenke C. Influence of physical activity on the immune system in breast cancer patients during chemotherapy. *Journal of cancer research and clinical oncology*. 2018 Mar;144:579-86.

- of IgA subclasses in men. *International Journal of Sport and Exercise Science*. 2009 Jul 1;1(3):69-74.
- [25] Ahn N, Kim K. The effects of resistance elastic bands exercises on salivary IgA and salivary cortisol levels in elderly women. *Biomedical Research (0970-938X)*. 2018 Mar 1;29(5).
- [26] Allgrove JE, Gomes E, Hough J, Gleeson M. Effects of exercise intensity on salivary antimicrobial proteins and markers of stress in active men. *Journal of sports sciences*. 2008 Apr 1;26(6):653-61.
- [27] Marwah A. *Does caffeine ingestion influence mucosal immunity and performance in males during intermittent exercise in the heat?* (Doctoral dissertation, Auckland University of Technology).
- [28] Beyleroglu M. The effects of maximal aerobic exercise on cortisol and thyroid hormones in male field hockey players. *African journal of pharmacy and pharmacology*. 2011 Nov 8;5(17):2002-6.
- [29] Abdellatif SA, Abdel Rahman AN, Abdallah FD. Evaluation of Immunostimulant activity of *Spirulina platensis* (*Arthrospira platensis*) and Sage (*Salvia officinalis*) in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Zagazig Veterinary Journal*. 2018 Mar 1;46(1):25-36.
- [30] Sorrenti V, Castagna DA, Fortinguerra S, Buriani A, Scapagnini G, Willcox DC. *Spirulina* microalgae and brain health: A scoping review of experimental and clinical evidence. *Marine Drugs*. 2021 May 22;19(6):293.
- [31] Patel P, Jethani H, Radha C, Vijayendra SV, Mudliar SN, Sarada R, Chauhan VS. Development of a carotenoid enriched probiotic yogurt from fresh biomass of *Spirulina* and its characterization. *Journal of food science and technology*. 2019 Aug 1;56:3721-31.
- supplementation on changes RBC, Hemoglobin and Hematocrit in non-athletic girls.
- [18] Karamullahi A, Muradpourian M, Shujaei P, Hassanvand B. The effect of a period of aerobic training on the concentration of IgA and IgG immunoglobulins in the serum of non-athletes. In *The first national conference of sports and health science achievements of Abadan University of Medical Sciences* 2016.
- [19] Tijardović M, Marijančević D, Bok D, Kifer D, Lauc G, Gornik O, Keser T. Intense physical exercise induces an anti-inflammatory change in IgG N-glycosylation profile. *Frontiers in physiology*. 2019 Dec 20;10:475189.
- [20] Badiakhar H, Mogharnasi M, Kazemi A, Baravati SA. The effect of circular resistance training on serum level of IL-17 and immunoglobulins M, A, G in obese handicapped men. *Qom University of Medical Sciences Journal*. 2017;11(9).
- [21] Safaei M, Mojtahedi H, Ghorbani F, Gharahdaghi N. The effect of 8 weeks of aerobic interval training on plasma IgA, IgG and IgM in obese and non-obese men. *Journal of Sport Biosciences*. 2016 Aug 22;8(2):221-30.
- [22] De la Jara A, Ruano-Rodriguez C, Polifrone M, Assunção P, Brito-Casillas Y, Wägner AM, Serra-Majem L. Impact of dietary *Arthrospira* (*Spirulina*) biomass consumption on human health: main health targets and systematic review. *Journal of Applied Phycology*. 2018 Aug;30:2403-23.
- [23] Agha NH, Baker FL, Kunz HE, Spielmann G, Mylabathula PL, Rooney BV, Mehta SK, Pierson DL, Laughlin MS, Markofski MM, Crucian BE. Salivary antimicrobial proteins and stress biomarkers are elevated during a 6-month mission to the International Space Station. *Journal of Applied Physiology*. 2020 Feb 1;128(2):264-75.
- [24] Li TL, Rush B. The effects of prolonged strenuous exercise on salivary secretion