





دو فصلنامه علمی
مطالعات کاربردی علوم زیستی در ورزش
دوره ۸، شماره ۱۵، بهار و تابستان ۱۳۹۹

شماره استاندارد بین المللی (شاپا): ۲۳۸۳-۰۱۸۲

شاپا الکترونیکی: ۲۵۳۸-۴۶۹۴

دانشگاه بیرجند
دانشکده علوم ورزشی

صاحب امتیاز: دانشگاه بیرجند

مدیر مسئول: علی ثقه الاسلامی

سر دبیر: محمد اسماعیل افضل پور

ویراستار انگلیسی: سعید ایل بیگی

ویراستار علمی: محمد اسماعیل افضل پور

مشاور آماری: مجید رضایی

مدیر داخلی: مهتاب ناصح

کارشناس اجرایی: مجتبی امیرآبادی زاده، آسیه تاجی طبس

صفحه آرایی: گروه تبلیغاتی هفت

شمارگان: ۱۰۰ نسخه

بهاء: ۵۰۰۰۰ ریال

هیات تحریریه (به ترتیب الفبا):

محمد اسماعیل افضل پور، فیزیولوژی ورزشی بالینی، استاد دانشگاه بیرجند

رامین امیر ساسان، فیزیولوژی و تغذیه ورزشی، دانشیار دانشگاه تبریز

سعید ایل بیگی، بیومکانیک ورزشی، دانشیار دانشگاه بیرجند

مرضیه ثاقب جو، بیوشیمی و متابولیسم ورزشی، دانشیار دانشگاه بیرجند

افشار جعفری، فیزیولوژی ورزشی سلولی - ملکولی، دانشیار دانشگاه شهید بهشتی تهران

عبدالحمید حبیبی، فیزیولوژی ورزشی، استاد دانشگاه شهید چمران اهواز

فرهاد رحمانی نیا، فیزیولوژی ورزشی، استاد دانشگاه گیلان

علی اصغر رواسی، فیزیولوژی ورزشی، استاد دانشگاه تهران

معرفت سیاه کوهیان، فیزیولوژی ورزشی، استاد دانشگاه محقق اردبیلی

سیدرضا عطارزاده حسینی، فیزیولوژی ورزشی، استاد دانشگاه فردوسی مشهد

مهرداد عنبریان، بیومکانیک ورزشی، استاد دانشگاه بو علی سینا همدان

حمید محبی، فیزیولوژی و متابولیسم ورزشی، استاد دانشگاه گیلان

سید محمد مرندی، فیزیولوژی ورزشی، استاد دانشگاه اصفهان

مهدی مقرنسی، فیزیولوژی ورزشی بالینی، دانشیار دانشگاه بیرجند

نشانی دفتر نشریه: بیرجند - دانشگاه بیرجند - پردیس شوکت آباد - دانشکده علوم ورزشی

سندوق پستی: ۹۷۱۷۵ / ۶۱۵ تلفن: ۰۵۶-۳۱۰۲۶۹۱۷ نمابر: ۰۵۶-۳۲۲۰۲۰۳۲

پایگاه الکترونیکی: <http://jpsbs.birjand.ac.ir> پست الکترونیکی: jpsbs.birjand@gmail.com

بر اساس نامه شماره ۶۴۷۸۷ / ۱۸ / ۳ مورخ ۱۳۹۴ / ۴ / ۶ مدیر کل دفتر سیاست گذاری و برنامه ریزی امور پژوهشی، این نشریه در جلسه ۲۰ / ۴ / ۱۳۹۴ کمیسیون نشریات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری؛ اعتبار علمی پژوهشی کسب کرده است. همچنین انتشار نشریه با مجوز وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی (نامه شماره ۹۱/۱۲۸۴۵ مورخ ۱۳۹۱/۲/۵) صورت می گیرد. در حال حاضر این نشریه در پایگاه های Cite Factor, Noormagz, Google scholar, Scientific world index, Scientific library index, Civillika, Magiran, Index Copernicus, ISC, DOAJ و ISI Scientific Indexing Services نمایه می گردد.

مشاوران علمی این شماره به ترتیب الفبا:

محمد اسماعیل افضل پور، عضو هیات علمی دانشگاه بیرجند
صادق امانی، عضو هیات علمی دانشگاه خوارزمی
سید محسن آوندی، عضو هیات علمی دانشگاه سمنان
خدیجه ایراندوست، عضو هیات علمی دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)
شهناز بمبئی چی، عضو هیات علمی دانشگاه فردوسی مشهد
اصغر توفیقی، عضو هیات علمی دانشگاه ارومیه
صادق چراغ بیرجندی، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد
سیروس چوبینه، عضو هیات علمی دانشگاه تهران
زهرا حجتی ذی دشتی، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت
رستگار حسینی، عضو هیات علمی دانشگاه رازی کرمانشاه
علیرضا حسینی کاخک، عضو هیات علمی دانشگاه حکیم سبزواری
جلیل رئیسی، عضو هیات علمی دانشگاه اصفهان
محمد علی سماواتی شریف، عضو هیات علمی دانشگاه بوعلی سینا همدان
داریوش شیخ الاسلامی وطنی، عضو هیات علمی دانشگاه کردستان
عباس صالحی کیا، عضو هیات علمی دانشگاه سیستان و بلوچستان
حسین طاهری چادر نشین، عضو هیات علمی دانشگاه بجنورد
رویاء عسکری، عضو هیات علمی دانشگاه حکیم سبزواری
سید رضا عطارزاده حسینی، عضو هیات علمی دانشگاه فردوسی مشهد
محمد فشی، عضو هیات علمی دانشگاه شهید بهشتی تهران
آقاعلی قاسم نیان، عضو هیات علمی دانشگاه زنجان
علی اصغر مازنی، عضو هیات علمی مرکز آموزش عالی کاشمر
محسن محمد نیا احمدی، عضو هیات علمی دانشگاه بیرجند
محمد مسافری ضیاء الدینی، عضو هیات علمی دانشگاه فردوسی مشهد
مهتاب معظمی، عضو هیات علمی دانشگاه فردوسی مشهد
مهدی مقرنسی، عضو هیات علمی دانشگاه بیرجند
فرزاد ناظم، عضو هیات علمی دانشگاه بو علی سینا همدان
جواد وکیلی، عضو هیات علمی دانشگاه تبریز

راهنمای نگارش و ارسال مقاله برای نشریه "مطالعات کاربردی علوم زیستی در ورزش"

بخش اول) مشخصات نشریه:

دو فصلنامه علمی - پژوهشی "مطالعات کاربردی علوم زیستی در ورزش" عنوان نشریه دانشکده علوم ورزشی دانشگاه بیرجند است که پژوهش های اصیل و کاربردی در زمینه های فیزیولوژی ورزشی، تغذیه ورزشی، علم تمرین و سایر زمینه های مرتبط منتشر می کند.

بخش دوم) راهنمای نویسندگان

نویسندگان محترم، نکات زیر را هنگام تهیه و ارسال مقاله رعایت نمایند:

الف - مقاله ها به صورت برخط (online) از طریق وب سایت <http://jpsbs.birjand.ac.ir> ارسال گردد. نویسندگان می توانند از طریق پست الکترونیکی (ایمیل) نشریه به آدرس jpsbs.birjand@gmail.com با دفتر نشریه ارتباط داشته باشند.

ب - نامه ای با امضای نویسنده مسئول مبنی بر این که مقاله ارسالی در نشریات داخل و خارج کشور پذیرفته نشده و یا به چاپ نرسیده و نیز همزمان، برای نشریه دیگری ارسال نگردیده است، همراه فایل مقاله فرستاده شود. در ضمن، از نویسندگان درخواست می شود تا گرفتن پاسخ نهایی، مقاله خود را برای نشریه های دیگر ارسال ننمایند.

ج - برای هر مقاله، ارسال فایل بدون نام نویسندگان و فایل با نام نویسندگان (به شکل word) ضروری است.

د - مقاله به صورت یک خط در میان (فاصله سطرها مناسب و حاشیه هر سمت ۲/۵ سانتیمتر) و با نرم افزار Word2003/2007 با قلم B Nazanin با رعایت کامل اصول آیین نگارش فارسی، تایپ شود. اندازه B-14 برای عنوان مقاله، 12 برای متن و B-12 برای عنوان های داخل مقاله در نظر گرفته شود. متن و کلمات انگلیسی با قلم Utsaah اندازه 12 تایپ شوند. شماره صفحه در پایین و وسط هر صفحه قرار گیرد

بخش سوم: نحوه نگارش متن مقاله

الف - صفحه اول: عنوان کامل مقاله، نام نویسنده/نویسندگان، موسسه یا دانشگاه محل خدمت، رتبه علمی و عنوان دانشگاهی، گروه، دانشکده، دانشگاه، شهر، آدرس پستی و آدرس پست الکترونیکی (e-mail)، تلفن و نامبر ذکر شود. در این صفحه می بایست نویسنده مسئول جهت پیگیری روند بررسی مقاله، مشخص شده باشد توجه: آدرس نویسنده مسئول مقاله در همین صفحه زیرنویس شود.

چکیده فارسی مقاله که می بایست حداکثر ۲۵۰ تا ۳۰۰ کلمه باشد و ساختار بندی زیر را داشته باشد:

زمینه و هدف، روش تحقیق، یافته ها (یافته ها باید با افعال گذشته نوشته شود و نتایج حاصل از مطالعه را به طور واضح و دقیق ارائه دهد) نتیجه گیری (در حد چند جمله در آخر متن) و واژه های کلیدی (بین ۳ تا ۵ واژه).

ب - متن مقاله: شامل مقدمه، روش تحقیق، یافته ها، بحث، نتیجه گیری، قدردانی و تشکر، منابع است. تعداد صفحات متن نباید از حداکثر ۱۲ صفحه ۱۸ سطر یا ۴۰۰۰ کلمه تجاوز نماید. جدول ها باید تک ستونی بوده و دارای عنوان کامل باشند و همانند متن اصلی با نرم افزار Word2003/2007 با قلم B Nazanin-10 تایپ شوند. چیدمان ستون های جدول به صورت وسط چین بوده و با اعداد فارسی تایپ شوند. نمودارها نیز باید دارای عنوان کامل باشند و برای رسم آن ها از نرم افزار Excle 2007/2003 استفاده شود. فایل اصلی نمودارها همراه مقاله ارسال شود.

ج - صفحه آخر: عیناً مشابه صفحه اول حاوی عنوان مقاله، نام نویسندگان، نام موسسه، رتبه علمی و ... به زبان انگلیسی تایپ شود. چکیده انگلیسی مقاله نیز مطابق چکیده فارسی ترجمه شده و در این صفحه قرار گیرد.

توجه: تنها از کلمات اختصاری استاندارد استفاده شود و از به کار بردن اختصارات در عنوان و چکیده خودداری شود. لغات کامل هر کلمه اختصاری استاندارد، باید در اولین استفاده آن در متن، داخل پرانتز آورده شود؛ مگر این که یک واحد استاندارد اندازه گیری باشد. اصطلاحات انگلیسی حتی الامکان به فارسی برگردانده شوند و خود واژه انگلیسی به صورت زیرنویس در پایین صفحه آورده شود. اسامی خاص انگلیسی در متن مقاله، باید به فارسی آوا نویسی شود، مثل "هاریسون" به جای "Harrison"

بخش چهارم: شیوه استناددهی و نگارش منابع

کلیه منابع باید به زبان انگلیسی بر اساس شیوه APA 6th - sections case (APA) نوشته شوند. منابع فارسی مورد استفاده با توجه به چکیده انگلیسی هر مقاله، به انگلیسی ترجمه شوند. منابع به ترتیب الفبا مرتب شوند و گذاشتن شماره لازم نیست. در متن مقاله، بجای ذکر شماره منابع، لازم است نام نویسنده/نویسندگان در داخل پرانتز آورده شود. تعداد منابع استفاده شده برای هر مقاله حتی الامکان از ۳۰ منبع تجاوز نکنند. برای سهولت در کار توصیه می شود منابع با استفاده از نرم افزار اندنوت (EndNote) مرتب شوند.

الف - قواعد استناد درون متن

برای استناد دهی درون متنی به یک منبع یا مرجع، به ترتیب، نام خانوادگی نویسنده، ویرگول، سال انتشار در داخل پرانتز ذکر می شود؛ مانند: (مرادی، ۲۰۱۱). اگر تعداد مؤلفان دو نفر باشند، نام هر دو ذکر می شود. مانند: (مرادی و طیبی، ۲۰۱۱). اما اگر تعداد مؤلفان بیش از سه نفر باشند، تنها نام خانوادگی نویسنده اول ذکر شده و از عبارت "و دیگران" استفاده می شود. مانند: (مرادی و دیگران، ۲۰۰۸). اگر به بیش از یک منبع در متن ارجاع داده شود، اسامی و سال انتشار با نقطه ویرگول از هم جدا می شوند. مانند: (مرادی، ۲۰۱۱؛ عابدی و دیگران، ۲۰۰۸). اگر به چند اثر یک نویسنده ارجاع داده می شود، بعد از ذکر نویسنده و سال انتشار، دیگر سالها با نقطه ویرگول از هم متمایز می شوند، مانند: (باکلند، ۱۹۶۷؛ ۱۹۷۸؛ ۱۹۸۸). اگر چند اثر یک نویسنده در یک سال انتشار یافته باشد، استفاده از نام خانوادگی نویسنده بصورت (حق شناس، a2010) و یا (حق شناس، b2010) انجام می گیرد.

ب - نحوه نگارش منابع در انتهای مقاله:

• استناد به مقالات مجلات

- مقاله با یک نویسنده:

Rutherford, B. J. (2006). Reading disability and hemispheric interaction on a lexical decision task. *Brain and Cognition*, 60, 55-63.

- مقاله با دو نویسنده:

Rutherford, B. J., & Rush, K. (2006). Reading disability and hemispheric interaction on a lexical decision task. *Brain and Cognition*, 60(4), 55-63.

- مقاله بیش از دو نویسنده:

Rush, K. L., Waldrop, S., Mitchell, C., & Dyches, C. (2005). The RN-BSN distance education experience: From educational limbo to more than an elusive degree. *Journal of Professional Nursing*, 21(5), 283-292.

- مقاله برگرفته از مجله الکترونیکی آنلاین (پیوسته):

Wells, P. (2009, July 28). Our universities can be smarter. Maclean's. Retrieved from <http://www2.macleans.ca>

• استناد به کتاب:

Murphy, M. A., Lai, D., & Sookraj, D. (1997). *Evaluation of the neighborhood (congregate) meal program: Final report. 2th Edition.* Kelowna, BC: Kelowna Home Support Society.

- مجموعه مقالات همایش ها:

Billington, D. P. (1995). Performance of the Menai straits bridge before and after construction. In *Proceedings of the 13th structures congress, Boston, Massachusetts, April 2-5, 1995.* NY: ASCE. 1536-1549.

- کتاب بدون نویسنده:

Merriam-Webster's collegiate dictionary. (1993). Springfield, MA: Merriam-Webster.

• استناد به پایان نامه و طرح پژوهشی

- پایان نامه:

Zolghadr Moghadam, R. (2001). *Effects of resistance training on the inflammatory markers.* Ph.D Thesis, Physical Education Department, Faculty of Physical Education & Sport Sciences. Birjand University. [Persian]

- طرح پژوهشی:

Moghadam, R. (2001). *Effects of resistance training on the inflammatory markers.* Research Project. Physical Education Department, Faculty of Physical Education & Sport Sciences. Birjand University. [Persian]

• استناد به منابع اینترنتی

- گزارش های آنلاین:

Shields, M., & Wilkins, K. (2006). *Findings from the 2005 National Survey of the Work and Health of Nurses (Report No. 83-003-XPE).* Retrieved from Canadian Institute for Health Information website: http://secure.cihi.ca/cihiweb/products/NHSRep06_ENG.pdf

- یادداشت وبلاگ:

Kiume, S. (2007, August 17). Loneliness isn't good [Web log message]. Retrieved from <http://psychcentral.com/blog/archives/2007/08/17/loneliness-isnt-good/>

بخش پنجم - فرآیند ارزیابی و چاپ مقاله:

مقاله ها ابتدا از نظر ساختاری و زمینه مطالعاتی و تخصصی در هیأت تحریریه، مورد بازبینی اولیه قرار می گیرند و مقالاتی که منطبق با شرایط نشریه باشند، بلافاصله برای حداقل ۲ داور (معمولا ۳ داور) متخصص ارسال می گردند. پس از بررسی، نتایج داوری در هیأت تحریریه مطرح می شود و نتیجه به اطلاع نویسنده مسئول مقاله خواهد رسید. به منظور ارتقاء کیفیت و کمیت مقاله و رفع اشکالات احتمالی، مقاله داوری شده توسط ویراستارهای نشریه نیز بررسی می شود. اصلاحات درخواستی باید به طور شفاف و دقیق اعمال شوند و فایل نهایی در بازه زمانی تعیین شده، به دفتر نشریه عودت داده شود. مقاله تایید شده پس از این مرحله، به عنوان نسخه نهایی جهت چاپ در نظر گرفته می شود. شورای نویسندگان نشریه، در پذیرش، رد، اصلاح و خلاصه نمودن مقالات؛ آزاد است. رعایت نکات اخلاقی در پژوهش در تحقیقات بالینی یا بر روی حیوانات، ضروری است و مسؤولیت کامل منابع و مطالب چاپ شده از دیدگاه اخلاقی و حقوقی، بر عهده نویسنده/نویسندگان خواهد بود. چاپ و انتشار مطالب نشریه با ذکر مأخذ، مجاز می باشد. در صورت چاپ مقاله، نشریه به تعداد نویسندگان برای نویسنده مسئول ارسال خواهد شد.

- تأثیر غوطه وری در آب سرد پس از فعالیت سرعتی تکراری بر سطوح سرمی PGC-1 α و آیریزین در مردان جوان فعال..... ۸
سامان حاجی‌زاده انور، محمدرضا کردی، پریسا پورنعمتی، سارا فرج نیا، نیما قره داغی، محمدرضا رحمتی
- اثر ۶ هفته تمرین هوازی بر سطوح گرلین در بافت تومور و سرم موش‌های مبتلا به سرطان پستان..... ۲۲
مرضیه شادروان، صادق امانی شلمزاری، علی ساریخانی
- تحلیل فضایی رابطه بین نمایه توده بدن و تیپ بدنی با شاخص‌های محیطی در استان‌های ایران ۳۴
آسیه نمازی، سید احمد حسینی
- تأثیر یک دوره تمرین تناوبی همراه با مکمل پرسیاوشان بر سطوح پروتئین سرفکتانت (SP-A) ریه رت‌های نر..... ۵۰
سید هادی حسینی، شادمهر میردار هریجانی، مهدی هدایتی
- تأثیر یک دوره تمرین هوازی اجباری در دوران نوجوانی بر اثرات منفی استرس جدایی از مادر بر استرس اکسیداتیو قلبی در رت‌های نر بالغ... ۶۲
احترام السادات صحافی، مقصود پیری
- تأثیر یک وهله فعالیت مقاومتی بر پاسخ‌های هورمونی و ایمنی در محیط گرم..... ۷۴
آرزو اسکندری، حمید آقا علی نژاد، رضا قراخانلو، محمد فشی
- اثر بی‌تمرینی بر عوامل آمادگی جسمانی و پاسخ لاکتات خون در دختران نوجوان تکواندوکار ۸۶
رقیه افرونده، مرضیه پاپی صاد، فرناز سیفی اسکی شهر
- اثر ۸ هفته تمرینات هوازی با دو شدت متفاوت و مصرف مکمل آهن بر میزان ذخایر آهن و ظرفیت هوازی دختران دانشجو ۹۸
رویا عسکری، ندا بدری، آمنه بالوی
- اثر دو هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای با و بدون گرده گل زنبور عسل بر شاخص‌های لیپیدی پلازما در مردان جوان دانشگاهی..... ۱۱۲
عباس قنبری نیایی، مهدی علی‌اکبری بیدختی، محمد جواد دهقانی چینی
- تأثیر ۸ هفته تمرین قدرتی - استقامتی در دو نوبت صبح و عصر بر اینترلوکین-۶ و پروتئین واکنشی C در مردان دارای اضافه وزن..... ۱۲۶
محسن اکبرپور، ابوذر جهانمهر
- تأثیر ۱ و ۲ جلسه تمرین فزآینده در روز بر پاسخ زمانی فعالیت آنزیم‌های کبدی دختران فعال..... ۱۴۰
معصومه نوبهار، شادمهر میردار هریجانی، زینب گرگین کرچی
- اثر یک دوره فعالیت زیر بیشینه رکاب زدن همراه با محدودیت جریان خون بر تغییرات خون شناسی مردان فعال..... ۱۵۲
سعید رحمتی، حمید رجبی، مهرداد سعدی، حسین نیکرو



The effects of cold water immersion post repeated sprint activity on serum PGC-1 α and irisin in young active men

Saman Hadjizadeh Anvar¹, Mohammadreza Kordi^{2*}, Parisa Pournemati³, Sara Farajnia⁴, Nima Gharadaghi⁵,
Mohammadreza Rahmati¹

1. PhD Student in Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education & Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.
2. Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education & Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education & Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.
4. MSc In Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education & Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.
5. PhD In Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education & Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.

Abstract

Background and Aim: It is mentioned a critical role for peroxisome proliferator-activated receptor gamma coactivator 1 α (PGC-1 α) in mitochondrial biogenesis, and for irisin in angiogenesis, myogenesis and health. The purpose of this study was to investigate the effect of cold-water immersion (CWI) post repeated sprint activity (RSA) on irisin & PGC-1 α . **Materials and Methods:** Among 50 soccer players recruited from Tehran premier league, 20 men (age 23.5 \pm 1.67 yrs) were selected randomly to this study and after the RSA, 10 participants immersed in cold water (14 $^{\circ}$ C) and 10 others set on a chair passively. Blood sampling was taken before and after RSA, after CWI or passive rest and after 24 hours. Serum irisin & PGC-1 α were assessed through ELIZA kit of ZelBio, Germany. Shapiro-Wilk test was performed to determine data normality and to determine possibly differences between means in each group and in different times, analysis of variance test with repeated measures was applied at the significant level of $p \leq 0.05$. **Results:** The time factor had a significant effect on PGC-1 α levels [$F(3,51)=6.52$, $p=0.001$, $\eta^2=0.27$], but the group effect [$F(1,17)=0.79$, $p=0.38$] and time - group interaction [$F(3,51)=1.53$, $p=0.21$] was not significant. PGC-1 α had a significant increases after the RSA in both groups ($p=0.004$), but its changes were not significant after CWI or rest ($p=1.00$). In addition, PGC-1 α changes was not significant after 24h ($p=1.00$). Moreover, the time factor had a significant effect on irisin levels [$F(3,51)=15.38$, $p<0.001$, $\eta^2=0.47$], but the group effect [$F(1,17)=0.48$, $p=0.49$] and the time - group interaction [$F(3,51)=1.91$, $p=0.14$] were nor significant. In other hand, irisin had a significant increases after the RSA in both groups ($p<0.001$), but its changes were not significant after CWI or rest ($p=0.06$). Further, the changes of irisin was not significant after 24h ($p=1.00$). **Conclusion:** It seems that the RSA could improve cellular processes through PGC-1 α & irisin elevation.

Keywords: Cold water immersion, Repeated sprint activity, PGC-1 α , Irisin.

*Corresponding Author, Address: Faculty of Physical Education & Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran;

Email: mrkordi@ut.ac.ir

DOI: 10.22077/JPSBS.2018.993.1313



تأثیر غوطه وری در آب سرد پس از فعالیت سرعتی تکراری بر سطوح سرمی PGC-1 α و آیریزین در مردان جوان فعال

سامان حاجی‌زاده انور^۱، محمدرضا کردی^{۲*}، پریسا پورنعمتی^۳، سارا فرج‌نیا^۴، نیما قره‌داغی^۵، محمدرضا رحمتی^۱

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۲. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۳. استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۴. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۵. دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: عامل فعال کننده گیرنده گاما فعال شده با تکثیر کننده پروکسی زومی ۱-آلفا (PGC-1 α) در زیست‌زایی میتوکندریایی و آیریزین در رگ‌زایی، عضله‌زایی و سلامتی بسیار مهم می‌باشند. هدف این تحقیق، بررسی تأثیر غوطه‌وری در آب سرد پس از فعالیت سرعتی تکراری، بر میزان آیریزین و PGC-1 α بود. **روش تحقیق:** از بین ۵۰ ورزشکار لیگ برتر فوتبال تهران، ۲۰ مرد (میانگین سنی ۲۳/۵ \pm ۱/۶۷ سال)، به شکل تصادفی ساده انتخاب و پس از فعالیت سرعتی تکراری شدید، ۱۰ آزمودنی در آب سرد ۱۴ درجه سانتی‌گراد (CWI) قرار گرفتند و باقی آن‌ها (CON) روی صندلی نشستند. قبل و پس از فعالیت، غوطه‌وری آب سرد یا استراحت و ۲۴ ساعت بعد، خونگیری به عمل آمد. آیریزین و PGC-1 α سرمی با روش الیزا با کیت شرکت زل بایو آلمان سنجیده شدند. برای تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک و برای تعیین اختلاف احتمالی میانگین‌ها در هر یک از گروه‌ها در زمان‌های مختلف و بررسی اثر تعاملی روش بازیافت و زمان‌های مختلف اندازه‌گیری؛ از روش آماری تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد و سطح معنی داری $p \leq 0/05$ در نظر گرفته شد. **یافته‌ها:** عامل زمان بر PGC-1 α اثر معنی دار داشت [$F(2, 17) = 0/27$ ، $p = 0/001$]. اما اثر گروه [$F(3, 51) = 6/52$ ، $p = 0/001$]. اما اثر گروه [$F(3, 51) = 0/79$ ، $p = 0/38$]. و اثر ترکیبی (زمان \times گروه) معنی دار نبود [$F(6, 102) = 1/53$ ، $p = 0/21$]. اما پس از غوطه‌وری عامل PGC-1 α در هر دو گروه (CWI و CON) پس از فعالیت افزایش معنی دار داشت ($p = 0/004$)، اما پس از غوطه‌وری یا استراحت، تغییر معنی دار نکرد ($p = 1/00$). همچنین ۲۴ ساعت بعد، تغییرات آن معنی دار نبود ($p = 1/00$). به علاوه، عامل زمان بر مقادیر آیریزین اثر معنی داری داشت [$F(2, 17) = 0/47$ ، $p = 0/001$]. اما اثر گروه [$F(3, 51) = 38/15$ ، $p < 0/001$]. و اثر ترکیبی (زمان \times گروه) معنی دار نبود [$F(6, 102) = 1/91$ ، $p = 0/14$]. همچنین آیریزین در هر دو گروه پس از فعالیت افزایش معنی دار داشت ($p < 0/001$)، اما مقادیر آن پس از غوطه‌وری یا استراحت، با تغییر معنی داری همراه نبود ($p = 0/06$). به علاوه، ۲۴ ساعت بعد تغییرات این شاخص معنی دار نبود ($p = 1/00$). **نتیجه‌گیری:** به نظر فعالیت سرعتی تکراری می‌تواند با افزایش PGC-1 α و آیریزین، به فرآیندهای مثبت سلولی کمک نماید.

واژه‌های کلیدی: غوطه‌وری در آب سرد، فعالیت سرعتی تکراری، عامل کمکی رونویسی پروکسی زومی ۱-آلفا، آیریزین.

* نویسنده مسئول، آدرس: تهران، خیابان کارگر شمالی، بالاتر از تقاطع جلال آل احمد، دانشگاه تهران، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی؛

مقدمه

افزایش فعالیت سیستمیک بتا-آدرنرژیک^{۱۵} ناشی از سرما، نقش اصلی را در القای تاثیرات محیط سرد بر افزایش بیان PGC-1 α از راه گیرنده‌های بتا ۲ آدرنرژیک (میورا^{۱۶} و دیگران، ۲۰۰۷) و AMPK (مانفردی^{۱۷} و دیگران، ۲۰۱۳) داشته باشد. همچنان که ایهسان و دیگران (۲۰۱۴) نیز مشاهده کرده اند، افزایش در رونویسی PGC-1 α در عضوی که تنها تمرین کرده و در آب سرد غوطه‌ور نشده در مقایسه با غوطه‌ور شدن در آب سرد رخ نداد. به عبارت دیگر، افزایش در رونویسی PGC-1 α بر اثر تمرین در مقایسه با غوطه‌وری در آب سرد پس از تمرین، رخ نمی‌دهد. بر این اساس، نقش غوطه‌وری در آب سرد پس از فعالیت، نیاز به تحقیق بیشتری دارد.

با توجه به عدم تاثیر مستقیم سازوکارهای موضعی در افزایش PGC-1 α (الن^{۱۸} و دیگران، ۲۰۱۷)، می‌توان انتظار داشت سطوح در گردش آن بر اثر غوطه‌وری در آب سرد بدنبال فعالیت بدنی، افزایش یابد؛ این در حالی است که تاکنون اغلب تحقیقات انجام شده به سنجش موضعی PGC-1 α از طریق نمونه‌های بافتی پرداخته‌اند و به دلیل محدودیت‌های روش شناختی، کمتر تحقیقی می‌توان یافت که این عامل را به شکل سیستمیک بررسی کرده باشد. علاوه بر این، به خوبی روشن شده است که PGC-1 α به فعالیت و تمرین - هردو- حساس است (بارتلت^{۱۹} و دیگران، ۲۰۱۳) و در این بین، فعالیت سرعتی تکراری^{۲۰} که در بیشتر فعالیت‌های گروهی و مسابقات ورزشی اتفاق می‌افتد و از وهله‌های فعالیت سرعتی کمتر از ۱۰ ثانیه و استراحت‌های کمتر از ۶۰ ثانیه در بین وهله‌های فعالیت شدید؛ تشکیل شده است (جرارد^{۲۱} و دیگران، ۲۰۱۱)؛ تغییرات عمده‌ای در سطح انرژی سلول ایجاد می‌کند (بوچر^{۲۲}، ۲۰۱۰) و احتمالاً می‌تواند در افزایش مقادیر PGC-1 α دخیل باشد. در کل، تاثیر دقیق این نوع فعالیت‌ها، موضوعی است که می‌بایست به روشنی بیان شود و سازوکار مداخله‌کننده آن بر افزایش PGC-1 α به دقت مورد بررسی قرار گیرد.

به خوبی روشن شده است که عامل کمکی فعال‌کننده گیرنده گامای فعال شده با تکثیر کننده پروگزیمومی^۱ (PGC-1 α) به‌عنوان کنترل کننده اصلی زیست‌زایی میتوکندریایی (پوگ سرور و اسپیگلمان^۲، ۲۰۰۳) با کمک کنترل کننده‌های بالادستی آن که توسط عوامل حساس به سطح انرژی و استرس سلول یعنی پروتئین کیناز فعال شده با AMP^۳ (AMPK) و پروتئین کیناز فعال شده با میتوزن^۴ (P38-MAPK) فسفوریل می‌شوند، در بسیاری از فرآیندها مانند تغییر نوع تار عضلانی و تغییر متابولیسم از گلیکولیتیک به اکسایشی (بوستروم^۵ و دیگران، ۲۰۱۲)، کند کردن جریان کلسیم و بهبود استقامت (هکستدن^۶ و دیگران، ۲۰۱۳)، کنترل عامل رشد اندوتلیال عروقی و رگ‌زایی (پدرسن^۷، ۲۰۱۲) و بسیاری دیگر از سایر فرآیندهای سلولی؛ نقش مهمی دارد. از سوی دیگر، مشخص شده است که PGC-1 α عاملی حساس به سرماست (اولیویرا^۸ و دیگران، ۲۰۰۴) و تحقیقات اخیر قابلیت یک وهله غوطه‌وری در آب سرد پس از تمرین را در افزایش بیان آن نشان داده‌اند (ایهسان^۹ و دیگران، ۲۰۱۵). در نمونه‌های انسانی، محیط سرد به‌تنهایی (اسلیوکا^{۱۰} و دیگران، ۲۰۱۲)؛ اسلیوکا و دیگران، ۲۰۱۳) و غوطه‌وری در آب سرد پس از تمرین، بیان ژن و ترجمه پروتئین PGC-1 α را افزایش داده‌اند (ایهسان و دیگران، ۲۰۱۵). ورزشکاران برای بازگشت هرچه زودتر به حالت اولیه، از غوطه‌وری در آب سرد استفاده می‌کنند و در این روش با وجود نبود شواهد علمی کافی (هیگینز^{۱۱} و دیگران، ۲۰۱۲)، دمای کمتر یا مساوی ۱۵ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان مناسب‌ترین روش مورد استفاده قرار می‌گیرد (ویلکاک^{۱۲} و دیگران، ۲۰۰۶). سازوکارهای دقیق موثر در کنترل بیان PGC-1 α بر اثر سرما هنوز به‌شکل کامل شناخته نشده و شواهد موجود نشان می‌دهند که تغییراتی موضعی چون تنگی عروق خونی بر اثر سرما (گرگسون^{۱۳} و دیگران، ۲۰۱۱)، نمی‌توانند در افزایش PGC-1 α دخالت داشته باشند (تیلور^{۱۴} و دیگران، ۲۰۱۶). در عوض، به‌نظر می‌رسد

1. Peroxisome proliferator- activated receptor γ coactivator-1 α (PGC-1 α)
2. Puigserver & Spiegelman
3. AMP- activated protein kinase
4. P38 Mitogen-activated protein kinase
5. Boström
6. Hecksteden
7. Pedersen
8. Oliveira
9. Ihsan
10. Slivka
11. Higgins

12. Wilcock
13. Gregson
14. Taylor
15. B-adrenergic systemic control
16. Miura
17. Manfredi
18. Allan
19. Bartlett
20. Repeated sprint activity
21. Girard
22. Boutcher

نقش‌های گسترده احتمالی آن در سلامتی هم به درستی شناخته نشده است و نقش فعالیت سرعتی تکراری بر مقادیر آن نامشخص است. بیشتر تحقیق‌ها در زمینه تاثیر سرما بر آیریزین از سایر روش‌های سرما درمانی استفاده کرده‌اند و در زمینه تاثیر غوطه‌وری در آب سرد پس از فعالیت سرعتی تکراری بر مقادیر آیریزین سرمی، اطلاعات کافی در دست نیست. بنابراین هدف از انجام تحقیق حاضر بررسی میزان تغییرات سطوح PGC-1 α و آیریزین سرمی و اثرات غوطه‌وری در آب سرد پس از انجام فعالیت سرعتی تکراری، بر مقادیر سرمی آیریزین و PGC-1 α بود.

روش تحقیق

در این تحقیق نیمه تجربی، جامعه آماری را مردان تمرین کرده عضو باشگاه‌های لیگ برتر فوتبال تهران تشکیل دادند و تعداد نمونه نیز با توجه به مقدار آلفا ($\alpha=0/05$) و بتا ($\beta=0/85$) و تفاوت ۲۵ درصدی بین و درون گروهی می‌بایست حداقل ۸ آزمودنی برای هر گروه در نظر گرفته می‌شد؛ اما برای اطمینان، تعداد آزمودنی ۲۰ نفر در نظر گرفته شد (مشخصات فردی آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است). پس از انتخاب آزمودنی‌ها، مراحل تحقیق برای آن‌ها توضیح داده شد و از آنها رضایت‌نامه شرکت در تحقیق اخذ گردید. مراحل مختلف این مطالعه به تایید کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی با شماره مجوز IR.SSRC.REC.1396.147 رسید. سپس آزمودنی‌ها به روش تصادفی ساده به دو گروه غوطه‌وری در آب سرد (CWI، n=۱۰) و کنترل (CON، n=۱۰) تقسیم شدند. برای رفع اثر چرخه شبانه روزی، تمامی آزمون‌ها در ساعت ۸ تا ۱۱ صبح اجرا شد.

آیریزین^۱ به‌عنوان مایوکاینی^۲ تحت کنترل PGC-1 α (هکشدن و دیگران، ۲۰۱۳) و مشتق از پروتئین غشایی نوع ۱ با نام ساختار نوع سوم فیبرونکتین حاوی پروتئین^۳ ۵ (FNDC-5) معرفی شده است و از آن با نام مایوکاین تمرین نام برده می‌شود (السن^۴ و دیگران، ۲۰۱۴). با توجه به نقش آیریزین در رگ‌زایی، عضله‌زایی، تنظیم عروق خونی و حتی محافظت از دستگاه عصبی و احتمالا حفظ طول تلومر^۵ (نوول^۶ و دیگران، ۲۰۱۳)، این مایوکاین توجه بسیاری را به خود جلب کرده است. هرچند آیریزین به‌عنوان مایوکاین تمرین شناخته شده است، نقش دقیق تمرین و فعالیت در کنترل مقادیر آیریزین در گردش هنوز به شکل کامل روشن نشده است (دیناس^۷ و دیگران، ۲۰۱۷) و در مجموع، تاثیر تمرین بر آیریزین در گردش، مبهم است (دیناس و دیگران، ۲۰۱۷) و فعالیت‌های سرعتی تکراری نیز از این دایره خارج نیست. از سوی دیگر، علیرغم این که به نظر می‌رسد سرما یکی از عوامل تحریک کننده رهایش آیریزین باشد (لی^۸ و دیگران، ۲۰۱۴)، تاثیر غوطه‌وری در آب سرد پس از فعالیت و تمرین، بر مقادیر سرمی آیریزین در گردش به شکل کامل مورد بررسی قرار نگرفته است و معدود مطالعات انجام شده بر این نکته تاکید دارند که آیریزین پس از غوطه‌وری در آب سرد، افزایش می‌یابد (لی و دیگران، ۲۰۱۴).

در مجموع، با وجود مشخص بودن تاثیر تمرین بر بیان ژن PGC-1 α ، هنوز اثر آن بر مقادیر پروتئینی این عامل مشخص نیست و با توجه به نقش فعالیت‌های سرعتی تکراری در ورزش‌های گوناگون، بررسی این نکته اهمیت دو چندان پیدا می‌کند. با توجه به متداول بودن روش بازیافت غوطه‌وری در آب سرد پس از تمرین، لازم است تاثیر آن بر مقادیر PGC-1 α روشن شود. از سوی دیگر، تاثیر تمرین بر مقادیر آیریزین سرمی با توجه به

جدول ۱. مشخصات فردی شرکت کنندگان در تحقیق

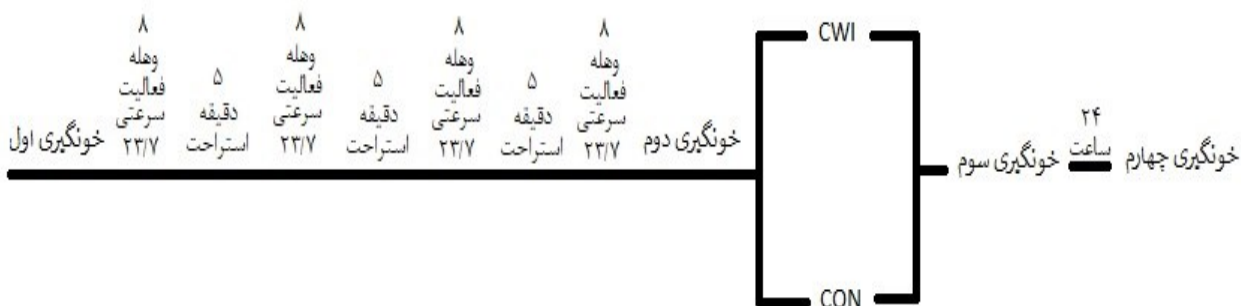
گروه‌ها	تعداد	شاخص توده بدن (کیلوگرم/مترمربع)	اکسیژن مصرفی بیشینه (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)	قد (متر)	وزن (کیلوگرم)
CWI	۱۰	۲۱/۳۹±۱/۹۸	۵۴/۷۱±۳/۸۹	۱/۷۶±۰/۰۶	۶۷/۰۰±۸/۷۴
CON	۱۰	۲۱/۹۹±۲/۰۶	۵۳/۵۸±۳/۷۹	۱/۷۴±۰/۰۵	۶۷/۵۰±۸/۳۰

1. Irisin
2. Myokine
3. Fibronectin type III domain-containing protein 5 (FNDC5)
4. Elsen

5. Telomere
6. Novelle
7. Dinas
8. Lee

وهله تکرار (واندرویل^۷ و دیگران، ۱۹۸۷) با بار کار مساوی با حاصل ضرب عدد ۰/۰۷۵ در وزن بدن به کیلوگرم (ملهیم^۸، ۲۰۰۱) انجام شد. پس از تکرار وهله هشتم فعالیت سرعتی، آزمودنی‌ها به مدت ۵ دقیقه استراحت کردند و پس از دور چهارم، خون‌گیری دوم انجام شد (پروتکل فعالیت ورزشی سرعتی تکراری و زمان بندی خون‌گیری پیش و پس از آن در شکل ۱ آورده شده است). پس از آن، آزمودنی‌های گروه CON به حالت غیرفعال و به شکل نشسته استراحت کردند، اما گروه CWI به مدت ۱۲ دقیقه در مخزنی از آب سرد با دمای ۱۴ درجه سانتی‌گراد تا عمقی که کاملاً تا محدوده‌ی زائده حاجی بود، قرار گرفتند (یرگین^۹ و دیگران، ۲۰۰۶). دمای آب هر دو دقیقه یک بار اندازه‌گیری و ثابت نگه داشته شد و ۱۵ دقیقه پس از اتمام ۱۲ دقیقه قرار گرفتن در آب سرد، بار دیگر از هر دو گروه خون‌گیری به عمل آمد. پس از ۲۴ ساعت نیز بار دیگر نمونه‌گیری انجام شد و سنجش متغیرهای مورد تحقیق در فریزر با دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

با توجه به پیش شرط فعال بودن آزمودنی‌ها جهت شرکت در تحقیق، ابتدا از آزمودنی‌های داوطلب آزمون حداکثر اکسیژن مصرفی^۱ (VO_{2max}) با استفاده از پروتکل بروس^۲ و با کمک دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی (مدل گان شورن^۳ ساخت کشور آلمان) گرفته شد و سپس از بین ۵۰ نفر آزمودنی واجد شرایط، ۲۰ نفر به شکل تصادفی ساده انتخاب و به قید قرعه به دو گروه تقسیم شدند. در مرحله بعد، از آزمودنی‌ها خواسته شد در روزهای قبل از فعالیت سرعتی تکراری، مواردی مانند عدم انجام فعالیت تا ۷۲ ساعت قبل از حضور جهت اجرا، مراجعه به صورت ناشتا، عدم استعمال دخانیات شب قبل از فعالیت، عدم مصرف کافئین (نورهایم^۴ و دیگران، ۲۰۱۴) و الکل (سگزورث^۵، ۲۰۱۵) شب قبل از فعالیت و همچنین داشتن خواب کافی را رعایت نمایند. در روز اول پروتکل، ابتدا آزمودنی‌ها پس از خون‌گیری اول (قبل از انجام فعالیت سرعتی تکراری)، به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۵۰ درصد حداکثر بار کار برای گرم کردن شروع به رکاب زدن کردند (هویرت^۶ و دیگران، ۲۰۰۵). پس از اتمام پروتکل گرم کردن، فعالیت اصلی سرعتی تکراری شامل ۸ تکرار رکاب‌زنی به مدت ۷ ثانیه در هر وهله با حداکثر سرعت و ۲۳ ثانیه استراحت بین هر



شکل ۱. نمای شماتیک پروتکل تمرین مورد استفاده و مراحل خون‌گیری در تحقیق

1. Maximal oxygen consumption
2. Bruce protocol
3. Ganshorn
4. Norheim
5. Segsworth
6. Heubert
7. Vandewalle
8. Melhim
9. Yeargin

اثر روش بازیافت و زمان‌های مختلف اندازه‌گیری؛ از روش آماری تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی^۹ استفاده شد و سطح معنی داری $p \leq 0/05$ منظور گردید.

یافته‌ها

داده‌های مربوط به تغییرات PGC-1 α در مراحل مختلف آزمایش در گروه‌های مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است. عامل زمان بر مقادیر PGC-1 α اثر معنی داری داشت [F(۳, ۵۱) = ۶/۵۲, p=۰/۰۰۱, $\eta^2=0/27$]، اما این تغییر بین دو گروه معنی‌دار نبود [F(۱, ۱۷) = ۰/۷۹, p=۰/۳۸]. اثر معنی دار ترکیبی زمان و گروه (زمان \times گروه) نیز مشاهده نشد [F(۳, ۵۱) = ۱/۵۳, p=۰/۲۱]. عامل PGC-1 α در هر دو گروه (CWI و CON) پس از فعالیت سرعتی تکراری به میزان ۳۷ درصد افزایش معنی داری پیدا کرد (p=۰/۰۰۴)، در حالی است که با وجود افزایش ۱۴ درصدی مقادیر PGC-1 α (جدول ۲) پس از غوطه‌وری یا استراحت غیرفعال، این تغییر معنی دار نبود (p=۱/۰۰). همچنین ۲۴ ساعت پس از غوطه‌وری در آب سرد یا استراحت غیرفعال با وجود کاهش ۷ درصدی مقادیر PGC-1 α ، این تغییرات معنی دار نبود (p=۱/۰۰).

برای سنجش مقادیر سرمی PGC-1 α و آیریزین از کیت مختص سنجش پروتئین انسانی (زل بایو جی ام بی اچ^۱ ZB-11876-H9648) با حداقل میزان قابل تشخیص^۲ (LDL) معادل ۰/۰۹ نانوگرم/میلی لیتر و به روش الیزا^۳ استفاده شد. روش الیزا روشی رنگ سنجی^۴ است که با استفاده از المان بتا دیستروبروین^۵ (DTNB) انجام می‌شود. بدین ترتیب عامل مورد تحقیق بر سطح یک میکروپلیت تثبیت و پس از آن آنتی‌ژن اختصاصی به میکروپلیت افزوده شد. در این مرحله اتصال آنتی‌بادی به آنتی‌ژن انجام شد و آنتی‌بادی به یک آنزیم متصل بود، بنابراین، افزودن سوبسترای آنزیم به میکروپلیت، منجر به یک واکنش رنگی شد و شدت رنگ حاصل متناسب با غلظت آنتی‌بادی و به عبارت بهتر، متناسب با غلظت آنتی‌ژن در نمونه مورد مطالعه بود. با استفاده از روش اسپکتروفتومتری^۶، میزان جذب نوری محلول اندازه‌گیری و میزان عامل مورد مطالعه محاسبه گردید (می و گش^۷، ۱۹۹۸).

داده‌های آماری به کمک نرم افزار آماری SPSS (نسخه ۲۰) تجزیه و تحلیل شدند. برای تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها آزمون شاپیرو-ویلک^۸ و تعیین اختلاف احتمالی میانگین‌ها در هر یک از گروه‌ها در زمان‌های مختلف و بررسی اثر تعاملی،

جدول ۲. مقایسه متغیرهای PGC-1 α و آیریزین پس از فعالیت سرعتی تکراری در دو محیط غوطه‌وری در آب سرد و معمولی

متغیر	گروه	خونگیری مرحله (۱)	خونگیری مرحله (۲)	خونگیری مرحله (۳)	خونگیری مرحله (۴)
PGC-1 α نانوگرم/ میلی لیتر	CWI	۱۳/۳۵ \pm ۷/۶۰	۱۸/۲۷ \pm ۱۲/۲۰*	۱۵/۲۴ \pm ۱۱/۹۴	۱۲/۴۷ \pm ۷/۲۰
	CON	۱۲/۸۲ \pm ۱۱/۳۷	۹۵/۲۷ \pm ۹/۰۰*	۱۸/۳۵ \pm ۱۱/۲۹	۱۲/۰۲ \pm ۱۰/۰۲
آیریزین نانوگرم/ میلی لیتر	CWI	۱۹/۰۳ \pm ۱/۴۵	۴۵/۳ \pm ۳/۹۰*	۳۲/۱۵ \pm ۳/۶۰	۲۰/۲۰ \pm ۲/۲۰
	CON	۱۴/۲۸ \pm ۱/۸۱	۶۸/۷۰ \pm ۲/۳۰*	۴۴/۱۱ \pm ۳/۲۰	۱۶/۴۳ \pm ۱/۳۰

میزان PGC-1 α و آیریزین پیش از فعالیت ورزشی سرعتی تکراری (مرحله ۱)، پس از پایان فعالیت ورزشی سرعتی تکراری (مرحله ۲)، پس از پایان ریکاوری (مرحله ۳)، ۲۴ ساعت پس از ریکاوری آب سرد و ریکاوری غیرفعال (مرحله ۴). مقادیر به صورت میانگین \pm انحراف استاندارد بیان شده‌اند. * نشانه تفاوت معنی‌دار نسبت به پیش از فعالیت سرعتی تکراری در سطح $p < 0/05$.

1. Zellbio GmbH

2. Lowest detectable limit

3. ELISA

4. Calorimetry

5. Dystrobrevin beta

6. Spectrophotometry

7. May & Ghosh

8. Shapiro–Wilk

9. Bonferroni

۲۰۱۷). اختلاف بین یافته تحقیق حاضر درباره مقادیر PGC-1 α و تحقیق‌های غیر هم‌سو می‌تواند به نوع نمونه‌گیری (نمونه از بافت عضله در سایر تحقیق‌ها و نمونه سرمی در تحقیق کنونی) و یا زمان سنجش نمونه‌ها (۳ تا ۴ ساعت در سایر تحقیق‌ها و بلافاصله پس از فعالیت در تحقیق کنونی) مربوط باشد (ایمپی^۱ و دیگران، ۲۰۱۶). چرا که بر اساس مطالعات انجام شده تا پیش از انجام این تحقیق، نمونه‌گیری سرمی به دلیل محدودیت‌های روش‌شناختی برای سنجش عامل PGC-1 α به ندرت انجام شده است. لذا در این تحقیق با گردآوری مقالات متعدد و مشورت با اساتید و شرکت‌های معتبر بین‌المللی، از نمونه سرمی جهت سنجش مقادیر PGC-1 α استفاده کردیم و با توجه به زمان‌بر بودن رهایش پروتئین در خون و این که حتی بیان ژن نیز نمی‌تواند دلیلی بر مشاهده قطعی پروتئین در خون باشد (الن و دیگران، ۲۰۱۷)، این نتیجه‌گیری درست به نظر می‌رسد.

در افزایش مقادیر PGC-1 α پس از فعالیت و تمرین، نقش کینازهای بالادستی کنترل‌کننده مقادیر PGC-1 α یعنی AMPK و P38 MAPK با قاطعیت بیان شده است (کانتو و آور^۲، ۲۰۱۰). در این میان، p38 MAPK کینازی است که به استرس حساس است و نشان داده شده است که پس از یک وهله فعالیت فارغ از شدت آن، به شکل گسترده‌ای فسفوریله می‌شود (ایگان^۳ و دیگران، ۲۰۱۰). همچنین P38 MAPK می‌تواند از طریق افزایش اثر عامل ۲ فعال‌کننده رونویسی^۴ (ATF2) بر پیش‌برنده^۵ PGC-1 α و تغییرات PGC-1 α تأثیر بگذارد (الن و دیگران، ۲۰۱۷). اما فسفوریلاسیون AMPK نیز که در اثر فعالیت ورزشی، افزایش قابل توجهی پیدا می‌کند و از کنترل‌کننده‌های اصلی مقادیر PGC-1 α به‌شمار می‌رود؛ به شدت فعالیت وابسته است (الن و دیگران، ۲۰۱۷). از این منظر، فعالیت سرعتی تکراری بکار رفته در تحقیق حاضر که از شدت بالایی برخوردار بود، نیز احتمالاً نقش برجسته‌ای در تغییر مقادیر PGC-1 α داشته است. در نتیجه با توجه به افزایش مرتب فسفوریلاسیون P38 MAPK بر اثر فعالیت و تمرین (ویدگرن^۶ و دیگران، ۱۹۹۸) و افزایش AMPK ناشی از

داده‌های مربوط به تغییرات آیریزین در مراحل مختلف آزمایش در گروه‌های مختلف در جدول شماره ۲ نشان داده شده است. عامل زمان بر مقادیر آیریزین اثر معنی‌داری داشت [F(۳، ۵۱) = ۱۵/۳۸، p < ۰/۰۰۱، $\eta^2 = ۰/۴۷$]، اما این تغییر بین دو گروه معنی‌دار نبود [F(۱، ۱۷) = ۰/۴۸، p = ۰/۴۹]. علاوه، اثر معنی‌دار ترکیبی زمان و گروه (زمان \times گروه) نیز مشاهده نشد [F(۳، ۵۱) = ۱/۹۱، p = ۰/۱۴]. عامل آیریزین در هر دو گروه (CON و CWI) پس از فعالیت سرعتی تکراری به میزان ۱۳۸ درصد افزایش معنی‌دار پیدا کرد (p < ۰/۰۰۱)، در حالی است که با وجود افزایش ۶۹ درصدی مقادیر آیریزین (جدول ۲) پس از غوطه‌وری یا استراحت غیرفعال، این تغییر معنی‌دار نبود (p = ۰/۶۰). همچنین ۲۴ ساعت پس از غوطه‌وری در آب سرد یا استراحت غیرفعال با وجود افزایش ۵ درصدی مقادیر آیریزین، این تغییرات معنی‌دار نبود (p = ۱/۰۰).

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که پس از فعالیت سرعتی تکراری، مقادیر سرمی PGC-1 α به میزان ۳۷ درصد در مردان جوان فعال در هر دو گروه CWI و CON افزایش می‌یابد اما غوطه‌وری در آب سرد یا استراحت غیرفعال، بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از آن، تأثیری بر مقادیر PGC-1 α سرمی نداشت. از هنگام کشف PGC-1 α به این سو، افزایش PGC-1 α در پاسخ به فعالیت و تمرین تحت تحقیق‌های گسترده قرار گرفته و افزایش ۵ تا ۱۰ برابری بیان ژن آن تا ۳ ساعت پس از فعالیت گزارش شده است (الن و دیگران، ۲۰۱۷) که هم‌سو با یافته تحقیق حاضر است. برخی دیگر از تحقیق‌ها نیز افزایش محتوای پروتئین PGC-1 α تا ۳ برابر مقادیر استراحتی بلافاصله پس از تمرین را نشان داده‌اند (الن و دیگران، ۲۰۱۷). البته توجه به این موضوع لازم است که تقریباً تمامی تحقیق‌های بررسی شده در مورد PGC-1 α از نمونه‌برداری بافت استفاده کرده‌اند. با این وجود برخی تحقیق‌ها هیچ افزایشی در مقادیر بیان ژن یا پروتئین PGC-1 α پس از فعالیت نشان نداده‌اند (الن و دیگران،

1. Impey

2. Cantó & Auwerx

3. Egan

4. Activating transcription factor 2

5. Promoter

6. Widegren

است. چرا که تغییرات همودینامیکی بین بافت سردتر رویی و بافت گرم‌تر عمقی از ۳۰ دقیقه پس از غوطه‌وری بعد از تمرین، منجر به گرم‌تر شدن تدریجی سطح رویی و انتقال تدریجی سرما به بافت‌های عمقی می‌شود (چو و دیگران، ۲۰۱۵) که می‌تواند خود عاملی در راستای کاهش PGC-1 α به مرور زمان باشد. همچنین ممکن است اختلاف نتایج این تحقیق با سایر تحقیق‌ها به دلیل نوع نمونه (سرم در مقابل بافت) باشد. همچنین از آنجا که PGC-1 α در آغاز به‌عنوان عاملی تحت تاثیر سرما معرفی شده است (الن و دیگران، ۲۰۱۷)، پیشنهاد شده که دمای عضو غوطه‌ور شده در آب سرد می‌تواند در میزان افزایش مقادیر PGC-1 α دخالت داشته باشد (الن و دیگران، ۲۰۱۷؛ چو و دیگران، ۲۰۱۵). در تحقیق کنونی، با وجود کنترل دمای آب (۱۴ درجه سانتی‌گراد)، دمای بدن و بخش غوطه‌ور شده در آب سرد کنترل نشد و از تغییرات دمای بدن و اعضای غوطه‌ور شده در آب سرد اطلاع دقیقی در دست نیست. بنابراین، مشخص نیست که دمای بدن به اندازه‌ای کاهش یافته باشد که برای تحریک و افزایش مقادیر PGC-1 α کافی بوده باشد و این نکته‌ای است که باید در تحقیق‌های آتی مورد توجه قرار گیرد.

نتیجه تحقیق حاضر در باره آیریزین سرمی نشان داد که پس از فعالیت سرعتی تکراری، مقادیر سرمی آیریزین به میزان ۱۳۸ درصد در مردان جوان فعال در هر دو گروه غوطه‌وری در آب سرد و کنترل افزایش می‌یابد. غوطه‌وری در آب سرد یا استراحت غیرفعال، بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از آن، تاثیری بر مقادیر آیریزین سرمی نداشت. نتایج تحقیق‌های گوناگون تا به امروز در زمینه تاثیر فعالیت و تمرین بر سطوح آیریزین در گردش بسیار مبهم هستند (دیناس و دیگران، ۲۰۱۷). با وجود معرفی آیریزین به عنوان عاملی که از مغز و عضله اسکلتی ترشح می‌شود و تحت تاثیر PGC-1 α است (پوگ سرور و اشپیگل‌مان^۴، ۲۰۰۳)، تحقیق‌های متعدد نتوانسته‌اند همبستگی این دو عامل به یکدیگر را روشن

شدت فعالیت، به‌نظر می‌رسد کینازهای مربوطه در تغییر مقادیر PGC-1 α در تحقیق حاضر نیز دخالت داشته‌اند؛ هرچند که به دلیل عدم امکان اندازه‌گیری آن‌ها در این مطالعه، نمی‌توان این توضیحات را موثق دانست.

در تحقیق‌های اخیر بر اثر محیط سرد و غوطه‌وری در آب سرد، افزایش بیان ژن PGC-1 α ، ۳ تا ۶ ساعت پس از تمرین در عضله اسکلتی و همچنین ترجمه پروتئین آن نشان داده شده‌اند (الن و دیگران، ۲۰۱۷). سازوکار مربوط به پاسخ PGC-1 α به سرما از گیرنده‌های دمای موجود در پوست حاصل می‌شود که بر اثر محیط سرد فعال می‌شوند (الن و دیگران ۲۰۱۷). از طرفی هم اخیراً نشان داده شده است که این پاسخ موضعی نیست، چرا که با وجود کاهش دما در عضو غوطه‌ور شده در آب سرد، مقادیر PGC-1 α در عضو غوطه‌ور نشده نیز به همان میزان افزایش می‌یابد (الن و دیگران، ۲۰۱۷) و این موضوع نشان می‌دهد که می‌توان از نمونه سرمی جهت سنجش مقادیر PGC-1 α استفاده کرد. نتایج تحقیق کنونی بر خلاف سایر تحقیق‌ها، افزایش و اختلاف معنی‌داری بین دو گروه غوطه‌وری در آب سرد و بدون غوطه‌وری را بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از آن، در PGC-1 α سرمی نشان نداد. به دلیل تعدد فاکتورهایی که باید سنجیده می‌شدند، ما بر خلاف سایر تحقیق‌ها نتوانستیم در ۳ یا ۶ ساعت پس از غوطه‌وری در آب سرد به نمونه‌گیری بپردازیم. با توجه به افزایش بیان ژن و پروتئین PGC-1 α در تحقیق‌های گوناگون (بار^۱ و دیگران، ۲۰۰۲؛ اسلیوکا و دیگران، ۲۰۱۲؛ ایهسان و دیگران، ۲۰۱۵؛ چو^۲، ۲۰۱۵)، در ۳، ۶، ۱۲ و ۱۸ ساعت پس از محیط سرد یا غوطه‌وری در آب سرد (چو و دیگران، ۲۰۱۵)؛ نتایج دیگران با نتایج ما همسو نیست و به‌نظر می‌رسد زمان نمونه‌گیری در تحقیق حاضر، در عدم مشاهده افزایش این عامل تاثیر داشته است. همچنین با توجه به این که عامل PGC-1 α عاملی بسیار موقتی است (ویلنا^۳، ۲۰۱۵)، بازگشت مقادیر سرمی این عامل پس از پیگیری ۲۴ ساعتی به مقادیر پایه قابل توضیح

1. Baar

2. Choo

3. Villena

4. Puigserrer & Spiegelman

میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه) آزمودنی‌های شرکت‌کننده در تحقیق کنونی، افزایش آیریزین سرمی پس از فعالیت سرعتی تکراری قابل توجیه است.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که غوطه‌وری در آب سرد بلافاصله پس از فعالیت سرعتی تکراری و ۲۴ ساعت پس از آن، تأثیری بر مقادیر آیریزین سرمی در مقایسه با گروه کنترل ندارد؛ در این زمینه برخی تحقیقات افزایش جزئی مقادیر آیریزین سرمی را همسو با نتایج تحقیق کنونی تا ۲۴ ساعت پس از یک وهله غوطه‌وری در آب سرد نشان داده‌اند (لومباردی^۶ و دیگران، ۲۰۱۷). هر چند تحقیقی اخیراً نشان داده است که مقادیر آیریزین سرمی پس از غوطه‌وری در آب سرد در آزمودنی‌هایی که دارای سطح آمادگی جسمانی بالاتری هستند، کاهش می‌یابد (دالیان^۷ و دیگران، ۲۰۱۵) و با توجه به سطح آمادگی آزمودنی‌ها در تحقیق کنونی و عدم تغییر معنی‌دار مقادیر آیریزین در این تحقیق، این موضوع قابل توجیه است. اما یکی از سازوکارهای اصلی در زمینه افزایش مقادیر آیریزین در اثر غوطه‌وری در آب سرد، تولید سازوکار لرزشی بر اثر سرماست (لومباردی و دیگران، ۲۰۱۷) چنان‌که در تحقیق دیگری نشان داده شده که مقدار لرزش حاصل از غوطه‌وری در آب سرد پس از فعالیت شدید، با مقدار افزایش آیریزین تناسب دارد (لی و دیگران، ۲۰۱۴)؛ و با توجه به عدم سنجش سازوکار لرزشی در تحقیق کنونی، نمی‌توان به شکل دقیق در این باره اظهار نظر کرد. هر چند به‌نظر می‌رسد دما و زمان غوطه‌وری در آب سرد در تحقیق کنونی (۱۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ دقیقه) جهت تحریک سازوکار لرزشی کافی نبوده است و این شاید دلیلی بر عدم تأثیر غوطه‌وری در آب سرد بر مقادیر آیریزین باشد.

نتیجه‌گیری: با توجه به کاربرد فراوان فعالیت‌های سرعتی تکراری در انواع رشته‌های ورزشی و همچنین تأکید بر بازیافت هرچه سریع‌تر ورزشکاران با استفاده از غوطه‌وری در آب سرد، پیشنهاد می‌شود تحقیقات بیشتری در رابطه با تأثیر غوطه‌وری در آب سرد پس از فعالیت‌های سرعتی

سازند و برخی از آنها به همبستگی افزایش آیریزین و PGC-1 α دست یافته‌اند و برخی نیز همبستگی میان این دو با یکدیگر بدست‌نیاورده‌اند (دیناس و دیگران، ۲۰۱۷). همچنین به دلیل تفاوت‌های روش شناختی (دیناس و دیگران، ۲۰۱۷)، مقادیر آیریزین با دقت کامل اندازه‌گیری نمی‌شود و می‌بایست روش‌های دقیق‌تری برای سنجش مقادیر آیریزین در گردش معرفی شوند (دیناس و دیگران، ۲۰۱۷). از بین تحقیق‌هایی که از روش‌های وسترن بلات^۱ و طیف‌سنجی جرمی^۲ به‌شکل جداگانه استفاده کرده‌اند، تنها یک تحقیق از هر دو روش استفاده کرده و افزایش مقادیر آیریزین سرمی بر اثر فعالیت شدید را گزارش کرده است (لی و دیگران، ۲۰۱۴). با توجه به تأثیر بیشتر شدت فعالیت بر مقادیر آیریزین (سوجیا^۳ و دیگران، ۲۰۱۴)، فعالیت سرعتی تکراری مورد استفاده در تحقیق کنونی می‌تواند افزایش معنی‌دار مقادیر آیریزین در هر دو گروه پس از فعالیت سرعتی تکراری را توجیه نماید. برخی از تحقیقات نیز به تفاوت‌های موجود بین آیریزین و پروتئین‌های غشایی نوع I با نام FNDC5 توجه نداشته‌اند و برخی از گزارش‌ها مبنی بر افزایش مقادیر آیریزین، در واقع به افزایش مقادیر FNDC5 اختصاص دارند و امروزه مشخص شده است باید میان آیریزین در گردش و پروتئین‌های غشایی مورد نظر، تفاوت قائل شد (دیناس و دیگران، ۲۰۱۷). از بین تمامی تحقیق‌هایی که تأثیر یک جلسه تمرین را بر مقادیر آیریزین سرمی سنجیده‌اند، بیشتر آن‌ها افزایش مقادیر آیریزین را پس از فعالیت گزارش کرده‌اند و برخی نیز افزایشی در مقادیر آیریزین سرمی پس از فعالیت و تمرین مشاهده نکرده‌اند (دیناس و دیگران، ۲۰۱۷). لذا نتایج تحقیق کنونی هم‌راستا با تعداد زیادی از تحقیقات دیگر، افزایش مقادیر آیریزین در گردش را پس از فعالیت نشان می‌دهد. با استفاده از روش الیزا به‌نظر می‌رسد سطح آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها بر افزایش سطوح آیریزین بر اثر فعالیت موثر باشد (الدافری^۴ و دیگران، ۲۰۱۵)؛ کوازیوسکا^۵ و دیگران، ۲۰۱۶) و از این منظر با توجه به سطح VO_{2max} ($54/14 \pm 3/84$)

1. Western Blot
2. Mass spectrometry
3. Tsuchiya
4. Al-Daghri

5. KwaŚniewska
6. Lombardi
7. Dulian

قدردانی و تشکر

بدینوسیله از زحمات و همکاری دکتر هوانلو و واحد آزمایشگاه دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه شهید بهشتی و تمام کسانی که به عنوان آزمودنی در این تحقیق شرکت داشتند و این گروه تحقیقی را در انجام کار یاری نمودند، تشکر و قدردانی انجام می شود.

تکراری بر سازوکارهای مربوط به سازگاری با تمرین انجام پذیرد. در این رابطه پیشنهاد می شود از دماهای پایین تر و مدت زمان غوطه‌وری بیشتری استفاده شود. همچنین با توجه به نیاز روش‌های الایزا به اعتبار سنجی، برای سنجش آیریزین پیشنهاد می شود از روش‌های دیگری در کنار این روش استفاده شود و نتایج با یکدیگر مقایسه شوند.

منابع

- Al-Daghri, N. M., Alokail, M. S., Rahman, S., Amer, O. E., Al-Attas, O. S., Alfawaz, H., ... & Piya, M. K. (2015). Habitual physical activity is associated with circulating irisin in healthy controls but not in subjects with diabetes mellitus type 2. *European Journal of Clinical Investigation*, 45(8), 775-781.
- Allan, R., Sharples, A. P., Close, G. L., Drust, B., Shepherd, S. O., Dutton, J., ... & Gregson, W. (2017). Postexercise cold water immersion modulates skeletal muscle PGC-1 α mRNA expression in immersed and nonimmersed limbs: evidence of systemic regulation. *Journal of Applied Physiology*, 123(2), 451-459.
- Baar, K., Wende, A. R., Jones, T. E., Marison, M., Nolte, L. A., Chen, M. A. Y., ... & Holloszy, J. O. (2002). Adaptations of skeletal muscle to exercise: rapid increase in the transcriptional coactivator PGC-1. *The Federation of American Societies For Experimental Biology Journal*, 16(14), 1879-1886.
- Bartlett, J. D., Louhelainen, J., Iqbal, Z., Cochran, A. J., Gibala, M. J., Gregson, W., ... & Morton, J. P. (2013). Reduced carbohydrate availability enhances exercise-induced p53 signaling in human skeletal muscle: implications for mitochondrial biogenesis. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 304(6), R450-R458.
- Boström, P., Wu, J., Jedrychowski, M. P., Korde, A., Ye, L., Lo, J. C., ... & Kajimura, S. (2012). A PGC1- α dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. *Nature*, 481(7382), 463-468.
- Boutcher, S. H. (2011). High-intensity intermittent exercise and fat loss. *Journal of Obesity*, 2011, 1-10.
- Cantó, C., & Auwerx, J. (2010). AMP-activated protein kinase and its downstream transcriptional pathways. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 67(20), 3407-3423.
- Dinas, P. C., Lahart, I. M., Timmons, J. A., Svensson, P. A., Koutedakis, Y., Flouris, A. D., & Metsios, G. S. (2017). Effects of physical activity on the link between PGC-1 α and FNDC5 in muscle, circulating Irisin and UCP1 of white adipocytes in humans: A systematic review. *F1000Research*, 6, 286.

Dulian, K., Laskowski, R., Grzywacz, T., Kujach, S., Flis, D. J., Smaruj, M., & Ziemann, E. (2015). The whole body cryostimulation modifies irisin concentration and reduces inflammation in middle aged, obese men. *Cryobiology*, 71(3), 398-404.

Egan, B., Carson, B. P., Garcia-Roves, P. M., Chibalin, A. V., Sarsfield, F. M., Barron, N., ... & O'Gorman, D. J. (2010). Exercise intensity-dependent regulation of peroxisome proliferator-activated receptor γ coactivator-1 α mRNA abundance is associated with differential activation of upstream signalling kinases in human skeletal muscle. *The Journal of Physiology*, 588(10), 1779-1790.

Elsen, M., Raschke, S., & Eckel, J. (2014). Browning of white fat: does irisin play a role in humans? *Journal of Endocrinology*, 222(1), R25-R38.

Girard, O., Mendez-Villanueva, A., & Bishop, D. (2011). Repeated-sprint ability—Part I. *Sports Medicine*, 41(8), 673-694.

Gregson, W., Black, M. A., Jones, H., Milson, J., Morton, J., Dawson, B., ... & Green, D. J. (2011). Influence of cold water immersion on limb and cutaneous blood flow at rest. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(6), 1316-1323.

Hecksteden, A., Wegmann, M., Steffen, A., Kraushaar, J., Morsch, A., Ruppenthal, S., ... & Meyer, T. (2013). Irisin and exercise training in humans—results from a randomized controlled training trial. *BMC Medicine*, 11(1), 235.

Heubert, R. A. P., Billat, V. L., Chassaing, P., Bocquet, V., Morton, R. H., Koralsztein, J. P., & Di Prampero, P. E. (2005). Effect of a previous sprint on the parameters of the work-time to exhaustion relationship in high intensity cycling. *International Journal of Sports Medicine*, 26(07), 583-592.

Higgins, T. R., Cameron, M. L., & Climstein, M. (2012). Evaluation of passive recovery, cold water immersion, and contrast baths for recovery, as measured by game performances markers, between two simulated games of rugby union. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1-24.

Ihsan, M., Markworth, J. F., Watson, G., Choo, H. C., Govus, A., Pham, T., ... & Abbiss, C. R. (2015). Regular postexercise cooling enhances mitochondrial biogenesis through AMPK and p38 MAPK in human skeletal muscle. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 309(3), R286-R294.

Ihsan, M., Watson, G., Choo, H. C., Lewandowski, P., Papazzo, A., Cameron-Smith, D., & Abbiss, C. R. (2014). Postexercise muscle cooling enhances gene expression of PGC-1 α . *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46(10), 1900-1907.

Impey, S. G., Hammond, K. M., Shepherd, S. O., Sharples, A. P., Stewart, C., Limb, M., ... & Close, G. L. (2016). Fuel for the work required: a practical approach to amalgamating train-low paradigms for endurance athletes. *Physiological Reports*, 4(10), e12803.

Joo, C. H. (2015). *Effect of post-exercise cold water immersion on molecular responses to high intensity intermittent exercise*. Doctoral dissertation, Liverpool John Moores University.

- Kwaśniewska, M., Kostka, T., Jegier, A., Dzikowska-Zaborszczyk, E., Leszczyńska, J., Rębowska, E., ... & Drygas, W. (2016). Regular physical activity and cardiovascular biomarkers in prevention of atherosclerosis in men: a 25-year prospective cohort study. *BMC Cardiovascular Disorders*, 16(1), 65.
- Lee, P., Linderman, J. D., Smith, S., Brychta, R. J., Wang, J., Idelson, C., ... & Kebebew, E. (2014). Irisin and FGF21 are cold-induced endocrine activators of brown fat function in humans. *Cell Metabolism*, 19(2), 302-309.
- Lombardi, G., Ziemann, E., & Banfi, G. (2017). Whole-body cryotherapy in athletes: from therapy to stimulation. An updated review of the literature. *Frontiers in Physiology*, 8, 258.
- Manfredi, L. H., Zanon, N. M., Garófalo, M., Navegantes, L. C., & Kettelhut, I. (2013). Effect of short-term cold exposure on skeletal muscle protein breakdown in rats. *Journal of Applied Physiology*, 115(10), 1496-1505.
- May, M. J., & Ghosh, S. (1998). Signal transduction through NF- κ B. *Immunology Today*, 19(2), 80-88.
- Melhim, A. (2001). Aerobic and anaerobic power responses to the practice of taekwon-do. *British Journal of Sports Medicine*, 35(4), 231-234.
- Miura, S., Kawanaka, K., Kai, Y., Tamura, M., Goto, M., Shiuchi, T., ... & Ezaki, O. (2007). An increase in murine skeletal muscle peroxisome proliferator-activated receptor- γ coactivator-1 α (PGC-1 α) mRNA in response to exercise is mediated by β -adrenergic receptor activation. *Endocrinology*, 148(7), 3441-3448.
- Norheim, F., Langlete, T. M., Hjorth, M., Holen, T., Kielland, A., Stadheim, H. K., ... & Drevon, C. A. (2014). The effects of acute and chronic exercise on PGC-1 α , irisin and browning of subcutaneous adipose tissue in humans. *The Federation of European Biochemical Societies Journal*, 281(3), 739-749.
- Novelle, M. G., Contreras, C., Romero-Picó, A., López, M., & Diéguez, C. (2013). Irisin, two years later. *International Journal of Endocrinology*, 2013, 1-8.
- Oliveira, R. L., Ueno, M., de Souza, C. T., Pereira-da-Silva, M., Gasparetti, A. L., Bezerra, R. M., ... & Velloso, L. A. (2004). Cold-induced PGC-1 α expression modulates muscle glucose uptake through an insulin receptor/Akt-independent, AMPK-dependent pathway. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 287(4), E686-E695.
- Pedersen, B. K. (2012). A muscular twist on the fate of fat. *New England Journal of Medicine*, 366(16), 1544-1545.
- Puigserver, P., & Spiegelman, B. M. (2003). Peroxisome proliferator-activated receptor- γ coactivator 1 α (PGC-1 α): transcriptional coactivator and metabolic regulator. *Endocrine Reviews*, 24(1), 78-90.
- Segsworth, B. M. (2015). *Acute sprint interval exercise induces a greater FGF-21 response in comparison to work-matched continuous exercise*. Thesis Degree in Master of Science, Graduate Kinesiology, University of Western Ontario.

- Slivka, D., Heesch, M., Dumke, C., Cuddy, J., Hales, W., & Ruby, B. (2013). Effects of post-exercise recovery in a cold environment on muscle glycogen, PGC-1 α , and downstream transcription factors. *Cryobiology*, 66(3), 250-255.
- Slivka, D. R., Dumke, C. L., Tucker, T. J., Cuddy, J. S., & Ruby, B. (2012). Human mRNA response to exercise and temperature. *International Journal of Sports Medicine*, 33(02), 94-100.
- Taylor, C. W., Ingham, S. A., & Ferguson, R. A. (2016). Acute and chronic effect of sprint interval training combined with postexercise blood-flow restriction in trained individuals. *Experimental Physiology*, 101(1), 143-154.
- Tsuchiya, Y., Ando, D., Goto, K., Kiuchi, M., Yamakita, M., & Koyama, K. (2014). High-intensity exercise causes greater irisin response compared with low-intensity exercise under similar energy consumption. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 233(2), 135-140.
- Vandewalle, H., Peres, G., Heller, J., Panel, J., & Monod, H. (1987). Force-velocity relationship and maximal power on a cycle ergometer. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 56(6), 650-656.
- Villena, J. A. (2015). New insights into PGC-1 coactivators: redefining their role in the regulation of mitochondrial function and beyond. *The Federation of European Biochemical Societies Journal*, 282(4), 647-672.
- Widegren, U., Jiang, X. J., Krook, A., Chibalin, A. V., Björnholm, M., Tally, M., ... & Zierath, J. R. (1998). Divergent effects of exercise on metabolic and mitogenic signaling pathways in human skeletal muscle. *The Federation of American Societies for Experimental Biology Journal*, 12(13), 1379-1389.
- Wilcock, I. M., Cronin, J. B., & Hing, W. A. (2006). Physiological response to water immersion. *Sports Medicine*, 36(9), 747-765.
- Yeargin, S. W., Casa, D. J., McClung, J. M., & Knight, J. C. (2006). Body cooling between two bouts of exercise in the heat enhances subsequent performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2), 383.



Effects of 6 weeks of aerobic training on the level of serum and tumour tissues ghrelin in mice with breast cancer

Marziyeh Shadravan¹, Sadegh Amani-Shalamzari^{2*}, Ali Sarikhani³

1. MSc of Exercise Physiology, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Kerman Branch, Kerman, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Kharazmi University, Karaj, Iran.
3. PhD Student of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Shiraz University, Shiraz, Iran.

Abstract

Background and Aim: Ghrelin has a dual effect on breast cancer development. The aim of this study was to evaluate the effect of aerobic training on the level of serum and tumour tissues ghrelin in mice with breast cancer. **Materials and Methods:** Breast cancer cells MC4-L2 were implanted to mice and they randomly categorized into two groups including control (n=8) and training (n=8) groups. Training group performed progressive aerobic training 5 days per week for 6 weeks on treadmill and control group didn't any training. Tumor volume was measured by a digital caliper weekly. Finally, the mice were sacrificed; serum and tumor tissue were removed and immediately frozen and kept in -70°C. Assay of ghrelin was performed by ELISA kit with code number RAB0207. Independent sample t-test and repeated measure analysis of variance were used for extraction of results at the significance level of $p < 0.05$. **Results:** The results of t-test showed that the level of ghrelin in tumor ($p = 0.02$) and serum ($p = 0.002$) were significantly lower and higher compared to the control group. In addition, the mice heart to weight ratio was significantly higher in the training group ($p = 0.001$) than in the control group. The result of repeated measure ANOVA showed there were significant differences between the two groups in tumor volume and food intake ($p = 0.001$). **Conclusion:** According to the finding, aerobic training in tumor bearing mice have a benefits in reducing tumor volume, maintaining food intake and weight by modulating ghrelin levels in tumor tissue and serum.

Keywords: Aerobic training, Estrogen receptor dependent breast cancer, Appetizer peptide.



اثر ۶ هفته تمرین هوازی بر سطوح گرلین در بافت تومور و سرم موش‌های مبتلا به سرطان پستان

مرضیه شادروان^۱، صادق امانی شلمزاری^{۲*}، علی ساریخانی^۳

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرمان، کرمان، ایران.

۲. استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، کرج، ایران.

۳. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: گرلین نقش دوگانه‌ای در توسعه سرطان پستان دارد. هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر تمرینات هوازی بر سطوح سرمی و بافتی گرلین در موش‌های حامل سرطان پستان بود. **روش تحقیق:** تومور سرطان پستان وابسته به گیرنده استروژن ناشی از سلول سرطانی MC4-L2 به ۱۶ سر موش بالب-C پیوند زده شد و در ادامه موش‌ها به صورت تصادفی در دو گروه کنترل (۸ سر) و تمرین (۸ سر) قرار گرفتند. گروه تمرین به مدت ۶ هفته، ۵ روز در هفته تمرینات هوازی فزاینده روی نوارگردان را اجرا کردند و گروه کنترل هیچ‌گونه فعالیتی انجام ندادند. حجم تومور موش‌ها به صورت هفتگی با کالیپر دیجیتال اندازه‌گیری شد. در پایان موش‌ها قربانی شده و سرم و بافت تومور آن‌ها برداشته شد و در دمای -70°C نگهداری گردید. سنجش گرلین با استفاده از کیت الایزا با کد RAB0207 صورت گرفت. از آزمون t مستقل و تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای تحلیل و تفسیر یافته‌ها استفاده شد و سطح معنی‌داری $p < 0/05$ در نظر گرفته شد. **یافته‌ها:** بر اساس نتایج آزمون t مستقل، مقدار گرلین درون تومور ($p = 0/02$) و سرم ($p = 0/02$) در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل به ترتیب پایین‌تر و بالاتر بود. به علاوه، نسبت وزن قلب به وزن موش‌ها ($p = 0/01$) در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل به طور معنی‌دار بالاتر بود. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر نیز برای حجم تومور و غذای مصرفی حاکی از اختلاف معنی‌دار بین دو گروه بود ($p = 0/01$). **نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج بدست آمده، تمرینات هوازی در موش‌های حامل تومور، از طریق تعدیل سطوح گرلین در بافت تومور و سرم، اثرات مفیدی در کاهش حجم تومور، حفظ مصرف غذا و کنترل وزن دارد.

واژه‌های کلیدی: تمرین هوازی، سرطان پستان وابسته به گیرنده استروژن، پپتید اشتها‌آور.

مقدمه

عملکرد لپتین می‌گردد. گرلین عملکردش را از طریق گیرنده‌های G پروتئین^۹ به انجام می‌رساند؛ عاملی که خود پیام‌برهای ثانویه درون سلولی مانند آدنوزین مونوفسفات حلقوی^{۱۱} (cAMP) و کلسیم را القا می‌کند. یکی از عملکردهای گرلین تحریک تکثیر سلولی و تولید شیر در پستان است. این عملکرد در ترکیب با اثر تحریکی تولید هورمون رشد، گرلین را به عنوان عامل بالقوه در تومورزایی معرفی کرده است (چاپین^{۱۱} و دیگران، ۲۰۱۱). سطوح گرلین به طور مثبت با ابتلا به مرضی‌هایی مانند نارسایی قلبی و سرطان رابطه دارد. استفاناک^{۱۲} و دیگران (۲۰۱۲) گرلین را به عنوان مولکولی جدید برای پیشگیری، تشخیص و درمان سرطان پستان معرفی کرده‌اند. ولف^{۱۳} و دیگران (۲۰۰۶) نیز نقش گرلین در کاشکسی سرطان پستان و کولون را تایید کرده و همبستگی قوی را بین سطوح گرلین و کاشکسی در زنان (در مقایسه با مردان) نشان داده‌اند. گرلین در بافت تومور، در تکثیر سلول‌های سرطانی غدد پستان و تهاجم آن‌ها نقش مهمی دارد. هم‌چنین گرلین در بازداری از آپوپتوزیس^{۱۴} نقش دارد و از این رو، عامل مهمی در متاستاز سلول‌های سرطانی عامل مهمی بشمار می‌رود (چاپین و دیگران، ۲۰۱۱).

علاوه بر شواهدی که در رابطه با تاثیر روانی تمرینات ورزشی در بیماران سرطانی وجود دارد، امروزه در کشورهای در حال توسعه به تمرینات بدنی، با رویکرد درمانی نگاه می‌کنند و محققان آن را به عنوان روشی ساده و کم هزینه برای پیشگیری و بهبود بیماری‌های التهابی مزمن معرفی می‌کنند. فعالیت بدنی به عنوان یک مداخله بی‌خطر در بهبود کیفیت زندگی افراد مبتلا به سرطان پذیرفته شده است. استفاده از مدل‌های حیوانی برای فهم مکانیزم‌های مرتبط با فعالیت بدنی و سرطان مهم هستند، زیرا مطالعات اپیدمیولوژیک که روی نمونه‌های انسانی صورت می‌گیرند، جزئیات مربوط به آغاز، پیشرفت یا بهبود سرطان مرتبط با ورزش را نشان نمی‌دهند. تحقیقات انجام شده نشان از کاهش حجم تومور به دنبال فعالیت منظم ورزشی دارد (زیلنسکی^{۱۵}

سرطان از مشکلات اصلی بهداشتی در سراسر جهان است که خود بیماری و درمان آن عوارض زیادی دارند. یکی از عوارض سرطان، از بین رفتن توده عضلانی و قدرت بدن می‌باشد که با نام کاشکسی^۱ شناخته می‌شود. کاشکسی یا ضعف بنیه یکی از عوارض شایع در بیماری سرطان است که ارتباط تنگاتنگی با وضعیت تغذیه‌ای و اشتهای بیماران دارد. کاشکسی از رایج‌ترین اثرات سرطان‌های بدخیم است که پاسخ به داروهای ضد توموری را کاهش می‌دهد و در افزایش میزان مرگ و میرهای ناشی از سرطان (عامل ۲۰ درصد مرگ‌های سرطانی) نقش دارد. کاشکسی سرطان، یک نوع ناخوشی متابولیکی پیچیده است که تحلیل بافت چربی به علت لیپولیز، تحلیل بافت عضلانی، بالا رفتن هزینه انرژی استراحتی، بی‌اشتهایی و کاهش مصرف غذا را به همراه دارد (تیسدال^۲، ۲۰۰۹). اگر چه کاتابولیسم بافتی به وسیله فعالیت سایتوکاین‌هایی مانند فاکتور نکروز دهنده تومور آلفا^۳، اینترلوکین-۱، بتا، اینترلوکین-۶^۴ و اینترفرون^۵ (آچار یا^۵ و دیگران، ۲۰۰۴) صورت می‌گیرد؛ سازوکار کاشکسی در سرطان به طور کامل مشخص نشده است. کاشکسی با سوء تغذیه رابطه دارد؛ که خود پیامد جذب ناکافی غذاها یا رژیم غذایی نامناسب است. بیماران سرطانی دچار سوء تغذیه می‌شوند و تمایلی برای مصرف غذا از خود نشان نمی‌دهند. لذا شرایط بروز ضعف و تحلیل عضلانی فراهم می‌گردد. جذب غذا و هموستاز انرژی به شدت بوسیله هورمون‌ها، نوروپیتایدها و سایتوکاین‌ها تنظیم می‌شود. در میان این میانجی‌ها، گرلین نقش مهمی در اشتها بازی می‌کنند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (راوسین^۷ و دیگران، ۲۰۰۱).

گرلین هورمون پپتیدی ۲۸ آمینواسیدی است که عمدتاً در معده تولید می‌شود، اما در روده کوچک، هیوتالاموس، هیپوفیز، پانکراس و در سیستم ایمنی نیز تولید می‌گردد (کوجیما^۸ و دیگران، ۱۹۹۹). این هورمون نقش مهمی در تنظیم اشتها دارد و تجویز آن، موجب کسب وزن با افزایش مصرف غذا و بازداری از

1. Cachexia

2. Tisdale

3. Tumor necrosis factor alpha

4. Interlukine-6

5. Interferon

6. Acharyya

7. Ravussin

8. Kojima

9. G protein-coupled receptor

10. Cyclic adenosine monophosphate

11. Chopin

12. Stefanaki

13. Wolf

14. Apoptosis

15. Zielinski

IR.SSRI.REC.1395.129 اخذ گردید.

کشت سلول: کارسینوماى مجارى پستان گیرنده استروژن مثبت MC4-L2 (ER+) از مرکز ذخایر ژنتیک ایران خریداری شد. سلول‌های MC4-L2 در فلاسک T75 در محیط DMEM/F-12 با ۱۵ میلی مول بافر HEPES، گلوتامین، پنی‌سلین ۱۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر، استراپتومايسن ۱۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر و FBS ۱۰ درصد کشت داده شدند. پس از پرکردن ۹۰ درصد سطح فلاسک بوسیله سلول‌ها، مایع رویی برداشته شد و پس از شستشو با PBS، در مرحله بعد با آنزیم تریپسین^۵ ۰/۰۲۵٪ از کف پلیت سلول‌ها جدا شده و پس از خنثی سازی آنزیم با محیط حاوی ۱۰ FBS درصد، کلیه محتویات فلاسک داخل لوله فالكون ریخته شد و در دور ۱۲۰۰ به مدت ۳-۵ دقیقه سانتریفیوژ گردید. در مرحله بعد، مایع روئی برداشته شد و پلاک سلولی در داخل محیط حاوی ۱۰ FBS درصد حل گردید. سپس برای تعیین نسبت سلول‌های زنده مانده و شمارش سلولی به ترتیب از تریپان آبی^۶ و لام شمارش سلول^۷ استفاده شد (امانی شلمزاری و دیگران، ۲۰۱۴).

برای القای تومور، پس از کشت سلول و شمارش آن، سوسپانسیون سلولی با تراکم ۱۰ میلیون سلول در هر میلی لیتر بافر PBS تهیه گردید. موش‌ها در ابتدا با دوز ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم کتامین^۸ و ۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم زایلازین^۹ که به صورت درون صفاقی به آن‌ها تزریق شد، بی‌هوش شدند و سپس یک میلیون سلول به صورت زیر جلدی به ناحیه بالای ران سمت راست تزریق گردید (امانی شلمزاری و دیگران، ۲۰۱۴). در حدود دو هفته پس از تزریق سلول‌های سرطانی، تومور در ناحیه تزریق شده قابل لمس بود.

پروتکل تمرین استقامتی: ابتدا موش‌ها به دو گروه تقسیم شدند. گروه استراحت- تومور یا گروه کنترل (CT) که شامل ۱۰ سر موش بودند و هیچ گونه فعالیت بدنی تا زمان قربانی شدن، انجام ندادند. دومین گروه تومور- ورزش یا گروه تمرین (ET) بود که به مدت ۶ هفته، ۵ روز در هفته و با شدت متوسط تمرینات استقامتی را اجرا کرد. در انتهای هفته آشناسازی، آزمون تعیین توان هوازی بیشینه موش‌ها به عمل آمد (هایز و چاپل^{۱۰}، ۱۹۹۰)؛

و دیگران، ۲۰۰۴؛ جونز^۱ و دیگران، ۲۰۰۵؛ هافمن-گوتز^۲ و دیگران، ۱۹۹۴). خوری و دیگران (۲۰۱۵) و عیسی نژاد و دیگران (۲۰۱۶) کاهش حجم تومور به دنبال انجام ۶ هفته تمرینات تناوبی را به تعدیل وضعیت آپوپتوزی درون تومور به ویژه ریز RNAs^۳ و همین طور تغییر در بیان گیرنده استروژن نسبت داده‌اند. از طرف دیگر، مشخص شده که فعالیت بدنی نقش موثری در حفظ توده عضلانی و تعدیل متابولیسمی مصرف گلوکز دارد و از این رو، در تعدیل وضعیت مولکولی کاشکسی نیز نقش دارد. با توجه به این که فعالیت بدنی منظم باعث افزایش جزئی در دریافت انرژی به علت افزایش هورمون گرلین سرمی می‌شود (غیاثوند و دیگران، ۲۰۱۳)، و با توجه به تاثیر سطوح درون توموری این سایتوکاین در پیشرفت سرطان و احتمالاً عدم وجود تحقیقی که اثرات تمرینات هوازی را بر سطوح گرلین در بافت تومور و سرمی سنجیده باشد؛ در مطالعه حاضر به دنبال یافتن پاسخ این سوال اساسی هستیم که آیا تمرینات هوازی می‌توانند سطوح گرلین در بافت تومور و همین طور سرم موش‌های مبتلا به سرطان پستان را تغییر دهند؟

روش تحقیق

تحقیق حاضر از نوع تجربی است. ۲۰ سر موش بالب-C^۴ پس از القای سرطان پستان با رده سلولی MC4-L2 که از نوع وابسته به گیرنده استروژن است، به دو گروه کنترل و تجربی تقسیم شدند. گروه تجربی به مدت ۶ هفته تمرینات استقامتی را اجرا کردند. پس از اتمام دوره تحقیق یک سری متغیرهای مهم اندازه گیری شدند.

ویژگی‌های موش‌ها: موش‌ها از نوع موش‌های ماده ۶ تا ۸ هفته‌ای با وزن ۱۴-۱۵ گرم بودند که از انستیتو پاستور خریداری شدند و به اتاق حیوانات دانشگاه تربیت مدرس منتقل گردیدند. دوره ۱۲ ساعته تاریکی و روشنایی برای تطابق فیزیولوژیک موش‌ها رعایت گردید. هم‌چنین، دمای اتاق بین درجه ۲۲-۲۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۴۵ درصد حفظ شد. پس از یک هفته آشناسازی با محیط و تمرین روی نوارگردان، سلول‌های سرطانی به موش‌ها تزریق گردید و ۱۰ روز پس از آن، برنامه تمرین آغاز شد. کد اخلاق از پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی با کد

1. Jones
2. Hoffman-Goetz
3. microRNAs
4. Balb-C

5. Trypsin enzyme
6. Blue Trypan
7. Hemocytometer
8. Ketamine

9. Xylazine
10. Hayes & Chappell

تومور $[V = \pi/6 (W \times L^2)]$ میزان آن تعیین گردید (جونز و دیگران، ۲۰۱۰).

اندازه‌گیری وزن قلب و وزن تومور: پس از مرگ آسان موش‌ها که حدود ۴۸ ساعت پس از آخرین وهله تمرین بود، بلافاصله قلب و عضله دوقلو برداشته شد و وزن آن‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. وزن قلب بلافاصله پس از خروج خون باقیمانده در آن اندازه‌گیری گردید. نسبت وزن قلب به وزن بدن به عنوان شاخص کارآیی تمرین در نظر گرفته شد (آلمیدا و دیگران، ۲۰۰۹). نسبت وزن قلب به وزن بدن موش‌ها با تقسیم وزن قلب بر وزن بدن محاسبه گردید.

اندازه‌گیری گرلین: پس از قربانی نمودن موش‌ها، بلافاصله بافت تومور برداشته شد و در نیتروژن مایع فریز گردید و در دمای -70°C درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. در آزمایشگاه، میزان 100 میلی‌گرم بافت در ظرف هموژنایزر حاوی محلول لیزات^۳ قرار داده شد، تا بافت کاملاً خرد شده و سپس سوسپانسیون رویی به میکروتیوب جدید منتقل شد و با سانتریفیوژ (10 دقیقه، 1500 g و 4 درجه سانتی‌گراد) قطعات بزرگ رسوب کردند و از سوپرناتانت^۴ رویی برای اندازه‌گیری پروتئین‌ها به روش برادفورد^۵ استفاده گردید. محلول لیزات حاوی KCl ، NaCl ، Na_2HPO_4 ، KH_2PO_4 و PMSF بود که در 950 میلی‌لیتر آب مقطر دیونیزه حل شد و پس از تنظیم PH ($7/4 - 7/2$)، با سود یا اسید کلریدریک نرمال، محلول به حجم یک لیتر رسانده شد (امانی شلمزاری، ۲۰۱۴). سنجش گرلین با استفاده از کیت الایزای با کد RAB0207 ، حساسیت 161 پیکوگرم بر میلی‌لیتر، دامنه تشخیص $0/01$ تا 1000 نانوگرم بر میلی‌لیتر، درون سنجی $CV < 10\%$ و برون سنجی $CV < 15\%$ شرکت سیگمای^۶ آمریکا صورت گرفت.

روش‌های آماری: پس از مشاهده توزیع طبیعی داده‌ها که با آزمون شاپیرو-ویلک^۷ صورت گرفت؛ از آزمون t مستقل برای بررسی اثر تمرین ورزشی بر متغیرها استفاده شد. از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای بررسی اثر تمرین بر وزن و حجم تومور موش‌ها استفاده گردید، در صورت وجود اختلاف معنی‌دار از آزمون تعقیبی توکی برای یافتن اختلاف بین دو گروه

روش کار بدین صورت بود که بعد از 5 دقیقه گرم کردن با سرعت $12-10$ متر بر دقیقه، موش‌ها با سرعت 12 متر بر دقیقه شروع به فعالیت کردند و هر 2 دقیقه، یک متر بر دقیقه بر سرعت افزوده شد. حداکثر سرعت زمانی محاسبه گردید که موش‌ها قادر نبودند در آن سرعت بدونند (هویدال^۱ و دیگران، ۲۰۰۷). سرعت بیشینه بدست آمده برابر با $33 \pm 1/5$ متر بر دقیقه بود. سپس تمرینات با 55 درصد توان هوازی شروع شد و تا 70 درصد آن ادامه پیدا کرد. جزئیات برنامه تمرین این گونه بود که 2 هفته اول تمرین به مدت 50 دقیقه با شدت 55 درصد توان هوازی بیشینه (سرعت 18 متر بر دقیقه)، 2 هفته دوم به مدت 60 دقیقه با شدت 65 درصد توان هوازی بیشینه (20 متر بر دقیقه)، و 2 هفته آخر به مدت 70 دقیقه با شدت 70 درصد توان هوازی بیشینه (22 متر بر دقیقه)؛ اجرا گردید. شدت تمرین در نظر گرفته شده معادل $70-55$ درصد توان هوازی بیشینه موش‌ها بود، زیرا در پژوهش آلمیدا^۲ و دیگران (۲۰۰۹) بر روی موش‌های مبتلا به سرطان پستان، نشان داده شده که شدت متوسط 50 درصد باعث کاهش حجم تومور می‌شود و شدت‌های بالاتر از 80 درصد، با افزایش حجم تومور همراه است. به موش‌ها جهت انجام تمرین هیچ‌گونه شوک الکتریکی وارد نشد، اما برای تحریک آن‌ها، چند ضربه به بالای قفسه زده می‌شد تا شروع به حرکت کنند.

اندازه‌گیری وزن موش‌ها، وزن غذای مصرفی و حجم تومور: همه حیوانات در ابتدا و به صورت هفتگی با استفاده از ترازو وزن شدند. تغذیه حیوانات با استفاده از غذای طبیعی موش صورت گرفت. میزان غذای حیوانات دو گروه تعدیل شد، به این ترتیب که غذایی که در اوایل هفته به قفس موش‌ها ریخته شد، اندازه‌گیری گردید. در زمان تعویض غذا، میزان غذای باقیمانده هم اندازه‌گیری شد و با تفریق این دو میزان از یکدیگر، مجموع غذای مصرفی در هر هفته بدست آمد.

حجم تومور در دو بعد اندازه‌گیری شد. بزرگ‌ترین بعد تومور به عنوان طول (L) تومور در نظر گرفته شد و بعد دیگر (در زاویه 90 درجه) به عنوان عرض (W) در نظر گرفته شد. پس از پیدایش تومور، هر هفته یک‌بار طول و عرض تومور توسط کولیس دیجیتالی اندازه‌گیری شد و با استفاده از فرمول محاسباتی حجم

1. Høydal
2. Almeida
3. Lezat solution
4. Supernatant

5. Bradford protein assay
6. Sigma company
7. Shapiro-Wilk

دریافتی دو گروه نیز به تفکیک هفته در جدول ۱ نمایش داده شده است. روند کاهشی در دریافت غذا در گروه کنترل و روند افزایشی دریافت غذا در گروه تمرین قابل مشاهده است. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر اختلاف معنی دار دو گروه را طی ۶ هفته پروتکل تحقیق نیز تایید کرد ($p=0/03$)، اختلاف معنی دار در هفته‌های پنجم و ششم بین دو گروه مشاهده شد.

بهره برداری شد. رابطه بین متغیرها نیز با مدل رگرسیون خطی تحلیل گردید. همه تحلیل‌ها با نرم افزار SPSS انجام گرفت و سطح معنی داری نیز $p < 0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

وزن و غذای مصرفی موش‌ها: وزن بدن موش‌ها به صورت هفتگی اندازه گیری شد و نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر بین وزن دو گروه، تفاوت معنی داری نشان نداد ($p=0/18$). وزن غذای

جدول ۱. وزن بدن و غذای دریافتی موش‌های طی ۶ هفته برنامه تمرین و نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر

متغیر	گروه‌ها	هفته ۱	هفته ۲	هفته ۳	هفته ۴	هفته ۵	هفته ۶
وزن بدن (گرم)	کنترل	۱۷/۸۰ (۱/۰۰)	۱۸/۱۰ (۰/۹۰)	۱۸/۶۰ (۱/۰۱)	۱۹/۱۰ (۱/۰۰)	۱۹/۶۰ (۱/۰۱)	۲۰/۸۰ (۱/۲۰)
	تمرین	۱۷/۸۰ (۰/۷۰)	۱۷/۹۰ (۰/۸۰)	۱۷/۸۰ (۰/۸۰)	۱۸/۶۰ (۰/۸۰)	۱۹/۷۰ (۱/۰۰)	۱۹/۹۰ (۱/۲۰)
تحلیل واریانس با اندازه گیر مکرر: $p=0/18$ و $F=2/32$							
غذای دریافتی (گرم)	کنترل	۱۶۵/۵۰	۱۶۶	۱۶۲/۸۰	۱۶۰/۲۰	۱۵۵	۱۴۰/۶۰
	تمرین	۱۶۲/۹۰	۱۶۹/۵۰	۱۶۶/۸۰	۱۶۷/۳۰	۱۷۰/۵۰*	۱۷۲*
تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر: $p=0/03$ و $F=6/31$ ، اختلاف در هفته ۵ و ۶ بین دو گروه							

*نشانه اختلاف معنی دار با گروه کنترل در سطح $p < 0/03$. (داده‌ها به صورت میانگین (انحراف استاندارد) برای وزن بدن و میانگین برای غذای دریافتی بیان شده‌اند).

افزایش بارزی در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل مشاهده شد ($p=0/001$). از شاخص نسبت وزن قلب به وزن بدن برای کارآیی تمرین استفاده شد و آزمون t مستقل افزایش معنی دار در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل را نشان داد ($p=0/001$).

وزن قلب، وزن تومور و نسبت وزن قلب به وزن بدن: در انتهای برنامه تحقیق، وزن تومور و وزن قلب بلافاصله با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد (جدول ۲). نتایج آزمون t مستقل برای وزن تومور نشان داد که وزن تومور کاهش بارزی در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل ($p=0/001$) دارد و در مورد وزن قلب،

جدول ۲. وزن قلب، وزن تومور و نسبت وزن قلب به وزن بدن موش‌ها

متغیر	گروه‌ها	وزن قلب (گرم)	وزن تومور (گرم)	نسبت وزن قلب به وزن بدن
گروه کنترل	گروه کنترل	$0/11 \pm 0/09$	$2/74 \pm 0/52$	$0/00435 \pm 0/00056$
	گروه تمرین	$0/11 \pm 0/01^*$	$1/11 \pm 0/52^*$	$0/00607 \pm 0/00091^*$

*نشانه اختلاف معنی دار با گروه کنترل در سطح $p < 0/01$.

نمایان می‌گردد (هفته سوم $p < 0/01$ ، هفته چهارم تا ششم $p < 0/001$). در این زمان شیب رشد تومور در گروه کنترل روند سریع‌تری پیدا کرده است، در حالی که در گروه تجربی با شیب کندتری افزایش یافته است.

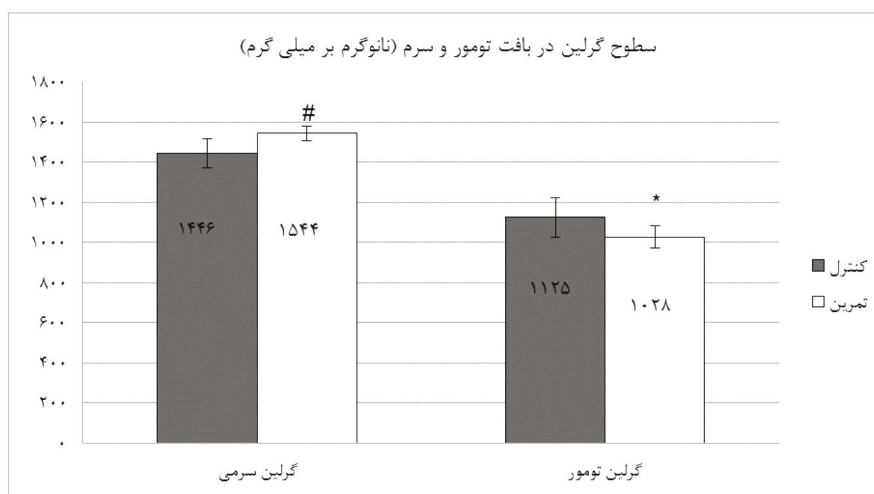
حجم تومور: نتایج شکل ۱ روند کاهش رشد تومور در گروه تجربی را نشان می‌دهد. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر حاکی از افزایش بارز با شیب تندتر حجم تومور در گروه کنترل نسبت به گروه تمرین است ($F=48/5$ ، $p=0/001$). آزمون تعقیبی توکی نشان داد، روند اختلاف از هفته سوم به بعد



شکل ۱. روند رشد تومور در دو گروه تجربی و کنترل
* نشانه اختلاف معنی دار با گروه تمرین در سطح $p < 0/01$.

خطی نشان داد، بین گرلین سرمی و حجم تومور رابطه منفی معنی‌دار ($r = -0/67$ ، $p = 0/004$)؛ اما بین گرلین بافت تومور و حجم تومور رابطه مثبت معنی‌داری ($r = 0/72$ ، $p = 0/002$) وجود دارد.

سطوح گرلین در بافت تومور و سرم: نتایج آزمون t مستقل نشان داد که پس از مداخله تمرین، سطوح سرمی گرلین در گروه تجربی افزایش معنی‌داری نسبت به گروه کنترل دارد (شکل ۲). همچنین نتایج آزمون رگرسیون



شکل ۲. مقایسه سطوح گرلین در بافت تومور و سرم موش‌های مبتلا به سرطان پستان
* نشانه اختلاف گرلین تومور دو گروه در سطح $p = 0/02$ ؛ # نشانه اختلاف گرلین سرمی دو گروه در سطح $p = 0/001$.

بحث

که نقش بارزی در فرآیند ضد آپوپتوزی دارد را عامل کاهش حجم تومور با تمرینات ورزشی دانسته‌اند.

علیرغم این‌ها، برخی بررسی‌ها نیز بی‌اثر بودن تمرینات ورزشی بر حجم تومور را گزارش کرده‌اند. به طور مثال، وودس^۳ و دیگران (۱۹۹۴) در مطالعه‌ای موش‌های مبتلا به سرطان سینه را با دو شدت متوسط و بالا به مدت ۱۴ روز روی نوارگردان تمرین دادند، اما هیچ تغییر معنی‌داری در حجم تومور در گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل، مشاهده نکردند. دلیل ناهم‌سویی نتایج تحقیق ذکر شده با مطالعه حاضر احتمالاً به دلیل دوره زمانی کمتر تمرینات می‌باشد، زیرا مداخله ما ۶ هفته بعد از سرطانی شدن ادامه داشت، اما تمرینات ورزشی در مطالعه وودس و دیگران (۱۹۹۴) کوتاه بود (فقط ۲ هفته). هم‌چنین نوع تومور در دو تحقیق مورد مقایسه متفاوت است؛ به طوری که در تحقیق حاضر از رده سلولی وابسته به گیرنده استروژن استفاده شد، در حالی که در مطالعه وودس و دیگران (۱۹۹۴)، موش‌ها با مواد شیمیایی سرطانی شدند.

در پژوهش حاضر افزایش سطوح سرمی گرلین در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل مشاهده شد. در رابطه اثر فعالیت ورزشی بر سطوح گرلین گردش خون، نتایج ضد و نقیضی موجود است. برخی مطالعات گزارش کرده‌اند که فعالیت ورزشی کوتاه و بلند مدت هیچ تأثیری بر مقادیر گرلین خون ندارد (تاکانو^۴ و دیگران، ۲۰۰۵؛ اسمیت^۵ و دیگران، ۲۰۰۴). در حالی که برخی دیگر افزایش مقادیر گرلین را در پاسخ به کاهش وزن ناشی از فعالیت ورزشی نشان داده‌اند (لیدی^۶ و دیگران، ۲۰۰۴؛ فوستر-اسچوبرت^۷ و دیگران، ۲۰۰۵). این تفاوت را می‌توان به نسبت توده بدون چربی به توده چربی مرتبط دانست، زیرا افزایش متابولیسم پایه در تحریک تولید گرلین نقش دارد (کینگ^۸ و دیگران، ۲۰۱۳). هم‌سو با نتایج ما، راوسین^۹ و دیگران (۲۰۰۱) نیز گزارش کرده‌اند که ۹۳ روز فعالیت دوچرخه سواری، گرلین پلاسمایی حالت ناشتایی را در مردان جوان سالم ۲۶ درصد افزایش می‌دهد.

نکته جالب توجه در مطالعه، عدم اختلاف معنی‌دار در وزن دو گروه است، در حالی که میزان غذای مصرفی دو گروه تفاوت معنی‌داری داشت. گروه تمرین مصرف غذای خود را حفظ کرد، در صورتی که گروه کنترل به مرور زمان اشتهای خود را از دست داد.

در تحقیق حاضر مشاهده شد که ۶ هفته تمرین هوازی فرآیند موجب کند شدن رشد تومور می‌شود. این روند کاهش هم‌سو با کاهش میزان سطوح گرلین در بافت تومور بود. افزایش سطوح گرلین در سرم موش‌ها هم‌سو با جذب غذای بیشتر در موش‌های گروه تمرین بود و به نظر می‌رسد که گرلین در حفظ اشتهای موش‌های سرطانی نقش دارد. با توجه به بالاتر بودن نسبت وزن قلب به وزن بدن موش‌ها، می‌توان نتایج مشاهده شده را به تمرینات هوازی نسبت داد.

در سال‌های اخیر برخی تحقیقات کاهش حجم تومور را بدنبال اجرای فعالیت ورزشی منظم گزارش کرده‌اند (امانی شلمزاری و دیگران، ۲۰۱۴؛ جونز و دیگران، ۲۰۱۰). در مطالعه حاضر نیز کاهش حجم تومور در گروه تمرین هوازی نسبت به گروه کنترل مشاهده شد. در حقیقت، از هفته سوم تمرین هوازی، روند کند رشد تومور در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل از نظر آماری معنی‌دار شد و از این هفته تا هفته ششم، حجم تومور بین دو گروه تفاوت معنی‌داری داشت. ریز محیط تومور حاوی سلول‌های مختلفی می‌باشد که رابطه تنگاتنگی با یکدیگر دارند و در رشد تومور موثر هستند. این سلول‌ها با تولید عوامل و پپتیدهای رشدی و رگ‌زایی، موجب رشد و گسترش تومور را فراهم می‌آورند (باکویل و مونتوانی^۱، ۲۰۱۲). مطالعاتی که تاکنون صورت گرفته است نتایج ناهم‌سویی داشته‌اند، بیشتر تحقیقات اخیر کاهش حجم تومور را گزارش کرده‌اند. آلمیدا و دیگران (۲۰۰۹) اثر ۶ هفته تمرین شنا کردن با دو شدت مختلف را بر تغییرات بافت تومور در موش‌های توموری بررسی کرده‌اند و نشان داده‌اند که تمرین استقامتی موجب کاهش معنی‌دار حجم تومور می‌شود؛ تغییری که به کاهش تجمع نوتروفیل‌ها و ماکروفاژها در ریز محیط بافت تومور نسبت داده می‌شود. مورفی^۲ و دیگران (۲۰۱۱) کاهش حجم تومور پس از ۲۰ هفته تمرین در موش‌های سرطانی را به افت عوامل التهابی سرمی نسبت داده‌اند. در تحقیقات داخل کشور نیز کاهش حجم تومور با تمرینات استقامتی گزارش شده است. امانی شلمزاری و دیگران (۲۰۱۴) کاهش حجم تومور در پی تمرینات استقامتی را به کاهش سایتوکاین‌های التهابی و رگ‌زا نسبت داده‌اند. خوری و دیگران (۲۰۱۵) نیز کاهش بیان miR-21

1. Balkwill & Mantovani
2. Murphy
3. Woods
4. Takano

5. Schmidt
6. Leidy
7. Foster-Schuber
8. King

9. Ravussin

مطالعه مذکور نشان داد که گرلین و گیرنده‌های خاص آن، در پیشرفت کارسینومای پستان انسان نقش دارند (کاسانی و دیگران، ۲۰۰۱). جفری^۷ و دیگران (۲۰۰۵) نیز نشان داده‌اند که گرلین از طریق تحریک کردن تکثیر سلولی و احتمالاً بواسطه سازوکارهای اتوکراین/پاراکراین، در سرطان پستان نقش دارد. از طرف دیگر، این مطالعه نشان داد که بیان گرلین در سرطان پستان، بیشتر از بافت سالم پستان است، از این رو محققین گزارش کردند که گرلین تکثیر سلول‌های سرطان پستان را افزایش می‌دهد. ما نیز وجود گرلین در بافت تومور پستان را نشان دادیم. یافته جالب توجه این بود که در اثر تمرینات ورزشی، میزان گرلین در بافت تومور کاهش پیدا کرد و این تغییر، با کاهش حجم تومور همسو بود. نتیجه آن که می‌توان یکی از سازوکارهای کاهش رشد تومور را کاهش مقدار گرلین تومور دانست. مطالعات اخیر نشان داده‌اند که گرلین درون تومور در بیشتر روندهای سرطان‌زایی درگیر است. مشخص شده است که گرلین در آپوپتوزیس، متاستاز، تهاجم و تکثیر سلولی نقش دارد (چاپین و دیگران، ۲۰۱۱). امکان دارد که اثر گرلین در سرطان پستان وابسته به دوز باشد و به وجود هورمون‌های دیگر مانند هورمون رشد بستگی دارد. محور گرلین/هورمون رشد به طور قطع در تومورزایی و پاتوژنز سرطان پستان نقش دارد (چاپین و دیگران، ۲۰۱۱). در کل، به نظر می‌رسد که سطوح گرلین درون تومور بر خلاف سطوح پلاسمایی آن، اثرات منفی دارد و در درون تومور، به علت پیام‌رسانی و همکاری با هورمون رشد، در پیشرفت سرطان تاثیر می‌گذارد. با این حال هنوز سازوکار نقش آن به طور کامل مشخص نشده و نیاز به بررسی‌های بیشتر دارد.

یکی از نتایج جالب توجه تحقیق حاضر، معنی دار بودن تفاوت بین نسبت وزن قلب به وزن بدن موش‌های گروه تمرین نسبت به گروه کنترل بود. این شاخص نشان دهنده کارایی تمرین است (آلمیدا و دیگران، ۲۰۰۹). در واقع تمرین هوازی با شدت متوسط توانست اثرات خود را بر ساختارهای تمرین پذیر مانند قلب بگذارد و می‌توان گفت تمرین هوازی با شدت متوسط در موش‌های حامل تومور، موثر بوده است و تغییرات ایجاد شده در سطح گرلین در بافت تومور و سرم و همین طور تغییر در وزن بدن و دریافت غذای مصرفی را می‌توان به تمرین استقامتی نسبت

این از دست دادن اشتها و مصرف کردن غذا در گروه کنترل و همین طور حفظ غذای مصرفی، با سطوح پلاسمایی گرلین رابطه معنی‌داری داشت. جالب توجه این بود که افزایش سطوح گرلین سرمی با کاهش حجم تومور نیز رابطه منفی داشت. در واقع، تمرینات استقامتی از طریق بالا بردن گرلین سرمی، اشتهای موش‌های سرطانی کاشکسی شده را حفظ کرد، تغییری که متعاقب آن توده بدنی موش‌ها نیز حفظ گردید و از نسبت وزن قلب به وزن موش‌ها می‌توان این مورد را استنباط کرد. همسو با این یافته، نشان داده شده در موش حمل کننده تومور ایجاد کننده کاشکسی، دوز بالای گرلین (۴۰ میکروگرم در روز) جذب غذا و وزن بدن را افزایش می‌دهد (وانگ^۱ و دیگران، ۲۰۰۶). تجویز گرلین و آنالوگ گرلین مصنوعی با تزریق زیرجلدی مستمر به موش‌های صحرایی حمل کننده تومور القا کننده کاشکسی، باعث افزایش بارزی در مصرف غذا و کسب وزن از طریق حفظ توده بدون چربی بدن گردیده است (دی‌بور^۲ و دیگران، ۲۰۰۷). حیوانات درمان شده با گرلین، افزایش بارزی در بیان پپتیدهای اشتها آور مانند پپتید مربوط به آگوتی^۳ و پپتید عصبی-۷^۴ را نشان داده‌اند (دی‌بور و دیگران، ۲۰۰۷). پپتیدهای اشتها آور در حفظ میل به غذا و وزن بدن موثرند. در کل، می‌توان ادعان نمود که تمرین هوازی یکی از اثرات بارز در حفظ وزن بدن و جلوگیری از اثرات کاشکسی را از طریق افزایش تولید گرلین اعمال می‌کند. در واقع، انجام تمرین استقامتی در موش‌های سرطانی موجب افزایش تولید گرلین و دیگر پپتیدهای اشتها آور می‌گردد و از اثرات کاشکسی مانند ضعف بدنی، لاغری مفرط، از دست رفتن توده چربی و بدون چربی؛ جلوگیری می‌کند.

نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که ۶ هفته تمرینات استقامتی باعث کاهش معنی‌دار سطوح گرلین در بافت تومور می‌گردد. مطالعات اندکی به بررسی تغییرات گرلین در بافت تومور پرداخته‌اند. بیان گرلین در سرطان‌های کولورکتال^۵، معده، پروستات و پستان نشان داده شده است (چاپین و دیگران، ۲۰۱۱). نتایج حاصل از تحقیق حاضر با نتایج کاسانی^۶ و دیگران (۲۰۰۱) همسو است. آن‌ها برای اولین بار نشان دادند که گرلین و گیرنده‌اش، در انواع تومورهای غدد درون ریز و غیر غددی وجود دارند و تکثیر سلول‌های سرطانی را کنترل می‌کنند. همچنین

1. Wang

2. De Boer

3. Agouti-related peptide

4. Neuropeptide Y

5. Colorectal

6. Cassoni

7. Jeffery

آور مانند گرلین یکی از اثرات جانبی سرطان پستان می‌باشد، افزایش ترشح گرلین با فعالیت بدنی منظم می‌تواند در جلوگیری از آتروفی و کاشکسی سرطان موثر باشد. لذا می‌توان با احتیاط انجام فعالیت‌های هوازی را به بیماران مبتلا به سرطان پستان وابسته به استروژن توصیه کرد.

قدردانی و تشکر

از انستیتو پاستور و آزمایشگاه حیوانات دانشگاه تربیت مدرس به دلیل کمک و همراهی در تهیه و نگهداری موش‌ها تشکر می‌شود.

داد. یکی از سازگاری‌های مهم تمرین هوازی، هایپرتروفی برون‌گرای قلب می‌باشد. کاشکسی موجب کاهش توده عضلانی و توده چربی و همین‌طور کاهش توده قلب می‌گردد. از آنجا که وزن قلب در اوایل دوره اندازه‌گیری نشد و تنها در پایان اجرای برنامه، بعد از مرگ آسان موش‌ها بررسی شد؛ این احتمال وجود دارد که یا تمرین موجب هایپرتروفی برون‌گرای قلب شده و یا حداقل از آتروفی آن جلوگیری کرده است؛ تغییراتی که در گروه کنترل مخالف آن رخ داده است.

نتیجه‌گیری: با توجه به اینکه سرکوبی پپتیدهای اشتها

منابع

Acharyya, S., Ladner, K. J., Nelsen, L. L., Damrauer, J., Reiser, P. J., Swoap, S., & Guttridge, D. C. (2004). Cancer cachexia is regulated by selective targeting of skeletal muscle gene products. *The Journal of Clinical Investigation*, 114(3), 370-378.

Almeida, P. W. M., Gomes-Filho, A., Ferreira, A. J., Rodrigues, C. E. M., Dias-Peixoto, M. F., Russo, R. C., ... & Garcia, A. M. (2009). Swim training suppresses tumor growth in mice. *Journal of Applied Physiology*, 107(1), 261-265.

Amani Shalamzari, S., Agha-Alinejad, H., Alizadeh, S., Shahbazi, S., Kashani Khatib, Z., Kazemi, A., ... & Minayi, N. (2014). The effect of exercise training on the level of tissue IL-6 and vascular endothelial growth factor in breast cancer bearing mice. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 17(4), 231-236.

Balkwill, F. R., & Mantovani, A. (2012). Cancer-related inflammation: common themes and therapeutic opportunities. *Seminars in Cancer Biology*, 22(1), 33-40.

Cassoni, P., Papotti, M., Ghè, C., Catapano, F., Sapino, A., Graziani, A., ... & Muccioli, G. (2001). Identification, Characterization, and Biological Activity of Specific Receptors for Natural (Ghrelin) and Synthetic Growth Hormone Secretagogues and Analogs in Human Breast Carcinomas and Cell Lines. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 86(4), 1738-1745.

Chopin, L., Walpole, C., Seim, I., Cunningham, P., Murray, R., Whiteside, E., ... & Herington, A. (2011). Ghrelin and cancer. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 340(1), 65-69.

DeBoer, M. D., Zhu, X. X., Lévassieur, P., Meguid, M. M., Suzuki, S., Inui, A., ... & Culler, M. D. (2007). Ghrelin treatment causes increased food intake and retention of lean body mass in a rat model of cancer cachexia. *Endocrinology*, 148(6), 3004-3012.

Foster-Schubert, K. E., McTiernan, A., Frayo, R. S., Schwartz, R. S., Rajan, K. B., Yasui, Y., ... & Cummings, D. E. (2005). Human plasma ghrelin levels increase during a one-year exercise program. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 90(2), 820-825.

Ghiasvand, R., Hariri, M., Haghghatdost, F., & Darvishi, I. (2013). The effect of exercise on appetite, ghrelin serum levels: implications for obesity treatment. *Health System Research Journal*, 9(3), 11.

Hayes, J., & Chappell, M. (1990). Individual consistency of maximal oxygen consumption in deer mice. *Functional Ecology*, 495-503.

Hoffman-Goetz, L., May, K., & Arumugam, Y. (1994). Exercise training and mouse mammary tumour metastasis. *Anticancer Research*, 14(6B), 2627-2631.

Høydal, M. A., Wisløff, U., Kemi, O. J., & Ellingsen, Ø. (2007). Running speed and maximal oxygen uptake in rats and mice: practical implications for exercise training. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 14(6), 753-760.

Isanejad, A., Alizadeh, A. M., Shalamzari, S. A., Khodayari, H., Khodayari, S., Khori, V., & Khojastehjad, N. (2016). Micro RNA-206, let-7a and microRNA-21 pathways involved in the anti-angiogenesis effects of the interval exercise training and hormone therapy in breast cancer. *Life Sciences*, 151, 30-40.

Jeffery, P., Murray, R., Yeh, A., McNamara, J., Duncan, R., Francis, G., ... & Chopin, L. (2005). Expression and function of the ghrelin axis, including a novel preproghrelin isoform, in human breast cancer tissues and cell lines. *Endocrine-Related Cancer*, 12(4), 839-850.

Jones, L. W., Eves, N. D., Courneya, K. S., Chiu, B. K., Baracos, V. E., Hanson, J., ... & Mackey, J. R. (2005). Effects of exercise training on antitumor efficacy of doxorubicin in MDA-MB-231 breast cancer xenografts. *Clinical Cancer Research*, 11(18), 6695-6698.

Jones, L. W., Viglianti, B. L., Tashjian, J. A., Kothadia, S. M., Keir, S. T., Freedland, S. J., ... & Dewhirst, M. W. (2010). Effect of aerobic exercise on tumor physiology in an animal model of human breast cancer. *Journal of Applied Physiology*, 108(2), 343-348.

Jones, L. W., Viglianti, B. L., Tashjian, J. A., Kothadia, S. M., Keir, S. T., Freedland, S. J., ... & Dewhirst, M. W. (2010). Effect of aerobic exercise on tumor physiology in an animal model of human breast cancer. *Journal of Applied Physiology*, 108(2), 343-348.

King, J. A., Wasse, L. K., Stensel, D. J., & Nimmo, M. A. (2013). Exercise and ghrelin. A narrative overview of research. *Appetite*, 68, 83-91.

Khori, V., Shalamzari, S. A., Isanejad, A., Alizadeh, A. M., Alizadeh, S., Khodayari, S., ... & Khaniki, M. (2015). Effects of exercise training together with tamoxifen in reducing mammary tumor burden in mice: Possible underlying pathway of miR-21. *European Journal of Pharmacology*, 765, 179-187.

Kojima, M., Hosoda, H., Date, Y., Nakazato, M., Matsuo, H., & Kangawa, K. (1999). Ghrelin is a growth-hormone-releasing acylated peptide from stomach. *Nature*, 402(6762), 656-660.

Leidy, H., Gardner, J., Frye, B., Snook, M., Schuchert, M., Richard, E., & Williams, N. (2004). Circulating ghrelin is sensitive to changes in body weight during a diet and exercise program in normal-weight young women. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 89(6), 2659-2664.

Murphy, E. A., Davis, J. M., Barrilleaux, T. L., McClellan, J. L., Steiner, J. L., Carmichael, M. D., ... & Green, J. E. (2011). Benefits of exercise training on breast cancer progression and inflammation in C3 (1) SV40Tag mice. *Cytokine*, 55(2), 274-279.

Ravussin, E., Tschöp, M., Morales, S., Bouchard, C., & Heiman, M. L. (2001). Plasma ghrelin concentration and energy balance: overfeeding and negative energy balance studies in twins. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 86(9), 4547-4547.

Schmidt, A., Maier, C., Schaller, G., Nowotny, P., Bayerle-Eder, M., Buranyi, B., ... & Wolzt, M. (2004). Acute exercise has no effect on ghrelin plasma concentrations. *Hormone and Metabolic Research*, 36(03), 174-177.

Stefanaki, C., Rorris, F. P., & Stamatakos, M. (2012). The Role of Ghrelin Signals in Breast Cancer-A Systematic Review. *Current Signal Transduction Therapy*, 7(3), 247-253.

Takano, H., Morita, T., Iida, H., Asada, K. I., Kato, M., Uno, K., ... & Eto, F. (2005). Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. *European Journal of Applied Physiology*, 95(1), 65-73.

Tisdale, M. J. (2009). Mechanisms of cancer cachexia. *Physiological Reviews*, 89(2), 381-410.

Wang, W., Andersson, M., Iresjo, B., Lonroth, C., & Lundholm, K. (2006). Effects of ghrelin on anorexia in tumor-bearing mice with eicosanoid-related cachexia. *International Journal of Oncology*, 28(6), 1393-1400.

Wolf, I., Sadetzki, S., Kanety, H., Kundel, Y., Pariente, C., Epstein, N., ... & Shimon, I. (2006). Adiponectin, ghrelin, and leptin in cancer cachexia in breast and colon cancer patients. *Cancer*, 106(4), 966-973.

Woods, J. A., Davis, J. M., Kohut, M. L., Ghaffar, A., Mayer, E. P., & Pate, R. R. (1994). Effects of exercise on the immune response to cancer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26(9), 1109.

Zielinski, M. R., Muenchow, M., Wallig, M. A., Horn, P. L., & Woods, J. A. (2004). Exercise delays allogeneic tumor growth and reduces intratumoral inflammation and vascularization. *Journal of Applied Physiology*, 96(6), 2249-2256.



Spatial analysis of relationship between body mass index and somatotype profile with environmental indicators in Iranian provinces

Asieh Namazi^{1*}, Sayed Ahmad Hosseini²

1. Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, University of Science and Technology, Tehran, Iran.
2. PhD in Geography and Urban Planning, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.

Abstract

Background and Aim: Physical status and body composition are affected by various parameters such as ecological, nutritional, and racial as well as age and sex factors. Therefore, identification of most effectiveness factors for health and sport performance can be useful to develop a formulation during sports programs. Therefore, this study aimed to determine the relationship between somatotype profile, environmental potential and socio-economic indicators in some provinces of Iran. **Materials and Methods:** This research is a descriptive-analytic type. The somatotype and body mass indices (boys 9-13 years old) are used as anthropometric indicators as well as the height, latitude and human development indices are used as environmental and economic indicators. The human development index are considered as average of the three indicators of life expectancy, instruction and education and per capita GDP in terms of equal purchasing power with the same weight. The statistical methods were used as spatial statistics in ArcGIS and SPSS softwares. **Results:** Regression analysis showed that there is a linear relationship between somatotype and topographic features ($R^2=0.39$, $p=0.02$). Also, according to regression test, there was a significant relationship between body mass index and latitude ($R^2=0.42$, $p=0.0001$, height ($R^2=0.39$, $p=0.008$) and human development index ($R^2=0.37$, $p=0.005$) respectively. **Conclusion:** The physical condition and especially the somatotype, depends on geographical areas and also different socioeconomic conditions. Therefore, it can be used extensively in talent identification, sports polarization and health promotion.

Keywords: Spatial analysis, Somatotype profile, Human development index, Environmental indicators, Provinces of Iran.

* Corresponding Author, Address: Department of Physical Education and Sport Sciences, University of Science and Technology, Tehran, Iran;
Email: anamazi@iust.ac.ir DOI: 10.22077/JPSBS.2019.1383.1382



تحلیل فضایی رابطه بین نمایه توده بدن و تیپ بدنی با شاخص‌های محیطی در استان‌های ایران

آسیه نمازی^{۱*}، سید احمد حسینی^۲

۱. استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران.
۲. دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: وضعیت جسمانی و ترکیب بدنی تحت تأثیر عوامل مختلفی نظیر عوامل بوم‌شناختی (اکولوژیک)، زیست گاهی، تغذیه‌ای، نژادی و همچنین سن و جنس قرار می‌گیرد. از این رو شناخت عواملی که بتواند اثر بخشی بیشتری در حفظ سلامت و ایجاد نشاط و شادابی برای انجام کارهای روزمره افراد داشته باشد در تسریع این روند به جامعه ورزش کمک کننده خواهد بود. این تحقیق به منظور بررسی ارتباط بین نمایه توده بدن و تیپ بدنی با توان‌های محیطی و شاخص‌های اجتماعی-اقتصادی در استان‌های مختلف کشور انجام گرفت. **روش تحقیق:** تحقیق حاضر از نوع توصیفی-تحلیلی است. از داده‌های تیپ بدنی و شاخص توده بدن پسران ۹ تا ۱۳ سال به‌عنوان شاخص‌های پیکر سنجی و داده‌های ارتفاع، عرض جغرافیایی و شاخص توسعه انسانی، به‌عنوان شاخص‌های محیطی و اجتماعی-اقتصادی بهره‌برداری شد و شاخص توسعه انسانی که میانگین سه شاخص امید به زندگی، آموزش و تحصیلات و سرانه تولید ناخالص داخلی برحسب برابری قدرت خرید با وزن یکسان به دست می‌آید، به‌عنوان شاخص در نظر گرفته شد. سپس با استفاده از روش‌ها و تکنیک‌های آماری و آمار فضایی در نرم‌افزارهای ArcGIS و SPSS تجزیه و تحلیل‌های لازم صورت گرفت. **یافته‌ها:** تحلیل رگرسیون نشان داد که رابطه خطی بین نوع تیپ بدنی و ویژگی‌های توپوگرافی وجود دارد ($R^2=0/38$ و $p=0/02$). بر اساس آزمون رگرسیون، رابطه معنی‌داری بین شاخص توده بدن با عرض جغرافیایی ($R^2=0/42$ و $p=0/001$)، ارتفاع ($R^2=0/39$ و $p=0/008$) و شاخص توسعه انسانی ($R^2=0/37$ و $p=0/005$) بدست آمد. **نتیجه‌گیری:** وضعیت پیکری و به‌ویژه تیپ بدنی، به مناطق جغرافیایی و شرایط اقتصادی-اجتماعی مختلف وابسته است و این موضوع می‌تواند در استعدادیابی، تعیین قطب‌های ورزشی و توسعه سلامت، کاربرد گسترده‌ای داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: تحلیل فضایی، تیپ بدنی، شاخص توسعه انسانی، شاخص‌های محیطی، استان‌های ایران.

مقدمه

وضعیت جسمانی و ترکیب بدنی تحت تأثیر عوامل مختلف محیطی و وراثتی نظیر آب هوا، فصول سال، ارتفاع محل زندگی، وضعیت تغذیه‌ای، باورهای فرهنگی، سن، فعالیت بدنی، جنس و نژاد قرار می‌گیرد (نمازی و رجبی، ۲۰۰۴)؛ ارسطو^۱ علت کامیابی یونانیان و حتی برتری عقلی آنان را آب و هوای معتدل یونان می‌داند (ویل دورانت^۲، ۲۰۱۰)، منتسکیو^۳ نیز تأکید دارد که محیط جغرافیایی در صفت جسمانی و فضائل روانی انسانی تأثیر فراوان دارد (کی نیا، ۲۰۱۵). به نظر هگل^۴ در فلسفه داروین^۵ محیط محرک و عامل اساسی در تکامل است. السورث هانتینگتن^۶ عامل آب و هوا را یک عامل تعیین کننده در سلامتی، کارایی جسمی، ذهنی و روانی می‌داند (شکوئی، ۱۹۹۶). منتسکیو نیز در کتاب «روح القوانین» خود، با شرح جالبی از تأثیر درجات مختلف ویژگی‌های آب و هوایی بر ارگانیسم انسان، مطلب را آغاز می‌کند. او می‌گوید: «در اقلیم‌های سردسیر، مردم قدرت بیشتری دارند» (منتسکیو، ۱۹۹۱). همچنین نتایج برخی از مطالعات حاکی از تأثیر عوامل جغرافیایی و اقلیمی بر عملکرد ورزش قهرمانی و کسب افتخارات در مسابقات بین المللی و المپیک است (جانسون و علی^۷، ۲۰۰۴؛ کاسونکا و اسکوریچ^۸، ۲۰۱۱؛ محمود خانی و براتی، ۲۰۱۲؛ محمود خانی و دیگران، ۲۰۱۲). مطالعات جانسون و علی (۲۰۰۰؛ ۲۰۰۴)، هافمن^۹ و دیگران (۲۰۰۴) و لوئیز و فادال^{۱۰} (۲۰۱۱) نشان می‌دهند که شرایط آب هوایی مناطق مختلف، بر عملکرد ورزش قهرمانی مؤثر است (عسکریان و دیگران، ۲۰۱۵).

با توجه به آنچه گفته شد، می‌توان دریافت که مردمان مناطق مختلف هر کشور به دلیل شرایط اقلیمی، نژادی و تغذیه‌ای؛ از ابعاد بدنی متفاوتی برخوردار بوده و از نظر آنترپومتری تفاوت‌هایی با اقوام دیگر کشورها دارند (آبیسکارا و

شاهنواز^{۱۱}، ۱۹۸۹)، این تفاوت‌ها حتی می‌تواند در بین افراد یک کشور متفاوت بوده و از گستردگی قابل توجهی برخوردار باشد (روبوک^{۱۲} و دیگران، ۱۹۷۵؛ مانداخوی^{۱۳} و دیگران، ۲۰۰۸؛ چاندانا^{۱۴} و دیگران، ۲۰۱۰؛ صادقی و دیگران، ۲۰۱۵). بر این اساس، آگاهی از ارتباط بین اجرای ورزشی با شکل، اندازه و نسبت ترکیب بدنی؛ کمک مؤثری در دستیابی به ویژگی‌های پیکری بهینه در هر ورزش می‌کند. بلوم فیلد^{۱۵} و دیگران (۲۰۰۳) نیز اطلاعات تیپ بدنی را برای پیشگویی موفقیت ورزشکاران در رشته‌های ورزشی مناسب می‌دانند. همان‌طور که اشاره شد، عوامل مختلفی نظیر بوم شناختی (اکولوژیک)، زیست گاهی، تغذیه‌ای، نژادی و همچنین سن و جنسیت؛ بر ابعاد و اقطار کالبد انسان تأثیر می‌گذارند. لذا نمی‌توان مطالعات آنترپومتریکی دیگر نقاط جهان را به کشورهای دیگر و با توجه به تنوع گروه‌های قومی، به همه مناطق آن تعمیم داد (ویلیامز^{۱۶} و دیگران، ۱۹۹۵؛ نادری، ۱۹۹۷؛ حسن زاده، ۱۹۹۸؛ بلوچی و دیگران، ۲۰۱۰). مطالعات آنترپومتریکی روی گروه‌های سنی، جنس مشخص، گروه‌های قومی معین در مناطق مختلف جغرافیایی انجام می‌گیرد (اوکوپه^{۱۷} و دیگران، ۱۹۸۴؛ فارکاس^{۱۸} و دیگران، ۱۹۹۶؛ سافاک^{۱۹} و دیگران، ۱۹۹۸؛ لین^{۲۰} و دیگران، ۲۰۰۴؛ آگراوال^{۲۱} و دیگران، ۲۰۱۰). بر این اساس، قرارگیری ایران در عرض‌های مختلف جغرافیایی، باعث به وجود آمدن تفاوت‌های آنترپومتریکی و شاخص توده بدن متفاوت در مناطق مختلف ایران می‌شود و می‌توان گفت که ویژگی‌های آنترپومتریکی و عملکردی برای نیل به موفقیت در رشته‌های ورزشی مختلف، ضروری است (هابس^{۲۲}، ۲۰۰۸؛ بلوچی و دیگران، ۲۰۱۰؛ محمود خانی و دیگران، ۲۰۱۳)؛ بنابراین به نظر می‌رسد ویژگی‌های متفاوت اقلیمی و توپولوژی کشور ایران، باعث شکل‌گیری سبک‌های متفاوت زندگی در مناطق مختلف کشور شده است.

1. Aristotle
2. Will Durant
3. Montesquieu
4. Hegel
5. Darwin
6. Ellsworth Huntington
7. Johnson & Ali
8. Custonja & Skoric

9. Hoffman
10. Luiz & Fadal
11. Abeysekera & Shahnavaz
12. Roebuck
13. Mandahawi
14. Chandna
15. Bloomfield
16. Williams

17. Okupe
18. Farkas
19. Safak
20. Lin
21. Agrawal
22. Hobbs

کسب نمود؛ پایه‌ای برای مسئولان و برنامه ریزان فراهم می‌آورد تا با به کارگیری روش‌های درست در جهت شناخت و برنامه‌ریزی در زمینه ورزش قهرمانی، با توجه به پتانسیل‌های منطقه ای و توسعه سلامت گام اساسی بردارند.

روش تحقیق

مطالعه حاضر از نوع تحقیق توصیفی - تحلیلی بود. اطلاعات جغرافیایی مربوط به ارتفاع، دما و عرض جغرافیایی (عرض جغرافیایی مرکز هندسی پلیگون‌های استانی در نظر گرفته شد)، از نقشه‌های سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح و سازمان هواشناسی اقتباس گردیده است و اطلاعات مربوط به شاخص توسعه انسانی^۱ (HDI) از داده‌های مرکز آمار ایران تهیه شد. همچنین برای تهیه اطلاعات مربوط به شاخص توده بدن^۲ (BMI)، از شاخص‌های سیمای سلامت ایران استفاده شد و به منظور جمع‌آوری اطلاعات مربوط به تیپ‌های بدنی، از اطلاعات پیمایشی موجود در طرح‌های تحقیقاتی بهره برده شد. بر این اساس، داده‌های مربوط به تیپ بدن از داده‌های مربوط به تیپ‌های بدنی پسران ۱۳-۹ ساله ۲۱ استان کشور که در مجموع ۱۷۲۶ نفر بودند، به دست آمد و نمایه توده بدنی این‌گونه محاسبه گردید:

با این شرایط، پرداختن به مطالعات آمایش سرزمینی به منظور تعیین قطب‌های جغرافیایی در رشته‌های مختلف ورزشی از اهمیت و ضرورت راهبردی برخوردار است. با این حال بیشتر تحقیقات انجام شده در ایران یا به بررسی تیپ‌های بدنی و ویژگی‌های آن‌تروپومتریک در یک محدوده جغرافیایی یا یک رشته ورزشی پرداخته اند (محمود خانی و دیگران، ۲۰۱۲)، و یا در مطالعات محدودی، به بررسی تیپ‌های بدنی و ویژگی‌های آن‌تروپومتریک با توجه به موقعیت جغرافیایی یا قومیت پرداخته شده است (محمود خانی و دیگران، ۲۰۱۳) و به احتمال زیاد در کمتر مطالعه‌ای ارتباط بین تیپ‌های بدنی و ویژگی‌های آن‌تروپومتریک با ویژگی‌های جغرافیایی بررسی شده است. در هر حال این تحقیق می‌تواند بنیان‌گذار سلسله تحقیقاتی شود که در نهایت منجر به تهیه نقشه جغرافیایی پراکندگی تیپ‌های بدنی و ارتباط آن با تنوع محیطی و قومیتی شود که از یک سو راه را برای پروژه‌های پیچیده و طولانی استعدادیابی منطقه‌ای هموار کند و از سوی دیگر، با آگاهی از این که چه نسبت‌های بدنی برای چه رشته‌ای مناسب‌تر هستند، یا در مناطق مختلف کشور با توجه به ویژگی‌های محیطی در کدام رشته موفقیت بیشتری را می‌توان

$$BMI_{kg\ m^{-2}} = \frac{\text{وزن (kg)}}{\text{قد}^2 (m^2)} \quad (\text{Metric Units})$$

میانگین سال‌های به مدرسه رفتن افراد است)؛ محاسبه می‌گردد. با ترکیب این سه شاخص در قالب شاخص توسعه انسانی، می‌توان تا حدود زیادی توسعه جوامع انسانی را بررسی نمود. عدد حاصل از شاخص توسعه انسانی، عددی بین صفر و یک است که می‌توان

شاخص توسعه انسانی در سال ۱۹۹۱ توسط سازمان ملل متحد معرفی گردید، که بر اساس شاخص‌های درآمد سرانه واقعی (بر اساس روش شاخص برابری خرید)، امید به زندگی (در بدو تولد)، دسترسی به آموزش (که تابعی از نرخ باسوادی بزرگسالان و

1. Human development index
2. Body mass index

با آن، به تعیین جایگاه و رتبه‌بندی توسعه انسانی کشورها و شاخص‌های سه بعدی است که بر طبق فرمول زیر محاسبه مناطق مختلف پرداخت. شاخص توسعه انسانی میانگین هندسی می‌شود:

$$\text{شاخص درآمد (II)، شاخص آموزش (EI)، شاخص امید به زندگی (LEI)} = \sqrt[3]{\text{HDI}} = \sqrt[3]{\text{LEI}}$$

(منبع: شاخص‌های سیمای سلامت، وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی، ۲۰۰۹)

است. مدل رگرسیون معمولی قادر به تشخیص رابطه بین متغیرهای مستقل و وابسته به طور دقیق نخواهد بود. علاوه بر آن، تحلیل داده‌های فضایی، نیازمند رویکردی متفاوت به مقوله ارتباط بین متغیرهای مستقل و وابسته در مدل است. معادله رگرسیون وزن‌دار فضایی به صورت زیر است:

با استفاده از روش‌ها و تکنیک‌های آماری و آمار فضایی در نرم‌افزارهای ArcGIS و SPSS، تجزیه و تحلیل‌های لازم صورت گرفت و بر این اساس، به منظور ارزیابی ارتباط بین شاخص‌های مورد نظر، از رگرسیون جغرافیایی وزن دار استفاده گردید. رگرسیون جغرافیایی وزن دار^۱ (GWR): در آمار فضایی، معمولاً با داده‌هایی روبرو هستیم که جنبه‌های مکانی در آن‌ها مطرح

$$y_i(u) = \beta_{0i}(u) + \beta_{1i}(u)x_{1i} + \beta_{2i}(u)x_{2i} + \dots + \beta_{mi}(u)x_{mi}$$

استاندارد نمونه‌ها (به منظور نشان دادن متوسط میزان فاصله هر مورد از میانگین) محاسبه شد. انحراف استاندارد داده‌های مربوط به توده بدنی برای مردان برابر ۰/۸۸ و برای زنان برابر با ۰/۹۶ و انحراف استاندارد کل برابر با ۰/۹۲ می‌باشد که می‌توان گفت میزان پراکندگی شاخص توده بدنی در زنان بیشتر از مردان است. در این میان، مردم استان سیستان و بلوچستان با میانگین نمایه توده بدنی ۲۲/۵۰ کیلوگرم/متر مربع لاغرترین افراد کشور و مردم استان‌های خوزستان (۲۵/۷۰ کیلوگرم/متر مربع) فربه‌ترین افراد استان کشور می‌باشند.

نماد $\beta_{0i}(u)$ نشانگر این است که پارامتر، ارتباطی را در اطراف موقعیت u توصیف می‌کند که مخصوص همین موقعیت است (سلطانی و دیگران، ۲۰۱۰).

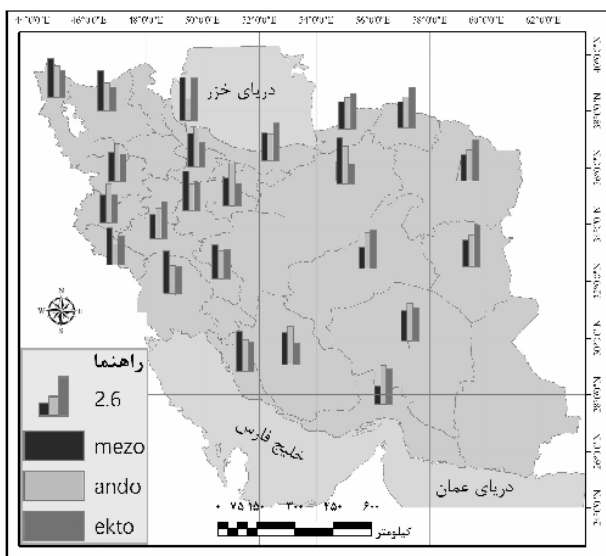
یافته‌ها

جدول ۱ داده‌های مربوط به شاخص توده بدن بر حسب جنس و تیپ‌های بدنی ۳۱ استان کشور و تیپ‌های بدنی مربوط به ۲۱ استان کشور مربوط به سال ۱۳۹۰ را نشان می‌دهد. در تمام استان‌ها، میانگین نمایه توده بدنی در زنان بیشتر از مردان است و به منظور مقایسه مقادیر مطالعه حاضر، میانگین نمرات انحراف

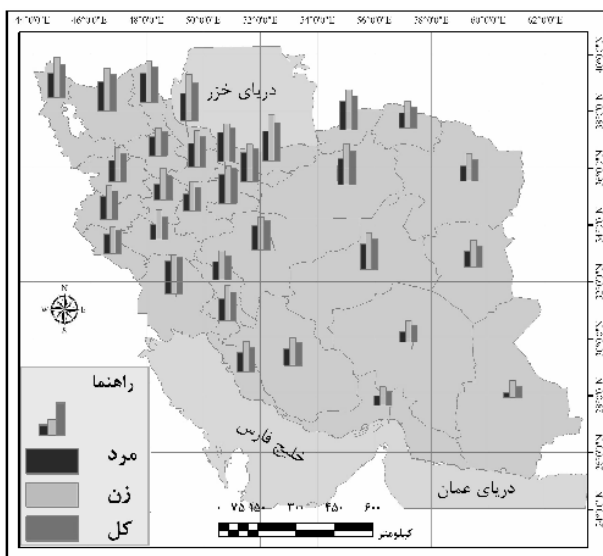
جدول ۱. نمایه توده بدنی و تیپ بدنی مردم استان مختلف کشور

تیپ بدنی کودکان ۹ تا ۱۳ ساله**			شاخص توده بدن افراد ۱۵ تا ۶۵ سال*			استان
اکتومورف	اندومورف	مزومورف	کل	زن	مرد	
۲/۵۲	۴/۷۹	۳/۱۱	۲۵/۵۰	۲۵/۹۰	۲۴/۸۰	قم
۳/۹۴	۴/۳۷	۲/۰۱	۲۲/۸۰	۲۳/۴۰	۲۲/۳۰	هرمزگان
۲/۶۸	۴/۳۴	۳/۶۵	۲۵/۰۰	۲۵/۸۰	۲۴/۱۰	قزوین
۳/۱۴	۴/۲۶	۳/۱۶	۲۴/۷۰	۲۵/۴۰	۲۴/۰۰	کرمانشاه
۲/۲۴	۴/۲۳	۵/۱۷	۲۵/۳۰	۲۶/۳۰	۲۴/۴۰	سمنان
۳/۶۳	۴/۲۱	۳/۳۹	۲۳/۱۰	۲۳/۸۰	۲۲/۴۰	کرمان
۲/۳۶	۴/۱۶	۳/۵۲	۲۳/۹۰	۲۴/۶۰	۲۳/۱۰	فارس
۲/۹۴	۴/۱۳	۳/۱۳	۲۴/۶۰	۲۵/۴۰	۲۳/۷۰	کردستان
۴/۲۲	۳/۹۰	۲/۳۵	۲۴/۹۰	۲۵/۷۰	۲۴/۲۰	یزد
۳/۸۹	۳/۵۵	۳/۰۷	۲۵/۴۰	۲۶/۲۰	۲۴/۷۰	گلستان
۲/۹۳	۳/۵۱	۴/۲۹	۲۵/۳۰	۲۶/۲۰	۲۴/۲۰	آذربایجان غربی
۳/۲۰	۳/۴۷	۴/۴۴	۲۴/۲۰	۲۵/۰۰	۲۳/۵۰	بوشهر
۴/۴۹	۳/۴۳	۲/۸۹	۲۳/۷۰	۲۴/۵۰	۲۳/۰۰	خراسان شمالی
۴/۴۹	۳/۴۳	۲/۸۹	۲۳/۷۰	۲۴/۵۰	۲۳/۰۰	خراسان رضوی
۴/۴۹	۳/۴۳	۲/۸۹	۲۳/۷۰	۲۴/۵۰	۲۳/۰۰	خراسان جنوبی
۴/۱۵	۳/۴۰	۲/۷۳	۲۳/۹۰	۲۴/۹۰	۲۳/۰۰	لرستان
۳/۳۰	۳/۱۱	۳/۸۴	۲۴/۱۰	۲۴/۸۰	۲۳/۴۰	چهارمحال و بختیاری بختیاری
۲/۶۰	۳/۱۰	۴/۴۵	۲۵/۷۰	۲۶/۵۰	۲۴/۸۰	آذربایجان شرقی
۲/۸۹	۳/۰۸	۴/۶۱	۲۵/۷۰	۲۶/۱۰	۲۵/۲۰	خوزستان
۳/۱۵	۲/۹۸	۴/۳۴	۲۴/۱۰	۲۴/۸۰	۲۳/۳۰	مرکزی
۴/۱۲	۲/۹۰	۳/۰۴	۲۶/۰۰	۲۷/۰۰	۲۴/۹۰	مازندران
۴/۷۲	۲/۵۴	۴/۸۲	۲۵/۹۰	۲۷/۱۰	۲۴/۶۰	گیلان
۳/۱۹	۲/۴۰	۴/۱۰	۲۴/۰۰	۲۴/۵۰	۲۳/۵۰	ایلام
			۲۴/۱۰	۲۵/۱۰	۲۳/۱۰	همدان
			۲۴/۷۰	۲۵/۶۰	۲۳/۹۰	کهگیلویه و بویر احمد
			۲۲/۵۰	۲۳/۳۰	۲۱/۷۰	سیستان و بلوچستان
			۲۴/۱۰	۲۴/۶۰	۲۳/۵۰	زنجان
			۲۵/۳۰	۲۵/۹۰	۲۴/۸۰	تهران
			۲۵/۳۰	۲۵/۹۰	۲۴/۸۰	البرز
			۲۴/۸۰	۲۵/۳۰	۲۴/۲۰	اصفهان
			۲۵/۶۰	۲۶/۳۰	۲۴/۸۰	اردبیل
			۰/۹۲	۰/۹۶	۰/۸۸	انحراف استاندارد

* منبع: شاخص‌های سیمای سلامت، وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی (۲۰۰۹)
** منبع: محمود خانی و دیگران (۲۰۱۲)



شکل ۲. نقشه تیپ‌های بدنی در سطح استان‌های کشور



شکل ۱. شاخص توده بدن در سطح استان‌های کشور

جدول ۲. شاخص‌های محیطی و شاخص توسعه انسانی به تفکیک استان

دسته بندی ارتفاعی *	ارتفاع	دما	عرض جغرافیایی (لامبرت)	شاخص توسعه انسانی	نام استان	دسته بندی ارتفاعی *	ارتفاع	دما	عرض جغرافیایی (لامبرت)	شاخص توسعه انسانی	نام استان
۱	۱۳۳۸	۱۲/۲۹	۱۱۸۲۰۰۰	۰/۷۰۲	کرمانشاه	۱	۱۶۷۴	۸/۵۶	۱۴۰۱۰۰۰	۰/۷۱۵	زنجان
۳	۱۷۶۶	۱۴/۱	۶۲۸۸۰۰	۰/۷۱۲	کرمان	۳	۱۲۲۹	۱۸/۸۸	۹۴۰۱۰۰	۰/۷۶۶	یزد
۱	۱۳۸۷	۱۶/۲۱	۱۰۳۶۰۰۰	۰/۶۷۹	ایلام	۱	۱۳۶۸	۱۱/۰۴	۱۵۴۷۰۰۰	۰/۶۶۲	آذربایجان غربی
۲	۱۸	۲۳/۴۲	۳۴۱۱۰۰	۰/۷۰۴	هرمزگان	۳	۱۳۹۴	۱۵/۵	۴۵۵۱۰۰	۰/۵۸۷	سیستان و بلوچستان
۱	۱۸۳۷	۸/۴۸	۱۲۲۱۰۰۰	۰/۷۰۱	همدان	۳	۱۱۶۶	۱۵/۰۱	۱۲۶۹۰۰۰	۰/۷۷۹	سمنان
۲	۱۲۷	۱۴/۴۵	۱۴۸۰۰۰۰	۰/۶۹۲	گلستان	۳	۹۳۲	۱۹/۴۳	۱۱۹۲۰۰۰	۰/۷۳۴	قم
۴	۵	۱۷/۸۳	۱۴۸۰۰۰۰	۰/۷۳۵	گیلان	۱	۱۳۰۶	۱۲/۴۶	۱۳۵۰۰۰۰	۰/۷۴۵	قزوین
۱	۱۵۳۵	۱۶/۱۸	۵۷۴۶۰۰	۰/۷۳۷	شیراز	۴	۴۵	۱۵/۵۷	۱۳۷۶۰۰۰	۰/۷۵۵	مازندران
۳	۱۵۸۰	۱۴/۵۲	۱۰۱۵۰۰۰	۰/۷۳۶	اصفهان	۳	۱۷۲۶	۱۱/۵۵	۱۱۷۲۰۰۰	۰/۷۴۳	مرکزی
۱	۱۳۹۶	۱۰/۳۴	۱۵۷۸۰۰۰	۰/۷۱۳	آذربایجان شرقی	۱	۱۱۷۱	۱۵/۹۶	۱۰۶۵۰۰۰	۰/۶۷۹	لرستان
۱	۲۰۸۷	۱۰/۴۸	۸۹۸۷۰۰	۰/۷	چهارمحال بختیاری	۱	۱۴۹۶	۱۱/۱۳	۱۳۱۹۰۰۰	۰/۶۵۷	کردستان
۲	۱۹	۲۴/۶۸	۵۴۰۱۰۰	۰/۷۷۸	بوشهر	۱	۱۷۹۳	۱۲/۰۷	۷۵۷۷۰۰	۰/۶۹۷	کهگیلویه و بویراحمد
۱	۱۳۵۶	۱۰/۱۵	۱۶۱۸۰۰۰	۰/۶۶۹	اردبیل	۲	۱۹	۲۴/۵۳	۸۳۷۹۰۰	۰/۷۳	خوزستان
۱	۱۳۲۲	۱۲/۸	۱۳۳۳۰۰۰	۰/۸۱۲	البرز	۳	۱۴۸۱	۱۸/۱۲	۹۵۹۵۰۰	۰/۶۸۸	خراسان جنوبی
۱	۱۱۹۲	۱۵/۱۵	۱۲۸۵۰۰۰	۰/۸۱۲	تهران	۳	۹۹۷	۱۳/۲۸	۱۲۹۳۰۰۰	۰/۷۱۱	خراسان رضوی
					*کوهستانی: ۱، کوهپایه ای بیرونی: ۲، مناطق مرکزی: ۳، مناطق خزری ۴	۳	۱۰۷۱	۱۲/۳۸	۱۴۹۳۰۰۰	۰/۶۸۴	خراسان شمالی

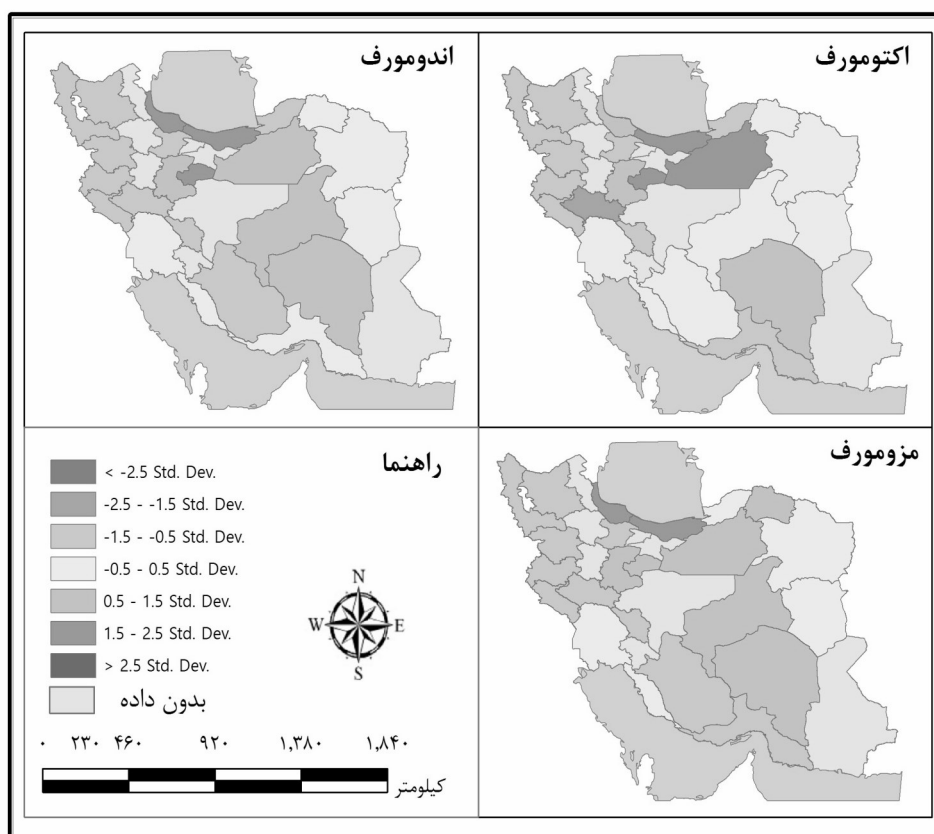
منبع: سرشماری عمومی نفوس مسکن: ۲۰۱۱ و محاسبات نگارندگان

ارتباط بین تیپ‌های بدنی و ویژگی‌های توپوگرافی: میزان R^2 برای جمعیت کل کشور برابر با ۰/۳۹ است. همچنین با توجه به آزمون رگرسیون و درجه معنی داری (sig) شاخص‌ها که برابر با ۰/۰۲ می‌باشد، رابطه معنی داری بین تیپ‌های بدنی و ویژگی‌های توپوگرافی وجود دارد (جدول ۳). شکل ۳ نقشه ارتباط

بین تیپ‌های بدنی و ویژگی‌های توپوگرافی را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، استان لرستان با نوسانات بیشتری در شاخص اکتومورف همراه است، ضمن آن که در استان‌های حاشیه خزر، استان گیلان دارای شاخص اکتومورف با امتیاز بالاتری می‌باشد.

جدول ۳. ارتباط بین تیپ‌های بدنی و ویژگی‌های توپوگرافی

متغیر	ضریب تعیین	سطح معنی داری	خطای استاندارد	F
ارتباط تیپ‌های بدنی با توپوگرافی	۰/۳۹	۰/۰۲	۰/۸۷	۳/۹۷



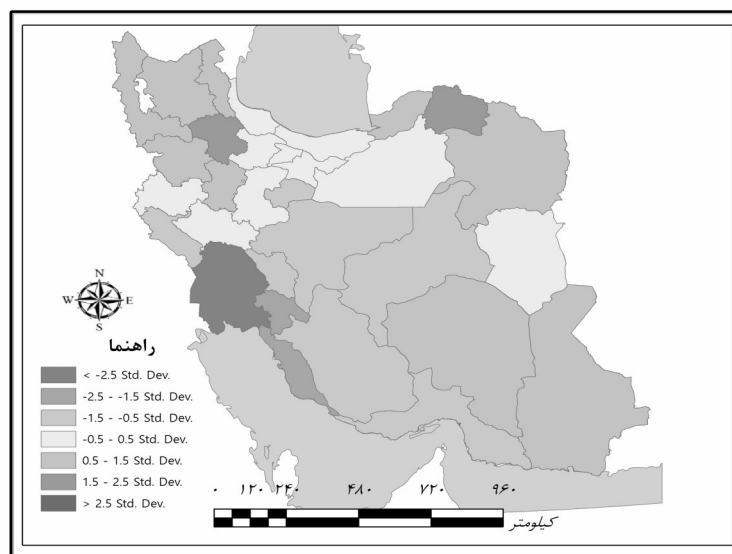
شکل ۳. نقشه ارتباط بین تیپ‌های بدنی و ویژگی‌های توپوگرافی

آمریکایی؛ حجم توده بدنی می‌تواند عامل تاثیر گذاری جهت یادگیری برخی رشته‌های ورزشی باشد. در این مطالعه نیز ضریب تعیین (R^2) برای تجزیه و تحلیل‌های رگرسیون خطی نشان داد که رابطه خطی بین شاخص توده بدن و عرض جغرافیایی وجود دارد. همان گونه که در جدول ۴ می‌بینیم، میزان R^2 برای جمعیت کل کشور برابر با ۰/۴۲ می‌باشد. همچنین با توجه به آزمون رگرسیون و درجه معنی داری (sig) شاخص‌ها که کمتر از ۰/۰۵ و $p < ۰/۰۰۱$ می‌باشد؛ نتیجه گرفته می‌شود که رابطه معنی داری در سطح ۹۹ درصد بین شاخص توده بدن و عرض جغرافیایی وجود دارد. در شکل ۴ با استفاده از رگرسیون جغرافیایی، ارتباط بین شاخص توده بدن و عرض جغرافیایی در سطح استان‌ها به تفکیک نشان داده شده است. هرچند در استان خوزستان و تا حدودی بوشهر، این ریتم رعایت نشده است.

ارتباط بین شاخص توده بدن و شاخص‌های محیطی و اقتصادی- اجتماعی: شاخص توده بدنی تقریباً برای مردم کشورهای غربی صنعتی مشابه است، ولی این میزان در سایر کشورها و برای مردم سایر نژادها متفاوت است. برای مثال در ژاپن شاخص توده بدنی طبیعی باید بین ۱۸/۵۰ تا ۲۳ باشد؛ این در حالی است که تقریباً این میزان برای کشورهای غربی ۲۵ است. بدین منظور اولین عاملی که ارتباط آن با شاخص توده بدنی بررسی شد، عرض جغرافیایی^۱ می‌باشد. در کشور ما نقاطی با عرض‌های جغرافیایی حدوداً بین ۲۵ تا ۴۰ درجه شمالی وجود دارد و در نقاط جنوبی که عرض جغرافیایی کم‌تر است، هوا گرم‌تر می‌باشد. این تعریف کلی گرچه می‌تواند در بسیاری از نقاط صحیح باشد، اما به لحاظ تأثیری که ارتفاع از سطح دریا - یکی دیگر از عوامل اقلیمی- بر دمای هوا می‌گذارد، در کلیه نقاط صادق نیست بنابراین مطابق تحقیقات بوچارد^۲ و دیگران (۱۹۹۷) و کولین بل^۳ و دیگران (۲۰۰۲) بر روی اقوام چینی، فیلیپینی و

جدول ۴. ارتباط بین شاخص توده بدن و عرض جغرافیایی

متغیر	ضرب تعیین	سطح معنی داری	خطای استاندارد	F
ارتباط شاخص توده بدن با عرض جغرافیایی	۰/۴۲	۰/۰۰۰۱	۰/۷۱	۲۱/۱۷



شکل ۴. نقشه ارتباط بین شاخص توده بدن و عرض جغرافیایی

۱. زاویه‌ای که محل مورد نظر نسبت به خط استوا دارد و تعیین کننده میزان انرژی خورشیدی تابیده شده بر سطح زمین در آن محل و در زمان‌های مختلف است.

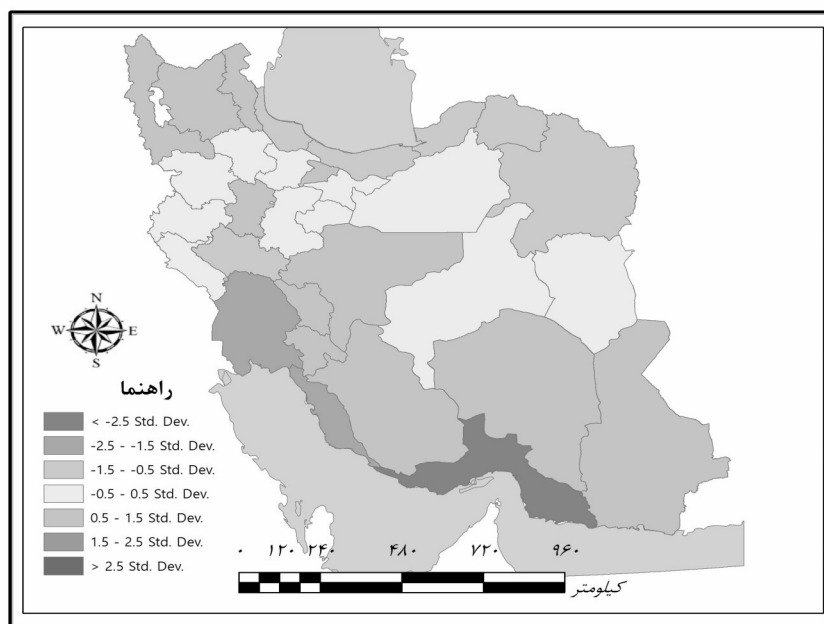
2. Bouchard
3. Colin Bell

و ارتفاع از سطح دریا وجود دارد. میزان R^2 برای جمعیت کل کشور برابر با ۰/۴۰ می‌باشد. همچنین با توجه به آزمون رگرسیون و درجه معنی داری (sig) شاخص‌ها که کمتر از $p < 0/05$ و برابر با ۰/۰۰۸ می‌باشد؛ نتیجه گرفته می‌شود که رابطه معنی داری در سطح ۹۹ درصد بین شاخص توده بدن و ارتفاع از سطح دریا وجود دارد. در شکل ۵ نیز ارتباط بین شاخص توده بدن و ارتفاع از سطح دریا در سطح استان‌ها را به تفکیک نشان داده است.

در کنار عامل اقلیمی عرض جغرافیایی، عامل ارتفاع از سطح دریاهای آزاد هم در میزان انرژی حرارتی کسب شده توسط هوا یا گرمی و سردی هوا تأثیر دارد. در نتیجه، در نقطه‌ای مفروض از سطح زمین، هوای واقع در نقاط مرتفع، سردتر از هوای نقاطی با ارتفاع کم‌تر است. در این بخش به منظور بررسی ارتباط بین ارتفاع و شاخص توده بدن از مدل رگرسیون جغرافیایی استفاده شده است؛ در جدول ۵، ضریب تعیین (R^2) برای تجزیه و تحلیل‌های رگرسیون خطی نشان داد که رابطه خطی بین شاخص توده بدن

جدول ۵. ارتباط بین شاخص توده بدن و ارتفاع

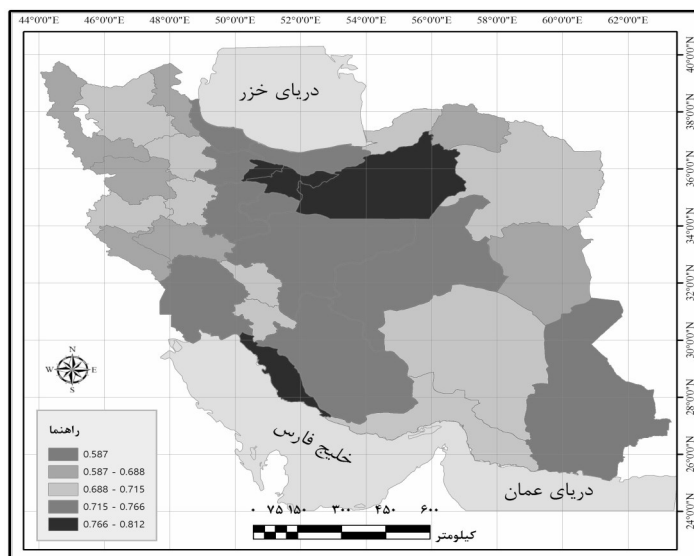
متغیر	ضریب تعیین	سطح معنی داری	خطای استاندارد	F
ارتباط شاخص توده بدن با ارتفاع	۰/۳۹	۰/۰۰۸	۰/۸۴	۵/۱۵



شکل ۵. نقشه ارتباط بین شاخص توده بدن و ارتفاع

بین شاخص و ارتفاع به دست آمد. به علاوه، به منظور ارزیابی ارتباط بین شاخص توده بدن و شاخص‌های اجتماعی از شاخص توسعه انسانی بهره برداری شد. شاخص توسعه انسانی بر اساس میانگین سه شاخص امید به زندگی، آموزش و سرانه تولید ناخالص داخلی با وزن یکسان به دست می‌آید. شکل ۶ وضعیت شاخص توسعه انسانی به تفکیک استان در سطح کشور نشان می‌دهد.

با توجه به شکل ۵، استان هرمزگان از کمترین شاخص توده بدنی برخوردار است. همچنین استان خوزستان که از مناطق پست کشور محسوب می‌شود، از شاخص بالایی برخوردار است و همچون عرض جغرافیایی، متفاوت ظاهر شده است؛ بنابراین می‌توان گفت در این منطقه عوامل دیگری تعیین کننده شاخص توده بدنی افراد می‌باشد. در بقیه مناطق کشور، رابطه معنی داری



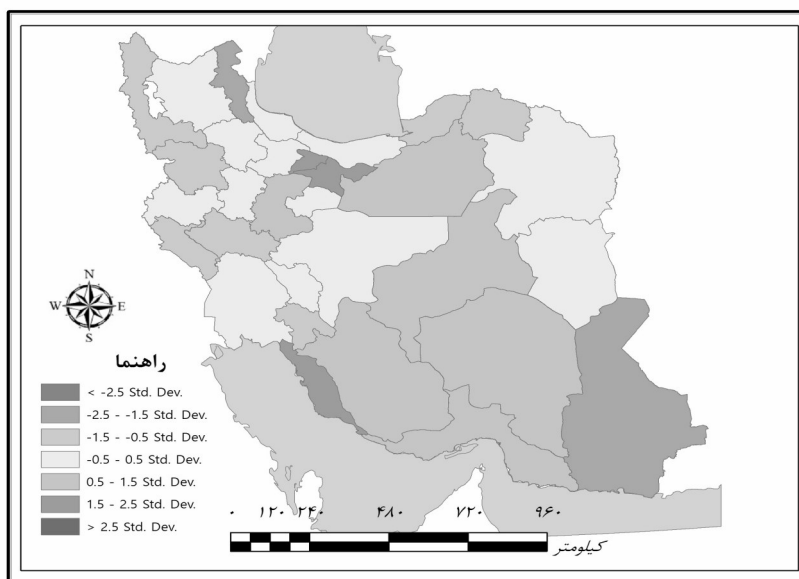
شکل ۶: شاخص توسعه انسانی به تفکیک استان

شکل ۶ نشان می‌دهد که بیشترین مقدار این شاخص مربوط به استان‌های تهران با $0/81$ ، سمنان با $0/78$ ، بوشهر با $0/78$ ، یزد با $0/78$ و اصفهان با $0/76$ می‌باشد. همچنین استان‌های سیستان و بلوچستان با $0/58$ ، کردستان با $0/68$ ، آذربایجان غربی با $0/66$ ، لرستان با $0/68$ و خراسان شمالی با $0/68$ در پایین‌ترین جایگاه از نظر میزان توسعه انسانی در کشور قرار دارند. ضریب تعیین (R^2) برای تجزیه و تحلیل‌های رگرسیون خطی نشان داد که رابطه خطی بین شاخص توده بدن و شاخص توسعه انسانی وجود دارد. میزان R^2 برای جمعیت کل کشور برابر با $0/38$ می‌باشد. همچنین با توجه به آزمون رگرسیون و درجه معنی‌داری (sig) شاخص‌ها

که کمتر از $p < 0/05$ و برابر با $0/05$ می‌باشد؛ نتیجه گرفته می‌شود که رابطه معنی‌داری در سطح 99% درصد بین شاخص توده بدن و شاخص توسعه انسانی وجود دارد. در جدول ۶، مقادیر کمیّت مورد نظر به همراه درجه آزادی و سطح معنی‌داری آن ارائه شده است. در شکل ۷، ارتباط بین شاخص توده بدن و شاخص توسعه انسانی در سطح استان‌ها به تفکیک نشان داده است. شکل ۷ به وضوح نشان می‌دهد که استان سیستان و بلوچستان از شاخص توسعه انسانی پایینی برخوردار است و دارای شاخص توده بدنی پایین‌تر نیز هست.

جدول ۶: ارتباط شاخص توده بدن و شاخص توسعه انسانی

متغیر	ضریب تعیین	سطح معنی‌داری	خطای استاندارد	F
ارتباط شاخص توده بدن با شاخص توسعه انسانی	$0/38$	$0/05$	$0/04$	$5/44$



شکل ۷. ارتباط شاخص توده بدن و شاخص توسعه انسانی

بحث

نظر شاخص توسعه انسانی در کشور قرار دارند، با توجه به آزمون رگرسیون می توان گفت که رابطه معنی داری بین شاخص توده بدن و شاخص توسعه انسانی وجود دارد. همچنین مطابق نتایج تحقیقات صورت گرفته این مسئله آشکار است که در برخی خرده جمعیت‌های مختلف جهان، نوع خاصی از گونه پیکری غلبه دارد؛ مانند مطالعات بلوم فیلد و دیگران (۲۰۰۳) که نشان داد مردم حوزه رود نیل در شمال آفریقا که در آن نواحی عمدتاً تیپ بدنی اکتومورف غلبه دارد و یا این که به طور عینی این مسئله قابل اثبات است که ورزشکاران نخبه رشته های استقامتی عمدتاً از نواحی جغرافیایی استوایی هستند.

توجه به سابقه و موفقیت‌های تاریخی ورزشکاران در استان‌های مختلف در ایران نیز بی‌ارتباط با یافته‌های حاضر نیست. نتایج آزمون‌های آنتروپوترمی، به‌ویژه مطالعات مربوط به تیپ بدنی در استعدادیابی و تعیین قطب‌های ورزشی، کاربرد گسترده و قابل اعتنایی دارد. به‌طور کلی شاید بتوان چنین تفسیر نمود که اگرچه تیپ بدنی بیشتر متأثر از ژنوتیپ یا تیپ ژنتیکی بدن افراد است، اما تأثیر محیط و سبک زندگی در دوره های زمانی خاص بر این عامل، واقعیتی انکار ناپذیر است. از این رو نباید در مطالعات به سادگی از تأثیر عوامل محیطی و اقتصادی- اجتماعی در

نتایج تحلیل های انجام شده در تحقیق حاضر همسو با نتایج تحقیقات روبوک و دیگران (۱۹۷۵)؛ جانسون و علی (۲۰۰۰)؛ هافمن و دیگران (۲۰۰۴)؛ مانداخوی و دیگران (۲۰۰۸)؛ لوتیز و فادال (۲۰۱۱)؛ چاندانا و دیگران (۲۰۱۰)؛ کاسونکا و اسکوریچ (۲۰۱۱)؛ محمود خانی و دیگران (۲۰۱۳)؛ (۲۰۱۲) و صادقی و دیگران (۲۰۱۵) نشان داد که مردمان مناطق مختلف هر کشوری به دلیل شرایط اقلیمی، نژادی و تغذیه‌ای از ابعاد بدنی متفاوتی برخوردار بوده و از نظر آنتروپومتری تفاوت‌هایی با اقوام دیگر کشورها دارند. بر این اساس، نتایج تحلیل‌های رگرسیون نشان داد که رابطه معنی داری بین شاخص توده بدن و عرض جغرافیایی و ارتفاع وجود دارد. همچنین با توجه به نتایج به دست آمده می توان انتظار داشت که با افزایش شاخص امید به زندگی، آموزش و سرانه تولید ناخالص داخلی که در این تحقیق با عنوان شاخص توسعه انسانی ذکر شده است، در استان های کشور، علاوه بر بهبود و توسعه سلامت، عملکرد ورزش قهرمانی به طور قابل ملاحظه ای افزایش یابد. همان طور که نتایج نشان می‌دهد استان تهران با ۰/۸۱ بالاترین میزان و استان‌های سیستان و بلوچستان با ۰/۵۹ در پایین‌ترین جایگاه از

نخبه دوهای سرعت از نوع پیکربندی مزومورف برخوردارند. همچنین بر اساس مطالعات کتیک^۱ و دیگران (۲۰۰۵) و استرکویز- پرزی بیشین^۲ (۲۰۱۰) ورزشکاران رزمی اغلب از نوع پیکربندی مزومورفی برخوردارند که این امر می‌تواند در استعدادیابی ورزش‌های رزمی کمک شایانی نماید. با توجه به این که کشور ایران از تنوع جغرافیایی متفاوتی برخوردار می‌باشد، به نظر می‌رسد تعیین قطب‌های جغرافیایی مناسب جهت استعدادیابی ورزشی می‌تواند منجر به شناسایی مستعدترین مناطق در برخی رشته‌ها گردد. بر این اساس، یافته‌های تحقیق حاضر و سایر تحقیقات در این زمینه می‌تواند با یک دید آمایشی به استعدادیابی ورزشی در مناطق مختلف کشور کمک کرده و برنامه ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌ها را در این حوزه هدفمند نماید تا بتوان بهترین الگوی استعدادیابی را در سطح کشور به اجرا در آورد.

نتیجه‌گیری: آنچه مسلم است تأثیر جغرافیا بر فرد و جامعه اجتناب‌ناپذیر است؛ تأثیری که گاه مستقیم است و گاه غیرمستقیم، در تمام سطوح زندگی قابل مشاهده است. البته به میزان رشد فرد انسانی و پیشرفت تمدنی جامعه، رهایی از جبر جغرافیایی در حد خود انجام می‌پذیرد. همان‌گونه که این رشد تسلط عوامل دیگر چون عامل اقتصادی، نژادی و محیطی را می‌تواند محدود می‌کند. اکنون عامل جغرافیایی می‌تواند به‌عنوان عامل تسریع‌کننده یا کندکننده، اشکال مختلف را شکل دهد؛ اما همیشه درجاتی از امکانات گسترده و تنوع وسیعی از انتخاب وجود دارد، گرچه آنچه انتخاب می‌شود نیز خود ناشی از اختیار مطلق انسان نیست؛ بنابراین انتظار می‌رود در تمام سطوح برنامه‌ریزی‌ها در این زمینه، سیاست‌گذاران، تصمیم‌گیران، برنامه‌ریزان، متفکران و کلیه دست‌اندرکاران دارای نگاه آمایشی باشند تا بتوانند محدودیت‌ها و توان‌های محیطی را در جهت پیشبرد و تسریع دستیابی به اهداف خود به کارگیرند.

قدردانی و تشکر

نویسندگان این مقاله از کلیه شرکت‌کنندگان که با صبر و شکیبایی خود محققین را در انجام تحقیق حاضر یاری رساندند، کمال تقدیر و تشکر را دارند.

برنامه‌ریزی‌ها چشم‌پوشی کنیم. همچنین نتایج حاصل از ارزیابی ارتباط فضایی بین ویژگی‌های بدنی و توان‌های محیطی نشان‌دهنده توانایی سیستم اطلاعات جغرافیایی در این زمینه می‌باشند. این امر زمانی اهمیت می‌یابد که ما بدانیم مطالعات آمایشی در زمینه استعدادیابی و سلامت جامعه انجام گرفته است. بیشتر این مطالعات بر روی تحلیل‌های آماری متمرکز شده‌اند و تحلیل‌های صورت گرفته در این زمینه بلاخص در ایران، از لحاظ آمار فضایی بسیار ضعیف بوده است یا اصلاً توجهی به توانایی‌های این بخش صورت نگرفته است، از آنجا که جامعه ایران در عین یگانگی و وحدت، از تکثر و تنوع قومیتی گسترده‌ای برخوردار است و با توجه به تأثیر تفاوت‌های قومیتی بر ظرفیت‌ها و استعدادهای ذاتی و همچنین وجود تفاوت‌های عمده میان سبک زندگی و محیط زیستی اقوام مختلف ایرانی، به نظر می‌رسد پرداختن به مطالعات قومیتی از اهمیت قابل توجهی برخوردار باشد. با این حال، در حیطه علوم ورزشی مطالعات بسیار محدودی در ارتباط با قومیت‌های مختلف ایرانی وجود دارد. این تحقیق می‌تواند پیش‌زمینه‌ای در انجام سایر مطالعات در این حوزه و در جهت توسعه ورزش قهرمانی و همگانی و توسعه سلامت در مناطق مختلف کشور با توجه به توان‌ها و استعدادهای منطقه‌ای و محیطی باشد. این امر سرمایه‌گذاری در ورزش را هدفمند می‌سازد و از هدر رفت سرمایه‌های ملی تا حد زیادی جلوگیری خواهد کرد. همچنین مطابق تحقیقات بوچارد و دیگران (۱۹۹۷) و کولین بل و دیگران (۲۰۰۲) بر روی اقوام چینی، فیلیپینی و آمریکایی؛ حجم توده بدنی می‌تواند عامل تأثیرگذاری جهت یادگیری برخی رشته‌های ورزشی باشد. بنابراین با توجه به تفاوت بین اجزا تیپ بدنی (اندومورفی، مزومورفی و اکتومورفی) می‌توان دریافت تفاوت معنی‌داری بین مناطق جغرافیایی وجود دارد؛ به طوری که می‌توان استعدادیابی مربوط به ورزشکاران دوهای مسافت طولانی را در مناطقی گسترش داد که سهم بیشتری از تیپ‌های بدنی مزومورفیک-اکتومورف دارند و استعدادیابی مربوط به ورزشکاران دوهای سرعت را در مناطقی گسترش دهند که تیپ‌های بدنی مزومورف بیشترین سهم را دارا می‌باشد؛ مطابق با نتایج تحقیقات هیث کارتر می‌باشد، تیپ بدنی ورزشکاران نخبه دوهای مسافت را تیپ‌های بدنی مزومورفیک-اکتومورف گزارش نموده‌اند، در حالی که ورزشکاران

1. Katic

2. Sterkowicz- Przybycien

منابع

- Abeysekera, J. D., & Shahnava, H. (1989). Body size variability between people in developed and developing countries and its impact on the use of imported goods. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 4(2), 139-149.
- Agrawal, K. N., Singh, R. K. P., & Satapathy, K. K. (2010). Anthropometric considerations of farm tools/machinery design for tribal workers of northeastern India. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 12(1), 1-11.
- Askarian, F., Jafari, A., & Fakhri, F. (2015). Influential factors on athletic performance in Iran. *Sport Management Review*, 5 (29), 50-37. [Persian]
- Baluchi, R., Nikbakht, M., Nighibzadeh, M., Razzaghi, A., & Borhani Kakhki, Z. (2010). An examination of the physical proportion of three ethnic groups in khoozestan province on the basis of anthropometrical characteristics. *Journal of Applied Exercise Physiology*, 6(11), 37-48. [Persian]
- Bloomfield, J., Aclendati, A., & Eliotby, S. (2003). *Biomechanics and Applied Anatomy in Sport*. Translation by Saeed Arsham Saeed. First Edition. Publications of the Institute of Physical Education and Sport Sciences. p. 656. [Persian]
- Chandna, P., Deswal, S., & Chandra, A. (2010). An anthropometric survey of industrial workers of the northern region of India. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 6(1), 110-128.
- Colin Bell, A., Adair, L. S., & Popkin, B. M. (2002). Ethnic differences in the association between body mass index and hypertension. *American Journal of Epidemiology*, 155(4), 346-353.
- Custonja, Z., & Skoric, S. (2011). Winning medals at the Olympic Games. *DoesCROATIA Have Any Chance: Kinesiology*, 43 (1), 107-114.
- Farkas, L. G. (1996). Accuracy of anthropometric measurements: past, present, and future. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal: SAGE Journals*, 33(1), 10-22.
- Hassanzadeh, Gh. (1998). *Human Ranges (Anthropology)*. 1th Edition, Tehran, Science and literature Publisher. [Persian]
- Hobbs, M. L. (2008). *Dynamic Balance and Basketball Playing Ability*. Master Thesis, Department of Health, Physical Education & Recreation, Texas State University-San Marcos.
- Hoffmann, R., Ging, L. C., & Ramasamy, B. (2004). Olympic success and ASEAN countries: Economic analysis and policy implications. *Journal of Sports Economics*, 5(3), 262-276.
- Johnson, D. K., & Ali, A. (2004). A tale of two seasons: participation and medal counts at the Summer and Winter Olympic Games. *Social Science Quarterly*, 85(4), 974-993.
- Johnson, D. K., & Ali, A. (2000). Coming to play or coming to win: Participation and success at the Olympic Games. *Wellesley College Dept. of Economics Working Paper*, (2000-10).
- Katic, R., Blazevic, S., Krstulovic, S., & Mulic, R. (2005). Morphological structures of elite karateka and their impact on technical and fighting efficiency. *Collegium Antropologicum*, 29(1), 79-84.

- Kaynia, M. (2015). *The Foundations of Criminology (Volume II)*, Fourteenth Edition. Tehran. Tehran Publications. p. 1230. [Persian]
- Lin, Y. C., Wang, M. J. J., & Wang, E. M. (2004). The comparisons of anthropometric characteristics among four peoples in East Asia. *Applied Ergonomics*, 35(2), 173-178.
- Luiz, J. M., & Fadal, R. (2011). An economic analysis of sports performance in Africa. *International Journal of Social Economics*, 38(10), 869-883.
- Mahmoudkhani, M. R., Dadashpour, A., & Hosseini, S. M. (2013). Determination of the profile of the somonathy of the ancients of the son of some iranian Indigenous peoples in the fields. *Sports Physiology*, 20(1), 129-140. [Persian]
- Mahmoudkhani, M. R., Pashabadi, A., & Nayeri, M. (2012). Provincial description of somatotype profile of 9-13 years Old Iranian boys in martial arts. *Two-Phase Research in Sport Medicine and Technology*, 20(4), 69-77. [Persian]
- Mandahawi, N., Imrhan, S., Al-Shobaki, S., & Sarder, B. (2008). Hand anthropometry survey for the Jordanian population. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 38(11-12), 966-976.
- Montesquieu, C. S. (1991). *Spirit of the Laws*. 1th Edition. Tehran. Translated by Ali Akbar Mohtadi, Amir Kabir Publications. p. 481. [Persian]
- Naderi, A. (1997). *The translation of biological anthropology*. 1th Edition. Tehran. Gostar Publications. p. 114. [Persian]
- Namazi, A., & Rajabi, H. (2004). The descriptive study of physical fitness of female students in Tehran university of medical sciences. *Journal of Movement Science and Sport*, 1(3), 132-142. [Persian]
- Okupe, R. F., Coker, O. O., & Gbajumo, S. A. (1984). Assessment of fetal biparietal diameter during normal pregnancy by ultrasound in Nigerian women. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, 91(7), 629-632.
- Roebuck, J. A., Kroemer, K. H., & Thomson, W. G. (1975). *Engineering anthropometry methods (Vol. 3)*. John Wiley & Sons.
- Sadeghi, F., Mazloumi, A., & Kazemi, Z. (2015). An anthropometric data bank for the Iranian working population with ethnic diversity. *Applied Ergonomics*, 48, 95-103.
- Safak, S. Y., & Turgut, H. B. (1998). Weight, length, head, and face measurements in turkish newborns of central anatolia. *Gazi Medical Journal*, 9(3).
- Shakoe, H. (1996). *New Ideas in Philosophy of Geography*, 1th Edition. Tehran. Gytashnasi Publication. [Persian]
- Soltani, A., Ahmadian, A., & Esmaili Eyuki, Y. (2010). Application of geography weighted regression (GWR) in examining relationships between variables space in an urban zone, Case Study: District 7 of Tehran. *Semi-annually Armanshahr*, 3(4), 99-110. [Persian]

Sterkowicz-Przybycien, K. L. (2010). Body composition and somatotype of the top of polish male karate contestants. *Biology of Sport*, 27(3), 195-201.

Will Durant, W. (2010). *The Pleasures of Philosophy*. 22 th Edition. Tehran. Translator Abbas Zaryab, Scientific Cultural Publishing. p. 519. [Persian]

Williams. P., Bannister. L. H., Berry. M. M., Collins. P., Dyson. M., & Dussak. J. E. (1995). *In: Skeletal system*. 38th Edition. London. Churchill Livingston.



Effect of interval training along with *Adiantum capillus-veneris* Linn supplement on surfactant protein (SP-A) in lung male rats

Seyed Hadi Hosseini¹, Shadmehr Mirdar Harijani², Mehdi Hedayati³

1. MSc in Exercise Physiology, University of Mazandaran, Mazandaran, Iran.

2. Full Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Mazandaran, Mazandaran, Iran.

3. Associate Professor, Cellular and Molecular Research Center, Research Institute for Endocrine Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Abstract

Background and Aim: Surfactant protein (SP-A) is most abundant surfactant protein in lungs and plays an important role in eliminating the infection and inflammatory mediators. Further, *Adiantum capillus-veneris* Linn (Pare-siavashan) composed elements such as flavonoids and saponins maidenhair and may play an effective role in inhibiting the inflammatory responses. The aim of this study was to investigate the effect of interval training along with *Adiantum capillus-veneris* Linn supplementation on levels of SP-A in lung male rats. **Materials and Methods:** Thirty male Wister rats with three weeks old and average weight of 68 ± 9 g were randomly divided into 2 groups including interval training and control groups. The interval training group was divided into three sub-groups including training, supplementation and training+supplementation groups after the end of 6-week interval training. The *Adiantum capillus-veneris* Linn herbal supplement were fed orally for 3 weeks, with the daily dose of 200 mg per kilogram of body weight. The levels of lung SP-A was measured using Cusabio ELISA kit (China Company). The data were analyzed using one-way ANOVA and LSD tests at the significant level of $p \leq 0.05$. **Results:** The results showed no significant differences between lung SP-A levels after 6 ($p=0.28$) and 9 ($p=0.14$) weeks of interval training compared to control group; however SP-A levels significantly decreased in the training - *Adiantum capillus-veneris* Linn group ($p=0.001$) compared to other interventions. **Conclusion:** Regarding the significant reduction of SP-A after interval training, it seems that supplementation may inhibit the pathophysiological effects of incremental trainings and to reduce the inflammatory parameters well and to strengthen the lung immunity.

Keywords: Interval training, Herbal supplementation, *Adiantum capillus-veneris* Linn, lung surfactant.



تأثیر یک دوره تمرین تناوبی همراه با مکمل پرسیاوشان بر سطوح پروتئین سرفکتانت (SP-A) ریه رت‌های نر

سید هادی حسینی^{۱*}، شادمهر میردار هریجانی^۲، مهدی هدایتی^۳

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.
۲. استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.
۳. دانشیار، پژوهشکده علوم غدد و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: SP-A فراوان ترین پروتئین سرفکتانت ریوی است که نقش مهمی در از بین بردن عفونت و از بین بردن واسطه های التهابی دارد. از طرفی، پرسیاوشان با دارا بودن عناصر ضدالتهابی همچون فلاونوئیدها و ساپونین ها، نقش مؤثری در مهار واکنش های التهابی بازی می کند. هدف تحقیق حاضر بررسی تأثیر یک دوره تمرین تناوبی همراه با مکمل دهی پرسیاوشان بر سطوح SP-A ریه رت‌های نر بود. **روش تحقیق:** در این مطالعه تجربی، ۳۰ سر رت نر نژاد ویستار سه هفته‌ای با میانگین وزن 68 ± 9 گرم به طور تصادفی به گروه های کنترل و تمرین تقسیم شدند. گروه تمرین پس از پایان دوره ۶ هفته ای تمرین تناوبی، به سه گروه تمرین، مکمل و تمرین + مکمل تقسیم گردید. به گروه های مکمل و مکمل + تمرین، به مدت سه هفته مکمل گیاهی پرسیاوشان به صورت روزانه ۲۰۰ میلی گرم/کیلوگرم وزن بدن به صورت گاوآژ خورانده شد. اندازه گیری سطوح SP-A ریه با استفاده از کیت کازابایو ساخت کشور چین و به روش الایزا انجام شد. تحلیل داده ها با آزمون تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون تعقیبی LSD در سطح $p < 0.05$ انجام گرفت. **یافته ها:** پس از مدت ۶ و ۹ هفته تمرین تناوبی نسبت به گروه کنترل، تفاوت معنی داری در سطوح SP-A ریه (به ترتیب با $p = 0.14$ و $p = 0.28$) مشاهده نگردید؛ اما سطوح SP-A ریه در گروه تمرین - مکمل پرسیاوشان نسبت به سایر گروه ها ($p = 0.001$) به طور معنی داری کاهش یافت. **نتیجه گیری:** با توجه به کاهش معنی دار SP-A پس از تمرین، به نظر می رسد مکمل پرسیاوشان با توجه به ترکیبات ضد اکسایشی موجود در آن توانسته است اثرات پاتوفیزیولوژیکی تمرین تناوبی فزاینده را مهار و شاخص های التهابی را به خوبی کاهش دهد و موجب تقویت سیستم ایمنی ریه شود؛ هر چند بررسی های بیشتر در این زمینه ضرورت دارد.

واژه های کلیدی: تمرین تناوبی، مکمل گیاهی، پرسیاوشان، سرفکتانت ریه.

مقدمه

فعالیت اندام های تنفسی به ویژه زمانی که ارگانیسیم فعالیت خیلی شدیدی داشته باشد، ممکن است با اشکالاتی رو به رو شود. به نظر می رسد ورزشکاران در فعالیت های خیلی شدید، به دلیل تنفس مکرر هوا به درون مجاری تنفسی به ویژه نای، با محدودیت هایی در حجم ها و ظرفیت های ریوی، مخصوصاً ظرفیت های دینامیک مواجه می شوند. ریه ها هنگام فعالیت های شدید به دم و بازدم عمیق تر و سرعت جریان هوای سریع تری نیاز دارند که بر اثر مقاومت در مسیرهای تنفسی و آسیب ریوی ناشی از افزایش سایتوکاین های التهابی، محدودیت های زیادی در اجرا به وجود می آید (اکل^۱ و دیگران، ۲۰۰۸).

سرفکتانت ریوی ترکیبی از چربی و پروتئین موجود در ریه است که نقش منحصر به فرد و مهمی در دفاع ذاتی ریه بازی می کند و موجب کاهش کشش سطحی در سطح مایع- هوای حبابچه، ثبات حبابچه، جلوگیری از فروپاشی حبابچه در طی عمل تنفس، افزایش انطباق ریه، کاهش کار تنفس و تنظیم دفاعی در برابر عفونت های ریوی و پاسخ التهابی می شود (بلاکر^۲ و دیگران، ۲۰۰۴؛ کرونئوز^۳ و دیگران، ۲۰۱۰). تاکنون چهار پروتئین سرفکتانت (SP) به نام های SP-A، SP-B، SP-C و SP-D در انسان شناسایی شده است. SP-A فراوان ترین پروتئین سرفکتانت ریوی است که در سلول های آلوئولار نوع II^۴ ساخته شده و در تشکیل توپول میلیون در حبابچه، بلوغ ریوی، از بین بردن عفونت، تنظیم ساخته شدن واسطه های اکسیژن فعال و همچنین از بین بردن واسطه های التهابی مانند سایتوکاین ها^۵ نقش مهمی دارد (سامتن^۶ و دیگران، ۲۰۰۸؛ کرونئوز و دیگران، ۲۰۱۰). هنگامی که ریه در معرض محرک های خاص هم چون تمرین بدنی^۸ و تنفس سریع^۹ قرار می گیرد، سرفکتانت ریوی از سلول های آلوئولار نوع II ترشح می شود تا عفونت را از بین ببرد. تمرینات ورزشی می توانند سرفکتانت ریوی را تغییر دهند (سو^{۱۰} و دیگران، ۲۰۰۵)؛ از جمله این که اشاره شده فعالیت ورزشی شدید درمانده ساز^{۱۱} موجب افزایش سطح SP-A و ماکروفاژهای حبابچه ای^{۱۲} (BAMS) در لاواژ ریه^{۱۳} می شود. میردار و نیستانی

(۲۰۱۸) نشان داده اند که اجرای تمرین تناوبی فزآینده به مدت ۶ هفته، موجب افزایش ماکروفاژهای آلوئولی و سطح SP-A ریه رت های نر در حال بلوغ می شوند.

نیاز به اختصاص زمان طولانی، خستگی روانی و تنوع کم، از دشواری های اجرای تمرینات هوازی استقامتی است. به همین منظور، از تمرینات تناوبی شدید به عنوان تمرینی جایگزین یاد می شود (هویر^{۱۴} و دیگران، ۲۰۱۳). تمرینات تناوبی شدید عبارت است از دوره های تمرینی کوتاه و نسبتاً شدید با دوره های استراحت که موجب افزایش ظرفیت هوازی در مدت زمان کوتاه و همچنین بهبود عملکرد ورزشی می شود (قدس میرحیدری و دیگران، ۲۰۰۴). با وجود مزایای تمرینات شدید در بهبود عملکرد ورزشی، این نکته را باید مدنظر داشت که تمرینات ورزشی شدید سبب ایجاد اختلال موقت در سیستم ایمنی، افزایش استرس اکسایشی، کاهش تعداد و ظرفیت های عملکردی لکوسیت ها می شوند (روکو^{۱۵} و دیگران، ۲۰۰۹). همچنین تمرینات ورزشی شدید می توانند یک محرک قوی در ایجاد التهاب ریه به شمار روند (مولدو وینو^{۱۶} و دیگران، ۲۰۰۹). تمرینات تناوبی نیز اگر به صورت فزآینده و به مدت طولانی اجرا شوند، ممکن است آثار مشابهی داشته باشند. ورزش شدید همراه با تهویه زیاد می تواند اپی تلیوم مجاری هوایی را با تغییر در ویسکوزیته، نیروی ارتجاعی و یا مقدار مایع پوششی مجاری هوایی؛ تحت تاثیر قرار دهد (آندرسون^{۱۷} و دیگران، ۲۰۰۰). در موش های تمرین کرده با پروتکل های ورزشی شدید، افزایش نفوذ لکوسیت ها در دیواره نایژه ای دیده شده است؛ لذا این باور وجود دارد که اجرای تمرینات شدید ممکن است باعث هجوم سلول های التهابی به مسیرهای هوایی و تغییرات اپیتلیال شود (چیمنتی^{۱۸} و دیگران، ۲۰۰۷). تاثیرات تمرین تناوبی شدید در بافت های مختلف از جمله عضله اسکلتی و قلب مورد بررسی قرار گرفته است، اما تاثیر این نوع تمرینات بر دستگاه تنفسی عموماً در سطح عضلات تنفسی بررسی نشده و دانش موجود در ارتباط تاثیر این گونه تمرینات روی پروتئین های ریه با خلاء جدی مواجه است.

- | | |
|---------------------------|--------------------------------------|
| 1. Eckle | 7. Samten |
| 2. Blacker | 8. Physical exercise |
| 3. Chronoos | 9. Hyperventilation |
| 4. Surfactant protein | 10. Su |
| 5. Alveolar type II cells | 11. Severe exercise until exhaustion |
| 6. Cytokines | 12. Bronchoalveolar macrophages |
| | 13. Lung lavage |

- | |
|----------------|
| 14. Hoier |
| 15. Rocco |
| 16. Moldoveanu |
| 17. Anderson |
| 18. Chimenti |

همزمان مکمل پرسیاوشان و تمرینات ورزشی، این فرضیه مطرح می شود که تمرینات منظم تناوبی و مصرف مکمل یاد شده ممکن است بر پاسخ سرفکتانت ریوی تأثیرگذار باشند. بنابراین در مطالعه حاضر محقق در پی آن است که تأثیر یک دوره تمرین تناوبی و مکمل پرسیاوشان را بر سطوح SP-A ریوی رت‌های نر مورد بررسی قرار دهد و به این پرسش پاسخ دهد که اجرای تمرینات تناوبی و مصرف مکمل پرسیاوشان چه تأثیری بر سطوح SP-A ریوی رت‌های نر نژاد ویستار دارند؟

روش تحقیق

نمونه های تحقیق حاضر را ۳۰ سر رت نر نژاد ویستار^{۱۳} (سن ۴ هفته و میانگین وزن 68 ± 9 گرم) تشکیل دادند. این حیوانات از انستیتو پاستور شهر آمل خریداری شدند و به آزمایشگاه جانوری گروه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه مازندران منتقل گردیدند. رت‌ها ابتدا به صورت تصادفی به ۲ گروه کنترل و تمرین اولیه تقسیم شدند. نمونه‌ها کاملاً سالم بودند و هیچ گونه سابقه بیماری نداشتند. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، به مدت یک هفته جهت سازگاری با محیط جدید در دمای 23 ± 2 درجه سانتی‌گراد، رطوبت ۴۵ تا ۵۰ درصد و چرخه تاریکی-روشنایی ۱۲:۱۲ ساعته نگهداری شدند و سپس به مدت یک هفته با نحوه فعالیت روی نوارگردان آشنا شدند. در طی تحقیق، غذای استاندارد پلت^{۱۴} و آب به صورت آزاد در اختیار نمونه‌ها قرار گرفت. مطالعه حاضر با مجوز کمیته اخلاق دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه مازندران با کد IR.UMZ.IEC.1397.077 انجام گرفته است و سعی شده که تمام موازین اخلاقی کار با حیوان مورد توجه باشد و الزامات معاهده هلسینکی رعایت گردد.

رت‌های گروه تمرین به مدت ۶ هفته در یک دوره برنامه تمرین تناوبی شرکت کردند، در حالی که گروه کنترل فعالیت خاصی نداشتند. در انتهای هفته ششم، رت‌ها به چهار گروه شامل گروه کنترل که از ابتدا به عنوان گروه کنترل شناخته شده بود؛ و سه گروه مداخله تقسیم شدند. این گروه‌ها مشتمل بر گروه تمرین،

از طرفی هم استفاده از مکمل‌های گیاهی می‌تواند سبب تقویت حالت ضد اکسایشی پاسخ ورزشی و کاهش آسیب اکسایشی هنگام تمرین ورزشی شود (واتین^۱ و دیگران، ۲۰۱۳). گیاه پرسیاوشان از مکمل‌های گیاهی است که به دلیل ترکیبات ساختاری خود نقش موثر ضدالتهابی، ضد آلرژی، درمان برونشیت و التهاب تنفسی دارد (انصاری و اخلاصی، ۲۰۱۲). مکمل‌های ضد اکسایشی همچنین می‌توانند موجب تقویت پاسخ‌های ورزشی و بهبود عملکرد ورزشکاران شوند (مارگاریتیسی^۲ و دیگران، ۲۰۰۳). پرسیاوشان با نام علمی *CapillusVeneris* *Adiantum* گیاهی است علفی و پایا از خانواده سرخس (شیرازی و دیگران، ۲۰۱۱) که سابقه ای طولانی در درمان سرفه، عفونت‌های حلق و حبابچه دارد و دارای خواص خلت آور، ضد اکسایش، ضد التهاب و ضد عفونت می باشد (گلیسون^۳، ۲۰۰۷). تحقیقات انجام شده تایید کرده اند که فلاونوئید موجود در این گیاه (روتین^۵ و ایزوکورتین^۶) دارای اثر ضد التهابی و ضد آلرژی بوده و موجب کنترل عوامل بیماری‌زا می شوند (شیرازی و دیگران، ۲۰۱۱). اثرات ضد حساسیتی پرسیاوشان و اثر حفاظتی آن از برونکواسپاسم^۷ ناشی از حساسیت و کاهش علائم آسم نیز گزارش شده است (ساروپ^۸ و دیگران، ۲۰۱۲). همچنین فلاونوئیدها، تریترپنوئیدها^۹، پروپانوئیدها^{۱۰} و سایر عناصر ضدالتهابی موجود در پرسیاوشان؛ می‌توانند بیان پروتئین‌های پیش آپوپتوزی^{۱۱} و ضدآپوپتوزی^{۱۲} حبابچه‌های ریوی را تعدیل کرده و تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر مهار واکنش‌های پروآپوپتوتیکی در ریه داشته باشند (یادگاری و دیگران، ۲۰۱۸).

با توجه به مطالب بیان شده، مطالعه‌ای در مورد اثر تعاملی پرسیاوشان و ورزش تناوبی بر تغییرات SP-A ریوی یافت نشد. از طرف دیگر، با توجه به اثرات مفید پرسیاوشان بر التهاب دستگاه تنفس، استفاده از چنین مکملی در کنار تمرین ورزشی به نظر می‌رسد که بر بافت ریه تأثیرات مثبت گذاشته و در نهایت، منجر به بهبود عملکرد ریوی شود. بر این اساس، نظر به احتمال تأثیر

1. Vatain
2. Margaritis
3. Gleeson
4. Flavonoids
5. Routine

6. Isocortin
7. Bronchospasm
8. Swaroop
9. Triterpenoids.
10. Propanoids

11. Pre-apoptosis
12. Anti-apoptotic
13. Wistar male rat
14. Pellete

نزدیک شدن و استراحت در بخش انتهایی دستگاه خودداری کنند. برنامه اصلی تمرین تناوبی شدید به صورت ۱۰ تکرار ۱ دقیقه ای و استراحت فعال ۲ دقیقه ای انجام شد، به گونه ای که سرعت استراحت نصف سرعت دویدن بود و کل تمرین روزانه برای هر رت ۳۰ دقیقه طول کشید (جدول ۱). نمونه ها ۵ جلسه در هفته تمرین کردند. برنامه تمرین تناوبی شدید با سرعت ۲۵ متر بر دقیقه شروع و با سرعت ۷۰ متر بر دقیقه در پایان هفته ششم به پایان رسید. آزمودنی ها در روزهای پنجشنبه و جمعه استراحت داشتند. به غیر از زمان فعالیت اصلی، ۵ دقیقه برای گرم کردن و ۵ دقیقه برای سرد کردن در نظر گرفته شد (میردار و دیگران، ۲۰۱۴؛ یادگاری و دیگران، ۲۰۱۸).

گروه مکمل پرسیاوشان و گروه تمرین+ مکمل پرسیاوشان می‌گردید که به مدت ۳ هفته در مرحله دوم تحقیق شرکت داده شدند. نمونه های گروه مکمل در طی این ۳ هفته، عصاره پرسیاوشان را به صورت گاوژ دریافت کردند. تعداد رت های هر گروه شامل ۵ سر رت بود. برای گروه های تمرین، ابتدا برنامه آشنا سازی شامل ۴ جلسه راه رفتن و دویدن با سرعت ۱۰ تا ۲۵ متر بر دقیقه و شیب صفر درصد روی دستگاه نوارگردان اجرا شد. برای تحریک به دویدن، شوک الکتریکی ملایمی در عقب دستگاه نوارگردان تعبیه شد. برای جلوگیری از اثر احتمالی شوک الکتریکی بر یافته‌های تحقیق، در مرحله آشنا سازی حیوانات با فعالیت روی نوارگردان، با روش شرطی سازی با صدا به حیوانات آموزش داده شد که از

جدول ۱. برنامه تمرین تناوبی شدید گروه ۶ هفته و ۹ هفته

هفته ها	آشنایی	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم
سرعت نوارگردان (متر/دقیقه)	۱۰-۲۵	۲۵-۳۵	۳۵-۴۵	۴۵-۵۵	۵۵-۶۵	۶۵-۷۰	۶۵-۷۰	۶۵-۷۰	۶۵-۷۰	۶۵-۷۰
زمان نوبت شدید (دقیقه)	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
استراحت بین نوبت ها (دقیقه)	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
تعداد نوبت ها در هر جلسه	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
تعداد جلسات در هفته	۴	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵

نگهداری گردید. این مخلوط هر ۶ ساعت یک بار توسط میله شیشه‌ای هم زده شد. پس از گذشت مدت زمان مذکور، مخلوط از کاغذ صافی عبور داده شد و حلال آن توسط روتاری^۱ با دمای ملایم (زیر ۶۰ درجه سانتی‌گراد) حذف گردید. عصاره پرسیاوشان پس از پایان دور اول تحقیق (پایان هفته ۶) به مقدار ۲۰۰

برای تهیه عصاره پرسیاوشان، از روش خیساندن استفاده شد، بدین ترتیب که ۵۰ گرم پودر پرسیاوشان در محلول ۷۰ درصد اتانول و ۳۰ درصد آب مقطر به مدت ۷۲ ساعت خیسانده شد. در این مدت، درب ظرف حاوی پرسیاوشان با پارافیلیم به خوبی پوشانیده شده و در دمای ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد دور از نور

به منظور مقایسه متغیرها در گروه‌های مورد مطالعه، از آزمون آماری تحلیل واریانس یک طرفه^۶ و متعاقب آن از آزمون ال-اس-دی^۷ استفاده گردید. تمامی محاسبات با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ انجام شد و سطح معنی داری فرضیه‌های آماری $p < 0/05$ در نظر گرفته شد.

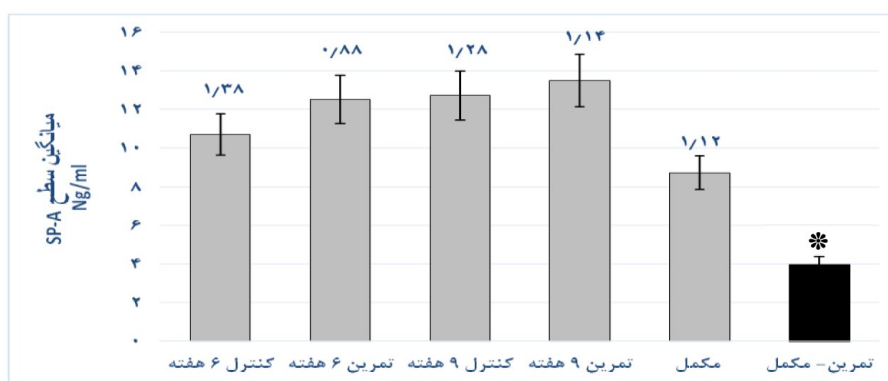
یافته‌ها

میانگین و انحراف استاندارد SP-A ریه در گروه‌های مورد تحقیق در نمودار ۱ آورده شده است. بر اساس نتایج، سطوح SP-A ریه پس از ۶ هفته تمرین تناوبی نسبت به گروه کنترل ۶ هفته‌ای، تغییر معنی‌داری نکرد ($p = 0/14$). علاوه بر این، سطوح SP-A ریه پس از ۹ هفته تمرین تناوبی نسبت به گروه کنترل ۹ هفته‌ای، با تغییر معنی‌داری همراه نبود ($p = 0/28$). از طرف دیگر، سطوح SP-A ریه در گروه تمرین - پرسپاوشان نسبت به سایر گروه‌های تحقیق (کنترل ۶ هفته، تمرین ۶ هفته، کنترل ۹ هفته، تمرین ۹ هفته و گروه مکمل)، به طور معنی‌داری ($p = 0/0001$) کاهش یافت (نمودار ۱). نمای میکروسکوپی بافت ریه در شکل ۱ نشان داده شده است.

میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن به صورت گاوژ به گروه‌های مکمل خورنده شد.

نمونه‌گیری بافتی از ریه رت‌ها در پایان دوره ورزش تناوبی شدید انجام شد. رت‌ها با تزریق ۳ واحد محلول کتامین^۱ (۵۰-۳۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم) و زایلازین^۲ (۵-۳ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم) به صورت زیر صفاقی بی‌هوش شدند و بافت ریه آن‌ها خارج گردید. ریه سمت راست پس از چند بار شستشو با محلول سالین با استفاده از ترازوی سارتوریوس بی‌ال^۳ ۱۵۰۰ با دقت ۰/۰۰۱ وزن شد.

سطوح SP-A ریه با استفاده از کیت CUSABIO BIOTECH، Wuhan کشور چین با ضریب تغییرات ۶/۸ و حساسیت ۰/۷۸ توسط دستگاه الیزا ریدر^۴ اندازه‌گیری شد. برای این منظور، ابتدا بافت ریه با استفاده از مایع نیتروژن پودر و سپس در محلول بافر هموژنیزه گردید و به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ (دوران بر هر دقیقه)^۵ سانتریفیوژ شد. محلول به دست آمده برای سنجش شاخص مورد نظر با استفاده از یخ خشک به آزمایشگاه منتقل شد.



نمودار ۱. توصیف (میانگین \pm انحراف استاندارد) و مقایسه سطح SP-A ریه در گروه‌های مختلف تحقیق؛ * نشانه تفاوت معنی‌دار نسبت به سایر گروه‌ها در سطح $p = 0/0001$.

1. Ketamine

2. Xylazine

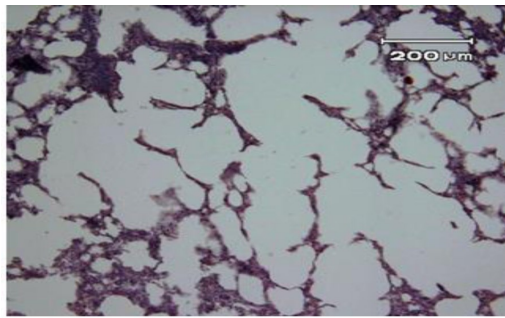
3. Sartorius: BI 1500

4. Elisa reader machine

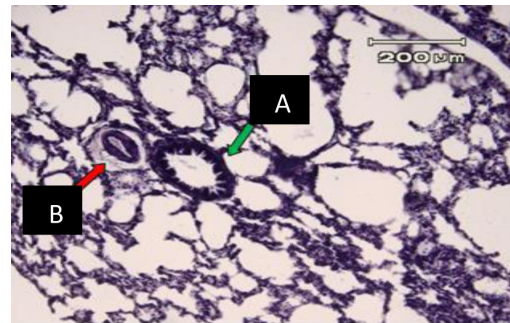
5. Rotation per minute

6. One-way ANOVA

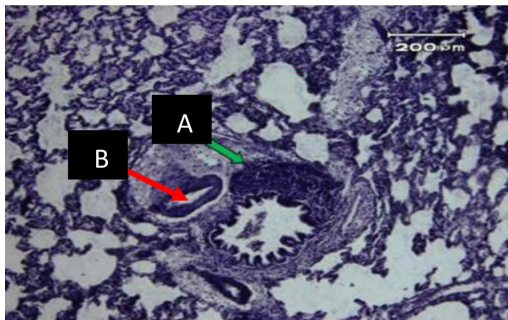
7. Least significant difference (LSD)



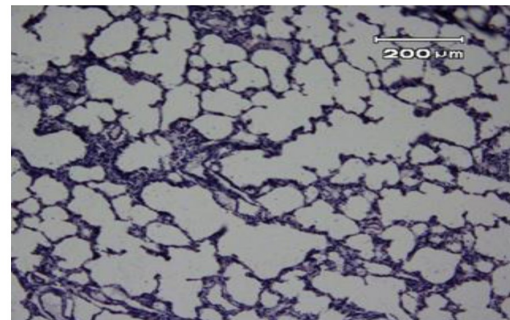
ب



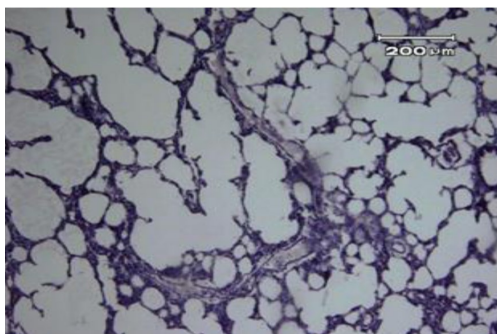
الف



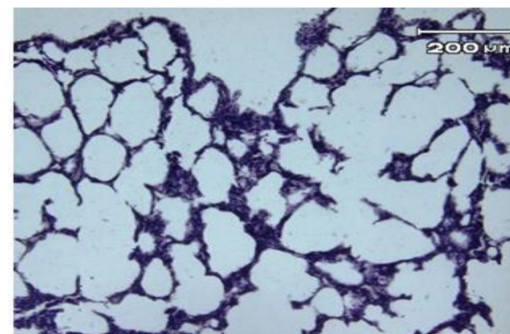
د



ج



و



ن

شکل ۱. نمای میکروسکوپی از ساختار بافتی ریه در رت ها (رنگ آمیزی، H&E بزرگنمایی ۲۰۰). الف. گروه تمرین تناوبی ۹ هفته: التهاب شدید پارانشیم بافت ریه، نفوذ سلول های التهابی و لنفوسیت ها در بافت همبند اطراف مجاری تنفسی، فلش سبز (A) و تیغه های بینابینی فلش قرمز (B) قابل مشاهده است. درگیری پنومونی بینابینی و آمفیزم نسبتاً شدید قابل رویت است. ب. گروه کنترل ۶ هفته: ساختار بافتی پارانشیم ریه، مجاری هدایت کننده و مجاری تنفسی حدوداً طبیعی است. فلش سبز یک برونشیول و فلش قرمز یک سرخرگ ریوی را نشان می دهد. ج. کنترل ۹ هفته: پنومونی خفیف بینابینی و آمفیزم شدید قابل مشاهده است. ساختار طبیعی دیواره آئول تنفسی دچار بهم ریختگی است. د. تمرین ۶ هفته: هرچند مقداری التهاب و آمفیزم بسیار خفیف قابل مشاهده است، اما پارانشیم تنفسی ریه از انسجام ساختاری مناسب تر برخوردار است. ن. مکمل: التهاب خفیف پارانشیم تنفسی قابل مشاهده است. ساختار دیواره آئول های تنفسی نسبت گروه های تمرین از انسجام بهتری برخوردار است و میزان آمفیزم نیز کاهش یافته است. و. مکمل - تمرین: ساختار بافتی پارانشیم ریه نسبت به سایر گروه ها طبیعی تر بوده و از انسجام ساختاری مناسب تری برخوردار است.

بحث

به طور خلاصه یافته های تحقیق حاضر نشان داد که متعاقب ۳ هفته مصرف عصاره پرسیاوشان در نمونه های تمرین کرده، سطوح SP-A ریه کاهش می یابد. همچنین دیده شد که ۳ هفته مصرف عصاره پرسیاوشان به همراه تمرین تناوبی، سطوح SP-A ریه را به طور معنی دار کاهش داد. از آنجا که SP-A از فراوان ترین پروتئین های سرفکتانت ریوی بوده و در تنظیم ساخته شدن واسطه های اکسیژن فعال، از بین بردن واسطه های التهابی و ایمنی ریه نقش مهمی دارد (سامتن و دیگران، ۲۰۰۸؛ کرونتوز و دیگران، ۲۰۱۰)؛ چنین به نظر می رسد که عصاره پرسیاوشان توانسته است در نمونه هایی که یک دوره تمرینات تنش زای شدید ورزشی را تجربه کرده اند، شرایط را به سمت کاهش آسیب سلول های ریوی و بهبود شاخص های التهابی پیش ببرد.

در مورد اثر تمرینات ورزشی بر ترکیبات سرفکتانت ریوی تحقیقات زیادی صورت نگرفته است. ضمن بررسی تاثیر ورزش حاد و ۷ هفته تمرین ورزشی با شدت بالا بر ترکیبات سرفکتانت ریوی از طریق لاواژ، گزارش شده است که نسبت ترکیبات سرفکتانت در پی یک ورزش حاد (دایل^۱ و دیگران، ۱۹۹۴) و طی یک دوره ورزش ۷ هفته ای بلافاصله بعد از ورزش و همچنین در زمان استراحت (دایل و دیگران، ۲۰۰۰)، تغییر می کند؛ به طوری که نسبت SP-A به کلسترول و نسبت SP-A به فسفولیپید اشباع سرفکتانت؛ افزایش می یابد. همچنین سو و دیگران (۲۰۰۵) اظهار داشته اند که سطح SP-A ریه رت ها پس از فعالیت ورزشی شدید تا حد واماندگی، نسبت به گروه کنترل (بی تمرین) افزایش می یابد. میردار و نیستانی (۲۰۱۸) نیز نشان دادند که تمرین تناوبی فزاینده ۶ هفته ای، موجب افزایش ماکروفاژهای آلوئولی و سطح سرفکتانت پروتئین A ریوی رت ها در طی دوره بالیدگی می شود. در تحقیق حاضر دیدیم که سطح SP-A ریه رت ها پس از تمرین تناوبی نسبت به گروه های کنترل ۶ و ۹ هفته ای، افزایش یافت؛ اما این افزایش معنی دار نبود. این تغییرات در سطح SP-A ریه ممکن است به وسیله مکانیسم های خود تنظیمی مختلفی ایجاد شود. ورزش طولانی و درمانده ساز اغلب با علائم و نشانه های التهاب راه هوایی همراه است و التهاب راه های هوایی

را می توان به عواملی از جمله تنفس عمیق و سریع، فشار اکسایشی و همچنین تولید و رهایش سایتوکاین ها، گونه های فعال اکسیژن و یا استنشاق آرزنها و آلاینده ها نسبت داد (دایمیترو^۲ و دیگران، ۲۰۱۵). مطالعات نشان داده اند که در ورزشکاران استقامتی، تکرار روزانه فعالیت بدنی در دوره زمانی بالا، موجب آسیب های اپیتلیالی و افزایش التهاب در مخاط تنفسی می شود. گزارش شده است که تمرینات ورزشی با بار سنگین از طریق افزایش تهویه، موجب افزایش ساییدگی راه های هوایی و پارگی اپی تلیوم تنفسی می شوند و آسیب اپی تلیالی را به همراه دارند (کارلسن^۳، ۲۰۱۱). در شرایط استراحت، از دست دادن فعالیت سطحی آلوئولار، روند آهسته داشته، زمان برگشت سرفکتانت آلوئولار طولانی بوده و ظرف چند ساعت رخ می دهد (دایتل^۴ و دیگران، ۲۰۰۴)؛ این در حالی است که این روند ممکن است در طول ورزش یا در شرایط پاتولوژیک، افزایش یابد. مطالعات نشان داده اند زمانی که ریه در معرض محرک های خاص مانند تنفس عمیق و سریع یا تمرین بدنی قرار می گیرد، سرفکتانت ریوی از سلول های اپیتلیال نوع II ترشح می شود (دایتل و دیگران، ۲۰۰۴؛ سو و دیگران، ۲۰۰۵) که نشان می دهد به غلظت های بالاتری از SP-A برای مهار فاگوسیتوز ماکروفاژ برانکو آلوئولار در گروه ورزش نسبت به گروه کنترل، نیاز است.

فعالیت ورزشی شدید با افزایش سرعت تهویه همراه است و موجب جریانی از واکنش ها می شود که با کاهش آب در مایع سطح مجاری تنفسی آغاز می گردد و به دنبال آن، خاصیت اسمزی سلول های پوشاننده مجاری تنفسی تغییر می کند. زمانی که فعالیت ورزشی متوقف گردید، کاهش آب مجاری تنفسی به حالت طبیعی بر می گردد و اسمولاریته سلول های پوشاننده مجاری تنفسی نیز به حالت اولیه برمی گردد. اما این بازگشت تعادل، با رهایش عوامل التهابی از سلول های آسیب دیده همراه است که موجب انقباض عضلات صاف مجاری تنفسی و در نتیجه انقباض برونش ها می شود (جابسون^۵ و دیگران، ۲۰۰۹). حضور یک سیستم دفاعی میزبان در ریه برای حفظ عملکرد طبیعی ریه و دفاع در برابر عفونت ضروری است. اگر چه عوامل زیادی به ایمنی ریه کمک می کند، اما سرفکتانت ریوی نقش منحصر به

1. Doyle
2. Dimitriou
3. Carlsen

4. Dielt
5. Jobson

هایپوکسی^۲ نشان دادند که مکمل پرسیاوشان، میانگین آپوپتوزیس راه های هوایی نایژه و نایژک رت ها را در گروه های مکمل نسبت به گروه تمرین تناوبی کاهش می دهد؛ به گونه ای که در گروه های مصرف مکمل پرسیاوشان، علاوه بر کاهش آپوپتوزیس، میانگین زمان خستگی (پس از اجرای آزمون وامانده ساز) نیز کاهش می یابد.

در بررسی نقش عصاره پرسیاوشان و تمرین مشخص شد ساختار بافتی پارانشیم ریه در گروه تمرین - مکمل نسبت به سایر گروه ها طبیعی تر بوده و از انسجام ساختاری مناسب تری برخوردار است (شکل ۱). ارزیابی فیتوشیمیایی پرسیاوشان نشان می دهد که این گیاه دارای ترکیبات پلی فنولی، تریپنوتید^۳، آلکالوئید^۴، ترکیبات N اکسید و فیبر با خاصیت ضد اکسایشی و ضد التهابی قوی است (راجورکار و گایکوآد^۵، ۲۰۱۲). تریپنوتیدها^۶ متابولیت های ثانویه پنتاسیکلیک^۷ هستند که مشتقات مختلفی از جمله سیانون متیل بسولات^۸ دارند که از قوی ترین مهار کننده های تولید NO بوده (باعث القای تولید اینترفرون گاما^۹ می شود) و موجب مهار سنتز DNA می شود. همچنین گزارشات حاکی از نقش عصاره پرسیاوشان در مهار پر اکسیداسیون چربی، افزایش فعالیت ضد اکسایشی آنزیم ها و افزایش محتوای گلوکوتانیونی است که خود از مهار مستقیم رادیکال های آزاد و در نتیجه ارتقای سیستم دفاع ضد اکسایشی ناشی می شود. علاوه بر این، عصاره پرسیاوشان توانایی مهار تولید PGE2^{۱۰} ناشی از عملکرد LPS^{۱۱} و همچنین مهار تولید سایتوکاین های اینترلوکین-۶^{۱۲} و عامل نکروز دهنده تومور آلفا^{۱۳} (TNF- α) در مونسیت ماکروفاژ را دارد؛ تاثیراتی که بخش مهمی از آن به دلیل غیر فعال سازی فاکتور هسته ایکاپایی (NF-KB) می باشد. مطالعات نشان داده اند که p38 MAPK^{۱۴} برای نسخه برداری NF-KB ناشی از تحریک TNF- α ضروری است. در همین راستا، نتایجی موجود است مبنی بر این که عصاره پرسیاوشان ممکن است به طور انتخابی بر فسفریلاسیون p38 MAPK اثرگذار باشد و تأثیر مهاری بر آن داشته باشد (یوان^{۱۵} و دیگران، ۲۰۱۳).

فرد و مهمی در دفاع میزبان ریوی ایفا می کند (گلاسر^۱ و دیگران، ۲۰۰۷). عملکرد سرفکتانت ریوی در درجه اول کاهش کشش سطحی در سطح مایع - هوا حبابچه، جلوگیری از فروپاشی حبابچه طی عمل تنفس، تنظیم دفاعی بدن در برابر عفونت های ریوی و پاسخ التهابی است (سامتن و دیگران، ۲۰۰۸).

نتایج تحقیق حاضر در گروه های مصرف کننده مکمل گیاهی پرسیاوشان، کاهش سطوح SP-A ریه رت ها را نشان داد؛ به طوری که این کاهش در گروه تمرین تناوبی- پرسیاوشان حتی از گروه مکمل پرسیاوشان به طور معنی داری کمتر بود. ساروپ و دیگران (۲۰۱۲) با بررسی اثر ضد حساسیتی پرسیاوشان در خوکچه های هندی مسموم نشان داده اند که این گیاه به طور قابل توجهی از برونکواسپاسم ناشی از حساسیت محافظت کرده و با خواصیت ضد حساسیتی قابل توجهی که دارد، به کاهش علائم آسم می انجامد. این محققین پیشنهاد کرده اند که این گیاه می تواند برای درمان آسم سودمند باشد. تحقیق مشابهی که به بررسی اثرات این گیاه همراه با فعالیت ورزشی پرداخته باشد، یافت نشد؛ اما مارگاریتیس و دیگران (۲۰۰۳) تأثیر مکمل گیری بر پاسخ های ضد اکسایشی فعالیت ورزشی را مورد بررسی قرار داده و دریافتند که مکمل ضد اکسایشی در دوزهای تغذیه ای، حالت ضد اکسایشی فعالیت ورزشی را با تأثیر بر روی استرس های اکسایشی ناشی از فعالیت ورزشی و عدم تأثیر بر آسیب های اکسایشی؛ تقویت می کند. همچنین یادگاری و دیگران (۲۰۱۸) با بررسی نقش عصاره پرسیاوشان در تعدیل شاخص های آپوپتوزی Bax و Bcl2 ریوی رت های تمرین کرده، نشان داده اند که عصاره پرسیاوشان موجب بهبود شاخص های آپوپتوزی Bax و Bcl2 می گردد و بیان پروتئین پیش آپوپتوزی Bax و نسبت Bax/Bcl2 را به طور معنی داری کاهش می دهد. در همین راستا، میردار و دیگران (۲۰۱۵) با بررسی یک دوره کاهش بار تمرینی و مکمل گیاهی پرسیاوشان بر آپوپتوزیس بافت پوششی راه های هوایی (نایژه و نایژک) در پی یک دوره تمرین تناوبی و هایپوباریک

1. Glasser
2. Hypobaric hypoxia
3. Terpenoids
4. Alkaloids
5. Rajurkar & Gaikwad

6. Triterpenoids
7. Secondary pentacyclic metabolites
8. Cyanone of methyl boswellates (CEMB)
9. Interferon gamma
10. Prostaglandin E2

11. Lipopolysaccharides
12. Interleukin-6
13. Tumor necrosis factor alpha
14. Mitogen-activated protein kinases
15. Yuan

از جمله محدودیت های تحقیق حاضر می توان به عدم اندازه گیری نسبت SP-A به کلسترول و نسبت SP-A به فسفولیپید اشباع سورفکتانت اشاره کرد و پیشنهاد می شود در پژوهش های آتی اندازه گیری و بررسی این شاخص ها مورد توجه قرار گیرد.

نتیجه گیری: بر اساس یافته های مطالعه حاضر، تمرینات تناوبی فزآینده به همراه مصرف مکمل پرسیاوشان موجب کاهش معنی دار سطح پروتئین سورفکتانت (SP-A) ریه رت ها شد. به نظر می رسد مصرف مکمل گیاهی پرسیاوشان راهبردی غیر دارویی است که احتمالاً از طریق عناصری چون فلاونوئیدها، تریترپنوئیدها، پروپانوئیدها و سایر عناصر ضدالتهابی خود می تواند

قدردانی و تشکر

بدین وسیله از همکاری که در این تحقیق محقق را یاری نموده اند، سپاس و قدردانی می گردد. نتایج این مقاله، بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی مصوب دانشگاه مازندران است.

منابع

- Anderson, S. D., & Daviskas, E. (2000). The mechanism of exercise-induced asthma is thought to relate to the consequences of heating and humidifying large volumes of air during exercis. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 106(3), 453-459.
- Ansari, R., & Ekhlesi-Kazaj, K. (2012). *Adiantum capillus-veneris*. L: Phytochemical constituents, traditional uses and pharmacological properties: A Review. *Journal of Advanced Scientific Research*, 3(4), 15-20.
- Blacker, H. A., Orgeig, S., & Daniels, C. B. (2004). Hypoxic control of the development of the surfactant system in the chicken: evidence for physiological heterokairy. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 287(2), 403-410.
- Carlsen, K. H. (2011). The breathless adolescent asthmatic athlete. *European Respiratory Journal*, 38(3), 713-720.
- Chimenti, L., Morici, G., Paternò, A., Bonanno, A., Siena, L., Licciardi, A., ... & Bonsignore, M. R. (2007). Endurance training damages small airway epithelium in mice. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 175(5), 442-449.
- Chroneos, Z., Sever-Chroneos, Z., & Shepherd, V. (2010). Pulmonary surfactant: an immunological perspective. *Cellular Physiology and Biochemistry*, 25(1), 13-26.
- Dietl, P., Frick, M., Mair, N., Bertocchi, C., & Haller, T. (2004). Pulmonary consequences of a deep breath revisited. *Neonatology*, 85(4), 299-304.
- Dimitriou, L., Hill, J. A., Jehnali, A., Dunbar, J., Brouner, J., McHugh, M. P., & Howatson, G. (2015). Influence of a montmorency cherry juice blend on indices of exercise-induced stress and upper respiratory tract symptoms following marathon running—a pilot investigation. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 12(1), 22.

- Doyle, I. R., Jones, M. E., Barr, H. A., Orgeig, S., Crockett, A. J., McDonald, C. F., & Nicholas, T. E. (1994). Composition of human pulmonary surfactant varies with exercise and level of fitness. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 149(6), 1619-1627.
- Doyle, I. R., Morton, S., Crockett, A. J., Barr, H. A., Davidson, K. G., Jones, M. J., ... & Nicholas, T. E. (2000). Composition of alveolar surfactant changes with training in humans. *Respirology*, 5(3), 211-220.
- Eckle, T., Faigle, M., Grenz, A., Laucher, S., Thompson, L. F., & Eltzschig, H. K. (2008). A2B adenosine receptor dampens hypoxia-induced vascular leak. *Blood*, 111(4), 2024-2035.
- Ghods Mirheidari, S., & Takally, H. (2004). Analyzing and studying the effects of interval training on students heart rate. *Harakat*, 18, 153-160. [Persian]
- Glasser, J. R., & Mallampalli, R. K. (2012). Surfactant and its role in the pathobiology of pulmonary infection. *Microbes and Infection*, 14(1), 17-25.
- Gleeson, M. (2007). Immune function in sport and exercise. *Journal of Applied Physiology*, 103(2), 693-699.
- Hoier, B., Passos, M., Bangsbo, J., & Hellsten, Y. (2013). Intense intermittent exercise provides weak stimulus for vascular endothelial growth factor secretion and capillary growth in skeletal muscle. *Experimental Physiology*, 98(2), 585-597.
- Jobson, S. A., Passfield, L., Atkinson, G., Barton, G., & Scarf, P. (2009). The analysis and utilization of cycling training data. *Sports Medicine*, 39(10), 833-844.
- Margaritis, I., Palazzetti, S., Rousseau, A. S., Richard, M. J., & Favier, A. (2003). Antioxidant supplementation and tapering exercise improve exercise-induced antioxidant response. *Journal of the American College of Nutrition*, 22(2), 147-156.
- Moldoveanu, B., Otmishi, P., Jani, P., Walker, J., Sarmiento, X., Guardiola, J., ... & Yu, J. (2009). Inflammatory mechanisms in the lung. *Journal of Inflammation Research*, 2, 1.
- Neystani, FO. (2015). *SP-A levels and remodeling pulmonary alveolar following the taper and Nigella sativa in the maturing rat*. Ph.D Thesis, Physical Education and Sport Sciences, Spring. Mazandaran University. [Persian]
- Niazi, S. (2015). *Effect of hypobaric hypoxia and interval training on lung HIF-1 male rats following the taper program and supplements adiantum capillus veneris*. Ph.D Thesis, Physical Education and Sport Sciences, Spring. Mazandaran University. [Persian]
- Rajurkar, N. S., & Gaikwad, K. (2012). Evaluation of phytochemicals, antioxidant activity and elemental content of *Adiantum capillus veneris* leaves. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 4(1), 365-374.

Rocco, P. R., Dos, C. S., & Pelosi, P. (2009). Lung parenchyma remodeling in acute respiratory distress syndrome. *Minerva Anestesiologica*, 75(12), 730-740.

Samten, B., Townsend, J. C., Sever-Chroneos, Z., Pasquinelli, V., Barnes, P. F., & Chroneos, Z. C. (2008). An antibody against the surfactant protein A (SP-A)-binding domain of the SP-A receptor inhibits T cell-mediated immune responses to *Mycobacterium tuberculosis*. *Journal of Leukocyte Biology*, 84(1), 115-123.

Shirazi, M. H., Amin, G., Akhondi Lavasani, B., & Eshraghi, S. S. (2011). Study of antibacterial properties of adiantum capillus-veneris extract on eight species of gram positive and negative bacteria. *Journal of Medicinal Plants*, 4(40), 124-132.

Su, S., Chen, H. I., & Jen, C. J. (2005). Exercise enhances surfactant-mediated phagocytosis in bronchoalveolar macrophages. *Chinese Journal of Physiology*, 48(4), 210.

Swaroop, K. K., Anbu, J., Ashwini, A., Sumithra, M., & Sathish, R. (2012). Influence of ethanolic leaf extract of *Sargassum wightii* and *Adiantum capillus* on histamine induced asthma in animal model. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 4(4), 121-123.

Vatain, D., Khataii, T., & Norozian, N. (2013). The effects of coenzyme Q10 supplementetation during taper on some performance indicators in endurans. *Journal of Biological Sciences Sports*, 5(3), 13-28. [Persian]

Yadegari, M., Riahy, S., Mirdar, S., & Hamidian, G. (2018). Effect of the adiantum capillus veneris extract on bax and Bcl2 apoptotic markers of lung modulation in trained rats and exposed to hypoxic stress. *Journal of Medicinal Plants*, 4(64), 162-171.

Yuan, Q., Zhang, X., Liu, Z., Song, S., Xue, P., Wang, J., & Ruan, J. (2013). Ethanol extract of adiantum capillus-veneris L. suppresses the production of inflammatory mediators by inhibiting NF- κ B activation. *Journal of Ethnopharmacology*, 147(3), 603-611.



Effects of mandatory aerobic exercise in adolescence on the negative impact of maternal separation stress on cardiac oxidative stress in adult male rats

Entram alsadat Sahafi¹, Maghsoud Peeri^{2*}

1. PhD of Exercise Physiology, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2. Full Professor, Department of Exercise Physiology, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Abstract

Background and Aim: Early life stress is known as a risk factor for the development of depression and its associated comorbidities. Mitochondrial dysfunction plays a critical role in the pathophysiology of depression and cardiovascular diseases. Evidence indicated that regular physical activity during adolescence may be able to adjust the negative impact of maternal separation stress as a valid animal model of depression on behavior and cardiac mitochondrial function of adult rats. **Materials and Methods:** In this experimental study, maternal separation stress was applied to 72 male rat pups by separating them from their mothers for 180 minutes during second to fourteenth day of postnatal. Then, the animals were randomly divided into different treatment six groups (fluoxetine and treadmill) and received the treatments during adolescence. Further, we evaluated the effects of maternal separation stress on the rat behaviors test. Finally, we assessed the reactive oxygen species, mitochondrial glutathione, ATP and cytochrome c release in the cardiac tissue of animals. Comparison between groups were analyzed using independent t-test and one-way analysis of variance and statistically significant was considered if $p \leq 0.05$. **Result:** The results of this study showed tha depressive-like behaviors following maternal separation stress in adult male rats were associated with oxidative stress in cardiac tissue. Also the results showed that treating animals with fluoxetine or compulsory exercise on the treadmill during adolescence improved some cardiac mitochondrial function. **Conclusion:** The results of this study highlights the importance of adolescence as a period during which treating animals by performing a treadmill exercise has significant protective effects on cardiac energy homeostasis disorders caused by maternal separation stress.

Key words: Maternal separation stress, Cardiomiopaty, Mandatory aerobic exercise, Reactive oxygen species.



تاثیر یک دوره تمرین هوازی اجباری در دوران نوجوانی بر اثرات منفی استرس جدایی از مادر بر استرس اکسیداتیو قلبی در رت‌های نر بالغ

احترام السادات صحافی^۱، مقصود پیری^{۲*}

۱. دکترای فیزیولوژی ورزش، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز، تهران، ایران.

۲. استاد گروه فیزیولوژی ورزش، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز، تهران، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: استرس زودرس به عنوان عامل خطر توسعه افسردگی و آسیب‌های مرتبط با آن شناخته شده است. کاردیومیوپاتی نقش مهمی در پاتوفیزیولوژی افسردگی و بیماری‌های قلبی - عروقی بازی می‌کند. شواهد نشان می‌دهد که فعالیت بدنی منظم در دوران نوجوانی ممکن است بتواند اثرات منفی استرس جدایی از مادر را به عنوان یک مدل حیوانی معتبر افسردگی بر رفتار و عملکرد میتوکندریایی قلبی رت‌های بالغ تعدیل کند. **روش تحقیق:** در این مطالعه تجربی، استرس جدایی از مادر در ۷۲ نوزاد رت صحرایی نر بوسیله جدایی آن‌ها از مادرانشان برای ۱۸۰ دقیقه در روز پس از زایمان روز دوم تا چهاردهم اعمال شد. سپس حیوانات به طور تصادفی در گروه‌های مختلف شش تایی (فلوکستین و نوارگردان) تقسیم شدند و معالجات را طی دوران بلوغ دریافت نمودند. سرانجام اثرات استرس جدایی از مادر در آزمون‌های رفتاری رت‌ها ارزیابی شد. نهایتاً، گونه‌های اکسیژن واکنشی، گلوکاتیون میتوکندریایی، ATP و رهایش سیتوکروم c در بافت قلبی حیوانات اندازه‌گیری گردید. با استفاده از آزمون t مستقل و تحلیل واریانس یک طرفه و در سطح معنی داری $p \leq 0.05$ داده‌ها تجزیه و تحلیل شدند. **یافته‌ها:** رفتارهای شبه افسردگی بدنبال استرس جدایی از مادر در رت‌های صحرایی نر بالغ با اختلال عملکرد میتوکندری قلبی در حیوانات همراه بود. علاوه بر این، نتایج نشان داد که درمان حیوانات با فلوکستین و تمرین اجباری روی نوارگردان طی دوره نوجوانی برخی رفتارهای حیوانی و عملکردهای میتوکندری قلبی را بهبود می‌بخشد. **نتیجه‌گیری:** نتایج این مطالعه قویاً بیانگر اهمیت نوجوانی به عنوان دوره‌ای است که طی آن درمان حیوانات با اجرای تمرین نوارگردان، اثرات محافظتی قابل توجهی بر اختلالات هموستاز انرژی قلبی ناشی از استرس جدایی از مادر دارد.

واژه‌های کلیدی: استرس جدایی از مادر، کاردیومیوپاتی، تمرین ورزشی اجباری، گونه‌های فعال اکسیژن.

* نویسنده مسؤل، آدرس: تهران، ابتدای خیابان ایران زمین، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه

فیزیولوژی ورزش؛

پست الکترونیک: m.peeri@iauctb.ac.ir

DOI: 10.22077/JPSBS.2018.1540.1398

مقدمه

بیماری‌های قلبی، متابولیکی و اختلالات مغزی از مشکلات مهم رو به افزایش جوامع مختلف هستند که امروزه طیف گسترده‌ای از تحقیقات به بررسی آثار فعالیت بدنی بر این گونه بیماری‌ها پرداخته اند (تایلور^۱ و دیگران^{۲۰۱۹}؛ صادقی و دیگران^{۲۰۱۶}؛ صانعی و دیگران^{۲۰۱۷}). فعالیت بدنی اثرات مثبتی بر سلامتی از طریق انواع مسیرهای بیولوژیکی می‌گذارد، اما مکانیزم دقیق تأثیرات آن بر سلامت به خوبی تعیین نشده است. در این رابطه، شواهد نشان می‌دهد که ورزش عملکرد میتوکندریایی و سیستم آنتی اکسیدان را بهبود می‌بخشد و سطوح استرس اکسیداتیو را در شرایط پاتولوژیک کاهش می‌دهد (پاورز^۳ و دیگران^{۲۰۱۴}). میتوکندری‌ها با فراهم آوردن انرژی مورد نیاز برای هموستاز و فعالیت‌های سلولی، نقش مهمی در سلول‌ها بر عهده دارند. همچنین، میتوکندری‌ها چندین ترکیب ضروری کلیدی برای بقا و عملکرد سلول را سنتز می‌کنند (لیسا و شریهای^۴، ۲۰۱۳). با این حال، تحت شرایط پاتولوژیک، میتوکندری‌ها مقدار بیش از حد گونه‌های اکسیژن واکنشی^۴ (ROS)، را تولید می‌کنند که موجب فعال کردن مسیرهای آپوپتوتیک^۵، القاء پاسخ‌های ایمنی- التهابی بدن و در نتیجه آسیب و مرگ سلول می‌شوند (گرین و کرامر^۶، ۲۰۰۴). اختلال در عملکرد میتوکندری‌ها نقش مهمی در پاتوفیزیولوژی بسیاری از اختلالات جمله افسردگی و کاردیومیوپاتی‌ها دارد (بالینگر^۷، ۲۰۰۵؛ کلیندینست و رگنولد^۸، ۲۰۱۵).

افسردگی یک بیماری پزشکی ناتوان کننده با سطح بالای اختلالات روان‌تنی چون اختلالات قلب و عروق است (لیچمن^۹ و دیگران^{۲۰۰۸}). بیماری‌های زودرس و عوامل استرس‌زای اجتماعی به عنوان یک عامل خطر برای توسعه اختلالات روانپزشکی با خطر بالای هم آسیبی با بیماری‌های قلبی، از قبیل کاردیومیوپاتی در زندگی شناخته شده است (استپو و کیویماکی^{۱۰}، ۲۰۱۳). تجربه کردن وقایع استرسی مزمن در طول عمر، تأثیرات منفی زیادی بر سیستم قلب و عروق دارند و موجب

ایجاد بیماری‌های قلبی - عروقی از طریق راه‌های مختلف از جمله اختلال عملکرد میتوکندری قلبی می‌شوند (صانعی و دیگران^{۲۰۱۷}). شواهد بسیاری در پی بردن به مسیرهای مشترک هم آسیبی افسردگی ماژور^{۱۱} و اختلالات قلبی-عروقی به نقش مسیرهای استرس نیتروزاتیو و اکسیداتیو^{۱۲} و عوامل التهابی اشاره می‌کنند (میس^{۱۳} و دیگران^{۲۰۱۱}). از طرفی شواهد فراوان دیگری نشان داده است که ورزش و فعالیت بدنی منظم در دوران نوجوانی و کودکی منافع بالقوه‌ای دارند و قادر به محافظت افراد از اثرات منفی استرس هستند (جانسون و لبلانس^{۱۴}، ۲۰۱۰). اخیراً این فرضیه مطرح شده که اثرات مفید ورزش ممکن است با تأثیر آن بر عملکرد میتوکندری هیپوکامپ همراه باشد (پیری و امیری^{۱۵}، ۲۰۱۵). در مطالعه حاضر، با در نظر گرفتن هم آسیبی افسردگی و اختلالات قلب و عروقی و اهمیت دوران نوجوانی به عنوان یک دوره مهم زندگی و تأثیرات طولانی مدت استرس زودرس^{۱۵} (ELS) بر عملکرد میتوکندری فرض کردیم که آیا ELS با اثرات چشمگیر آن تا بزرگسالی در قالب استرس جدایی از مادر^{۱۶} (MS) به عنوان یکی از گسترده ترین مدل‌های ELS قادر به تغییر عملکرد میتوکندری‌های قلب در بزرگسالی هست؟ همچنین هدف این بود که بررسی شود که آیا درمان حیوانات با داروی ضدافسردگی کلاسیک فلوکستین^{۱۷} (FLX) یا انجام تمرین دویدن اجباری در طی نوجوانی، می‌تواند اثر محافظتی بر رفتارهای افسردگی و عملکرد میتوکندری‌های قلبی ناشی از اثرات منفی ELS داشته باشد؟

روش تحقیق

شانزده سر رت‌های آلبینو ویستار^{۱۸} باردار از موسسه پاستور (تهران، ایران) خریداری شد و به صورت جداگانه تحت شرایط آزمایشگاهی استاندارد با چرخه روشنایی- تاریکی ۱۲:۱۲ ساعته و دسترسی آزاد به غذا و آب در مرکز خدمات حیوانی بخش فیزیولوژی ورزش دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز قرار گرفتند. در این مطالعه، رت‌ها به ۶ گروه تجربی مساوی (۱۲ سر رت صحرایی در هر گروه) شامل (۱) گروه کنترل (C)، (۲) گروه

1. Taylor
2. Powers
3. Liesa & Shirihai
4. Reactive oxygen species
5. Apoptotic
6. Green & Kromer
7. Ballinger

8. Klinedinst & Regenold
9. Lichtman
10. Steptoe & Kivimäki
11. Major depression
12. Oxidative and nitrosative stress
13. Maes
14. Janssen & LeBlanc

15. Early life stress
16. Maternal separation
17. Fluoxetine
18. Albino Wistar rats

اصلی تمرین اجباری رت‌های گروه تمرین به مدت ۴ هفته، هر هفته ۵ روز روی نوار گردان بدون شیب با رعایت اصل اضافه بار به شکل پیشرونده انجام شد (بین ساعت ۹ صبح تا ۳ بعدازظهر). در دو هفته اول رت‌ها یک ساعت با سرعت ۱۰ متر بر دقیقه، در هفته سوم ۴۵ دقیقه و هفته چهارم یک ساعت با سرعت ۱۵ متر بر دقیقه روی نوارگردان دویدند؛ به گونه ای که هر ۱۵ دقیقه، به حیوانات استراحت داده شد (ساداتی و دیگران، ۲۰۱۵).

از آزمون میدان باز^۴ (OFT) برای ارزیابی اثرات MS و شرایط درمان بر فعالیت حرکتی استفاده شد هر رت در گوشه‌ای از میدان باز قرار گرفت و از رفتارها به مدت ۵ دقیقه فیلم برداری شد. تعداد مربعات متقاطع (فعالیت افقی و عمودی) توسط آزمایشگر برای هر دو شرایط اثرات MS و درمان، مورد ارزیابی قرار گرفت (صانعی و دیگران، ۲۰۱۷). در آزمون شنای اجباری^۵ (FST) رت‌ها به صورت جداگانه وادار به شنا در مخزن استوانه‌ای شیشه‌ای شدند. دوره بی‌حرکتی (معادل ناامیدی و یأس در انسان) اندازه‌گیری شد (صانعی و دیگران، ۲۰۱۷). در آزمون اسپلاش^۶ (جهت ارزیابی عدم درک لذت و مشکلات خود مراقبتی حیوانات)، محلول ساکارز^۷ ۱۰٪ بر سطح پشتی حیوان اسپری شد و زمان لیسیدن در مدت ۵ دقیقه ثبت گردید (امیری و دیگران، ۲۰۱۶). از آزمون ترجیح محلول ساکارز (SPT) جهت ارزیابی وضعیت لذت جویی حیوانات استفاده شد. در این راستا، در دو روز اول در قفس هر رت، دو بطری آب شیرین قرار گرفت. در دو روز دوم، یکی از بطری‌ها با یک بطری حاوی محلول ساکارز ۱٪ جایگزین شد. در روز آزمون، رت‌ها به مدت ۸ ساعت از غذا و آب محروم شدند. SPT با استفاده از فرمول نسبت ۱٪ محلول ساکارز مصرفی به کل مایع مصرف شده محاسبه شد (صادقی و دیگران، ۲۰۱۶).

آن تعداد از حیواناتی که در آزمایش‌های رفتاری استفاده نشده بودند، در بررسی عملکرد میتوکندری بافت‌های قلب مورد استفاده قرار گرفتند. میوکارد سریعاً پس از خرد شدن بر روی یخ بریده شد، در نیتروژن مایع خیس‌انده شد و نگهداری گردید. اندازه‌گیری غلظت پروتئین به روش پروتئین آبی کماسی^۸ و استخراج قطعات میتوکندری به روش برادفورد^۹ انجام شد (شاکسکی^{۱۰} و دیگران،

کنترل + تمرین روی نوارگردان^۱ (C + TM)، ۳) گروه کنترل + درمان فلوکستین (FLX + C)، ۴) گروه استرس جدایی از مادر (MS)، ۵) گروه استرس جدایی از مادر + تمرین روی نوارگردان (MS + TM)، ۶) گروه استرس جدایی از مادر + درمان فلوکستین (MS + FLX) تقسیم شدند. پس از پایان پروتکل ورزش و درمان FLX در روز ۶۰، آزمایش‌های رفتاری (بر روی ۶ تا ۸ سر از هر گروه) انجام شد. در گروه‌های آزمایشی پس از بیهوشی خفیف، رت‌ها (هر گروه ۳ تا ۴ سر) قربانی شدند.

جداسازی مادر نوزادان بر اساس مطالعات قبلی انجام شد (امیری و دیگران، ۲۰۱۶؛ صحافی و دیگران، ۲۰۱۸). به طور خلاصه، روز تولد به عنوان روز پس از زایمان در نظر گرفته شد و بچه‌ها متعاقباً به دو گروه ۳۶ تایی MS و کنترل تقسیم شدند. بچه رت‌های گروه MS، از روز دوم تا چهاردهم روزانه به مدت ۳ ساعت از مادرانشان جدا شدند. در روز ۲۱ این رت‌ها به صورت چهارتایی در هر قفس قرار گرفتند. تمامی دستورات عملی در این مطالعه مطابق با تایید شورای اخلاق در پژوهش پژوهشکده تربیت بدنی تهران با کد اخلاق IR.SSRI.REC.1397.241 رعایت و بر طبق راهنمایی بنیاد ملی سلامت^۲ برای مراقبت از حیوانات آزمایشگاهی؛ اجرا شد. تجویز مزمن FLX به عنوان یک درمان مؤثر برای اصلاح رفتارهای افسردگی در جوندگان گزارش شده است (صادقی و دیگران، ۲۰۱۶؛ صحافی و دیگران، ۲۰۱۸). بدین منظور هیدروکلراید FLX (شرکت سیگمای^۳ آمریکا) در محلول سالین حل شد. محلول FLX در حجم ثابت (۵ میلی گرم/کیلوگرم) به صورت داخل صفاقی از روز ۲۸ تا ۶۰ تجویز شد (امیری و دیگران، ۲۰۱۶؛ صادقی و دیگران، ۲۰۱۶).

سازگاری با تمرین، در روز ۲۱ به مدت یک هفته در تمامی گروه‌ها انجام شد. برای تحریک دویدن، شوک الکتریکی ملایمی در عقب دستگاه تعبیه شد. جهت جلوگیری از آثار احتمالی شوک الکتریکی بر نتایج تحقیق، آشناسازی حیوانات با فعالیت روی نوارگردان، از طریق شرطی سازی با صدا صورت گرفت تا از نزدیک شدن و استراحت در بخش انتهایی دستگاه خودداری شود. برنامه آشنایی ۵ جلسه راه رفتن و دویدن با سرعت ۵ تا ۸ متر در دقیقه و شیب صفر درصد و به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه بود. برنامه^۴

1. Treadmill

2. National institutes of health

3. Sigma

4. Open field test

5. Forced swimming test

6. Splash test

7. Sucrose preference test

8. Coomassie

9. Bradford

10. Shaki

تغییرات معنی‌دار در بین گروه‌های تحقیق در آزمون FST [F(34,5) = 8/45, (p < 0/001)]، آزمون اسپلاش [F(34,5) = 6/14, (p < 0/001)] و آزمون SPT [F(34,5) = 18/12, (p < 0/001)] بود. نتایج نشان دادند که رت‌های MS زمان بی‌حرکتی بیشتری را در مقایسه با گروه کنترل در تست شنای اجباری داشته‌اند (p < 0/001). همچنین رت‌های MS + TM و FLX + MS زمان بی‌حرکتی کمتری در مقایسه با گروه MS به‌عنوان تاثیرات مثبت تغییرات رفتاری داشتند؛ اما این تغییرات تنها در مورد FLX + MS معنی‌دار بود (p < 0/01). همچنین گروه C + TM نسبت به گروه MS بی‌حرکتی کمتری را نشان داد (p < 0/001). رفتار مشابه دیده شده در آزمون اسپلاش با کاهش در مدت زمان لیسیدن در رت‌های MS در مقایسه با گروه کنترل تایید شد (p < 0/001). افزایش معنی‌دار مدت لیسیدن در گروه FLX + MS در مقایسه با گروه MS (p < 0/008) و نه رت‌های گروه MS + TM، مشاهده شد. با آزمون توکی در مورد SPT مشخص شد که MS مصرف ساکارز را به طور معنی‌داری در مقایسه با دیگر گروه‌ها کاهش داده است (p < 0/001). هر چند تمرین TM و درمان FLX درصد مصرف ساکارز را به طور غیرمعنی‌داری در حیوانات MS افزایش داد (p > 0/05)؛ تمرین TM در گروه کنترل (TM) و درمان FLX در رت‌های کنترل، اثرات معنی‌داری بر مصرف ساکارز در مقایسه با رت‌های گروه کنترل نداشت (p > 0/05). همچنین تفاوت معنی‌داری در گروه‌های تحقیق نسبت به گروه‌های کنترل در OFT دیده نشد [F(34,5) = 2/03, (p > 0/05)].

به علاوه، آزمون تحلیل واریانس یک طرفه نتایج بیانگر تغییرات معنی‌داری در سطوح ROS در گروه‌های تحقیق بود [F(12,5) = 5/36, (p < 0/01)] و افزایش قابل توجه تشکیل ROS در گروه MS در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد. رت‌های MS درمان با TM و درمان با FLX کاهشی را در تولید ROS در مقایسه با گروه MS نشان دادند (شکل ۱، p < 0/05).

۲۰۱۲). فعالیت سوکسیناد دهیدروژناز^۱ (SDH) به منظور تایید خلوص میتوکندری، مورد سنجش قرار گرفت (صادقی و دیگران، ۲۰۱۶). میزان ATP در نمونه‌ها به روش بیولومینسانس^۲ با آنزیم لوسیفراز^۳ اندازه‌گیری شد (امیری و دیگران، ۲۰۱۶). شدت بیولومینسانس با دستگاه لومینومتر لوله ای سیریوس^۴ سیستم ردیاب برتولد آلمانی^۵ اندازه‌گیری شد. سطوح گلوکاتیون^۶ (GSH) با استفاده از اندیکاتور DTNB به عنوان یک واکنش‌گر با استفاده از اسپکتروفتومتر (ساخت شرکت شیماتزو ژاپن^۷) تعیین و نتایج به صورت میکروگرم بر میلی گرم پروتئین بر اساس کالیبراسیون منحنی استاندارد گزارش شد (امیری و دیگران، ۲۰۱۶). جهت اندازه‌گیری تشکیل ROS میتوکندری قلبی، سوسپانسیون میتوکندری با ۷،۲-دی کلروفلوئورسئین دی استات^۸ (غلظت نهایی ۱۰ میکرومولار) در بافر تنفسی حاوی ۱۳۰ میلی مول محلول کلرید پتاسیم، ۵ میلی مول کلرید منیزیم، ۲۰ میلی مول NaH₂PO₄، ۱/۷ میلی مول ADP، ۰/۱ میلی مول β-NADPH، ۰/۱ میلی مول کلرید آهن سه ظرفیتی در PH=۷/۴ انکوبه شد. فلورسانس میتوکندری و پراکندگی نور برای حداقل ۱۲۰۰۰ دور برای هر نمونه با استفاده از فلوسیتومتر ساخت شرکت شیماتزو ژاپن (صحافی و دیگران، ۲۰۱۸؛ گائو^۹ و دیگران، ۲۰۰۹) به دست آمد. غلظت سیتوکروم C با استفاده از کیت ایمونوسیتی Q سیتوکروم C مخصوص رت‌ها با سیستم‌های D & R (ساخت شرکت مینئوپولیس^{۱۰} آمریکا) به روش اسپکتروفوتومتری اندازه‌گیری گردید.

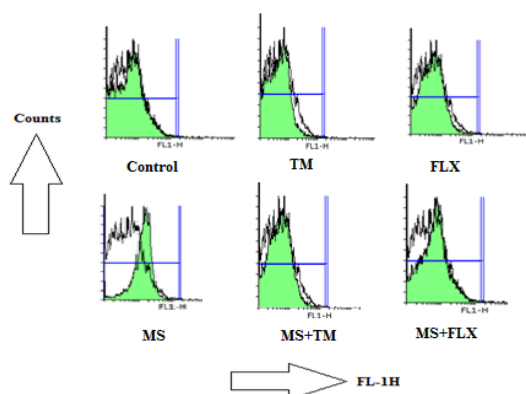
از آزمون t مستقل و روش تحلیل واریانس (ANOVA) یک طرفه برای مقایسه‌های بین گروهی و از آزمون تعقیبی توکی^{۱۱} برای بررسی آماری تکمیلی با نرم‌افزار Graph-pad prism (نسخه ۶) استفاده شد. سطح معنی‌داری تمامی محاسبات p < 0/05 در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

روش تحلیل واریانس یک طرفه آزمون‌های رفتاری بیانگر

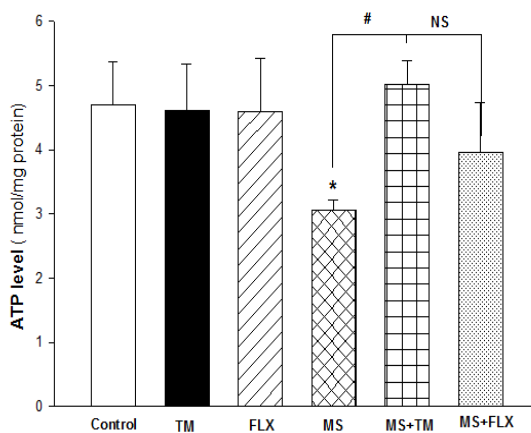
1. Succinate dehydrogenase
2. Bioluminescence method
3. Luciferase enzyme
4. Sirius tube luminometer
5. Berthold detection system, Germany
6. Glutathione

7. Shimadzu, Japan
8. -2,7 .Dichlorofluorescein diacetate
9. Gao
10. Minneapolis
11. Tukey test



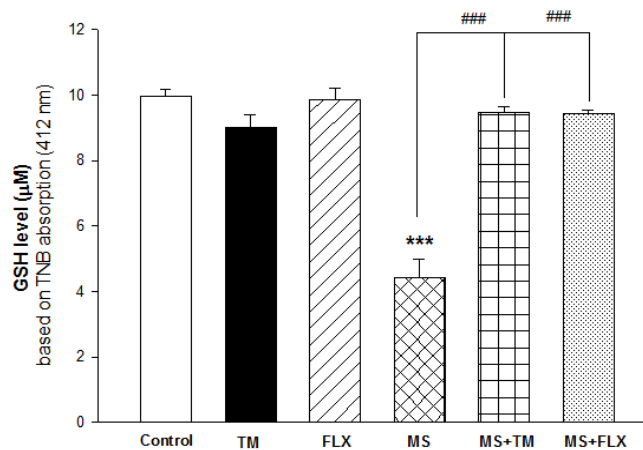
شکل ۱. اثر تمرین اجباری روی نوارگردان و FLX بر تشکیل ROS
شیفت پیکها به سمت راست و افزایش سطح زیر منحنی AUC^۱ نشان دهنده افزایش تولید ROS در هر کدام از نمونه‌ها است.

تغییرات معنی‌داری در سطوح ATP ما بین گروه‌های تحقیق مشاهده شد [F(۵,۱۲)= ۳/۷۶، (p≤۰/۰۲)]، به گونه ای که کاهش معنی‌داری در تشکیل ATP در گروه MS در مقایسه با گروه کنترل بدست آمد (p≤۰/۰۳). رت‌های MS + TM و نه FLX + MS، افزایشی (p≤۰/۰۲) را در اشکال ATP در مقایسه با گروه MS نشان دادند (شکل ۲).



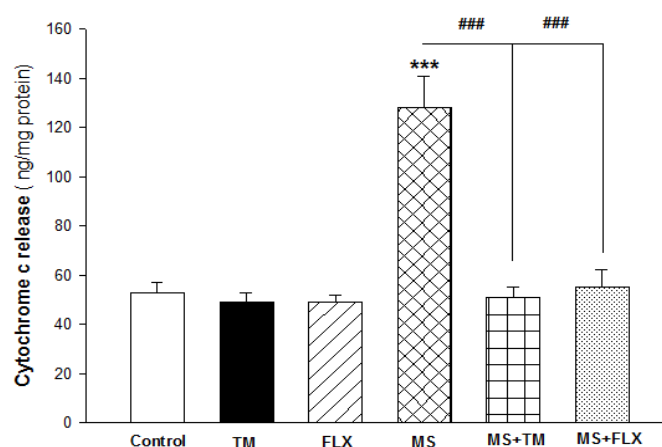
شکل ۲. اثر تمرین اجباری روی نوارگردان و FLX بر ATP. ارزش‌ها به صورت میانگین ± انحراف استاندارد بیان شده اند.
*نشانه تفاوت معنی در سطح p< ۰/۰۳ در مقایسه با گروه کنترل؛ # نشانه تفاوت معنی در سطح p< ۰/۰۲ در مقایسه با گروه MS.

تغییرات سطوح GSH ما بین گروه‌های تحقیق معنی‌داری بود [F (۱۲، ۵) = ۱۲۰ / ۲۷، (p < ۰/۰۰۱)]، کاهش قابل توجهی در تشکیل GSH در گروه MS در مقایسه با گروه کنترل دیده شد (p < ۰/۰۰۱) و رت‌های MS درمان با TM (p < ۰/۰۰۱) و رت‌های FLX (p < ۰/۰۰۱) افزایشی را در اشکال GSH در مقایسه با گروه MS نشان دادند (شکل ۳).



شکل ۳. اثر تمرین اجباری روی نوارگردان و FLX بر گلو تاتیون. ارزش‌ها به صورت میانگین \pm انحراف استاندارد بیان شده‌اند. *** نشانه تفاوت معنی در سطح $p < ۰/۰۰۱$ در مقایسه با گروه کنترل؛ ### نشانه تفاوت معنی در سطح $p < ۰/۰۰۱$ در مقایسه با گروه MS.

تغییرات معنی‌داری در انتشار سیتوکروم c ما بین گروه‌های تحقیق مشاهده شد [F (۱۲، ۵) = ۶۴ / ۳۶، (p < ۰/۰۰۱)]، افزایش قابل توجهی در انتشار سیتوکروم c در گروه MS در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد (p < ۰/۰۰۱) و رت‌های MS + TM و رت‌های FLX+MS کاهش سیتوکروم c را در مقایسه با گروه MS (p < ۰/۰۰۱) نشان دادند (شکل ۴).



شکل ۴. اثر تمرین اجباری روی نوارگردان و FLX بر سیتوکروم c. ارزش‌ها به صورت میانگین \pm انحراف استاندارد بیان شده‌اند. *** نشانه تفاوت معنی در سطح $p < ۰/۰۰۱$ در مقایسه با گروه کنترل؛ ### نشانه تفاوت معنی در سطح $p < ۰/۰۰۱$ در مقایسه با گروه MS.

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تجربهٔ ELS، به شکل MS موجب رفتارهای افسردگی در رت‌های صحرائی نر بالغ می‌شود؛ تغییراتی که با عملکرد غیر نرمال میتوکندری‌های بافت قلبی همراه است. علاوه بر این، نتایج این پژوهش شواهدی ارائه دادند که درمان با FLX و نه بکارگیری ورزش مزمن TM، بر رفتارهای ناشی از اثرات طولانی مدت استرس‌زای ELS در دوران نوجوانی اثرات محافظتی دارد. همچنین هر کدام از این درمان‌ها در این دوران، اثرات محافظتی بر عملکرد میتوکندری قلبی در رت‌های صحرائی نر داشتند.

بدیهی است که تجربه حوادث استرس‌زا در طول مراحل اولیهٔ زندگی، قادر به ایجاد اثرات مضر و طولانی مدت بر مغز و رفتار است و با ناراحتی روانی و جسمی در بزرگسالی ارتباط دارد (امیری و دیگران، ۲۰۱۶؛ صحافی و دیگران، ۲۰۱۸). با توجه به مطالعات محققان دیگر (امیری و دیگران، ۲۰۱۶؛ صحافی و دیگران، ۲۰۱۸)، نتایج ما نشان داد که MS قادر به تحریک رفتارهای مربوط به افسردگی در رت‌های صحرائی نر است. در FST، افزایش زمان بی‌حرکتی دیده شده در گروه MS تحت تأثیر استرس در مقایسه با گروه کنترل به عنوان یک شاخص افسردگی در جوندگان مشابه رفتارهای ناخوشایند انسان می‌باشد (کریان^۱ و دیگران، ۲۰۰۲). به علاوه، کاهش اولویت مصرف ساکارز در فعالیت SPT و کاهش مدت فعالیت در آزمون اسپلاش شاخص افسردگی جوندگان است که رفتارهای بی‌لذتی و خود مراقبتی در انسان را منعکس می‌کند (حاج میرزاییان و دیگران، ۲۰۱۶). بنابراین، نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که MS منجر به بروز رفتارهای افسردگی مشابهی در رت‌های صحرائی نر می‌شود. چندین تحقیق نشان داده اند که عوامل استرس‌زای روان شناختی، عواملی خطرزا برای توسعه بیماری‌های قلبی-عروقی^۲ (CVD) به شمار می‌روند (استیو و کیمی واکي، ۲۰۱۳؛ میس و دیگران، ۲۰۱۱). همچنین، بیماری‌های قلبی-عروقی به عنوان یک وضعیت مرتبط با بیماری در افراد مبتلا به افسردگی شناخته

شده‌اند (گلاسمن^۳، ۲۰۰۷). نتایج ما نشان داد که ELS تأثیر منفی بر متابولیسم انرژی و حالت ردوکس در میوکارد دارد. تولید بیش از حد ROS، افزایش انتشار سیتوکروم c و کاهش سطح GSH و ATP نشان می‌دهد که ELS قادر به ایجاد عملکرد غیر نرمال میتوکندریایی در میوکارد از طریق ایجاد استرس اکسیداتیو و اختلال متابولیسم انرژی است. تحقیقات قبلی نشان داده‌اند که تولید بیش از حد ROS مرتبط با آسیب سلولی، عمدتاً تحت تأثیر کاهش GSH است (گاری لوک^۴ و دیگران، ۲۰۱۱؛ حسینی و دیگران، ۲۰۱۴؛ صحافی و دیگران، ۲۰۱۸). به علاوه، انتشار سیتوکروم c به معنی پاسخ اولیهٔ آبشار آپوپتوتیک به فعالیت کاسپاز ۹ می‌باشد (لی^۵ و دیگران، ۱۹۹۷). در این راستا، تحقیقات قبلی بیانگر اثر استرس روانی-اجتماعی در تغییر هموستاز کلسیم درونی است که منجر به آسیب اکسیداتیو و کاردیومیوپاتی در رت‌های صحرائی بالغ می‌شود (گریپو^۷، ۲۰۰۹؛ توردی^۸ و دیگران، ۲۰۱۲). اخیراً در مقاله‌ای بیان شده که بکارگیری استرس انزوای اجتماعی در رت‌های صحرائی نوجوان، با بیماری‌های قلبی-عروقی و افسردگی در بزرگسالی همراه است و موجب اختلال در عملکرد میتوکندری‌های قلب می‌شود (صحافی و دیگران، ۲۰۱۸). همچنین شواهد فراوانی بیانگر نقش اختلال عملکرد میتوکندریایی در پاتوفیزیولوژی بیماری‌های قلبی-عروقی است (لنفسکی^۹ و دیگران، ۲۰۰۱؛ سوماتسو^{۱۰} و دیگران، ۲۰۰۳). در مجموع، این یافته‌ها نشان داد که ELS نه تنها قادر به ایجاد رفتارهای افسردگی بزرگسالان است، بلکه بر عملکرد میتوکندریایی در میوکارد حیوانات تحت استرس تأثیر می‌گذارد. در مطالعات چندی که به بررسی اثر فعالیت ورزشی بر رفتارهای ناشی از افسردگی پرداخته اند، دیده شده که تمرین ورزشی اختیاری بر روی چرخ دوار در نوجوانان قادر به بهبود علائم افسردگی در رت‌های بالغی می‌شود که در معرض ELS قرار داشته اند (صادقی و دیگران، ۲۰۱۶). به نظر می‌رسد ماهیت اختیاری ورزش RW، نقش ارزنده‌ای در بهبود رفتارهای ناشی از افسردگی دارد؛ موضوعی که در مورد تمرین اجباری به دلیل

- | | |
|----------------------------|--------------|
| 1. Cryan | 6. Li |
| 2. Cardiovascular diseases | 7. Grippo |
| 3. Glassman | 8. Turdi |
| 4. Gawryluk | 9. Lesnefsky |
| 5. Caspase 9 | 10. Suematsu |

افزایش سطح GSH، ظرفیت آنتی‌اکسیدان بهبود یافت. از همه مهم تر، TM موفق به کاهش میزان انتشار سیتوکروم c شد که خود بیانگر اثرات ضد آپوپتوزی TM در نوجوانی است.

همراهی افسردگی و بیماری‌های قلبی - عروقی، با مرگ و میر بالا در بیماران همراه است (گلاسمن، ۲۰۰۷؛ میس و دیگران، ۲۰۱۱). شواهد نشان از آن دارند که درمان بیماران افسرده با مهار کننده‌های بازجذب سروتونین انتخابی، به عنوان داروهای مقدم برای درمان افسردگی، دارای اثربخشی ۴۰ تا ۵۰ درصدی است و ۱۵ سال پس از درمان در ۸۰ درصد بیماران مبتلا عود بیماری رخ می‌دهد (تریودی^۵ و دیگران، ۲۰۰۶). نتایج یکی از مطالعات نشان داد که اثرات محافظتی FLX قادر به کاهش اختلال عملکرد میتوکندریایی قلبی در رت‌ها پس از استرس انزوای اجتماعی نیست (صانعی و دیگران، ۲۰۱۷). با این حال، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که درمان مزمن FLX در دوران نوجوانی دارای برخی اثرات محافظتی بر اختلال عملکرد میتوکندریایی ناشی از ELS در بافت قلبی است. در مجموع، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ELS عامل خطر برای رشد قلب و عروق در دوره بزرگسالی می‌باشد و ورزش TM علی‌رغم اثرات ضعیف ضد افسردگی بر رفتار، اثرات قابل توجه تعدیل‌کنندگی بر اختلال عملکرد میتوکندریایی میوکارد قلبی دارد. درمان با FLX نیز علاوه بر اثرات محافظتی، بر اختلالات عملکرد میتوکندریایی قلبی ناشی از ELS بر رفتار نیز مؤثر است.

نتیجه گیری: در کل، این یافته‌ها به اهمیت غنی‌سازی دوران نوجوانی در قالب تمرین TM و توان بالقوه آن برای کاهش اثرات ELS بر عملکرد میتوکندری قلبی تاکید دارد. پیشنهاد می‌گردد با توجه به مطالعاتی که همزمان با این تحقیق، دخالت عوامل التهابی و بیان ژن‌های درگیر در گیرنده‌های گلوتامات مغزی را مطرح کرده‌اند، محققین ضمن ارزیابی ژن‌های التهابی و مطالعه اندازه اثر عوامل التهابی در افسردگی، به مطالعه داروهای مکملی بپردازند که تا حد امکان عوارض دارویی را کاهش دهند. همچنین به نظر می‌رسد محققین با بررسی پروتئین‌های مؤثر در

ماهیت غیر داوطلبانه آن، مورد تردید است. مطالعات نشان داده‌اند که اگر چه پروتکل تمرین شدید یا ورزش اجباری، تأثیرات مثبت یا منفی بر سلامتی دارند؛ اما ورزش اجباری روی نوارگردان نتوانسته اثرات ELS در رفتار حیوانات بزرگسال را معکوس کند (لیشور و جونز^۱، ۲۰۰۸؛ اوکیفی^۲ و دیگران، ۲۰۱۲؛ سان^۳ و دیگران، ۲۰۱۷). به علاوه، مطالعات اندکی وجود دارد که تأثیر تمرین در نوجوانی بر اثرات منفی ناراحتی‌های زودرس در زندگی بعد از آن را ارزیابی کرده باشد (دانیلز^۴ و دیگران، ۲۰۱۲؛ احمدعلی پور و رشیدی‌پور، ۲۰۱۵). نتایج تحقیق حاضر اگرچه بیانگر تأثیرات مثبت فعالیت ورزشی بر اثرات مضر ELS بر رفتارهای افسردگی حیوانات بالغ است؛ اما این تغییرات معنی دار نبودند و احتمالاً این مورد را می‌توان ناشی از نوع و ماهیت اجباری تمرین نسبت به تحقیقات مشابه دانست (صادقی و دیگران، ۲۰۱۶). آنچه مهم است اهمیت دوره نوجوانی به عنوان دوره حیاتی عمر است که مغز هنوز در حال توسعه و تکامل است و احتمالاً فعالیت ورزشی می‌تواند در این دوران اثرات محافظتی در مقابل اثرات مضر و غیر طبیعی ELS بر رفتار، مغز و قلب داشته باشد (صادقی و دیگران، ۲۰۱۶؛ صانعی و دیگران، ۲۰۱۷؛ صحافی و دیگران، ۲۰۱۸). درمان حیوانات با FLX منجر به بهبود معنی‌دار رفتار رت‌های MS در آزمون FST و آزمون اسپلاش شد؛ اگرچه بهبود رفتارها در آزمون‌های SPT و OFT معنی‌دار نبود. تمرین TM اگرچه منجر به بهبود رفتارها در آزمون‌های رفتاری شد، اما این بهبود در هیچ یک از آزمون‌های رفتاری معنی‌دار نبود.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که درمان مزمن با FLX اثرات محافظتی بر اختلال عملکرد میتوکندریایی ناشی از ELS در میوکارد با کاهش انتشار سیتوکروم c و بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میتوکندری‌های قلبی با کاهش تولید ROS و افزایش سطح گلوکاتایون دارد. همچنین ورزش TM توانست تولید ROS میتوکندریایی قلبی را در مقایسه با گروه‌های MS کاهش دهد، به گونه‌ای که با افزایش متابولیسم انرژی (افزایش سطح ATP) و

1. Leasure & Jones
2. O'keefe
3. Sun
4. Daniels
5. Trivedi

قدردانی و تشکر

مقاله حاضر مستخرج از رساله دکتری بیوشیمی و متابولیسم ورزشی، بخش فیزیولوژی ورزش دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز می باشد که با کد ۱۰۱۲۱۴۰۴۹۵۲ مورد تصویب قرار گرفته است. نویسندگان در پایان از تمامی افرادی که در انجام تحقیق همکاری داشته اند، صمیمانه تشکر و سپاسگزاری می نمایند.

مسیر آپتوزیس میتوکندریایی^۱ و ژن های مداخله کننده درگیر در مسیر اختلال عملکرد میتوکندریایی قلب، بتوانند ابعاد وسیع تری از اثرات منفی ناشی از استرس جدایی از مادر را روشن سازند. افسردگی یک بیماری مزمن است و از آنجا که طول عمر رت ها بسیار کوتاه می باشد، عدم استفاده از دوره های طولانی افسردگی در حیوان و تکرار دوره های افسردگی مشابه نمونه های انسانی، از محدودیت های تحقیق حاضر بود.

منابع

- Ahmadalipour, A., & Rashidy-Pour, A. (2015). Effects of treadmill running exercise during the adolescent period of life on behavioral deficits in juvenile rats induced by prenatal morphine exposure. *Physiology & Behavior*, 139, 26-33.
- Amiri, S., Amini-Khoei, H., Mohammadi-Asl, A., Alijanpour, S., Haj-Mirzaian, A., Rahimi-Balaei, M., ... & Zarrindast, M. R. (2016). Involvement of D1 and D2 dopamine receptors in the antidepressant-like effects of selegiline in maternal separation model of mouse. *Physiology & Behavior*, 163, 107-114.
- Ballinger, S. W. (2005). Mitochondrial dysfunction in cardiovascular disease. *Free Radical Biology and Medicine*, 38 (10), 1278-1295.
- Cryan, J. F., Markou, A., & Lucki, I. (2002). Assessing antidepressant activity in rodents: Recent developments and future needs. *Trends in Pharmacological Sciences*, 23(5), 238-245.
- Daniels, W. M., Marais, L., Stein, D. J., & Russell, V. A. (2012). Exercise normalizes altered expression of proteins in the ventral hippocampus of rats subjected to maternal separation. *Experimental Physiology*, 97(2), 239-247.
- Gao, P., Qian, D. H., Li, W., & Huang, L. (2009). Npra-mediated suppression of angii-induced ros production contribute to the antiproliferative effects of b-type natriuretic peptide in vsmc. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 324(1-2), 165.
- Gawryluk, J. W., Wang, J. F., Andrezza, A. C., Shao, L., & Young, L. T. (2011). Decreased levels of glutathione, the major brain antioxidant, in post-mortem prefrontal cortex from patients with psychiatric disorders. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, 14(1), 123-130.
- Glassman, A. H. (2007). Depression and cardiovascular comorbidity. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 9(1), 9.
- Green, D. R., & Kroemer, G. (2004). The pathophysiology of mitochondrial cell death. *Science*, 305(5684), 626-629.
- Grippio, A. J. (2009). Mechanisms underlying altered mood and cardiovascular dysfunction: The value of neurobiological and behavioral research with animal models. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 33(2), 171-180.
- Haj-Mirzaian, A., Amiri, S., Kordjazy, N., Momeny, M., Razmi, A., Rahimi-Balaei, M., ... & Dehpour, A. R. (2016). Lithium attenuated the depressant and anxiogenic effect of juvenile social stress through mitigating the negative impact of interleukin-1 β and nitric oxide on hypothalamic-pituitary-adrenal axis function. *Neuroscience*, 315, 271-285.

- Hosseini, M. J., Shaki, F., Ghazi-Khansari, M., & Pourahmad, J. (2014). Toxicity of copper on isolated liver mitochondria: impairment at complexes I, II, and IV leads to increased ROS production. *Cell Biochemistry and Biophysics*, 70(1), 367-381.
- Janssen, I., & LeBlanc, A. G. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7(1), 40.
- Klinedinst, N. J., & Regenold, W. T. (2015). A mitochondrial bioenergetic basis of depression. *Journal of Bioenergetics and Biomembranes*, 47(1-2), 155-171.
- Leasure, J., & Jones, M. (2008). Forced and voluntary exercise differentially effect brain and behavior. *Neuroscience*, 156(3), 456-465.
- Lesnefsky, E. J., Moghaddas, S., Tandler, B., Kerner, J., & Hoppel, C. L. (2001). Mitochondrial dysfunction in cardiac disease: Ischemia-reperfusion, aging, and heart failure. *Journal of Molecular and Cellular Cardiology*, 33(6), 1065-1089.
- Li, P., Nijhawan, D., Budihardjo, I., Srinivasula, S. M., Ahmad, M., Alnemri, E. S., & Wang, X. (1997). Cytochrome c and datp-dependent formation of apaf-1/caspase-9 complex initiates an apoptotic protease cascade. *Cell*, 91(4), 479-489.
- Lichtman, J. H., Bigger Jr, J. T., Blumenthal, J. A., Frasure-Smith, N., Kaufmann, P. G., Lespérance, F., ... & Froelicher, E. S. (2008). Depression and coronary heart disease: recommendations for screening, referral, and treatment: a science advisory from the American heart association prevention committee of the council on cardiovascular Nursing, council on clinical cardiology, council on epidemiology and prevention, and Interdisciplinary council on quality of care and outcomes research: endorsed by the American Psychiatric Association. *Circulation*, 118(17), 1768-1775.
- Liesa, M., & Shirihai, O. S. (2013). Mitochondrial dynamics in the regulation of nutrient utilization and energy expenditure. *Cell Metabolism*, 17(4), 491-506.
- Maes, M., Ruckoanich, P., Chang, Y. S., Mahanonda, N., & Berk, M. (2011). Multiple aberrations in shared inflammatory and oxidative & nitrosative stress (IO&NS) pathways explain the co-association of depression and cardiovascular disorder (CVD), and the increased risk for CVD and due mortality in depressed patients. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 35(3), 769-783.
- O'keefe, J. H., Patil, H. R., Lavie, C. J., Magalski, A., Vogel, R. A., & McCullough, P. A. (2012). Potential adverse cardiovascular effects from excessive endurance exercise. *Paper presented at the Mayo Clinic Proceedings*, 87(6), 587-595.
- Peeri, M., & Amiri, S. (2015). Protective effects of exercise in metabolic disorders are mediated by inhibition of mitochondrial-derived sterile inflammation. *Medical Hypotheses*, 85(6), 707-709.
- Powers, S., Sollanek, K., Wiggs, M., Demirel, H., & Smuder, A. (2014). Exercise-induced improvements in myocardial antioxidant capacity: The antioxidant players and cardioprotection. *Free Radical Research*, 48(1), 43-51.
- Saadati, H., Esmaeili-Mahani, S., Esmaeilpour, K., Nazeri, M., Mazhari, S., & Sheibani, V. (2015). Exercise improves learning and memory impairments in sleep deprived female rats. *Physiology & Behavior*, 138, 285-291.

- Sadeghi, M., Peeri, M., & Hosseini, M. J. (2016). Adolescent voluntary exercise attenuated hippocampal innate immunity responses and depressive-like behaviors following maternal separation stress in male rats. *Physiology & Behavior*, 163, 177-183.
- Sahafi, E., Peeri, M., Hosseini, M. J., & Azarbyjani, M. A. (2018). Cardiac oxidative stress following maternal separation stress was mitigated following adolescent voluntary exercise in adult male rat. *Physiology & Behavior*, 183, 39-45.
- Shaki, F., Hosseini, M. J., Ghazi-Khansari, M., & Pourahmad, J. (2012). Toxicity of depleted uranium on isolated rat kidney mitochondria. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 1820(12), 1940-1950.
- Sonei, N., Amiri, S., Jafarian, I., Anoush, M., Rahimi-Balaei, M., Bergen, H., ... & Hosseini, M. J. (2017). Mitochondrial dysfunction bridges negative affective disorders and cardiomyopathy in socially isolated rats: pros and cons of fluoxetine. *The World Journal of Biological Psychiatry*, 18(1), 39-53.
- Steptoe, A., & Kivimäki, M. (2013). Stress and cardiovascular disease: An update on current knowledge. *Annual Review of Public Health*, 34, 337-354.
- Suematsu, N., Tsutsui, H., Wen, J., Kang, D., Ikeuchi, M., Ide, T., ... & Takeshita, A. (2003). Oxidative stress mediates tumor necrosis factor- α induced mitochondrial DNA damage and dysfunction in cardiac myocytes. *Circulation*, 107(10), 1418-1423.
- Sun, L. N., Li, X. L., Wang, F., Zhang, J., Wang, D. D., Yuan, L., ... & Qi, J. S. (2017). High-intensity treadmill running impairs cognitive behavior and hippocampal synaptic plasticity of rats via activation of inflammatory response. *Journal of Neuroscience Research*, 95(8), 1611-1620.
- Taylor, R. S., Sagar, V. A., Davies, E. J., Briscoe, S., Coats, A. J., Dalal, H., ... & Singh, S. (2019). Exercise-based rehabilitation for heart failure: cochrane systematic review, meta-analysis, and trial sequential analysis. *JACC: Heart Failure*, 7(8), 691-705.
- Trivedi, M. H., Rush, A. J., Wisniewski, S. R., Nierenberg, A. A., Warden, D., Ritz, L., ... & Shores-Wilson, K. (2006). Evaluation of outcomes with citalopram for depression using measurement-based care in STAR* D: implications for clinical practice. *American Journal of Psychiatry*, 163(1), 28-40.
- Turdi, S., Yuan, M., Leedy, G. M., Wu, Z., & Ren, J. (2012). Chronic social stress induces cardiomyocyte contractile dysfunction and intracellular ca^{2+} derangement in rats. *Physiology & Behavior*, 105(2), 498-509.



Effect of a bout of resistance exercise in warm weather on Immune and hormonal responses

Arezoo Eskandari^{1*}, Hamid Agha Alinejad², Reza Gharakhanlou³, Mohammad Fashi⁴

1. PhD of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Science, University of Tehran, Tehran, Iran.
2. Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Humanities, Tarbiyat Modares University, Tehran, Iran.
3. Full Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Humanities, Tarbiyat Modares University, Tehran, Iran.
4. Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Abstract

Background and Aim: Exercise in warm weather can lead to a change in stress hormones and immune factors as compare to normal conditions. The present study aimed to investigate the effects of a bout of resistance exercise in a warm weather on Immune and hormonal responses. **Materials and Methods:** Eight male students with an average of 27 ± 2 years participated in this study. The exercise program was performed for two conditions, at the first week it done in a normal temperature (20°C) and then it performed in a warm temperature (35°C) in the following week. Blood samples were taken one hour before, immediately after and one hour after of about a resistance exercise including 10 repetition, 3 sets up to 70 percent of 1 repetition maximum. In both environments, body temperature was measured from the axillary area. The serum concentration of Interleukin-15 (IL-15), heat shock protein 70 (HSP70), testosterone and cortisol were measured by ELISA method. The ANOVA test for repeated measures and Bonferoni tests were applied for results extraction. **Results:** Resistance training in warm weather significantly increased the cortisol ($p=0.04$), HSP70 ($p=0.007$), IL-15 ($p=0.03$), and testosterone ($p=0.02$) values. **Conclusion:** Assuming that cortisol elevation due to warm condition induce IL-15 suppression and IL-15 dropping limit muscle hypertrophy; it can be suggested that a bout of resistance exercise in a warm weather could attenuate exercise-induced hypertrophy.

Keywords: Warm weather, Resistance training, Interleukin-15, Heat shock protein 70, Cortisol, Testosterone.



تأثیر یک وهله فعالیت مقاومتی بر پاسخ های هورمونی و ایمنی در محیط گرم

آرزو اسکندری^{۱*}، حمید آقا علی نژاد^۲، رضا قراخانو^۳، محمد فشی^۴

۱. دکتری فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۲. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۳. استاد گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۴. استادیار گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: ورزش در محیط گرم منجر به تغییر واکنش هورمون های استرسی و عوامل ایمنی متفاوت از محیط معمولی می شود. هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر یک وهله فعالیت مقاومتی بر پاسخ های هورمونی و ایمنی در محیط گرم بود. **روش تحقیق:** تعداد ۸ آزمودنی پسر با میانگین سنی 27 ± 2 سال در فرآیند تحقیق شرکت کردند. برنامه تمرین ابتدا در محیط طبیعی (20°C) و یک هفته بعد در محیط گرم (35°C) اجرا شد. یک ساعت پیش، بلافاصله و یک ساعت پس از فعالیت مقاومتی با شدت ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه که اجرای ۳ نوبت با ۱۰ تکرار را شامل می گردید؛ نمونه های خونی گرفته شد. در هر دو محیط، دمای بدن از ناحیه زیر بغل اندازه گیری شد. مقادیر اینترلوکین-۱۵ (IL-15)، پروتئین شوکی گرمایی (HSP70)، تستوسترون و کورتیزول سرم به روش الایزا اندازه گیری شدند. از آزمون تحلیل واریانس با اندازه های تکراری و آزمون تعقیبی بونفرونی برای استخراج نتایج استفاده شد و سطح معنی داری $p \leq 0/05$ منظور گردید. **یافته ها:** افزایش معنی داری در مقادیر کورتیزول ($p=0/004$)، تستوسترون ($p=0/02$)، HSP70 ($p=0/001$) و IL-15 ($p=0/03$) پس از فعالیت مقاومتی در محیط گرم نسبت به محیط معمولی؛ بدست آمد. **نتیجه گیری:** با این فرض این که محیط گرم با افزایش کورتیزول موجب سرکوبی IL-15 می گردد و کاهش این سایتوکاین، احتمالاً هایپرتروفی عضلانی را محدود می کند؛ می توان گفت فعالیت مقاومتی حاد در محیط گرم اثرات مثبت فعالیت به منظور هایپرتروفی را کاهش می دهد.

واژه های کلیدی: محیط گرم، تمرین مقاومتی، اینترلوکین-۱۵، پروتئین شوکی گرمایی ۷۰، هورمون های استرسی.

مقدمه

محیط گرم یک منبع مهم استرس فیزیولوژیک است که موجب اختلال در عملکرد بدن می‌شود. اجرای ورزش در این شرایط، فشارهای فیزیولوژیکی بیشتری بر بدن وارد می‌کند. ترکیب فعالیت ورزشی با محیط‌های استرسی می‌تواند واکنش‌های هورمون‌های استرسی و عوامل ایمنی معمول را فراتر از آنچه در شرایط مطلوب رخ می‌دهد، ایجاد نماید (کیسر^۱ و دیگران، ۲۰۱۵). استرس دمایی (فشار گرمایی) با رهایش کورتیزول و کاتکولامین‌ها، بر پاسخ های فیزیولوژیک بدن، شمار و عملکرد سلول‌های ایمنی تأثیر می‌گذارد (ال نویش^۲ و دیگران، ۲۰۱۳). کورتیزول اصلی‌ترین شکل گلوکوکورتیکوئید در انسان، یک هورمون کاتابولیک ترشح شده از قشر غده فوق کلیه در پاسخ به استرس‌های فیزیولوژیک و روانی است که در اثر فعالیت ورزشی، آسیب، یا استرس تولید می‌شود. تستوسترون نیز یک هورمون آنابولیک کلیدی با عملکردهای فیزیولوژیک چندگانه در بدن انسان است. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که تمرین مقاومتی غلظت‌های در گردش تستوسترون را افزایش می‌دهد (کرامر و راتمس^۳، ۲۰۰۵). در رابطه با فعالیت های ورزشی، تستوسترون به خصوص در رشد و ثبات عضلات مخطط، استخوان و سلول‌های قرمز خون نقش دارد. افزایش تستوسترون به عنوان هورمون آنابولیک در پاسخ به ورزش مقاومتی، و تغییرات کورتیزول به عنوان یک هورمون کاتابولیک در پاسخ به قرارگیری در محیط گرم؛ تعیین کننده محیط آنابولیک و کاتابولیک بدن و ایجاد پاسخ به ورزش مقاومتی است (آدرکروتز^۴ و دیگران، ۱۹۸۶). تحقیقات نشان داده اند که تمرین قدرتی همراه با افزایش غلظت تستوسترون؛ باعث ایجاد محیط آنابولیک و افزایش هایپرتروفی می‌شود (سماواتی شریف و دیگران، ۲۰۱۶). مطالعات مختلف نشان داده اند که کورتیزول در پاسخ به یک جلسه فعالیت ورزشی، آسیب سلولی، یا استرس گرمایی؛ افزایش می‌یابد و مقادیر آن به حجم تمرین وابسته است. هم‌چنین نشان داده شده که محیط گرم منجر به افزایش کورتیزول خون و بزاق می‌شود

(کاسادیو^۵ و دیگران، ۲۰۱۷). از طرف دیگر، بالا رفتن کورتیزول موجب سرکوبی عوامل متابولیک می‌شود (چن^۶ و دیگران، ۲۰۱۵). پروتئین‌های شوک گرمایی^۷ (HSP) پروتئین‌های درون سلولی سیتوزولی موجود در همه سلول‌ها هستند که برای حفظ هموستاز پروتئین ضروری می‌باشند. HSP به استرس و گرما تحریک پذیر هستند و در این شرایط افزایش می‌یابد. HSP بر اساس وزن مولکولی شان نامگذاری می‌شوند که HSP70 یکی از معروف‌ترین و در عین حال شاخص‌ترین آن‌ها است که وزن مولکولی آن ۷۰ کیلودالتون می‌باشد (لیو^۸ و دیگران، ۲۰۰۶).

فعالیت های ورزشی نیز به مانند این محرک‌ها تغییرات جامع متابولیکی را باعث می‌شوند و می‌توانند موجب تولید HSP گردند (تامسون^۹ و دیگران، ۲۰۰۳). فعالیت های ورزشی کوتاه مدت، سطوح HSP70 را در عضله اسکلتی و ارگان های حیاتی نظیر قلب، کلیه و کبد افزایش می‌دهند (ساملمن^{۱۰}، ۲۰۰۰). عامل HSP70 یکپارچگی پروتئین‌ها را تسهیل کرده و نقش مهمی در ترمیم پروتئین‌های آسیب دیده بازی می‌کند.

هندشین و اشپیگلمن^{۱۱} (۲۰۰۸) مایوکاین‌ها را سایتوکاین‌های تولید و ترشح شده به وسیله سلول‌های عضلانی می‌دانند که ارتباط بین ورزش و التهاب را مشخص می‌کنند. فعالیت انقباضی در تنظیم بیان این سایتوکاین‌ها در عضله اسکلتی نقش دارد (کاربو^{۱۲} و دیگران، ۲۰۰۰). بیش گرمایی نیز با افزایش در حجم پلاسما، از طریق تغییر در تولید سایتوکاین های پلاسما همراه است (کوسیو-لیما^{۱۳} و دیگران، ۲۰۱۱؛ توتل^{۱۴} و دیگران ۲۰۱۵؛ توکر^{۱۵} و دیگران ۲۰۰۴). فعالیت سنگین در دمای طبیعی موجب افزایش در غلظت پلاسمایی چندین سایتوکاین می‌شود (پدرسون و هافمن-گوتز^{۱۶}، ۲۰۰۰). سوردادا^{۱۷} و دیگران (۲۰۱۵) نشان داده اند که ترکیب دو عامل ورزش و محیط گرم، موجب افزایش بیشتر در تولید برخی سایتوکاین‌ها و عدم تعادل در تولید برخی سایتوکاین‌های درگیر می‌شود. سایتوکاین اینترلوکین-۱۵^{۱۸} (IL-15) به‌عنوان یک مایوکاین شناخته شده که اثرات آنابولیکی

1. Keiser
2. Al-Nawaiseh
3. Kraemer & Ratamess
4. Adlercreutz
5. Casadio
6. Chen
7. Heat shock protein

8. Liu
9. Thompson
10. Samelman
11. Handschin & Spiegelman
12. Carbo
13. Cosio-Lima
14. Tuttle

15. Tucker
16. Pedersen & Haffman -Goetz
17. Sureda
18. Interlukin-15

منظور جمع‌آوری اطلاعات لازم در مورد ویژگی های فردی و سوابق پزشکی آن ها یک پرسشنامه محقق ساخته بکار گرفته شد. علاوه بر این ها، شرکت کنندگان فرم رضایت شرکت داوطلبانه در مطالعه را تکمیل و امضاء نمودند.

شرایط ورود به مطالعه شامل نداشتن هر گونه بیماری، عفونت و آسیب دیدگی در ماه قبل از تحقیق و داشتن سابقه حداقل ۳ سال مداوم فعالیت ورزشی بود. به علاوه، به آزمودنی ها توصیه شد از یک هفته قبل از اجرای آزمون، از هیچ ماده نیروزا مثل ویتامین، مکمل های غذایی، گیاهان دارویی؛ و همچنین سیگار یا الکل استفاده نکنند. شرکت کنندگان این موارد را به صورت کتبی در فرمی اظهار نمودند. علاوه بر این ها، از شرکت کنندگان خواسته شد ۴۸ ساعت قبل از اجرای آزمون، در هیچ فعالیت سنگین ورزشی شرکت نکنند و یا در شرایط محیطی نامساعد دمایی قرار نگیرند.

هر آزمودنی ۳ بار به محل اجرای تحقیق، سالن ورزش دانشگاه تربیت مدرس مراجعه کرد. در جلسه اول آزمودنی ها با اهداف، ابزارها و شیوه اجرای تحقیق آشنا شدند. یک تکرار بیشینه^۱ (1RM) هر آزمودنی در حرکات اسکوات، پرس سینه، جلو ران، پشت ران، کشش زیر بغل، دراز و نشست، پارویی و پروانه تعیین شد. همچنین، در این جلسه ویژگی های تن سنجی آزمودنی ها اندازه گیری گردید. با فاصله یک هفته، آزمودنی ها پس از ورود به محل اجرای آزمون، به مدت ۳۰ دقیقه بدون فعالیت در حالت استراحت نشستند. سپس اولین نمونه خونی جمع‌آوری شد و بعد از ۵ دقیقه گرم کردن، آزمون اصلی (برنامه ورزشی جدول ۲) اجرا گردید. آزمودنی ها یک وهله ورزش مقاومتی را با شدت ۷۰ درصد 1RM و در ۳ نوبت با ۱۰ تکرار و ۱ دقیقه استراحت بین نوبت ها و ۱ دقیقه استراحت بین حرکت در محیطی با دمای طبیعی (۲۰ درجه سانتی گراد) اجرا کردند. سه حرکت طناب زدن، دراز و نشست و دویدن درجا برای فعال شدن کل بدن و افزایش جریان خون در عضلات بزرگ در حین اجرای پروتکل انجام شد.

بلافاصله پس از اتمام اجراء دومین نمونه خونی گرفته شد. نمونه خونی سوم یک ساعت پس از پایان تمرین گرفته شد. بلافاصله یک هفته پس از ورزش در محیط معمولی، جلسه ورزش مقاومتی

آن به ویژه به دنبال فعالیت های ورزشی مقاومتی مورد توجه واقع شده است (کوین^۱ و دیگران، ۲۰۰۲). سایتوکاین IL-15 موجب افزایش تجمع زنجیره سنگین میوزین^۲ (MHC) در سلول های عضلانی تمایز یافته می شود که نشان دهنده نقش آنابولیک آن در عضلات است؛ ضمن آن که از تحلیل عضله جلوگیری می کند (کاربو و دیگران، ۲۰۰۰). نشان داده شده است که بیان IL-15 در سلول های عضله اسکلتی انسان و حیوانات آزمایشگاهی به دنبال یک دوره تمرین قدرتی افزایش می یابد (نیلسون^۳ و دیگران، ۲۰۰۷؛ زانچی^۴ و دیگران، ۲۰۱۰).

تحقیقات بسیاری نشان داده است که تمرینات مقاومتی محرک مؤثری برای افزایش قدرت عضله و هایپرتروفی است. افزایش توده گروه های عضلانی فعال با افزایش در حجم هر کدام از میوفیبریل ها حاصل می شود (گرین^۵ و دیگران، ۱۹۹۹). یکی از سازوکارهای افزایش دهنده توده عضلانی در تمرینات مقاومتی IL-15 و تستوسترون است که تحقیقات بسیاری، نقش آنابولیکی آن ها را ثابت کرده است (کوین و دیگران، ۲۰۰۲؛ کرامر و راتماس، ۲۰۰۵). از طرف دیگر، تحقیقات نشان داده است که گرما عوامل کاتابولیک و استرسی را افزایش می دهد و اجرای تمرینات در محیط گرم باعث افزایش مضاعف عوامل استرسی در ورزشکار می شود (کاسادیو و دیگران، ۲۰۱۷). حال این سؤال مطرح می شود که افزایش استرس ناشی از تمرین در محیط گرم بر پاسخ های طبیعی یک جلسه تمرین مقاومتی چه اثری دارد؟ آیا در جهت سازگاری سریع تر ورزشکار است، یا اثرات مضر دارد؟ برای یافتن پاسخ این سوالات، تحقیق حاضر با هدف بررسی تاثیر یک وهله فعالیت مقاومتی بر پاسخ های هورمونی و ایمنی در محیط گرم و معمولی به اجرا در آمد.

روش تحقیق

نمونه آماری تحقیق حاضر ۸ دانشجوی پسر تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز بودند که مشخصات فردی آن ها در جدول ۱ آمده است. اطلاعات لازم در مورد شرکت کنندگان با استفاده از پرسشنامه بدست آمد. میزان فعالیت بدنی پس از تکمیل پرسشنامه استاندارد فعالیت بدنی عاداتی بک^۶ (کرایگ^۷ و دیگران، ۲۰۰۳) مشخص گردید و به

1. Quinn
2. Myosin heavy chain
3. Nielsen
4. Zanchi

5. Green
6. Baeck habitual physical activity questionnaire
7. Craige
8. One repetition maximum

در محیط گرم (۳۵ درجه سانتی‌گراد) که به وسیله سیستم گرمایشی به صورت مصنوعی و کنترل شده در سالن ورزشی ایجاد شده بود، همانند جلسه اول اجرا گردید. برای نمونه‌گیری خون و سنجش متغیرها، آزمودنی با آرامش کامل روی صندلی نشسته، ابتدا گارو^۱ روی دست بسته شد، پس از پیدا کردن رگ و ضدعفونی کردن محل خون‌گیری، مقدار ۷ سی سی خون گرفته شد. نمونه‌های خونی (قبل، بلافاصله و یک ساعت پس از فعالیت ورزشی) برای فریز کردن سرم به آزمایشگاه منتقل شدند. سرم نمونه‌های خونی با دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۴ هزار دور بر دقیقه به مدت ۵ دقیقه از پلاسما جدا شد و تا زمان اندازه‌گیری متغیرها در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. برای اندازه‌گیری متغیرها از کیت‌های ویژه هر متغیر ساخت شرکت

ABCAM انگلیس (IL-15) و IBL آمریکا (HSP70) استفاده گردید و روش سنجش الیزا^۲ بکار گرفته شد. برای بررسی توزیع طبیعی بودن متغیرها از آزمون شاپیرو - ویلک^۳ استفاده شد. به دلیل همخوانی توزیع تمام متغیرها با توزیع طبیعی، برای تجزیه و تحلیل آماری متغیرهای HSP70، IL-15، کورتیزول و تستوسترون در مقاطع زمانی مختلف در بین دو محیط، از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری؛ و برای مقایسه دو به دوی زمان‌ها از آزمون تعقیبی بونفرونی^۴ استفاده گردید. یافته‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد بررسی شدند و تجزیه و تحلیل‌های آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد.

جدول ۱. ویژگی فردی آزمودنی‌های تحقیق (میانگین ± انحراف استاندارد)

جنسیت	تعداد	وزن (کیلو گرم)	قد (سانتی‌متر)	سن (سال)
مرد	۸	۸۱±۶	۱۷۷±۵	۲۷±۲

جدول ۲. پروتکل تمرین مقاومتی

حرکات	اسکوات	پرس سینه	جلو ران	پشت ران	کشش زیر بغل	پارویی	پروانه	دراز و نشست	طناب	دو درجا
تکرار * نوبت	۳X۱۰	۳X۱۰	۳X۱۰	۳X۱۰	۳X۱۰	۳X۱۰	۳X۱۰	یک دقیقه	یک دقیقه	یک دقیقه

یافته‌ها

محیط بر IL-15، HSP70، کورتیزول و تستوسترون در سه زمان مختلف اندازه‌گیری شده اثرگذار می‌باشد. IL-15 ($p=0/03$) و تستوسترون ($p=0/001$) بلافاصله و یک ساعت پس از ورزش در دو محیط افزایش یافتند، اما این افزایش در محیط گرم کمتر بود. به علاوه، HSP70 ($p=0/001$) و کورتیزول ($p=0/02$) بلافاصله و یک ساعت پس از ورزش در دو محیط افزایش یافتند، اما این افزایش در محیط گرم بیشتر بود.

در جدول ۳ تغییرات IL-15، HSP70، کورتیزول و تستوسترون آزمودنی‌ها در دو محیط آورده شده است. یافته‌های تحقیق افزایش معنی‌دار مقادیر کورتیزول ($p=0/004$)، تستوسترون ($p=0/02$)، HSP70 ($p=0/001$) و IL-15 ($p=0/03$) پس از فعالیت مقاومتی در محیط گرم را نشان دادند. همچنین اثر متقابل تکرار و محیط معنی‌دار بود، این بدان معنی است که

1. Garo
2. Elisa
3. Shapiro - Wilk test
4. Bonferoni post hoc test

جدول ۳. توصیف و مقایسه متغیرهای وابسته تحقیق در دو شرایط محیطی در زمان های مختلف اندازه گیری اعداد به صورت میانگین±انحراف معیار بیان شده اند.

متغیرها	قبل از تمرین		بلافاصله پس از تمرین		یک ساعت پس از تمرین	
	طبیعی	گرم	طبیعی	گرم	طبیعی	گرم
تستوسترون (نانوگرم/ میلی لیتر)	۴/۴۳±۱/۹۰	۳/۵۵±۱/۳۳	۸/۴۴±۲/۵۱	۶/۹۸±۲/۱۰	۵/۴۴±۱/۴۱	۶/۰۳
کورتیزول (نانوگرم/ میلی لیتر)	۱۳۹/۹۰±۱۵/۵۰	±۴۵/۶۰ ۱۵۶/۴۰	۲۱۹/۹۰±۴۹/۴۰	۲۳۴/۶۰±۵۲/۶۰	۱۹۴/۲۰±۶۰/۸۰	۱۰/۶۰
IL_15 (پیکوگرم/ میلی لیتر)	۱۰۲/۲۰±۱۷/۳۰	۱۳۶/۶۰±۴۷/۷۰	۲۸۵/۶۰±۵۰/۵۰	۱۹۵/۸۰±۴۴/۶۰	۲۶۶/۲۰±۳۷/۵۰	۵/۱۵
HSP70 (پیکوگرم/ میلی لیتر)	۰/۳۳±۰/۱۴	۰/۴۰±۰/۰۸	۰/۸۹±۰/۱۰	۱/۲۳±۰/۳۰	۰/۳۶±۰/۱۳	۶۶/۵۳

* نشانه تفاوت معنی داری در سطح $p \leq 0.05$.

بحث

سرکوب ایمنی می شود (ایزاوا^۲ و دیگران، ۲۰۰۹). به نظر می رسد این یافته ها می تواند توجیه کننده کاهش IL-15 در محیط گرم باشد. همسو با تحقیق حاضر، ریچمن^۳ و دیگران (۲۰۰۴) نشان داده اند که mRNA مربوط به IL-15 پلاسمایی بلافاصله بعد از ورزش مقاومتی حاد، افزایش معنی داری پیدا می کند. هم چنین نیلسن و دیگران (۲۰۰۷)، گزارش کرده اند که mRNA مربوط به IL-15 در عضله اسکلتی انسان به دنبال یک وهله تمرین قدرتی، افزایش می یابد. با توجه به تحقیقات صورت گرفته در مورد IL-15 و ورزش این احتمال وجود دارد که ورزش مقاومتی بتواند محرک افزایش سطوح بیان عضلانی و سطوح پلاسمایی IL-15 باشد، وضعیتی که یافته ها نتایج تحقیق

یافته های تحقیق حاضر نشان داد که بین یک جلسه تمرین مقاومتی بر سطوح IL-15، HSP70، کورتیزول و تستوسترون سرم آزمودنی های فعال در دو شرایط گرم و طبیعی تفاوت معنی داری وجود دارد. اثر متقابل تکرار و محیط بر سطوح سرمی IL-15 معنی دار بود و مقادیر IL-15 پس از یک جلسه فعالیت مقاومتی در محیط طبیعی و محیط گرم، افزایش معنی داری پیدا کرد؛ این در حالی بود که این افزایش در محیط گرم کمتر بود. فرانک^۱ و دیگران (۲۰۱۰) گزارش کرده اند که گلوکوکورتیکوئیدهایی مثل کورتیزول می توانند تأثیرات زیادی بر پاسخ ایمنی بگذارند، به گونه ای که افزایش طولانی مدت مقادیر کورتیزول، باعث

1. Frank
2. Izawa
3. Riechman

حاضر هم آن را تایید می کند.

با این حال، در مطالعات قبل نشان داده شده است که سطوح پلاسمایی IL-15 اندازه گیری شده تا ۶ ساعت دوره ریکاوری در پاسخ به ۲/۵ ساعت دویدن روی نوارگردان و نیز بیان عضلانی این سایتوکاین بلافاصله بعد از ۳ ساعت دویدن، تغییر نمی کند (نیمن^۱، ۲۰۰۳؛ استروسکی^۲ و دیگران، ۱۹۹۸). نیمن و دیگران (۲۰۰۴) نیز هیچ تغییری را در mRNA مربوط به IL-15 عضله پس از ۲ ساعت تمرین قدرتی شدید، مشاهده نکرده اند. نتایج این تحقیقات با تحقیق حاضر همسو نیست و احتمالاً تفاوت در این پاسخ ها، به تفاوت در پروتکل تمرینی و شدت فعالیت برمی گردد. از دیگر یافته های مطالعه حاضر افزایش شاخص HSP70 در دو محیط گرم و طبیعی بود، و این تغییر در محیط گرم بیشتر بود. همسو با تحقیق حاضر، تامپسون و دیگران (۲۰۰۳) نشان داده اند که ورزش مقاومتی و حرکاتی که ماهیت برونگرا بودن در آنها زیاد است، سبب بالا رفتن سطح پلاسمایی HSP70 می گردند. از دیگر عوامل تحت تاثیر قرار دهنده HSP70 در هنگام ورزش، شرایط دائمی محیط ورزش است. اسکیدمور^۳ و دیگران (۱۹۹۵) نشان داده اند که فعالیت در محیط گرم سبب بالا رفتن سطح HSP70 می شود. تحقیقات نشان داده است که HSP به عنوان یک سیگنال خطر در پاسخ به عواملی همچون افزایش دمای سلول، هایپوکسی و تخریب پروتئین، افزایش هورمون های استرسی مانند کورتیزول (لیو و دیگران، ۲۰۰۶)، ورزش و فعالیت بدنی (عبدی همزه کلایی و دبیدی روشن، ۲۰۰۹)؛ تولید می شود و با توجه به این که در تحقیق حاضر فعالیت مقاومتی در محیط گرم باعث افزایش بیشتر هورمون استرسی کورتیزول نسبت به محیط طبیعی شد، افزایش HSP70 در محیط گرم قابل توجیه است. شدت تمرین نیز ممکن است عامل اثر گذاری بر پاسخ و سازگاری HSP باشد. در همین راستا گرین و دیگران (۱۹۹۹) نشان داده اند که تمرین شدید نسبت به تمرین کم شدت، سطح HSP70 درون سلولی را به طور معنی داری افزایش می دهد. همچنین نشان داده شده است که در افرادی که با شدت های مختلف به تمرین قایقرانی پرداخته اند، سطح HSP70 درون سلولی هنگام رسیدن شدت تمرین به بالاترین حد خود، بیشترین

افزایش می یابد (بیولو^۴ و دیگران، ۱۹۹۷). از این رو، به نظر می رسد که سطح HSP70 درون سلولی تحت اثر شدت تمرین قرار می گیرد. بنابراین بالاتر بودن HSP70 در محیط گرم پذیرفتنی است. بالا رفتن HSP70 در محیط معمولی پس از فعالیت مقاومت نیز به بالا بودن شدت تمرین نسبت داده می شود. در تحقیق حاضر افزایش هورمون تستوسترون بلافاصله پس از ورزش نسبت به پیش از ورزش در دو محیط افزایش معنی داری داشت، اما این افزایش در محیط گرم کمتر بود. پاسخ تستوسترون به تمرینات ورزشی را به نوعی باید به حجم تمرین نسبت داد (کلر^۵ و دیگران، ۲۰۰۱). به نظر می رسد بخشی از نتایج تحقیق را باید به استرس وارد شده ناشی از گرمای محیط و متعاقب آن، از دست دادن مایعات بدن نسبت داد که با افزایش ترشح کورتیزول، مانع از ترشح بیشتر تستوسترون شده است. یکی از محدودیت های پژوهش حاضر عدم کنترل حجم پلازما به صورت کامل بوده است؛ تغییرات در حجم پلازما باعث تغییرات در عوامل استرسی مانند کورتیزول می شود، بنابراین پیشنهاد می شود در تحقیقات آینده تغییرات حجم پلازما لحاظ شود. یافته های حاضر تحقیق نشان داد که فعالیت در محیط معمولی، دمای بدن را ۰/۲ درجه و فعالیت در محیط گرم، دمای بدن را ۰/۵ درجه افزایش می دهد. تغییرات دمای بدن هنگام فعالیت ورزشی بر مقادیر کورتیزول پلازما اثر گذار است و رابطه مستقیمی بین افزایش دمای بدن و افزایش مقادیر کورتیزول مشاهده شده است (گائینی و دیگران، ۲۰۱۲). کورتیزول نشانگر وضعیت کاتابولیسی است، زیرا عملکرد آن مهار جذب آمینواسیدها و مهار سنتز پروتئین در بافت های محیطی مانند عضله است و از آنجا که کورتیزول با افزایش میزان کاتابولیسم پروتئین مرتبط است؛ اثر بازدارندگی بر هایپرتروفی عضلانی دارد. به نظر می رسد اثرات آنابولیک تستوسترون و IL-15 و اثرات کاتابولیک کورتیزول به هنگام ورزش در محیط گرم در مقابل یکدیگر قرار گرفته و تعیین میزان سنتز یا تجزیه پروتئین پس از یک وهله ورزش مقاومتی به اثرات خالص این دو هورمون باز می گردد (آدرکروتر و دیگران، ۱۹۸۶؛ ترمبلی^۶ و دیگران، ۲۰۰۴).

1. Nieman
2. Ostrowski
3. Skidmore

4. Biolo
5. Keller
6. Tremblay

نشان داد. با توجه به نتایج تحقیق حاضر به نظر می رسد تمرین مقاومتی با هدف هایپرتروفی از دمای محیط تاثیر پذیر بوده که می تواند اثرات مفید تمرین مقاومتی را کاهش دهد.

قدردانی و تشکر

این مقاله برگرفته از پایان نامه دانشجویی کارشناسی ارشد گروه تربیت بدنی دانشگاه تربیت مدرس می باشد. بدین وسیله از دانشگاه تربیت مدرس و همه کسانی که ما را در انجام این پژوهش یاری رساندند، صمیمانه تشکر می شود.

نتیجه گیری: افزایش فشار فیزیولوژیک را می توان به افزایش معنی دار کورتیزول و HSP70 نسبت داد. محیط گرم منجر به افزایش کورتیزول خون شده و بالا رفتن کورتیزول موجب سرکوبی IL-15 می گردد. از آنجا که این سایتوکاین محرک هایپرتروفی عضلانی می باشد، افزایش کمتر سطوح مقادیر آن در محیط گرم با ایجاد یک محیط کاتابولیک، از بروز هایپرتروفی جلوگیری می کند. همچنین در پژوهش حاضر مقدار تستوسترون سرمی پس از فعالیت ورزشی مقاومتی در محیط گرم افزایش کمتری را نسبت به فعالیت ورزشی مقاومتی در محیط معمولی

منابع

- Abdi Hamzehkolaei, H., & Dabidiroshan, V. (2009). Heat shock protein responses to eccentric weight or treadmill exercise in active young females. *World Journal of Sport Science*, 2(3), 171-177.
- Adlercreutz, H., Härkönen, M., Kuoppasalmi, K., Näveri, H., Huhtaniemi, I., Tikkanen, H., ... & Karvonen, J. (1986). Effect of training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their response during physical exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 7(S 1), S27-S28.
- Al-Nawaiseh, A., Bataynef, M., & Alsuod, H. (2013). Physiological responses of distance runners during normal and warm conditions. *Journal of Exercise Physiology Online*, 16(2), 1-11.
- Biolo, G., Tipton, K. D., Klein, S., & Wolfe, R. R. (1997). An abundant supply of amino acids enhances the metabolic effect of exercise on muscle protein. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 273(1), 122-129.
- Carbo, N., Lopez-Soriano, J., Costelli, P., Busquets, S., Alvarez, B., Baccino, F. M., ... & Argiles, J. M. (2000). Interleukin-15 antagonizes muscle protein waste in tumour-bearing rats. *British Journal of Cancer*, 83(4), 526-531.
- Casadio, J. R., Storey, A. G., Merien, F., Kilding, A. E., Cotter, J. D., & Laursen, P. B. (2017). Acute effects of heated resistance exercise in female and male power athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 117(10), 1965-1976.
- Chen, Z., Sharma-Ghimire, P., Ye, X., Kim, D., Bembem, M., & Bembem, D. A. (2015). Acute effects of whole body vibration and resistance exercise on cortisol levels in young men. *International Journal of Exercise Science*, 8(1), 3.
- Cosio-Lima, L. M., Desai, B. V., Schuler, P. B., Keck, L., & Scheeler, L. (2011). A comparison of cytokine responses during prolonged cycling in normal and hot environmental conditions. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 2, 7-11.

- Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., ... & Oja, P. (2003). International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35 (8), 1381-1395.
- Frank, M. G., Miguel, Z. D., Watkins, L. R., & Maier, S. F. (2010). Prior exposure to glucocorticoids sensitizes the neuroinflammatory and peripheral inflammatory responses to E. coli lipopolysaccharide. *Brain, Behavior, and Immunity*, 24(1), 19-30.
- Gaeini A. A., Chobineh, S., & Satarifar, S. (2012). Relationship between Athletes men cortisol with leukocytosis and neutrophil numbers after exercise in cold, warm and normal temperature conditions. *Journal of Fasa University of Medical Science*, 1(4), 238-243. [Persian]
- Green, H., Goreham, C., Ouyang, J., Ball-Burnett, M., & Ranney, D. (1999). Regulation of fiber size, oxidative potential, and capillarization in human muscle by resistance exercise. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 276(2), R591-R596.
- Handschin, C., & Spiegelman, B. M. (2008). The role of exercise and PGC1 α in inflammation and chronic disease. *Nature*, 454(7203), 463-469.
- Izawa, S., Kim, K., Akimoto, T., Ahn, N., Lee, H., & Suzuki, K. (2009). Effects of cold environment exposure and cold acclimatization on exercise-induced salivary cortisol response. *Wilderness & Environmental Medicine*, 20 (3), 239-243.
- Keiser, S., Flück, D., Hüppin, F., Stravs, A., Hilty, M. P., & Lundby, C. (2015). Heat training increases exercise capacity in hot but not in temperate conditions: a mechanistic counter-balanced cross-over study. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 309(5), H750-H761.
- Keller, C., Steensberg, A., Pilegaard, H., Osada, T., Saltin, B., Pedersen, B. K., & Neufer, P. D. (2001). Transcriptional activation of the IL-6 gene in human contracting skeletal muscle: influence of muscle glycogen content. *The FASEB Journal*, 15(14), 2748-2750.
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. (2005). Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Medicine*, 35(4), 339-361.
- Liu, Y., Gampert, L., Nething, K., Steinacker, J. M. (2006). Response and function of skeletal muscle heat shock protein 70. *Frontiers Bioscience*, 11(3), 2802-2827.

- Nielsen, A. R., Mounier, R., Plomgaard, P., Mortensen, O. H., Penkowa, M., Speerschneider, T., ... & Pedersen, B. K. (2007). Expression of interleukin-15 in human skeletal muscle—effect of exercise and muscle fibre type composition. *The Journal of Physiology*, 584(1), 305-312.
- Nieman, D. C. (2003). Current perspective on exercise immunology. *Current Sports Medicine Reports*, 2(5), 239-242.
- Nieman, D. C., Davis, J. M., Brown, V. A., Henson, D. A., Dumke, C. L., Utter, A. C., ... & Brown, A. (2004). Influence of carbohydrate ingestion on immune changes after 2 h of intensive resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 96(4), 1292-1298.
- Ostrowski, K., Hermann, C., Bangash, A., Schjerlin, P., Nielsen, J. N., & Pedersen, B. K. (1998). A trauma-like elevation of plasma cytokines in humans in response to treadmill running. *The Journal of Physiology*, 513(3), 889-894.
- Pedersen, B. K., & Hoffman-Goetz, L. (2000). Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation. *Physiological Reviews*, 80(3), 1055-1081.
- Quinn, L. S., Anderson, B. G., Drivdahl, R. H., Alvarez, B., & Argilés, J. M. (2002). Overexpression of interleukin-15 induces skeletal muscle hypertrophy in vitro: implications for treatment of muscle wasting disorders. *Experimental Cell Research*, 280(1), 55-63.
- Riechman, S. E., Balasekaran, G., Roth, S. M., & Ferrell, R. E. (2004). Association of interleukin-15 protein and interleukin-15 receptor genetic variation with resistance exercise training responses. *Journal of Applied Physiology*, 97(6), 2214-2219.
- Samavati Sharif, M. A., Afshari, A., Siavoshi, H., & Keshvary, M. (2016). The effect of two exercise trainings on some of immune system markers in adolescent athletes. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*, 4(8), 55-65. [Persian]
- Samelman, T. R. (2000). Heat shock protein expression is increased in cardiac and skeletal muscles of Fischer 344 rats after endurance training. *Experimental Physiology*, 85(1), 97-102.
- Skidmore, R. E., Gutierrez, J. A., Guerriero, V., & Kregel, K. C. (1995). HSP70 induction during exercise and heat stress in rats: role of internal temperature. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 268(1), R92-R97.
- Sureda, A., Mestre-Alfaro, A., Banquells, M., Riera, J., Drobnic, F., Camps, J., ... & Pons, A. (2015). Exercise in a hot environment influences plasma anti-inflammatory and antioxidant status in well-trained athletes. *Journal of Thermal Biology*, 47, 91-98.

Thompson, H. S., Maynard, E. B., Morales, E. R., & Scordilis, S. P. (2003). Exercise-induced HSP27, HSP70 and MAPK responses in human skeletal muscle. *Acta Physiologica Scandinavica*, 178(1), 61-72.

Tremblay, M. S., Copeland, J. L., & Van Helder, W. (2004). Effect of training status and exercise mode on endogenous steroid hormones in men. *Journal of Applied Physiology*, 96(2), 531-539.

Tucker, R., Rauch, L., Harley, Y. X., & Noakes, T. D. (2004). Impaired exercise performance in the heat is associated with an anticipatory reduction in skeletal muscle recruitment. *Pflügers Archiv*, 448(4), 422-430.

Tuttle, J. A., Castle, P. C., Metcalfe, A. J., Midgley, A. W., Taylor, L., & Lewis, M. P. (2015). Downhill running and exercise in hot environments increase leukocyte Hsp72 (HSPA1A) and Hsp90 α (HSPC1) gene transcripts. *Journal of Applied Physiology*, 118(8), 996-1005.

Zanchi, N. E., Lira, F. S., de Siqueira Filho, M. A., Rosa, J. C., de Oliveira Carvalho, C. R., Seelaender, M., ... & Lancha, A. H. (2010). Chronic low frequency/low volume resistance training reduces pro-inflammatory cytokine protein levels and TLR4 mRNA in rat skeletal muscle. *European Journal of Applied Physiology*, 109(6), 1095-1102.



Effect of detraining on physical fitness and lactate response in taekwondo teenage girls

Roghayyeh Afroundeh^{1*}, Marzieh Papi Sad², Farnaz Seifi Skishahr¹

1. Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Education and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
2. MSc in Physical Education, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Education and Psychology, Payame Noor University, Tehran, Iran.

Abstract

Background and Aim: Detraining could induce changes in blood lactate response and physical fitness factors. Therefore the aim of this study was to investigate the effect of three-weeks of detraining on blood lactate response to kick exercise and physical fitness factors related to taekwondo in teenage girls. **Materials and Methods:** Eighteen taekwondo athlete girls with mean age of 13 ± 1.64 years and 6.07 ± 1.05 years taekwondo experience were randomly divided into training ($n=9$) and detraining ($n=9$) groups. Dependent variables were measured before and after three weeks in both groups. Detraining groups stopped their training program during the three weeks but training group continued their training program. Blood lactate was measured before and immediately after kick exercise; in this way, after 20 minutes of warm-up, kick exercise (short time, high-intensity exercise) were performed with 3 repetitions, each repetition was included 20 seconds of activity and 20 seconds of recovery. Anaerobic power, agility, muscular power and reaction time were evaluated with valid tests. Repeated measure ANOVA and MANCOVA tests were used for statistical analysis of inter group and between groups changes respectively and significant level was considered if $p < 0.05$. **Results:** Blood lactate after kick exercise was increased significantly in both groups pre and post 3 weeks ($p=0.001$), but it was not significantly differ before and after intended three weeks ($p=1.00$). In detraining group, muscular power ($p=0.01$), agility ($p=0.04$) and anaerobic power ($p=0.01$) decreased significantly after three weeks of detraining as compared to before of detraining; While reaction time did not significantly change ($p=0.17$). **Conclusion:** It seems that three weeks of detraining in taekwondo teenage girls does not induce any changes in lactate response to kick exercise and their reaction time; but it decreases the other skill related physical fitness factors.

Keywords: Detraining, Blood lactate, Muscular power, Reaction time, Taekwondo.

*Corresponding Author, Address: Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Education and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran;

Email: afroundeh@gmail.com

DOI: 10.22077/JPSBS.2018.1289.1371



اثر بی تمرینی بر عوامل آمادگی جسمانی و پاسخ لاکتات خون در دختران نوجوان تکواندوکار

رقیه افرونده^{۱*}، مرضیه پاپی صاد^۲، فرناز سیفی اسکی شهر^۱

۱. استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۲. کارشناسی ارشد، گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: بی تمرینی موجب تغییراتی در پاسخ لاکتات خون و عوامل آمادگی جسمانی می شود. بنابراین هدف تحقیق حاضر بررسی تاثیر سه هفته بی تمرینی بر پاسخ لاکتات خون به تمرین میت زنی و عوامل آمادگی جسمانی مرتبط با تکواندو در دختران نوجوان بود. **روش تحقیق:** هجده تکواندوکار دختر با میانگین سنی $13 \pm 1/64$ سال و سابقه ورزشی $6/07 \pm 1/05$ سال در رشته تکواندو به صورت تصادفی به دو گروه تمرین (۹ نفر) و بی تمرین (۹ نفر) تقسیم شدند. متغیرهای تحقیق قبل و بعد از ۳ هفته در هر دو گروه اندازه گیری شدند. گروه بی تمرین در این ۳ هفته تمرینات خود را قطع کردند، اما گروه دیگر به برنامه تمرینی خود ادامه دادند. لاکتات خون قبل و بلافاصله بعد از تمرین میت زنی اندازه گیری شد؛ بدین صورت که پس از ۲۰ دقیقه گرم کردن، تمرین میت زدن (تمرین پر قدرت، با شدت زیاد در مدت زمان کم) با ۳ تکرار و هر تکرار به صورت ۲۰ ثانیه فعالیت و ۲۰ ثانیه استراحت به اجرا درآمد. هم چنین شاخص های چابکی، توان بی هوازی، توان عضلانی و سرعت عکس العمل با آزمون های معتبر مورد ارزیابی قرار گرفتند. آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر برای بررسی تغییرات درون گروهی و آزمون MANCOVA برای مقایسه بین گروهی مورد استفاده قرار گرفت و سطح معنی داری $p < 0/05$ در نظر گرفته شد. **یافته ها:** در هر دو گروه در پاسخ به تمرینات میت زنی، لاکتات خون به طور معنی داری افزایش معنی داری پیدا کرد ($p = 0/001$)؛ اما این پاسخ بعد از ۳ هفته مداخله در نظر گرفته شده، تفاوت معنی داری نداشت ($p = 1/00$). بعد از ۳ هفته بی تمرینی، متغیرهای توان عضلانی ($p = 0/01$)، چابکی ($p = 0/04$) و توان بی هوازی ($p = 0/01$) به طور معنی داری نسبت به قبل از ۳ هفته بی تمرینی افت پیدا کرد؛ اما سرعت عکس العمل تغییر معنی داری نکرد ($p = 0/17$). **نتیجه گیری:** به نظر می رسد ۳ هفته بی تمرینی دختران تکواندوکار تغییری در پاسخ لاکتات خون به تمرین میت زنی، و سرعت عکس العمل بوجود نمی آورد، اما موجب افت سایر شاخص های آمادگی جسمانی وابسته به مهارت می شود.

واژه های کلیدی: بی تمرینی، لاکتات خون، توان عضلانی، زمان عکس العمل، تکواندو.

مقدمه

بی‌تمرینی رویدادی است که اکثر ورزشکاران بنا به دلایل اقلیمی، آسیب دیدگی، پایان فصل مسابقه، کاهش انگیزش و برنامه ریزی پیش بینی نشده مربیان، با آن مواجه می‌شوند و معمولاً با کاهش قابلیت‌های ورزشی آنان همراه است (فایجنبام^۱ و دیگران، ۱۹۹۶؛ گارسیا-پالارز^۲ و دیگران، ۲۰۱۰؛ مارکوس^۳ و دیگران، ۲۰۱۱). هم‌زمان با وقوع بی‌تمرینی، توانایی‌ها و سازگاری‌های بدست آمده بر اثر تمرین از دست می‌روند (موجیکا و پادیل^۴، ۲۰۰۰؛ دافانتورا^۵ و دیگران، ۲۰۰۴؛ والاکیس^۶ و دیگران، ۲۰۰۶). در واقع، اصلی‌ترین عاملی که به تقویت و توسعه قابلیت‌های زیست - حرکتی لطمه وارد می‌سازد، مسئله بی‌تمرینی است (پاری و پاسوچری^۷، ۲۰۱۵).

در تحقیقات مختلف، تغییرات عناصر مختلف آمادگی جسمانی پس از یک دوره بی‌تمرینی گزارش شده است که از آن جمله می‌توان به کاهش آستانه بی‌هوازی با ۴ هفته بی‌تمرینی (کاستیل^۸ و دیگران، ۱۹۸۵a)، کاهش ظرفیت تامپونی بر اثر ۳ هفته بی‌تمرینی، کاهش قدرت و توان عضلانی پس از ۱ تا ۶ هفته بی‌تمرینی (کاستیل و دیگران، ۱۹۸۵b)، کاهش گلیکوژن عضلانی بر اثر ۴ هفته بی‌تمرینی (کاستیل و دیگران، ۱۹۷۳)، کاهش قدرت حداکثر بعد از ۲ هفته بی‌تمرینی متعاقب تمرینات مقاومتی (تادیبی و دیگران، ۲۰۱۳)، کاهش عملکرد تکواندوکاران به دنبال دو هفته بی‌تمرینی (هاشم و والید^۹، ۲۰۱۱)، کاهش معنی دار حداکثر اکسیژن مصرفی، کاهش توده عضلانی و افزایش معنی دار درصد چربی بدن بعد از ۸ هفته بی‌تمرینی (لیائو^{۱۰} و دیگران، ۲۰۱۶)، و افزایش زمان دوی سرعت ۱۰ متر و ۲۰ متر پس از ۶ هفته بی‌تمرینی (کانداراکیس^{۱۱} و دیگران، ۲۰۱۴)؛ اشاره کرد. با وجود اثرات منفی بی‌تمرینی، اکثر ورزشکاران از جمله ورزشکاران تکواندو در زندگی ورزشی خود گاهی به اجبار و گاهی از روی عدم آگاهی آن را تجربه می‌کنند. تاثیر بی‌تمرینی بر عوامل آمادگی جسمانی مرتبط با تکواندو در دختران نوجوان به ندرت مورد بررسی قرار گرفته است و از آنجا که دختران نوجوان جامعه ما گرایش زیادی به این ورزش پیدا کرده‌اند، بررسی عوامل مختلف موثر بر موفقیت ورزشی آن‌ها بسیار مهم است.

تکواندو ورزشی است که در آن عواملی مثل قدرت و توان انفجاری، انعطاف پذیری، استقامت عضلانی، زمان عکس‌العمل و چربی زیرپوستی نقش مهمی در موفقیت تکواندوکاران نوجوان دارند (وایتن^{۱۲} و دیگران، ۲۰۰۷؛ فانگ و ان جی^{۱۳}، ۲۰۱۱؛ بریدج^{۱۴} و دیگران، ۲۰۱۴). این ورزش نیازمند مهارت‌های حرکتی سریع، حرکات پرشدت و ضربه‌ای است که به صورت تمرینات میت زنی انجام می‌شود. نیازهای بدنی مسابقه تکواندو در حد بالایی قرار داشته و شامل متابولیسم هوازی و متابولیسم بی‌هوازی و تولید لاکتات در سطح خون می‌شود. افزایش لاکتات خون با خستگی و کاهش عملکرد رابطه دارد (فرانچینی^{۱۵} و دیگران، ۲۰۰۳؛ جمشیدی و دیگران، ۲۰۱۵). افزایش سطح تمرینی آزمودنی‌ها موجب تقویت دفع لاکتات خون و یا تولید کمتر لاکتات از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسایشی می‌شود (کازولینو^{۱۶} و دیگران، ۲۰۱۲). از آنجا که سازگاری‌های بدست آمده در اثر تمرین با بی‌تمرینی از بین می‌روند، این امکان وجود دارد که تولید کمتر و دفع بهتر اسید لاکتیک که در اثر تمرینات حاصل می‌شود، نیز در اثر بی‌تمرینی دستخوش تغییر شده و از بین برود. با این حال، این موضوع در کمتر مطالعه‌ای بررسی شده است. ورزشکاران تکواندو نیز همانند سایر ورزشکاران برخی اوقات بی‌تمرینی را در زمان‌ها و شرایط مختلف به صورت خواسته یا ناخواسته، تجربه می‌کنند؛ در حالی که ممکن است از تاثیر واقعی و دقیق آن بر عملکرد خود آگاهی نداشته باشند. بیشتر اوقات دوره‌های بی‌تمرینی کوتاه مدت (کمتر از ۳ تا ۴ هفته) پیش می‌آید و با توجه به عدم بررسی دقیق دوره‌های کوتاه مدت، دیدگاه روشنی در مورد تاثیر آن بر عملکرد ورزشکاران وجود ندارد. کمک به ورزشکاران و مربیان این رشته ورزشی و آگاهی آنان از اثرات بی‌تمرینی، دارای اهمیت دوچندان می‌باشد؛ از این رو تحقیق حاضر بر آن شد تا تغییرات پاسخ لاکتات خون به تمرین میت زنی و همچنین عوامل آمادگی جسمانی مرتبط با تکواندو (توان بی‌هوازی، سرعت عکس‌العمل، چابکی و توان عضلانی با اندازه‌گیری میزان پرش عمودی) را پس از ۳ هفته بی‌تمرینی بررسی کند.

- | | | |
|---------------------|-----------------------|---------------|
| 1. Faigenbaum | 7. Parry & Puthuchery | 13. Fong & Ng |
| 2. García-Pallarés | 8. Costill | 14. Bridge |
| 3. Marques | 9. Hashem & Waleed | 15. Franchini |
| 4. Mujika & Padilla | 10. Liao | 16. Casolino |
| 5. Da Fontoura | 11. Koundourakis | |
| 6. Volaklis | 12. Vieten | |

روش تحقیق

تحقیق حاضر نیمه تجربی و طرح آن از نوع پیش آزمون و پس آزمون با گروه کنترل است. آزمودنی های این تحقیق را ۱۸ تکواندوکار دختر نوجوان شهرستان اندیمشک با میانگین سنی $13 \pm 1/64$ سال و میانگین وزنی $45 \pm 7/44$ کیلوگرم تشکیل دادند که به صورت تصادفی ساده به دو گروه تمرین (۹ نفر) و بی تمرین (۹ نفر) تقسیم شدند. ابتدا توضیحاتی در مورد نحوه اجرای اندازه گیری ها و محرمانه بودن اطلاعات به آزمودنی ها و والدین آن ها داده شد. سپس پرسشنامه اطلاعات فردی برای آگاهی از ویژگی های آنترپومتریکی و ورزشی آزمودنی ها تکمیل گردید. به علاوه، پرسشنامه زمینه یابی سلامت و تندرستی ساخته شده توسط ویر و شربورن^۱ برای آگاهی از وضعیت سلامت آن ها در بین داوطلبین توزیع و سپس تکمیل گردید. این پرسشنامه تندرستی ۸ قلمرو عملکرد جسمی، عملکرد اجتماعی، ایفای نقش جسمی، ایفای نقش هیجانی، سلامت روانی، سرزندگی، درد بدنی و سلامت عمومی را مورد ارزیابی قرار می دهد. همچنین فرم رضایت نامه توسط والدین آزمودنی ها امضا گردید. معیارهای ورود به تحقیق شامل دختر بودن، نوجوان بودن، داشتن سابقه ورزشی بیش از ۵ سال در تکواندو، نداشتن هیچ گونه آسیب اسکلتی عضلانی و نداشتن هیچ بیماری حاد یا مزمن از قبیل بیماری های قلبی- تنفسی و متابولیکی بود. معیارهای خروج از تحقیق عدم همکاری در اجرای مراحل تحقیق، مصرف هر گونه دارو و تشخیص هر گونه بیماری در زمان اجرای تحقیق در نظر گرفته شد.

قبل از گروه بندی، متغیرهای وابسته تحقیق شامل پاسخ لاکتات خون به تمرینات ضربه ای میت زنی و همچنین عناصر آمادگی جسمانی مرتبط با تکواندو شامل توان عضلانی، سرعت عکس العمل، چابکی و توان بی هوازی در تمام آزمودنی ها مورد اندازه گیری قرار گرفت. پس از انجام آزمون های اولیه (پیش آزمون)، گروه تمرین به تمرین های معمولی خود ادامه دادند، اما گروه بی تمرین به مدت ۳ هفته تمرینات تکواندو را متوقف کردند. بعد از ۳ هفته، آزمون های نهایی برای اندازه گیری متغیرهای وابسته به همان صورت به عمل آمد تا با آزمون اولیه مقایسه شود.

در هر دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون، ابتدا در روزهای متفاوت با فاصله ۴۸ ساعت از هم، عناصر آمادگی جسمانی اندازه گیری شدند و سپس در جلسه آخر، آزمون سنجش پاسخ لاکتات خون به تمرین ضربه ای انجام شد.

تمرینات گروه تمرین ۳ جلسه در هفته و هر جلسه به مدت ۸۰ دقیقه بود، بدین صورت که ورزشکار ۲۰ دقیقه صرف گرم کردن و انجام تمرینات کششی؛ ۲۰ دقیقه سایه زدن و مرور تکنیک ها؛ ۱۵ دقیقه مبارزه با شدت حداکثر؛ ۱۵ دقیقه میت زنی؛ و ۱۰ دقیقه حرکات کششی به منظور بازگشت به حالت اولیه را انجام دادند. از گروه بی تمرین خواسته شد که تمرینات خود را به مدت سه هفته متوقف کنند و با تماس مکرر تلفنی عدم شرکت در برنامه های تمرینی این گروه کنترل شد.

برای اندازه گیری توان بی هوازی از آزمون خطی دریل^۲ استفاده شد. در این آزمون، هر ورزشکار از خط شروع با سرعت به سمت ۴ مخروط فاصله دار در نزدیک ترین خط (۵/۸ متر)، خط نیمه زمین (۱۴/۳ متر)، خط دورتر (۲۲/۹ متر) و خط نهایی (۲۸/۷ متر) دوید. هنگامی که ورزشکار به مخروط رسید، به سمت خط شروع برگشت و دوی سرعت را به سوی مخروط بعدی ادامه داد. رکورد از بین دو بار تلاش ورزشکار با دقت ۰/۰۱ ثانیه ثبت شد (سیاه کوهیان و افرونده، ۲۰۰۹).

جهت اندازه گیری چابکی ورزشکاران از آزمون T استفاده شد. مخروط ها به شکل T چیده شدند، مخروط A از مخروط B (۹/۱ متر) فاصله داشت و مخروط C و D حدود ۴/۶ متر از مخروط B در هر طرف فاصله داشتند. با فرمان شروع، ورزشکار به سرعت به سمت مخروط B دویده و با دست خود آن را لمس کرد. سپس ورزشکار به سمت چپ (مخروط C) یا سمت راست (مخروط D) تغییر جهت داده و با نزدیک ترین دست آن را لمس کرد. پس از لمس مخروط C یا D، ورزشکار به سمت مخروط دیگر حرکت و با نزدیک ترین دست آن را لمس کرد. ورزشکار نباید مخروط B را در صورت عبور از آن لمس کند. ورزشکار به سمت مخروط B تغییر جهت داده و آن را لمس نموده و پس از بازگشت به مخروط A و در لحظه عبور از آن، زمان متوقف گردید. بهترین رکورد از بین دو بار تلاش برای ورزشکار، با دقت ۰/۰۱ صدم ثانیه ثبت شد (سیاه کوهیان و افرونده، ۲۰۰۹).

1. Ware & Sherbourne

2. Line-drill test

۲۰ ثانیه استراحت، انجام شد. پس از انجام فعالیت، بلافاصله نمونه‌گیری خونی بعدی جهت بررسی پاسخ لاکتات خون به تمرین اخذ گردید. نمونه خونی شامل ۲ سی‌سی خون از ورید جلوی بازوی آزمودنی‌ها بود. سپس نمونه‌ها در داخل یخ قرار داده شد و سریع به آزمایشگاه مرکزی بیمارستان امام‌علی (ع) در شهرستان اندیمشک انتقال داده شدند. در انتهای سه هفته مداخله نیز مجدداً در هر دو گروه نمونه‌گیری خونی برای اندازه‌گیری لاکتات خون قبل و بعد از تمرینات میت‌زنی انجام شد. لاکتات خون با استفاده از کیت بایرکس فارس^۴ (BXC0622-LACTATE) ساخت کشور ایران اندازه‌گیری شد. برای آزمون تاثیر بی‌تمرینی بر متغیرهای آمادگی جسمانی و برای حذف اثر پیش‌آزمون، از آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیره (MANCOVA) استفاده شد (بررسی تغییرات بین گروهی). برای بررسی تاثیر بی‌تمرینی بر پاسخ لاکتات خون درون هر یک از گروه‌ها، از روش تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی^۵ استفاده گردید و سطح معنی‌داری در کلیه آزمون‌ها $p < 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

میانگین و انحراف استاندارد عناصر آمادگی جسمانی تکواندوکاران شرکت‌کننده در این تحقیق در جدول ۱ آورده شده است.

برای اندازه‌گیری سرعت عکس‌العمل از آزمون خط‌کش نلسون^۱ استفاده شد. ماهیت اجرای این آزمون توقف خط‌کش توسط دو دست است. در این حالت دست‌ها در فاصله ۳۰ سانتی‌متری از هم قرار گرفته و خط‌کش از سطح دست‌ها و دقیقاً از وسط آن‌ها رها گردید و از اجراکننده خواسته شد با کف دست‌ها در حداقل زمان خط‌کش را متوقف کند (سیاه‌کوهیان و افرونده، ۲۰۰۹). برای اندازه‌گیری توان عضلانی پا از آزمون پرش عمودی سارجنت^۲ استفاده شد. در این خصوص ورزشکار به پهلو در کنار دیوار خط‌کشی شده قرار گرفت و دست خود را بالا برد و نقطه بالایی را لمس کرد. در ادامه با خم‌کردن زانو، هر فرد به‌طور عمودی پرش کرده با نوک انگشتان بالاترین ارتفاع ممکن را لمس نمود. فاصله بین دو نقطه علامت‌لمس شده بر روی دیوار که نشان‌دهنده میزان پرش تکواندوکار است، بر حسب سانتی‌متر ثبت گردید. هر ورزشکار ۳ بار پرش را اجرا نمود و بهترین رکورد برای وی ثبت گردید (کلورا^۳، ۲۰۰۰). جهت بررسی پاسخ لاکتات خون به تمرین میت‌زنی، نمونه‌های خونی ابتدای کار و قبل از مداخله ۳ هفته‌ای، قبل از انجام تمرینات میت‌زنی گرفته شد. سپس هر دو گروه پس از ۲۰ دقیقه گرم‌کردن عمومی، شروع به میت‌زدن (تمرین ضربه‌ای؛ تمرین پر قدرت و با شدت زیاد در مدت زمان کم) کردند. این فعالیت پر شدت با ۳ تکرار، هر تکرار به صورت ۲۰ ثانیه فعالیت و

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد عوامل آمادگی جسمانی در دو گروه تمرین و بی‌تمرین قبل و بعد از ۳ هفته بی‌تمرینی

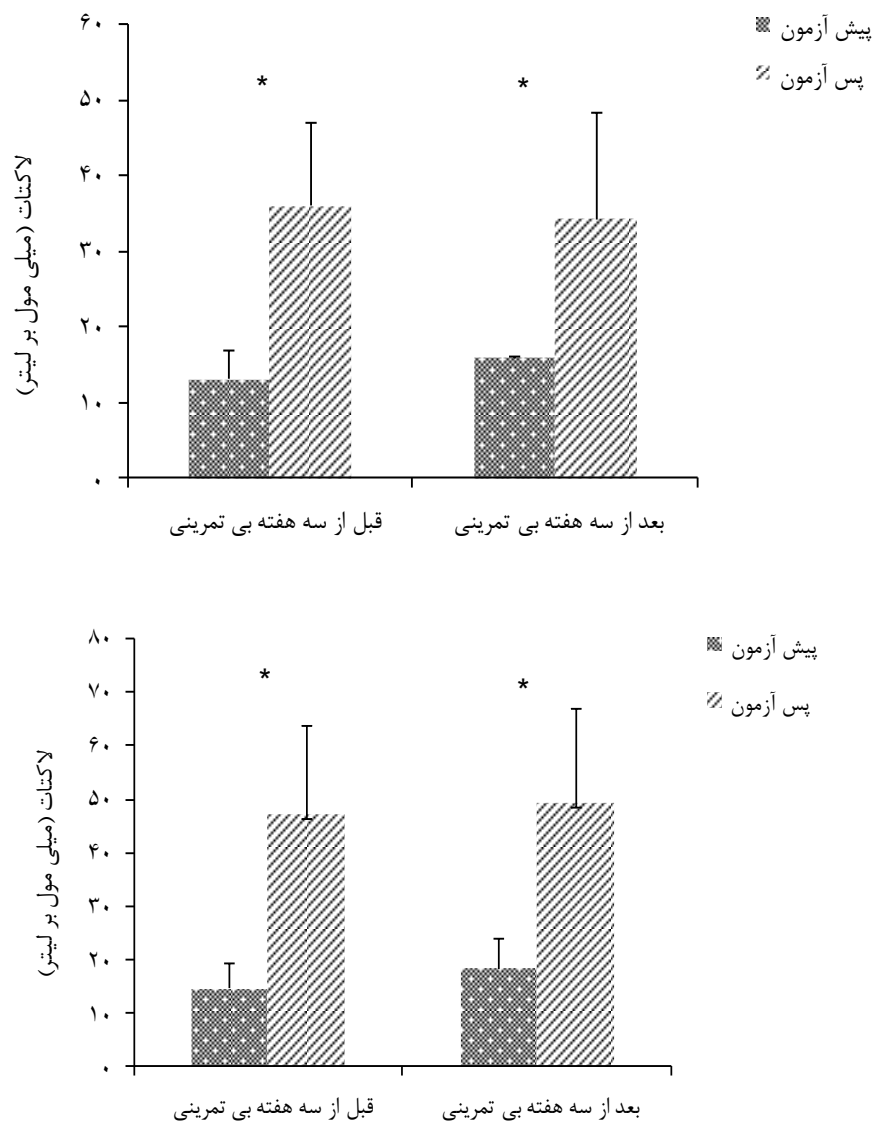
گروه بی‌تمرین		گروه تمرین		گروه‌ها	متغیرها
پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون		
۱۱/۸۹ ± ۰/۵۹	۱۱/۱۱ ± ۰/۳۹	۱۱/۳۸ ± ۰/۶۲	۱۱/۲۳ ± ۰/۶۷	چابکی (ثانیه)	
۰/۰۲ ± ۰/۰۰۳	۰/۰۲ ± ۰/۰۰۳	۰/۰۲ ± ۰/۰۰۳	۰/۰۲ ± ۰/۰۰۳		
۷۳/۳۳ ± ۵/۳۱	۷۵/۱۱ ± ۵/۰۶	۷۷/۵۵ ± ۶/۴۸	۷۷/۴۴ ± ۵/۴۷	پرش عمودی (سانتی‌متر)	
۳۵/۰۹ ± ۱/۲۱	۳۳/۸۳ ± ۱/۲۶	۳۳/۸۴ ± ۱/۲۸	۳۳/۸۸ ± ۱/۰۱		

1. Nelson
2. Sargent
3. Klavora

4. Biorexfars
5. Bonferroni

نشان داد که لاکتات خون با انجام تمرین میت زنی قبل و بعد از ۳ هفته بی تمرینی در هر دو گروه افزایش می یابد؛ اما بین پاسخ لاکتات خون به تمرینات میت زنی قبل و بعد از ۳ هفته در هر دو گروه بی تمرین و تمرین تفاوت معنی داری وجود ندارد ($p=1/00$). این تغییرات در شکل ۱ نشان داده شده است.

به منظور بررسی تغییرات پاسخ لاکتات خون به تمرین میت زنی بعد از ۳ هفته بی تمرینی نسبت به قبل از آن، از آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر استفاده شد. با توجه به اثر معنی دار آزمون در هر دو گروه تمرین ($F=15/58$ ، $p=0/001$) و بی تمرین ($F=30/76$ ، $p=0/001$)، از آزمون تعقیبی بونفرونی برای تعیین دقیق تفاوت پاسخ لاکتات خون استفاده شد. نتایج این آزمون



شکل ۱. تغییرات پاسخ لاکتات خون به تمرین میت زنی قبل و بعد از ۳ هفته بی تمرینی در گروه تمرین (شکل بالا) و گروه بی تمرین (شکل پایین)؛ * نشان دهنده افزایش معنی دار نسبت به پیش آزمون در سطح $p < 0/05$.

داد که شرط همگنی واریانس نمرات در همه متغیرها (متغیر چابکی $p=0/28$ و $F=1/20$ ، متغیر سرعت عکس العمل $p=0/08$ و $F=3/27$ ، میزان پرش عمودی $p=0/17$ و $F=2/14$ ، و متغیر توان بی‌هوازی $p=0/98$ و $F=0/09$) برقرار است. در جدول ۲ نتایج آزمون معنی‌داری تحلیل کوواریانس چند متغیری آورده شده است. دو گروه تمرین و بی‌تمرین در متغیرهای چابکی، میزان پرش عمودی و توان بی‌هوازی تفاوت معنی‌داری داشتند؛ اما برای متغیر سرعت عکس العمل بین دو گروه تفاوت معنی‌داری ($p=0/17$) مشاهده نشد.

جهت بررسی تأثیر بی‌تمرینی بر عوامل آمادگی جسمانی از آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیره استفاده شد. از آنجا که یکی از پیش‌فرض‌های استفاده از این آزمون، همسانی ماتریس کوواریانس‌ها است، از آزمون باکس برای این همسانی استفاده شد. نتایج بدست آمده نشان داد که ماتریس واریانس-کوواریانس در دو گروه ($p=0/69$ ، $F=0/73$) برابر است. همچنین یکی دیگر از پیش‌فرض‌های استفاده از تحلیل کوواریانس چند متغیری، همسانی واریانس نمرات گروه‌ها در متغیر وابسته می‌باشد. جهت بررسی این مفروضه از آزمون لون^۱ استفاده شد و نتایج آن نشان

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس چند متغیره در مورد تغییرات عوامل آمادگی جسمانی

متغیرها	مجموع مجذورات	df	میانگین مجذورات	F	p	مجذور اتا
سرعت عکس العمل (سانتی متر)	۰/۳۴	۱	۰/۳۴	۲/۰۷	۰/۱۷	۰/۱۵
چابکی (ثانیه)	۰/۰۰۰۱	۱	۰/۰۰۰۱	۵/۱۱	۰/۰۴	۰/۲۹
پرش عمودی (سانتی متر)	۳۴/۸۶	۱	۳۴/۸۶	۹/۶۸	۰/۰۱	۰/۴۵
توان بی‌هوازی (ثانیه)	۴/۶۳	۱	۴/۶۴	۸/۸۱	۰/۰۱	۰/۴۲

بحث

چه سطح تمرینات پیشرفت نماید، عضله ورزیده تر شده و پروسه تخلیه اسید لاکتیک از بافت‌ها سریع‌تر انجام می‌پذیرد و خستگی کاهش می‌یابد (کازولینو و دیگران، ۲۰۱۲). با این‌که فرض تحقیق حاضر این بود که لاکتات خون در پاسخ به تمرینات میت زنی بعد از ۳ هفته بی‌تمرینی بیشتر افزایش یابد، اما این فرضیه رد شد و به نظر می‌رسد این مدت بی‌تمرینی در دختران تکواندوکار با چند سال تجربه تمرینی، تأثیری ندارد. بر اساس جستجوی محققین مطالعه حاضر، پیشینه زیادی در مورد تأثیر بی‌تمرینی بر پاسخ لاکتات خون به تمرین وجود ندارد و تنها پیشینه یافت شده، مطالعه کویله^۲ و دیگران (۱۹۸۵) است که در آن ۷ ورزشکار استقامتی بعد از ۱۲، ۲۱، ۵۶ و ۸۴ روز توقف تمرین مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که ضربان قلب، تنفس، نسبت تبادل تنفسی و لاکتات خون در طی تمرین زیرپیشینه در طی ۵۶ روز اول بی‌تمرینی، به طور پیش‌رونده افزایش می‌یابد. این نتیجه ناهمسو با نتیجه تحقیق حاضر است و

در تحقیق حاضر چه قبل از دوره بی‌تمرینی و چه بعد از آن، در پاسخ به تمرینات میت زنی، سطح لاکتات خون افزایش معنی‌داری پیدا کرد. این افزایش پاسخ لاکتات خون به تمرین میت زنی بعد از ۳ هفته بی‌تمرینی نسبت به قبل آن، کمی بیشتر (غیر معنی‌دار) بود. افزایش غلظت لاکتات خون بعد از مبارزه و انجام تمرینات میت زنی قابل انتظار است و در مطالعات پیشین گزارش شده است (بهلل^۳ و دیگران، ۲۰۰۶؛ بریدج و دیگران، ۲۰۱۴). برای مثال بهلل و دیگران (۲۰۰۶) توان بی‌هوازی و هوازی و همچنین پاسخ لاکتات خون به مسابقه و تمرینات میت زنی را در ۸ تکواندوکار نخبه با میانگین سنی ۲۰ سال بررسی و اندازه‌گیری کردند و گزارش نمودند که لاکتات خون بعد از مسابقه و تمرینات میت زنی نسبت به زمان استراحت، بطور معنی‌داری افزایش می‌یابد. افزایش لاکتات خون با خستگی و کاهش عملکرد همراه است (فرانچینی و دیگران، ۲۰۰۳)، اما هر

1. Levene
2. Bouhlef
3. Coyle

بدن می شود، ولی بر استروئیدهای جنسی تأثیری ندارد. روایی و دیگران (۲۰۰۷)، تأثیر ۱۲ روز بی تمرینی بر ظرفیت های هوازی، بی‌هوازی و عملکرد ۱۵ نفر از شناگران نخبه کشور را بررسی کردند و از آزمون ۴۰۰ متر و ۱۰۰ متر بیشینه برای برآورد ظرفیت هوازی و بی‌هوازی استفاده کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که ۱۲ روز بی تمرینی تأثیری بر هیچ یک از این متغیرها ندارد. این نتیجه با نتیجه تحقیق حاضر ناهمسو است، زیرا جهت و بزرگی تغییرات طی دوره بی‌تمرینی ممکن است با توجه به سطح اولیه آمادگی متفاوت باشد. میزان از دست دادن عوامل آمادگی جسمانی ممکن است به اختلافات فردی در پاسخ به دوره‌های بی‌تمرینی، سن و جنس آزمودنی‌ها، گروه‌های عضلانی ویژه تحت آزمون، و نوع آزمون مورد استفاده برای اندازه‌گیری هر عامل بستگی داشته باشد. عدم هم‌خوانی نتیجه تحقیق روایی و دیگران (۲۰۰۷) با نتیجه تحقیق حاضر ممکن است به دلیل تفاوت در طول دوره بی‌تمرینی باشد، زمان بی‌تمرینی در تحقیق مذکور ۱۲ روز بوده که کمتر از مدت زمان بی‌تمرینی در تحقیق حاضر یعنی ۲۱ روز می‌باشد. به عبارت دیگر، احتمال دارد دوره‌های بی‌تمرینی بیشتر از ۱۲ روز، موجب افت توان بی‌هوازی شوند، اما این قابلیت در دوره‌های کوتاه‌تر یا مساوی ۱۲ روز حفظ شود.

در تحقیق حاضر ۳ هفته بی‌تمرینی بر میزان پرش عمودی دختران تکواندوکار نوجوان تأثیر معنی‌داری داشت و موجب افت آن شد. زک^۵ و دیگران (۲۰۱۲) تأثیر ۱۲ هفته تمرین مقاومتی و ۱۲ هفته بی‌تمرینی متعاقب آن را بر قدرت و توان عضلانی در ۶۹ مرد سالمند نحیف با دامنه سنی ۶۵ تا ۹۴ سال بررسی نموده و گزارش کردند که دوره بی‌تمرینی موجب تغییر معنی‌دار در توان عضلانی نمی‌شود. این یافته‌ها ناهمسو با نتیجه بدست آمده در تحقیق حاضر می‌باشد. همچنین ناهمسو با تحقیق حاضر، مدینا-پرز^۶ و دیگران (۲۰۱۴) تغییرات قدرت و توان عضلانی بیماران مبتلا به MS^۷ را قبل و بعد از ۱۲ هفته تمرین مقاومتی و همچنین بعد از ۱۲ هفته بی‌تمرینی متعاقب دوره تمرینی مورد مطالعه قرار داده و نتیجه گرفتند که بعد از ۱۲ هفته بی‌تمرینی، توان عضلانی حفظ می‌شود. علت عدم هم‌خوانی نتایج ممکن است به علت تفاوت جنسیت آزمودنی‌ها و تفاوت در رشته

از آنجا که عمده تمرینات رشته تکواندو شامل تمرینات با حجم پایین و شدت بالا می‌باشد، این ورزش باعث افزایش آستانه بی‌هوازی می‌گردد (کیم^۱ و دیگران، ۲۰۱۴). از طرف دیگر، تفاوتی در تولید و دفع لاکتات خون در حین تمرین و دوره ریکاوری نیز بین دو جنس مرد و زن دیده نشده است (فومین^۲ و دیگران، ۲۰۱۲؛ ژانگ و جی^۳، ۲۰۱۶). آزمودنی‌های تحقیق حاضر دارای سابقه ورزشی بیشتر از ۵ سال بودند و این ممکن است باعث شود تا لاکتات کمتری در خون آن‌ها تجمع پیدا کند، چرا که ورزشکاران با بالا بردن آستانه بی‌هوازی خود می‌توانند اسید لاکتیک تولیدی را کاهش دهند. بنظر می‌رسد این سازگاری بعد از ۳ هفته بی‌تمرینی در دختران نوجوان تکواندوکار حفظ می‌شود. علاوه بر این، آزمودنی‌های تحقیق حاضر نوجوان بودند و در مقایسه با بزرگسالان، در کودکان و نوجوانان، فعالیت آنزیم‌های هوازی بیشتر از فعالیت آنزیم‌های بی‌هوازی است (بورگر-مندونچا^۴ و دیگران، ۲۰۱۵). به عبارت دیگر، کودکان و نوجوانان در انجام فعالیت‌های ورزشی بیشتر به سیستم هوازی متکی هستند تا سیستم بی‌هوازی؛ لذا این احتمال وجود دارد که سن کم آزمودنی‌ها نیز بر عدم تغییر افزایشی لاکتات خون بعد از ۳ هفته بی‌تمرینی موثر بوده باشد و اگر مداخله بر روی آزمودنی‌های بزرگسال انجام می‌گرفت؛ احتمال داشت افزایش بیشتر لاکتات خون بعد از بی‌تمرینی مشاهده شود. همچنین عدم تأثیر بی‌تمرینی بر پاسخ لاکتات خون به تمرین ضربه‌ای میت‌زنی در تحقیق حاضر، ممکن است به دلیل کوتاه بودن طول دوره بی‌تمرینی باشد و دوره‌های طولانی‌تر، احتمالاً تأثیر معنی‌داری را موجب شوند.

در تحقیق حاضر ۳ هفته بی‌تمرینی موجب افت معنی‌دار توان بی‌هوازی تکواندوکاران نوجوان دختر شد. کانداراکیس و دیگران (۲۰۱۴)، تأثیر ۶ هفته بی‌تمرینی بر عملکرد ورزشی، ترکیب بدنی و استروئیدهای جنسی را در ۵۵ نفر از بازیکنان حرفه‌ای فوتبال بررسی کردند؛ به صورتی که بازیکنان در دو هفته بعد تمرین بی‌تمرینی از هر فعالیت بدنی ممنوع شدند و ۴ هفته بعد تمرین هوازی دویدن با شدت کم را با مدت زمان ۲۰ تا ۳۰ دقیقه، ۳ بار در هفته انجام دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که ۶ هفته بی‌تمرینی موجب افت توان هوازی و توان بی‌هوازی و افزایش درصد چربی

1. Kim

2. Fomin

3. Zhang & Ji

4. Bürger-Mendonça

5. Zech

6. Medina-Perez

7. Multiple sclerosis

قابلیت آمادگی جسمانی به دلیل تکرارهای زیاد در دوره قبل از بی‌تمرینی در دختران تکواندوکار، در دوره بی‌تمرینی حفظ شده و افت نداشته باشد.

همسو با برخی تحقیقات (ترامان^۳، ۲۰۰۵؛ ترامان و آیسمن^۴، ۲۰۰۵) قبلی، در تحقیق حاضر نیز چابکی تکواندوکاران نوجوان دختر در اثر بی‌تمرینی افت معنی‌داری داشت. با این حال این نتیجه با نتایج تحقیق جو^۵ (۲۰۱۶) هم خوانی ندارد. این محقق تاثیر یک هفته توقف تمرین را بر عملکرد ورزشی در بازیکنان تمرین کرده فوتبال مورد بررسی قرار داد. در این تحقیق ۱۱ مرد بازیکن فوتبال بعد از اتمام فصل مسابقات به مدت یک هفته تمرین را متوقف کردند و بعد از یک هفته بی‌تمرینی، عملکرد ۵ متر و ۱۰ متر سرعت در آنها افت معنی‌داری پیدا کرد، اما چابکی و هماهنگی تغییر معنی‌داری نیافت. علت عدم هم خوانی نتایج تحقیق حاضر با تحقیق جو (۲۰۱۶) ممکن است در مدت زمان دوره بی‌تمرینی باشد. در تحقیق اشاره شده، طول دوره بی‌تمرینی یک هفته بوده است، در صورتی که در تحقیق حاضر ۳ هفته بی‌تمرینی اعمال شد. همچنین تحقیق مذکور بر روی مردان ورزشکار انجام شده، در صورتی که تحقیق حاضر بر روی دختران نوجوان صورت گرفته است. ممکن است بدلیل تفاوت جنسیت و سن، آزمودنی‌های تحقیق جو نسبت به آزمودنی‌های دختر در تحقیق حاضر، در حفظ عوامل آمادگی جسمانی در طول دوره بی‌تمرینی قوی‌تر بوده باشند.

نتیجه‌گیری: ۳ هفته بی‌تمرینی در دختران نوجوان تکواندوکار با سابقه فعالیت ورزشی چندین ساله، تاثیری بر پاسخ لاکتات خون به تمرینات ضربه‌ای میت‌زنی نداشت؛ اما از بین عوامل آمادگی جسمانی مرتبط با تکواندو، سه فاکتور چابکی، توان بی‌هوازی و میزان پرش عمودی تحت تاثیر بی‌تمرینی افت کردند. بنابراین توصیه می‌شود ورزشکاران تکواندو و مربیان آن‌ها از دوره‌های بی‌تمرینی حتی کوتاه مدت (مانند ۳ هفته) پرهیز کنند.

قدردانی و تشکر

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند از آزمودنی‌های تحقیق و والدین آن‌ها به جهت همکاری صمیمانه در اجرای تحقیق تشکر و قدردانی نمایند.

ورزشی باشد. در پسران میزان هورمون تستوسترون که در هایپرتروفی عضلانی نقش مهمی دارد، بالا می‌باشد و حجم بیشتر عضلات با قدرت بیشتر در ارتباط است. بنابراین این احتمال وجود دارد که به دلیل میزان بالای این هورمون در مردان و پسران حتی با وجود قطع تمرین، با کاهش حجم عضلانی کمتری در مقایسه با زنان و دختران همراه باشد. کاهش کمتر یا عدم تغییر حجم عضلات می‌تواند دلیلی بر عدم تغییر توان عضلانی در آزمودنی‌های مرد در تحقیقات مذکور باشد. تکواندوکاران نیازمند عضله چهار سر قوی می‌باشند. احتمالاً ۳ هفته عدم فعالیت باعث تحلیل رفتن حجم عضله چهار سر می‌شود (کوریا^۱ و دیگران، ۲۰۱۶) و با توجه به این که پرش عمودی توسط تاکننده‌های چهار سر ران انجام می‌شود، احتمالاً کاهش قدرت تاکننده‌های ران در گروه بی‌تمرین، باعث کاهش توان عضلانی در تحقیق حاضر شده است.

علاوه بر این‌ها، ۳ هفته بی‌تمرینی هر چند باعث افزایش زمان سرعت عکس‌العمل دختران تکواندوکار شد، اما این تغییر معنی‌دار نبود. ورزشکاران رشته‌های مختلف با توجه به ماهیت ورزش خود به تقویت انواع عکس‌العمل (عکس‌العمل‌های بصری، عکس‌العمل‌های لمسی، عکس‌العمل‌های شنیداری) می‌پردازند. عکس‌العمل بصری یکی از روش‌های آموزشی است که توانایی تشخیص فرصت‌ها و شناخت حرکات بعدی را افزایش می‌دهد. واکنش‌های بصری این امکان را به ورزشکار می‌دهد که حرکات را با دقت و اطمینان بیشتری شناسایی و پیگیری کند و با تشخیص به موقع، نسبت به آن عکس‌العمل نشان دهد. در هنرهای رزمی بخصوص تکواندو، واکنش‌های بصری در طول مبارزات و رقابت‌های طولانی به کار می‌روند. ورزشکاران رشته تکواندو به صورت مکرر از روش عکس‌العمل بصری برای رسیدن به آمادگی استفاده می‌کنند و زمان واکنش سریع‌تری دارند (آسیا و وارکار^۲، ۲۰۱۳). آزمون خط کش نلسون نیز یک واکنش بصری است. بنابراین با توجه به مهارت آزمودنی‌ها در این نوع واکنش بصری، می‌توان انتظار داشت که آزمودنی‌های تحقیق این آزمون را حتی پس از ۳ هفته بی‌تمرینی به خوبی انجام دهند. همچنین عمده تمرینات ورزشکاران رشته تکواندو مربوط به تقویت سرعت عکس‌العمل می‌باشد. بنابراین ممکن است این

1. Correa

2. Asia & Warkar

3. Toraman

4. Ayceman

5. Jo

منابع

- Asia, A. A., & Warkar, A. B. (2013). Auditory and visual reaction time in Taekwondo players. *International Journal of Trends in Science and Technology*, 8(3), 176-177.
- Bouhlef, E., Jouini, A., Gmada, N., Nefzi, A., Ben Abdallah, K., & Tabka, Z. (2006). Heart rate and blood lactate responses during Taekwondo training and competition. *Science & Sports*, 21(5), 285-290.
- Bridge, C. A., da Silva Santos, J. F., Chaabene, H., Pieter, W., & Franchini, E. (2014). Physical and physiological profiles of taekwondo athletes. *Sports Medicine*, 44(6), 713-733.
- Bürger-Mendonça, M., De Oliveira, J. C., Cardoso, J. R., Bielavsky, M., & Azevedo, P. (2015). Changes in blood lactate concentrations during taekwondo combat simulation. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 11(5), 255-258.
- Casolino, E., Cortis, C., Lupo, C., Chiodo, S., Minganti, C., & Capranica, L. (2012). Physiological versus psychological evaluation in taekwondo elite athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7(4), 322-331.
- Correa, C. S., Cunha, G., Marques, N., Oliveira-Reischak, A., & Pinto, R. (2016). Effects of strength training, detraining and retraining in muscle strength, hypertrophy and functional tasks in older female adults. *Clinical Physiology Functional Imaging*, 36(4), 306-10.
- Costill, D. L., Fink, W. J., Hargreaves, M., King, D. S., Thomoas, R., & Fielding, R. (1985a). Metabolic characteristics of skeletal muscles during detraining from competitive swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17(3), 339-343.
- Costill, D. L., Gollnick, P. D., Jansson, E. D., Saltin, B., & Stein, E. M. (1973). Glycogen depletion pattern in human muscle fibres during distance running. *Acta Physiologica Scandinavica*, 89(3), 374-383.
- Costill, D. L., King, D. S., Thomas, R., & Hargreaves, M. (1985b). Effects of reduced training on muscular power in swimmers. *Physician and Sport Medicine*, 13(2), 94-101.
- Coyle, E. F., Martin, W. H., Bloomfield, S. A., Lowry, O. H., & Holloszy, J. O. (1985). Effects of detraining on responses to submaximal exercise. *Journal of Applied Physiology*, 59(3), 853-9.
- Da Fontoura, A. S., Schneider, P., & Meyer, F. (2004). Effect of the muscular strength detraining in prepubertal boys. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 10(4), 285-288.
- Faigenbaum, A. D., Westcott, W. L., Micheli, L. J., Outerbridge, A. R., Long, C. J., LaRosa-Loud, R., & Zaichkowsky, L. D. (1996). The effects of strength training and detraining on children. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 10(2), 109-114.
- Fomin, A., Ahlstrand, M., Schill, H. G., Lund, L. H., Stahlberg, M., Manouras, A., & Gabrielsen, A. (2012). Sex differences in response to maximal exercise stress test in trained adolescents. *BMC Pediatrics*, 12(1), 127.
- Fong, S. S., & Ng, G. Y. (2011). Does Taekwondo training improve physical fitness? *Physical Therapy in Sport*, 12(2), 100-106.

- Franchini, E., Yuri Takito, M., Yuzo Nakamura, F., Ayumi Matsushigue, K., & Peduti Dal'Molin Kiss, M. A. (2003). Effects of recovery type after a judo combat on blood lactate removal and on performance in an intermittent anaerobic task. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43(4), 424-431.
- García-Pallarés, J., Sánchez-Medina, L., Pérez, C. E., Izquierdo-Gabarren, M., & Izquierdo, M. (2010). Physiological effects of tapering and detraining in world-class kayakers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(6), 1209-14.
- Hashem, A. k., & Waleed, S. N. (2011). The impact of detraining on performance and some of the biomechanical variables in Taekwondo. *Portuguese Journal of Sport Sciences*, 11(2), 287-290.
- Jamshidi Hosein Abadi, M., Jamshidi Hosein Abadi, A., & Behpoor, N. (2015). The effect of L-arginine supplementation on serum growth hormone, lactate and glucose responses to aerobic activity in boy students. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*, 3(5), 9-22. [Persian]
- Joo, C. H. (2016). The effects of short-term detraining on exercise performance in soccer players. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 12(1), 54-59.
- Kim, D. Y., Seo, B. D., & Choi, P. A. (2014). Influence of taekwondo as security martial arts training on anaerobic threshold, cardiorespiratory fitness, and blood lactate recovery. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(4), 471-474.
- Klavora, P. (2000). Vertical-jump tests: A critical review. *Strength and Conditioning Journal*, 22(5), 70-75.
- Koundourakis, N. E., Androulakis, N.E., Malliaraki, N., Tsatsanis, C., Venihaki, M., & Margioris, A. N. (2014). Discrepancy between exercise performance, body composition, and sex steroid response after a six-week detraining period in professional soccer players. *PLOS ONE*, 9(2), e87803.
- Liao, Y. H., Sung, Y. C., Chou, C. C., & Chen, C. Y. (2016). Eight-week training cessation suppresses physiological stress but rapidly impairs health metabolic profiles and aerobic capacity in elite taekwondo athletes. *PLOS ONE*, 11(7), e0160167.
- Marques, M. C., Zajac, A., Pereira, A., & Costa, A. M. (2011). Strength training and detraining in different populations: case studies. *Journal of Human Kinetics*, 29(Special Issue), 7-14.
- Medina-Perez, C., Souza-Teixeira, F., Fernandez-Gonzalo, R., & Paz-Fernandez, J. A. (2014). Effects of a resistance training program and subsequent detraining on muscle strength and muscle power in multiple sclerosis patients. *Neuro Rehabilitation*, 34(3), 523-530.
- Mujika, L., & Padilla, S. (2000). Detraining: loss of training- induced physiological and performance adaptations Part I: Short term insufficient training stimulus. *Sports Medicine*, 30(2), 79-87.
- Parry, S. M., & Puthuchery, Z. A. (2015). The impact of extended bed rest on the musculoskeletal system in the critical care environment. *Extreme Physiology & Medicine*, 4(1), 16.
- Ravasi, A. A., Aminian Razavi, T., & Khabazian, B. M. (2007). The effect of 12 days of detraining on aerobic, anaerobic capacity and performance of elite male swimmers. *Harkat*, 31, 125-133. [Persian]
- Siahkoughian, M., & Afroundeh, R. (2009). *Principles of physical fitness testing (coaching guide)*. 1th Edition. Sanaye Sorkh. [Persian]

- Tadibi, V., Bakhtiary, U., Sheikholeslami Vatani, D., & Azizi, M. (2013). Effect of acute detraining following two types of resistance training on strength performance and body composition in trained athletes. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 15(3), 22-26.
- Toraman, N. F. (2005). Short term and long term detraining: is there any difference between young-old and old people?. *British Journal of Sport Medicine*, 39(8), 561-564.
- Toraman, N. F., & Ayceman, N. (2005). Effects of six weeks of detraining on retention of functional fitness of old people after nine weeks of multicomponent training?. *British Journal of Sport Medicine*, 39(8), 565-568.
- Vieten, M., Scholz, M., Kilani, H., & Kohloeffel, M. (2007). Reaction time in taekwondo". In *Proceedings of the 25th International Symposium on Biomechanics in Sport*. Ouro Preto, Brazil, August 23-27, 2007. ISBS. 293-296.
- Volaklis, k. A., Douda, H. T., Kokkions, P. F., & Tokmakidis, S. P. (2006). Physiological alterations to detraining following prolonged combined strength and aerobic training in cardiac patients. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 13(3), 375-80.
- Zech, A., Drey, M., Freiburger, E., Hentschke, C., Bauer, J. M., Seiber, C., & Pfeifer, K. (2012). Residual effects of muscle strength, muscle power training and detraining on physical function in community-dwelling prefrail older adults: a randomized controlled trail'. *MBC Geriatrics*, 12(1), 68-75.
- Zhang, J. Q., & Ji, L. L. (2016). Gender differences in peak blood lactate concentration and lactate removal. *Annals of Sports Medicine and Research*, 3(7), 1088.



Effect of 8 weeks aerobic training along with two different intensities and iron supplementation on iron contents and aerobic capacity of female students

Roya Askari^{1*}, Neda Badri², Amene Balavi³

1. Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran.
2. Ph.D of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran.
3. Associate Professor Department of physical Education and Sport Sciences, Islamic Azad University, Susangerd Branch, Susangerd, Iran.

Abstract

Background and Aim: Iron deficiency (anemia) is one of the most common metabolic disorders and it can be considered as of most common nutritional deficiencies in women, which can have a significant effect on performance. The purpose of this study was to investigate the effect of 8 weeks of aerobic exercise along with two different intensities (65-75% of maximum heart rate & 80-90% of maximum heart rate) and iron supplementation on iron content of female students. **Materials and Methods:** In this study, 75 female students were selected voluntarily and randomly divided into 6 groups. group 1: high intensity exercise (80-90% of maximal heart rate) + supplement, group 2: high intensity exercise (80-90% maximum heart rate) + placebo, group 3: moderate intensity exercise (65-75% maximum heart rate) + supplement, group 4: medium intensity exercise (65-75% maximum heart rate) + placebo, group 5: control + supplement, group 6: control + placebo. All subjects received fasting 12-14 hours before of the first exercise session and further after 8 weeks of blood sampling. Data were analyzed using two way ANOVA and Tukey post hoc test, at the significant level of $p < 0.05$. **Results:** The statistical analysis showed that 8 weeks of aerobic training with two different intensities had no significant effect on iron, ferritin, TIBC, transferin, CBC and other blood indices. However high intensity exercise (80-90% of maximum heart rate) improved the level of VO_{2max} ($p=0.02$). **Conclusion:** According to the results of this study, only high intensity exercises can improve VO_{2max} without changing the iron reserves of female students

Keywords: High intensity and moderate aerobic training, Iron supplement, Aerobic capacity.

*Corresponding Author, Address: Faculty of Sport Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran;
Email: r.askari@hsu.ac.ir DOI: 10.22077/JPSBS.2018.1694.1427



اثر ۸ هفته تمرینات هوازی با دو شدت متفاوت و مصرف مکمل آهن بر میزان ذخایر آهن و ظرفیت هوازی دختران دانشجو

رویا عسکری^{۱*}، ندا بدری^۲، آمنه بالوی^۳

۱. استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.
۲. دکتری فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.
۳. استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سوسنگرد، سوسنگرد، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: فقر آهن (آنمی) از مهم‌ترین اختلالات متابولیک و از شایع‌ترین کمبودهای تغذیه‌ای در زنان به شمار می‌رود که می‌تواند تأثیر بسزایی بر عملکرد ورزشی داشته باشد. هدف تحقیق حاضر بررسی اثر ۸ هفته تمرینات هوازی با دو شدت متفاوت (۶۵-۷۵ درصد و ۸۰-۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه) و مصرف مکمل آهن بر میزان ذخایر آهن دختران دانشجو بود. **روش تحقیق:** در این مطالعه ۷۵ نفر از دانشجویان دختر دانشگاه حکیم سبزواری به طور داوطلبانه انتخاب و به صورت تصادفی در ۶ گروه شامل گروه اول: تمرینات با شدت بالا (۸۰-۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه) + مصرف مکمل، گروه دوم: تمرینات با شدت بالا (۸۰-۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه) + مصرف دارونما، گروه سوم: تمرینات با شدت متوسط (۶۵-۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه) + مصرف مکمل، گروه چهارم: تمرینات با شدت متوسط (۶۵-۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه) + مصرف دارونما، گروه پنجم: گروه کنترل + مکمل، گروه ششم: گروه کنترل + دارونما؛ تقسیم شدند. از تمامی آزمودنی‌ها به صورت ناشتا ۱۴-۱۲ ساعت قبل از شروع اولین جلسه تمرینی و پس از ۸ هفته تمرین، خونگیری به عمل آمد. داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس دو سویه و آزمون تعقیبی توکی در سطح معنی داری $p < 0/05$ بررسی شدند. **یافته‌ها:** تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که ۸ هفته تمرینات هوازی با دو شدت متفاوت، اثر معنی داری بر ذخایر آهن، فریتین، ظرفیت کل اتصال به آهن (TIBC)، ترنسفرین (TSF)، شمارش کامل خون (CBC) و سایر شاخص‌های خونی ندارد ($p > 0/05$)؛ در حالی که تمرینات با شدت ۸۰-۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه، سبب افزایش سطح حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) شد ($p = 0/02$). **نتیجه‌گیری:** بر اساس نتایج مطالعه حاضر می‌توان گفت که تنها تمرینات با شدت بالا می‌تواند سبب بهبود VO_{2max} شود، بدون آن که تغییری در ذخایر آهن دختران دانشجو ایجاد کند.

واژه‌های کلیدی: تمرین هوازی شدید و متوسط، مکمل آهن، ظرفیت هوازی.

مقدمه

آهن یکی از عناصر معدنی ضروری برای بدن به شمار می‌رود که به انتقال اکسیژن و فعال کردن آن، فرآیند سنتز هموگلوبین و میوگلوبین کمک می‌کند (دروسیو^۱ و دیگران، ۲۰۰۴؛ پورکری^۲ و دیگران، ۲۰۱۵). آهن همچنین موجب افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی و کاهش غلظت لاکتات خون می‌گردد که تأثیر بسزایی بر اجرای فعالیت‌های ورزشی داشته و می‌تواند خستگی عضلانی را به تاخیر اندازد (بروستریت^۳ و دیگران، ۲۰۰۳). بر اساس مطالعات انجام شده، تمرینات سنگین و بعضی از شرایط تمرینی که بدن به حجم زیادی از خون برای گردش در توده عضلانی نیاز دارد، ممکن است در سیستم خونی و هماتولوژی ورزشکاران تغییراتی ایجاد کند (اسپوداریک^۴، ۲۰۰۲). در ورزشکاران آهن و به خصوص فریتین (پروتئین ذخیره کننده آهن)، به دلیل افزایش سنتز آهن، تخریب سلول‌های قرمز خون و از دست رفتن هموگلوبین در روده و کلیه، تغییر جذب روده، فعالیت طحال، افزایش دما، افزایش تعریق، و آسیب‌های مکانیکی حین تمرینات ورزشی؛ کاهش می‌یابد (همتی و علیجانی، ۲۰۰۷). کمبود آهن سبب کم خونی، کاهش در غلظت هموگلوبین، تعداد سلول‌های قرمز، درصد هماتوکریت و غلظت فریتین می‌گردد و در نهایت کمبود شدید آن، ظرفیت عضله اسکلتی را برای مصرف اکسیژن و تولید ATP کاهش می‌دهد؛ تغییراتی که خود می‌تواند مشکلات عمده‌ای را در رابطه با کاهش ظرفیت و توان هوازی ورزشکاران به دنبال داشته باشد (بیرد و توبین^۵، ۲۰۰۰؛ براون لی^۶، ۲۰۰۲). حتی در شدت متوسط تمرینات تمرین تداومی هوازی طی ۸ هفته، کاهش سطوح آهن، هماتوکریت و فریتین سرم در فوتبالیست‌های باشگاهی مشاهده شده است (علی کرمی و دیگران، ۲۰۱۷).

یکی از مهم‌ترین اختلالات متابولیک و شایع‌ترین اختلالات کمبودهای تغذیه‌ای در میان ورزشکاران به خصوص زنان، فقر آهن می‌باشد که در این شرایط ذخایر آهن تخلیه می‌شوند و تعادل بین آهن دریافتی و نیازمندی‌های آهن مختل می‌گردد (راینک^۷ و دیگران، ۲۰۱۲). گفته می‌شود ۱۰ درصد تخلیه آهن در مردان ورزشکار و ۲۰ درصد تخلیه آهن

در زنان ورزشکار رخ می‌دهد؛ اما مصرف مکمل آهن حتماً سبب افزایش عملکرد اجرایی آنها خواهد شد (شوماخر^۸ و دیگران، ۲۰۰۲؛ روبرو^۹ و دیگران ۲۰۱۸). همچنین اذعان شده است که مصرف مکمل آهن از تخلیه آهن در زنان والیبالیست جلوگیری نموده و سبب بهبود قدرت در آنها می‌شود (میلگوآیسو^{۱۰} و دیگران، ۲۰۱۵). همچنین به فراهمی زیستی آهن باید توجه نمود. هنگامی که بدن به آهن نیاز دارد، قدرت جذب بیشتری پیدا می‌کند. به عنوان مثال کودکان، زنان باردار و حتی افرادی که فقر آهن دارند در مقایسه با افراد سالم و بزرگسال، آهن بیشتری جذب می‌کنند (کارین و آمارس^{۱۱}، ۱۹۹۸). تحقیقات زیادی در زمینه تأثیر فعالیت ورزشی بر شاخص‌های هماتولوژیک در افراد سالم انجام شده است که نتایج آن‌ها بیانگر آن است که در افراد این فعالیت‌ها منجر به کم خونی می‌شود (متلر^{۱۲} و دیگران، ۲۰۱۰). رمضان‌پور و کاظمی (۲۰۱۲) نیز کاهش معنی‌داری در سطح فریتین دختران دانش‌آموز پس از یک دوره تمرینی گزارش کرده‌اند. برخی از پژوهشگران معتقدند که تمرینات ورزشی مقدار نیاز روزانه به آهن را افزایش می‌دهند (ولف^{۱۳} و دیگران، ۲۰۰۹). عمدتاً گزارش کمبود دریافت آهن، به ویژه در زنان ورزشکار در رشته‌های ژیمناستیک، ن‌تبال، بسکتبال، هاکی و دو و میدانی مشاهده شده است (کشاورز، ۲۰۰۵). علت قرارگیری زنان در خطر بیشتر ابتلا به کمبود آهن، مصرف کمتر از حد مطلوب آهن و قاعدگی است که موجب می‌شود متغیرهای هموگلوبین و فریتین کاهش یابند (مک کلانگ^{۱۴} و دیگران، ۲۰۰۹). با توجه به نقش مهم آهن، توجه به عوامل اثرگذار در کلیه فرآیندهای زیست شیمی آن جدی به نظر می‌رسد و بدین سبب در بین ورزشکاران بحث آهن مورد توجه خاصی قرار می‌گیرد. درویسیو و دیگران (۲۰۰۴) نیاز به مکمل آهن را بر اساس تغییرات مشاهده شده در مقدار خون و شاخص‌های آهن سرم در طول انجام تمرین ورزشی مطرح کرده‌اند. آنان معتقدند کاهش زودگذر و ناپایدار در غلظت هموگلوبین به ویژه در زمان شروع تمرین برای ورزشکاران اتفاق می‌افتد؛ پدیده‌ای که اصطلاحاً کم خونی ورزشی نامیده می‌شود. در این راستا برخی محققین ادعا کرده‌اند که مصرف مکمل آهن موجب افزایش هموگلوبین و کاهش فریتین بدن‌بال تمرینات

1. Deruisseau
2. Porcari
3. Brutsaert
4. Spodaryk
5. Beard & Tobino

6. Brownlie
7. Reinke
8. Schumacher
9. Rubeor
10. Mielgo-Ayuso

11. Carin & Amars
12. Mettler
13. Woolf
14. McClung

هوازی می‌شود (مارتینز^۱ و دیگران، ۲۰۰۲). برخی گزارش می‌دهند که مصرف مکمل در کنار تمرینات هوازی، تأثیری بر هموگلوبین خون ندارد (همتی و علیجانی، ۲۰۰۷)؛ در حالی که گزارش شده است مصرف مکمل ۱۰۰ میلی‌گرم فرسولفات در طول ۶ هفته فعالیت هوازی روی چرخ کارسنج، می‌تواند مانع از کاهش متغیرهای فریتین و هموگلوبین خون زنان شود (براون لی و دیگران، ۲۰۰۴). در تحقیق دیگری مصرف ۵۰ میلی‌گرم در روز مکمل آهن توسط زنان جوان ورزشکار، عامل وضعیت تعادل آهن معرفی شده است، در حالی که در شناگران بی اثر بوده است (برد و توبینو، ۲۰۰۰). همچنین مطالعه‌ای نشان داده است که ۶ هفته تمرین با شدت ۷۵-۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه در زنانی که از مکمل آهن استفاده کرده‌اند، افزایش فریتین خون و کاهش گیرنده‌های ترانسفرین را ایجاد کرده است (هینتون^۲ و دیگران، ۲۰۰۰). در مطالعه دیگری گزارش شده است که تمرینات هوازی با شدت ۷۵-۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه همراه با مصرف مکمل آهن، تأثیری بر میزان هموگلوبین نداشته است (براون لی و دیگران، ۲۰۰۴). همچنین احمدی گودینی و دیگران (۲۰۱۷) تغییر معنی‌دار در میزان هموگلوبین و فریتین بعد از ۴ هفته تمرین استقامتی-مقاومتی و مصرف مکمل در دختران فعال مشاهده نکرده‌اند و این نتایج را به مکانیسم‌های هموستاز، دوز کم آهن و قاعدگی نسبت داده‌اند. به نظر می‌رسد هنوز برای مصرف مکمل آهن به ویژه در افرادی که دچار کم‌خونی نیستند و صرفاً فعالیت‌هایی با شدت بیشتر از فعالیت‌های معمول دارند، نظرات همسویی حاصل نشده است. محققین معتقدند که انجام تمرینات هوازی، اثرات بهینه‌ای بر کارایی سیستم قلبی-عروقی، تنفسی و سایر ارگان‌های مهم بدن دارد. افزایش VO_{2max} یکی از اثرات مثبت و ارزنده این گونه تمرینات محسوب می‌شود (گائینی، ۲۰۰۸؛ بهرام و دیگران، ۲۰۱۵؛ میرزا آفاجانی و دیگران، ۲۰۱۵). معمولاً محققین در این امر اتفاق نظر دارند که تمرینات استقامتی سبب فقر آهن می‌شود. به ویژه تمریناتی که با شدت نزدیک به VO_{2max} اجرا می‌گردد، بیشترین اثر را در نقصان آهن ایجاد می‌کند (براون لی، ۲۰۰۲؛ لانداه^۳ و دیگران، ۲۰۰۵). بنابراین

مهم است که ضمن کسب حداکثر فواید جسمانی ناشی از تمرینات هوازی، به شناسایی جنبه‌هایی از آن بپردازیم که اثرات مخربی بر فرآیندهای بیوزیستی عنصر مهم آهن نداشته باشد. هزینه انرژی در فعالیت‌های جسمانی متغیر است. اما در هر صورت همه این واکنش‌ها که در نهایت برای بدن تأمین انرژی می‌کنند، عنصر آهن را به نوعی مورد استفاده قرار می‌دهند. شدت فعالیت‌های تمرینی به عنوان عاملی اثر گذار در جذب آهن معرفی شده و ممکن است تمرین با شدت بالا دو تا سه بار در هفته، افراد را مستعد آنمی نماید است (اسکارپنسکا^۴ و دیگران، ۲۰۱۵). همچنین گفته می‌شود که انجام سه جلسه تمرین هوازی با شدت بالا، سبب افزایش هپسیدین^۵ شده و این به مفهوم خطر بیشتر ابتلاء به کم‌خونی در هر دو گروه ورزشکاران زن و مرد می‌باشد (بور^۶ و دیگران، ۲۰۱۸). به نظر می‌رسد در میان زنانی که در دوران‌هایی مثل قاعدگی، بارداری، زایمان و انجام فعالیت‌های سنگین به هزینه انرژی بیشتری نیاز داشته و علاوه بر آن، دفع آهن را نیز به طور طبیعی دارند؛ آگاهی از تفاوت اثرگذاری شدت تمرینات ورزشی مهم باشد. از طرفی هم بررسی اثربخشی مکمل‌ها در این دوره‌های خاص می‌تواند کمک بسزایی در پیشگیری از حالت‌های کم‌خونی و یا برطرف کردن نگرانی ناشی از انجام تمرینات ورزشی را در پی داشته باشد. لذا در مطالعات به طور واضح مشخص نیست که چه میزان از مکمل آهن همراه با چه شدت تمرینی می‌تواند اثرات متعادلی را به دنبال داشته باشد؟ به علاوه، مکمل‌های آهن نیز در مدت زمان طولانی قابل استفاده نمی‌باشند. محققین دریافته‌اند که مصرف مکمل آهن در کوتاه مدت اثر تعادلی در پی دارد، بدون آن که سبب عوارض احتمالی یا بر هم کنش با فلزات کمیاب دیگر مثل روی گردد (برک و دیکین^۷، ۲۰۰۰). این در حالی است که مصرف طولانی مدت این عنصر ممکن است سبب رسوب آن در اندام‌های حیاتی مثل کبد گردد و عوارض جانبی معدی-روده‌ای برجای گذارد؛ عوارضی که احتمالاً بروز آن‌ها وابسته به دوز مصرفی می‌باشد (تولکین^۸ و دیگران، ۲۰۱۵). امروزه مکمل آهن به عنوان یک مداخله بهداشت عمومی در مناطقی که کم‌خونی

1. Martínez

2. Hinton

3. Landahi

4. Skarpanska

5. Hepsidin

6. Bauer

7. Burke & Dickin

8. Tolkien

درصد ضربان قلب بیشینه) + مصرف مکمل، گروه چهارم: تمرینات با شدت متوسط (۶۵-۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه) + مصرف دارونما، گروه پنجم: گروه کنترل + مکمل، و گروه ششم: گروه کنترل + دارونما می شود.

یکی از معیار ورود به تحقیق برخورداری از سلامت کامل بود که با تایید پزشک گروه صورت گرفت قرارگیری هموگلوبین خون در دامنه طبیعی (۱۵-۱۲ گرم بر دسی لیتر) از طریق آزمایش خون، مشخص گردید عدم انجام فعالیت منظم ورزشی طی شش ماه قبل از شروع دوره تمرینی با پرسش نامه محقق ساخته بررسی شد. نهایتاً دامنه سنی شرکت کنندگان ۱۹-۲۵ سال تعیین گردید. معیار خروج از تحقیق شامل آسیب دیدن حین تمرینات، عدم شرکت طی دو جلسه متوالی یا سه جلسه غیر متوالی و مشکلات شخص آزمودنی ها بود.

پروتکل تمرین هوازی با شدت ۶۵-۷۵ درصد ضربان قلب

بیشینه: این تمرینات به مدت ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته اجرا شد. برنامه‌ها با ۱۰-۵ دقیقه گرم کردن شروع شد و در این مرحله از انواع دوها، حرکات کششی، نرمشی و جهشی استفاده گردید. پس از آن، دویدن مداوم با آهنگ ثابت و شدت ۶۵-۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه آزمودنی‌ها اجرا گردید. زمان دویدن در هر جلسه ۲۰ دقیقه بود و در هر هفته بر شدت آن افزوده شد، به گونه ای که از هفته ششم به بعد، شدت تمرین در حد ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب ثابت باقی ماند. ضربان قلب بیشینه از فرمول (سن - ۲۲۰) محاسبه شد. برای کنترل شدت تمرین هر ۴ دقیقه یکبار با استفاده از شمارش ضربان قلب در ناحیه کاروتید گردن که قبل از آن به آزمودنی‌ها آموزش داده شده بود، به مدت ۱۰ ثانیه شمارش شده و عدد حاصل در ۶ ضرب شد تا ضربان قلب در یک دقیقه بدست آید (فرامرز و دیگران، ۲۰۱۳).

پروتکل تمرین هوازی با شدت ۸۰-۹۰ درصد ضربان قلب

بیشینه: در این گروه نیز مدت و زمان تمرین و چهارچوب تمرینات مانند گروه قبل بود با این تفاوت که شدت تمرینات در این گروه از ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه در هفته اول شروع و در دو هفته آخر به ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه رسید (فرامرز و دیگران، ۲۰۱۳).

شیوع دارد، برای پیش گیری از فقر آهن توصیه می شود. البته مقادیر آن کمتر از ۳۰ تا ۶۰ گرم آهن یونی، معادل ۱۶۰ تا ۳۰۰ میلی گرم فرس سولفات هپتا هیدرات^۱ است که برای فقر آهن تجویز می شود (سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۱۵).

از آنجا که شیوع فقر آهن در زنان و دختران نوجوان ایرانی در دامنه ۳۸ تا ۴۰ درصد گزارش شده است (شیخ الاسلامی و دیگران، ۲۰۰۳)؛ این سوال پیش می آید که اولاً در شدت آستانه و فراتر از آن برای بهبود استقامت قلبی - عروقی، تفاوتی در خطرزایی احتمالی برای افت شاخص های مرتبط با ذخایر آهن رخ می دهد؟ و استفاده از دوز سالم مصرفی به صورت منقطع، چه تاثیری بر تغییرات محتمل خواهد داشت؟ با استفاده از اطلاعات گذشته نگر به نظر می رسد که برای شناخت مکانیسم هماهنگی شدت تمرینات هوازی با مکمل آهن و آگاهی از شرایط به وجود آمده در متغیرهای خونی مربوط به ذخایر آهن توسط شدت متداول در تمرینات ورزشی، انجام تحقیق حاضر بتواند برای جامعه ورزشی مفید باشد. بنابراین در پژوهش حاضر اثر دو دامنه شدت متفاوت از تمرینات هوازی یعنی ۶۵-۷۵ حداکثر ضربان قلب بیشینه، و ۸۰-۹۰ حداکثر ضربان قلب بیشینه بر تغییرات احتمالی ذخایر آهن مورد بررسی قرار گرفت تا یک از طرف به تفاوت های احتمالی مرز این دو دامنه بر عواملی مثل فریتین و هموگلوبین و سایر متغیرهای مورد نظر پرداخته شود و از سوی دیگر، تأثیر مصرف منقطع مکمل آهن در زمان های تمرین طی ۸ هفته، مورد بررسی قرار گیرد.

روش تحقیق

پژوهش حاضر به شیوه نیمه تجربی با طرح پیش آزمون و پس آزمون در سه حالت مکمل، دارونما و کنترل به صورت دوسویه کور انجام گرفت. جامعه آماری شامل کلیه دانشجویان دختر دانشگاه حکیم سبزواری بوده که از بین آنان ۷۵ نفر به صورت داوطلبانه انتخاب شدند و به صورت تصادفی در ۶ گروه ۱۵ نفره قرار گرفتند. این تقسیم بندی شامل گروه اول: تمرینات با شدت بالا (۸۰-۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه) + مصرف مکمل، گروه دوم: تمرینات با شدت بالا (۸۰-۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه) + مصرف دارونما، گروه سوم: تمرینات با شدت متوسط (۶۵-۷۵

1. Ferrous sulfate heptahydrate

نحوه مصرف مکمل آهن و دارونما: مکمل شامل کپسول آهن حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم ترکیب فرسولفات بود که ۲ ساعت بعد از مصرف شام به مدت ۴ روز در هفته‌های تمرینی استفاده گردید. به گروه دارونما، کپسول حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم نشاسته داده شد.

$$۴۴/۷۳ \div (۵۰۴/۹ - \text{مسافت طی شده به متر}) = \text{حداکثر اکسیژن مصرفی}$$

به منظور برآورد درصد چربی بدن، ضخامت چربی زیرپوستی سه نقطه ای در نواحی تحت کتفی، سه سر بازویی و سینه‌ای به وسیله کالیپر در سمت راست بدن بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد. سپس مجموع این سه نقطه در فرمول جکسون و پولاک^۲

$$(\text{سن} \times ۰/۰۰۱۳۹۲) - (\text{مجموع چین پوستی} \times ۰/۰۰۰۰۰۲۳) + (\text{مجموع چین پوستی} \times ۰/۰۰۰۹۹۲۹) - ۱/۰۹۹۴۲۱ = \text{چگالی بدن}$$

$$۱۰۰ \times (۴/۵ - \text{چگالی بدن} \div ۴/۹۵) = \text{درصد چربی بدن}$$

استفاده شد. در صورت معنی‌دار بودن تفاوت‌ها، آزمون توکی^۶ به کار گرفته شد. کلیه عملیات آماری با نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ به اجرا درآمد و سطح معنی‌داری فرضیه‌های آماری، $p < ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

با توجه به توزیع طبیعی داده‌ها ($p > ۰/۰۵$)، از آزمون تحلیل واریانس دو طرفه استفاده شد. نتایج حاصل از این آزمون (شکل ۱) نشان داد که بین وزن، درصد چربی و توده بدن آزمودنی‌ها در هر ۶ گروه مطالعه، تفاوت معنی‌داری ($p = ۰/۱۰$) وجود ندارد (شکل‌های ۱، ۲ و ۳). در مورد شاخص VO_{2max} ، تفاوت معنی‌داری ($F = ۵/۷۳$ ، $p = ۰/۰۲$) بین گروه‌های تمرین هوازی با شدت بالا + دارونما و کنترل + مکمل مشاهده شد (شکل ۴). آزمون تعقیبی توکی مشخص کرد؛ از پیش آزمون تا پس آزمون در گروه تمرین هوازی با شدت بالا همراه با مصرف دارونما نسبت به گروه تمرینات هوازی با شدت بالا همراه با مصرف آهن، VO_{2max} بهبود بیشتری پیدا کرده است ($p < ۰/۰۵$). در کلیه شاخص‌های خونی اندازه‌گیری شده، پس انجام دو شیوه تمرینی با مصرف مکمل و دارونما، تغییر معنی‌داری ($p > ۰/۰۵$) ایجاد نشد (شکل‌های ۵، ۶ و ۷).

سنجش متغیرهای بیوشیمیایی: به منظور اندازه‌گیری متغیرهای آهن سرم (Fe)، ظرفیت پیوندی کامل آهن (TIBC)، فریتین سرم (Fer)، شمارش سلول‌های خونی (CBC)، تعداد گلبول سفید (WBC)، تعداد گلبول قرمز (RBC)، هموگلوبین (Hb) و هماتوکریت (Hct)؛ خون‌گیری با شرایط مشابه متعاقب ۱۲-۱۴ ساعت ناشتایی در دو مرحله، ۴۸ ساعت پیش و پس از ۸ هفته تمرین صورت گرفت. برای همگنی قبل و بعد از فعالیت و به حداقل رساندن تاثیر پذیری شاخص‌های مد نظر از فعالیت‌های انجام گرفته؛ از شرکت کنندگان خواسته شد تا ۲ روز قبل از آزمون، هیچ فعالیت جسمی شدیدی انجام ندهند. سیکل ماهانه آزمودنی‌ها، دما و ساعت آزمون ثبت شد تا در مرحله بعدی حتی الامکان این شرایط حفظ گردد. از آزمودنی‌ها در وضعیت نشسته، از سیاهرگ دست راست حدود ۵ میلی‌لیتر خون گرفته شد و به مدت ۱۰ دقیقه با سانتریفیوژ با سرعت ۳۵۰ دور در دقیقه، سرم آن‌ها جدا و در دمای -۸۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

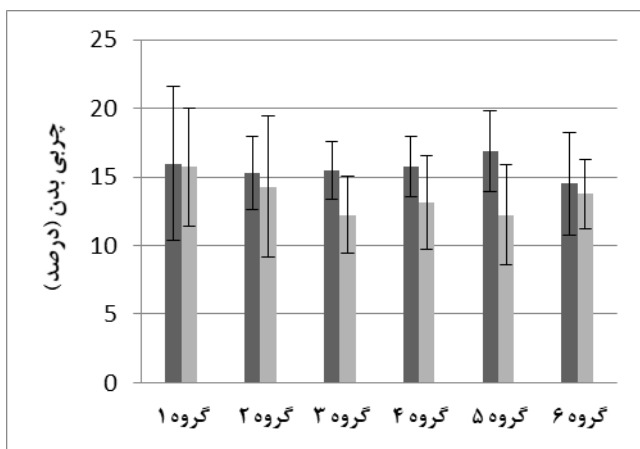
روش آماری: برای تجزیه و تحلیل اطلاعات به دست آمده از آمار توصیفی، برای بررسی همگن بودن گروه‌ها از آزمون تحلیل واریانس چند متغیره^۴ و به منظور مقایسه هر یک از متغیرهای موجود در گروه‌های شش‌گانه از آزمون تحلیل واریانس دو طرفه^۵

1. Heyward
2. Jackson & Pollock
3. Siri & Brozek

4. Multivariable analyze of variance
5. Two-way ANOVA
6. Tukey

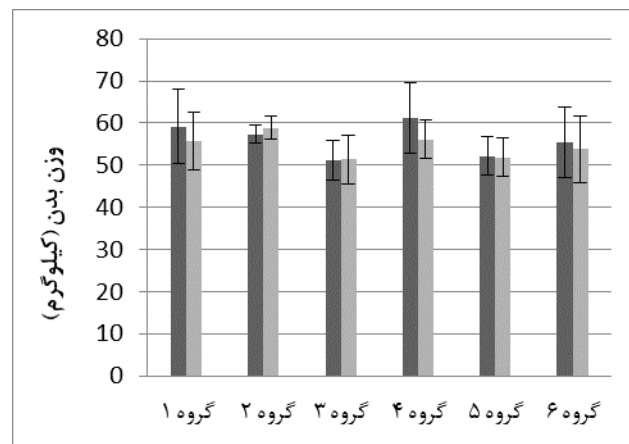
جدول ۱. توصیف ویژگی‌های دموگرافیک گروه‌ها (میانگین \pm انحراف استاندارد)

وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	سن (سال)	گروه‌ها/متغیرها
۵۸/۱۸ \pm ۱۰/۷۶	۱۶۰/۷۲ \pm ۴/۸۴	۲۰/۴۵ \pm ۱/۴۱	گروه ۱: تمرینات با شدت بالا (۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه) + مصرف مکمل
۵۹/۱۴ \pm ۸/۴۷	۱۵۸/۱۷ \pm ۳/۰۷	۲۱/۹۴ \pm ۱/۱۸	گروه ۲: تمرینات با شدت بالا (۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه) + مصرف دارونما
۵۵/۰۴ \pm ۸/۸۶	۱۵۹/۲۴ \pm ۴/۹۳	۲۲/۶۶ \pm ۱/۴۹	گروه ۳: تمرینات با شدت متوسط (۷۵-۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه) + مصرف مکمل
۵۷/۷۳ \pm ۹/۱۲	۱۶۱/۰۴ \pm ۳/۵۵	۲۱/۵۱ \pm ۱/۸۱	گروه ۴: تمرینات با شدت متوسط (۷۵-۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه) + مصرف دارونما
۵۶/۰۴ \pm ۱۰/۳۴	۱۶۱/۱۶ \pm ۴/۵۸	۲۰/۷۵ \pm ۱/۶۲	گروه ۵: گروه کنترل + مکمل
۵۸/۶۴ \pm ۹/۱۸	۱۵۹/۸۷ \pm ۳/۷۲	۲۲/۰۴ \pm ۱/۱۵	گروه ۶: گروه کنترل + دارونما



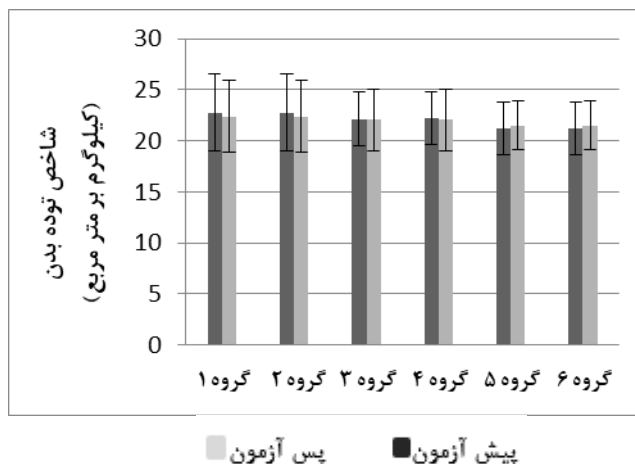
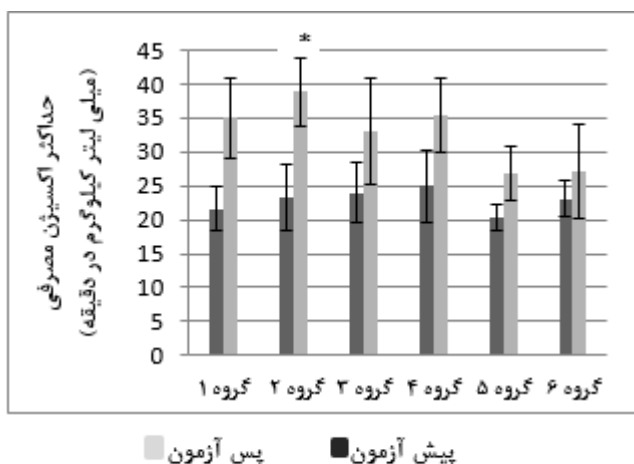
پس آزمون پیش آزمون

شکل ۲. تغییرات درصد چربی بدن قبل و بعد از ۸ هفته مداخله تمرینی



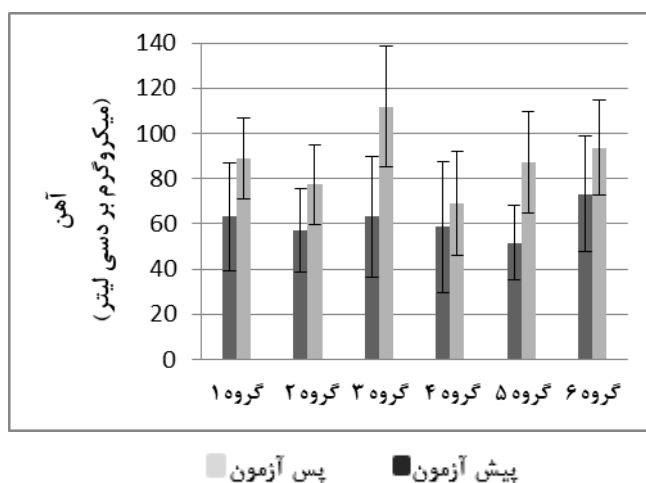
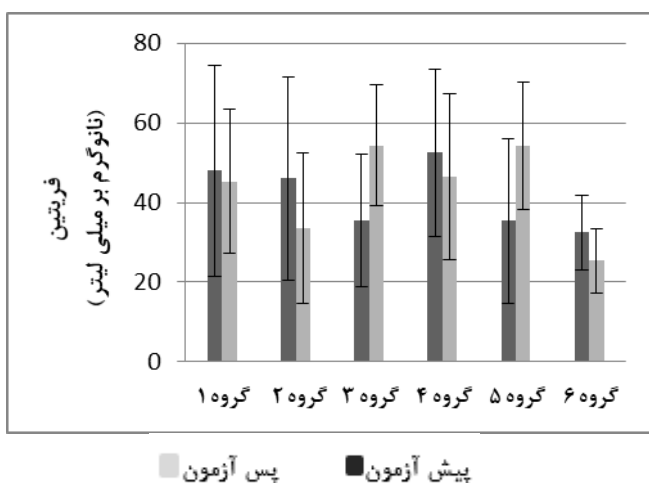
پس آزمون پیش آزمون

شکل ۱. تغییرات وزن بدن قبل و بعد از ۸ هفته مداخله تمرینی



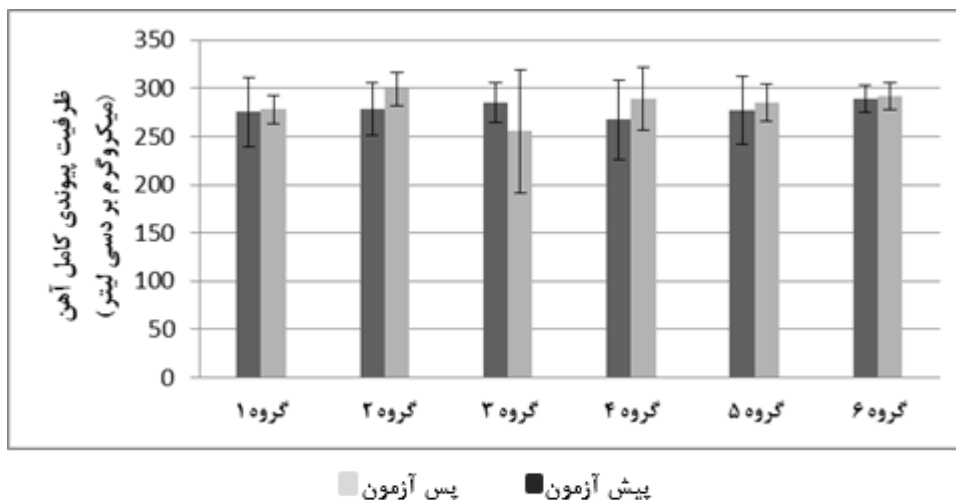
شکل ۳. تغییرات شاخص توده بدن قبل و بعد از هشت هفته مداخله تمرینی

شکل ۴. تغییرات حداکثر اکسیژن مصرفی قبل و بعد از ۸ هفته مداخله تمرینی. *نشانه تفاوت معنی دار با گروه ۱ از پیش آزمون تا پس آزمون در سطح $p < 0.05$.



شکل ۵. تغییرات آهن سرمی قبل و بعد از ۸ هفته مداخله تمرینی

شکل ۶. تغییرات فریتین سرمی قبل و بعد از ۸ هفته مداخله تمرینی



شکل ۷. تغییرات ظرفیت پیوندی کامل آهن سرمی قبل و بعد از ۸ هفته مداخله تمرینی

بحث

کرده بودند، پس از ۶ هفته وضعیت آهن بهبود یافت و افزایشی هم در انقباض ارادی بیشینه مشاهده شد؛ البته این افزایش ۶ دقیقه بعد از مصرف مشاهده شد و بعد از ۴۰ دقیقه کاهش یافت. آنچه در تحقیق بروستریت و دیگران (۲۰۰۳) جالب به نظر می‌رسد، اهمیت نقش زمان و خستگی است. در این تحقیق ارتباطی بین وضعیت آهن و ذخایر بافتی آن با خستگی مشاهده نشد، گرچه مقاومت کلی اجزای بدن به خستگی بهبود یافت. شاید بتوان گفت که میزان دفع آهن ناشی از تعرق آن قدر زیاد نیست که اختلالی در وضعیت ذخایر این عنصر در بدن ایجاد نماید. کما این که آزمایش‌های بیوشیمی خون نیز همیشه موید افت این ذخایر به دنبال تمرینات استقامتی نبوده‌اند.

به نظر می‌رسد مقاومت به خستگی می‌تواند بر اثر افزایش و بهبود VO_{2max} باشد که بر اثر تمرین حادث می‌شود. همان‌طوری که ما نیز در تمرین اعمال شده دریافتیم انجام تمرین استقامتی به دنبال ۸ هفته، بهبود قابل ملاحظه‌ای در VO_{2max} ایجاد کرد. این افزایش ظرفیت تنفسی است که علائم خستگی را با تاخیر مواجه می‌کند. از طرف دیگر، ناهمسو با نتایج حاضر، براون لی و دیگران (۲۰۰۴) دریافتند که دو تمرین با شدت پایین و بالا (۶۰-۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه و ۸۵-۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه) به همراه مصرف مکمل آهن (۵۰ میلی‌گرم فرسولفات) در زنان،

نتایج مطالعه حاضر هیچ‌گونه تغییر قابل ملاحظه‌ای را به دنبال ۸ هفته تمرین با دو شدت ۶۵-۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه و ۸۰-۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه در متغیرهای وابسته بررسی شده نشان نداد. همچنین مصرف مکمل آهن به همراه تمرینات نیز تغییر قابل ملاحظه‌ای به همراه نداشت؛ تنها بهبود معنی دار VO_{2max} در گروه تمرین هوازی با شدت بالا و مصرف دارونما مشاهده شد.

در تحقیقی که دنوگینر و لورال^۱ (۲۰۰۱) انجام دادند نیز هیچ‌گونه تغییری را در میزان فریتین و سطوح اشباع فریتین دوچرخه سواران پس از مصرف مکمل آهن (۲۵/۵ گرم روزانه) مشاهده نکردند. محققین معتقد هستند که توصیه به مصرف آهن به دو دلیل انجام می‌شود: ۱) جلوگیری از گرفتگی های طولانی عضلانی به ویژه در مسابقات طولانی مدت؛ و ۲) ظهور سطوح پایین آهن در آزمایشات بیوشیمی خون افراد؛ این موضوع نمی‌تواند خیلی صحیح باشد. همچنین بروستریت و دیگران (۲۰۰۳) به دنبال مصرف ۱۰ میلی‌گرم مکمل آهن، ۲ بار در هر هفته به مدت ۶ هفته تمرین، تفاوت معنی دار بین گروه‌ها مشاهده نکردند. ما نیز در این تحقیق به نتیجه مشابهی دست یافتیم. در تحقیق فوق اشاره، در گروهی که مکمل آهن مصرف

یافت؛ تغییری که شاید بتوان آن را به افزایش ظرفیت استفاده اکسیژن در عضلات نسبت داد و به کارایی بیشتر میوگلوبین عضلانی در نقش‌های متابولیسمی آنان توجه کرد. آنچه مد نظر ما بود، پی بردن به ضررهای احتمالی دفع آهن بر اثر فعالیت بدنی بود که خوشبختانه نتایج حاصل از تحقیق نشان داد انجام ۳۰ دقیقه تمرین منظم با ۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه، ۳ بار در هفته؛ ضمن ارتقای سطح VO_{2max} که یکی از شاخص‌های مطلوب استقامت قلبی-عروقی است، تغییرات قابل ملاحظه‌ای در شاخص‌های خونی ایجاد نمی‌کند. آکاباس و دولینز^۱ (۲۰۰۵) راجع به نیاز زنان فعال به ریزمغذی‌ها به ویژه آهن طی مطالعه‌ای بیان کرده‌اند آنچه که نیاز زنان به آهن را افزایش می‌دهد، تعریق، ادرار و همولیز داخلی سلول‌هاست که ممکن است بر اثر ورزش‌های استقامتی رخ دهد؛ همچنین تغییرات هموگلوبین و فریتین که با تغییرات حجمی پلاسما ایجاد می‌شود و اثری گذرا دارد را می‌توان اضافه کرد. آن‌ها معتقدند که بیشترین غلظت آهن در عرق در طی ۳۰ دقیقه اول تمرین رخ می‌دهد و میزان ۵/۷ درصد آهن روزانه یا ۱/۲ میلی گرم بر دسی لیتر با تمرین زنان در اولین ساعات روز از دست می‌رود. در این بین به ویژه میزان نیاز زنان دهنده به آهن بیشتر می‌باشد (هینتون و دیگران، ۲۰۰۰). و استفاده از مکمل تنها برای کسانی که در سطوح پایین اولیه‌ای از شاخص‌های فریتین، آهن و اشباع ترانسفرین قرار دارند، تغییرات بهینه‌ای را در این شاخص‌ها به وجود می‌آورد؛ ولی در سایر افراد با سطوح میانگین طبیعی، تغییری ایجاد نمی‌شود. در آزمایش‌های کنترل شده، تاثیر سودمند مکمل آهن تنها در ورزشکاران آئمی ناشی از فقر آهن یا زنان ورزشکار و افراد غیرفعال با فریتین سرم پایین؛ دیده شده است. با توجه به زمان تمرین در تحقیق حاضر که انجام حداقل ۲۰ تا ۳۰ دقیقه دویدن با ۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه بود، افت و خیز قابل توجهی را در ذخایر آهن این آزمودنی‌ها مشاهده نکردیم؛ بنابراین میزان دفع احتمالی آهن از طریق تعریق در ۳۰ دقیقه و توسط ضربات پا با تغذیه روزانه جایگزین شده است و این آزمودنی‌ها از تطابق فیزیولوژیکی لازم بهره برده‌اند.

ناهمسو با تحقیق حاضر، بیرد و تووین (۲۰۰۰) طی انجام مطالعات و تحقیق‌های خود عنوان نموده‌اند که مصرف ۳۹ میلی‌گرم آهن یا ۱۲۵ میلی‌گرم سولفات آهن، برای پیشگیری از

۲ بار در هفته به مدت ۶ هفته؛ سبب بهبود غلظت هموگلوبین، هماتوکریت، VO_{2max} و نیز ظرفیت‌های تنفسی می‌شود. آنچه در این تحقیق جالب به نظر می‌رسد این است که در گروه بدون مکمل نیز بهبود شاخص‌های خونی دیده شد. در نتیجه می‌توان گفت که تمرین به تنهایی نیز تغییرات قابل ملاحظه‌ای را در شاخص‌های خونی ایجاد می‌کند. شاید اگر هورمون‌هایی که در تنظیم بیوشیمی خون اثرگذار هستند مانند اریتروپویتین تحت بررسی قرار گیرند، بتوان به اثرات احتمالی تمرین با شدت متوسط بر فرآیندهای خون‌سازی نیز تا حدودی پی برد. با دقت در نوع تحقیق‌های انجام شده و مقایسه با آنچه که ما انجام داده‌ایم، افرادی که مورد بررسی قرار گرفته‌اند در مرز تحتانی طبیعی فاکتورهای خونی بوده‌اند، بدین معنا که هرچند مبتلا به آئمی نبوده‌اند، اما میزان و میانگین شاخص‌های مورد بررسی در آن‌ها در دامنه پایینی قرار داشته است؛ لذا شاید بتوان گفت که این عامل باعث تغییرات معنی دار شده است. چنانچه، هاس^۱ و دیگران (۲۰۰۱) در تحقیق خود نشان داده‌اند که انجام تمرینات با شدت ۷۵-۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه و مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم فروسولفات، ۶ روز در هفته؛ سبب تغییرات ذخایر آهن نمی‌شود؛ اما در گروه مکمل نسبت به ظرفیت‌های اولیه در SFR، TS و SFE افزایش؛ و در TFR کاهش مشاهده شد و در هر دو گروه VO_{2max} بهبود یافت. همانند تحقیق حاضر، این بهبود در گروه دارونما دال بر تطابق فیزیولوژیک با دوره تمرینی محسوب می‌شود.

هاس و دیگران (۲۰۰۱) بیان کرده‌اند که زنان با افزایش سطوح فعالیت خود ممکن است بتوانند از فواید مواد غذایی حاوی آهن جهت ارتقای تطابق‌های فیزیولوژیک بهره ببرند. آنها مطالعه‌ای در ارتباط با کمبود آهن و کاهش ظرفیت کاری انجام دادند و در نتایج خود مشاهده کردند که بین ظرفیت هوازی افراد و هموگلوبین رابطه وجود دارد. به لحاظ فیزیولوژیکی استقامت به فعالیت اکسیژن، ظرفیت اکسیداتیو (آنزیم‌های اکسیداتیو) و استفاده از آن در کار عضلانی وابسته است. هاس و دیگران (۲۰۰۱) تاکید دارند در افراد غیر آئمیک، کاهش ظرفیت اکسیداتیو، مکانیسم اصلی کاهش عملکرد می‌باشد. بنابراین ما دریافتیم با توجه به این که در میزان شاخص وزن و درصد چربی بدن آزمودنی‌ها تغییری ملاحظه نشد؛ ولی VO_{2max} آنان ارتقا

مورد ذخایر آهن را پدید نیاورد و چون مکمل هم اثری نداشته است، به نظر می‌رسد اگر در شرایط تغذیه‌ای، میزان ورودی مواد ذخایر آهن کافی باشد، نیازی به مصرف مکمل احساس نمی‌شود. با این حال به نظر می‌رسد گر چه ما نیز همانند سایر تحقیقات زنان، شرط غیر آنمی بودن را انتخاب کردیم، ولی یک مسئله را در بررسی‌های خود لحاظ نکرده‌ایم. میانگین اولیه‌ای را که از شاخص‌های خونی برگزیده‌ایم، در دامنه طبیعی قرار داشته‌اند و ما اثری را در مصرف مکمل در طول دوره تمرینی مشاهده نکردیم. در کل نتایج تحقیق حاضر دال بر آن است که این شدت تمرینی بر افرادی که در میانگین دامنه طبیعی قرار دارند، کفایت نمی‌کند و شاخص‌های هماتولوژی در دامنه طبیعی باقی می‌مانند؛ با این حال نمی‌توانیم این نظریه را در مورد همین افراد در حداقل دامنه طبیعی، به کار بریم. کلیه تحقیق‌هایی که زنان سالم غیر آنمیک در آنان بر اثر مصرف مکمل اثرات بهینه‌ای را در شاخص‌های خونی نشان داده‌اند، در حداقل دامنه طبیعی قرار داشته‌اند. بنابراین مطالعه ما بیان کننده این مساله است که افراد غیر آنمیک با میانگین طبیعی، اثرپذیری را در طی دوره تمرینی بر شاخص‌های خونی و همین طور مصرف مکمل نشان نمی‌دهند؛ ضمن این که ما ارتقا VO_{2max} را مشاهده کردیم. بنابراین استرس ناشی از این دوره تمرینی، یک استرس طبیعی در جهت ایجاد تغییرات بیولوژیک لازم برای افزایش ظرفیت قلبی - عروقی به حساب می‌آید.

نتیجه‌گیری: انجام تمرینات هوازی در دو دامنه شدت ۶۵-۷۵ و ۸۰-۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه، ۳ روز در هفته، تاثیر منفی بر شاخص‌های خونی و ظرفیت آهن ندارد؛ و تنها شدت بالاتر تمرین می‌تواند سبب بهبود استقامت قلبی - عروقی در دختران دانشجو گردد. بنابراین احتمال دارد یک رژیم متعادل به لحاظ انرژی و تامین مواد مغذی همراه با فعالیت بدنی کافی، بهبود کارایی جسمانی و سلامتی زنان با میانگین طبیعی شاخص‌های خونی را بدون نگرانی از عدم تعادل در این شاخص‌ها، به همراه داشته باشد.

قدردانی و تشکر

بدین وسیله محققین از کلیه پرسنل دانشکده علوم ورزشی دانشگاه حکیم سبزواری و همین طور دانشجویان گرامی به خاطر همراهی و مساعدت در این مطالعه؛ کمال تشکر را دارند.

افت فریتین در شناگران مفید است. تحقیقات نشان از آن دارند که تعادل آهن تحت اثر شدت و مدت تمرین قرار می‌گیرد و از دست رفتن خون در ناحیه معده‌ای - روده‌ای پس از دویدن و هماتوری بر اثر ضربات پای دوندگان؛ از عوامل اصلی آن است. زنان ورزشکار ۲۰ درصد احتمال بالاتری در از دست دادن آهن نسبت به غیر ورزشکاران دارند. مطالعه حاضر تغییری در ذخایر آهن پس از یک دوره تمرین استقامتی نشان نداد و به نظر می‌رسد طبق گفته محققین، شاخص‌هایی چون افزایش حجم، شدت و مدت تمرین عوامل اثرگذار اصلی بر شاخص‌های خونی هستند. آنچه ذکر شد حاکی از این واقعیت است که در رشته‌های رقابتی و استقامتی، بیشتر شرایط آنمی ایجاد می‌شود (بیرد و توبین، ۲۰۰۰؛ هینتون و دیگران، ۲۰۰۰). البته افرادی که در سطوح پایین دامنه طبیعی شاخص‌های خونی قرار دارند، مستعدتر هستند و در روند انجام فعالیت‌های بدنی، کاهش بیشتری را در شاخص‌های ظرفیت آهن بروز می‌دهند.

از آنجا که در تحقیق حاضر هیچ‌گونه تغییری در شاخص‌های هماتولوژی و ذخیره آهن مشاهده نشد، ذکر چند نکته الزامی به نظر می‌رسد. با توجه به مرور تحقیق‌های پیشین، اثر شدت و حجم تمرین بر تغییرات شاخص‌های خونی مشخص نیست؛ اما آنچه که از مجموع نتایج بر می‌آید آن است که بر اثر یک دوره تمرین با دو شدت ۶۵-۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه و ۸۰-۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه، تغییرات محدود کننده‌ای را مشاهده نکردیم. به این دلیل طی انجام ۳۰ دقیقه تمرین با شدت ۶۵-۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه، بهبودی در VO_{2max} مشاهده نشد؛ می‌توان ادعان کرد که این شدت کفایت لازم را بر ارتقای ظرفیت هوازی آزمودنی‌ها ندارد؛ اما تمرینات منظم با شدت ۸۰-۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه، فشار لازم بر سیستم قلبی - عروقی و شرایط بهبودی VO_{2max} را ایجاد می‌کند. از طرف دیگر، شاخص‌های توده بدنی و درصد چربی هم تغییر معنی دار نداشتند، لذا این بهبودی را می‌توان به سایر تطابق‌های فیزیولوژیکی چون تعداد ضربان و حجم ضربه‌ای و احتمالاً برخی شاخص‌های بیوشیمیایی نسبت داد که ظرفیت اکسیداتیوی عضلات را بالا می‌برند. عدم تغییر وزن و توده چربی می‌تواند دال بر عدم کنترل شرایط تغذیه‌ای گروه‌ها باشد. نکته مهم دیگر این است که وجود شرایط متعادل تغذیه‌ای اثر نگران کننده‌ای در

منابع

- Ahmadigodini, S., Behpoor, N., & Tadibi, V. (2017). Effect of four weeks of endurance-resistance trainings with iron supplementation on some of hematological indices of active females. *Pajouhan Scientific Journal*, 16(1), 49-55. [Persian]
- Akabas, S. R., & Dolins, K. R. (2005). Micronutrient requirements of physically active women: what can we learn from iron? *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81(5), 1246-1251.
- Alijani, A., & Hemmati, J. (2008). The effect of aerobic training along with iron supplementation on some blood constituents martyr Chamran University male students. *Harakat Journal*, 26, 85-94. [Persian]
- Alikarami, H., Nikbakht, M., & Ghalavand, A. (2017). Effect of 8 weeks of continuous moderate intensity aerobic training on iron status in club-level football players. *The Horizon of Medical Sciences*, 23(2), 129-133. [Persian]
- Bahram, M. E., Pourvaghar, M. J., Mojtahedi, H., & Movahadi, A. R. (2015). The effect of 8 weeks of aerobic exercise training on some of cardiovascular endurance and body composition characteristics of male high school students in Kashan. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*, 2(4), 90-100. [Persian]
- Bauer, P., Zeissler, S., Walscheid, R., Frech, T., & Hillebrecht, A. (2018). Acute effects of high-intensity exercise on hematological and iron metabolic parameters in elite male and female dragon boating athletes. *The Physician and Sports Medicine*, 46(3), 335-341.
- Beard, J., & Tobin, B. (2000). Iron status and exercise. *American Journal of Clinical Nutrition*, 72(2), 594S-597S.
- Brownlie, T., Utermohlen, V., Hinton, P. S., Giordano, C., & Haas, J. D. (2002). Marginal iron deficiency without anemia impairs aerobic adaptation among previously untrained women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 75(4), 734-742.
- Brownlie, T., Utermohlen, V., Hinton, P. S., Giordano, C., & Haas, J. D. (2004). Iron supplement benefits depend on stage of deficiency. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79, 437-443.
- Brutsaert, T. D., Hernandez-Cordero, S., Rivera, J., Viola, T., Hughes, G., & Haas, J. D. (2003). Iron supplementation improves progressive fatigue resistance during dynamic knee extensor exercise in iron-depleted, nonanemic women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 77(2), 441-448.
- Burke, L., & Dickin, W. (2000). *Clinical Sports Nutrition*. 1th Edition. Translated by: Naghei, M. R. Tehran, Hezardastan Publishing. 238-234. [Persian]
- Carin, R., & Amars, E. (1999). *Robinson's Nutrition Principles*. 1th Edition. Translated by: Fekri, N. Tehran, Publishing Salemi, 180-179. [Persian]
- Deruisseau, K. C., Roberts, L. M., Kushnick, M. R., Evans, A. M., Austin, K., & Haymes, E. M. (2004). Iron status of young males and females performing weight-training exercise. *Journal of Medicine Science in Sports Exercise*, 36(2), 241-248.

- Deugnier, Y., & Loréal, O. (2001). Abnormally high serum ferritin levels among professional road cyclists. *Journal of Medicine Science in Sports Exercise*, 34, 876-880.
- Faramarzi, M., Gaeini, A. A., & Arjmand, M. (2013). The effect of the hourly hours on the response of mucosal immunity indexes of elite young male swimmers to a periodic swim activity. *Sport Physiology (Research on Sport Science)*, 5(18), 23-38. [Persian]
- Gaeini, A., & Rajabi, H. (2008). *Physical fitness*. 4th Edition. Ministry of Culture and Islamic Guidance. [Persian]
- Haas, J. D., & Brownlie, T. (2001). Iron deficiency and reduced work capacity: a critical review of the research to determine a causal relationship. *The Journal of Nutrition*, 131(2), 676S-690S.
- Hemati, J., & Alijani, E. (2007). Evaluation of effect of eight-week aerobic trainings with iron supplement on some blood composition of the male students of Shahid Chamran University of Ahvaz. *Harakat Journal*, 26, 85-92. [Persian]
- Heyward, V. H. (2005). *Advanced fitness assessment & exercise prescription*. Translated by: Gaeini, A. A., Rajabi, H., Hamedinia, M. R., & Azad, A. Tehran, Sahab Publication, 94-95. [Persian]
- Hinton, P. S., Giordano, C., Brownlie, T., & Haas, J. D. (2000). Iron supplementation improves endurance after training in iron-depleted, nonanemic women. *Journal of Applied Physiology*, 88(3), 1103-1111.
- Jackson, A. S., Pollock, M. L., & Ward, A. N. N. (1980). Generalized equations for predicting body density of women. *Journal of Medicine and Science in Sports and Exercise*, 12(3), 175-181.
- Keshavarz, S. A. (2005). *Compilation, Nutrition and diet of athletes*. 1th Edition. Tehran, Arish Publishing, 98. [Persian]
- LaManca, J. J., & Haymes, E. M. (1993). Effects of iron repletion on VO₂max, endurance, and blood lactate in women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25(12), 1386-1392.
- Landahl, G., Adolfsson, P., Borjesson, M., Mannheimer, C., & Rodjer, S. (2005). Iron deficiency and anemia: a common problem in female elite soccer players. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 15(6), 689-694.
- Martínez, A. C., Cámara, F. J. N., & Vicente, G. V. (2002). Status and metabolism of iron in elite sportsmen during a period of professional competition. *Biological Trace Element Research*, 89(3), 205-213.
- McClung, J. P., Karl, J. P., Cable, S. J., Williams, K. W., Nindl, B. C., Young, A. J., & Lieberman, H. R. (2009). Randomized, double-blind, placebo-controlled trial of iron supplementation in female soldiers during military training: effects on iron status, physical performance, and mood. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 90(1), 124-131.
- Mettler, S., & Zimmermann, M. B. (2010). Iron excess in recreational marathon runners. *European Journal of Clinical Nutrition*, 64(5), 490.
- Mielgo-Ayuso, J., Zourdos, M. C., Calleja-González, J., Urdampilleta, A., & Ostojic, S. (2015). Iron supplementation prevents a decline in iron stores and enhances strength performance in elite female volleyball players during the competitive season. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40(6), 615-622.

- Mirzaaghajani, A., Alikhani, H., Hojjati, Z., & Gharaat, M. A. (2015). Comparison of the effects of continuous and high intensity interval training on aerobic performance in elite male rowers. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*, 4(7), 23-32. [Persian]
- Porcari, J. P., Bryant, C. X., & Comana, F. (2015). *Exercise physiology*. 1th Edition. Philadelphia: F. A. Davis Company.
- Ramezanzpour, M. R., & Kazemi, M. (2012). Effects of aerobic training along with iron supplementation on the hemoglobin, red blood cells, hematocrit, serum ferritin, transferrin and iron in young girls. *Koomesh Journal*, 13(2), 233-239. [Persian]
- Reinke, S., Taylor, W. R., Duda, G. N., Von Haehling, S., Reinke, P., Volk, H. D., ... & Doehner, W. (2012). Absolute and functional iron deficiency in professional athletes during training and recovery. *International Journal of Cardiology*, 156(2), 186-191.
- Rubeor, A., Goojha, C., Manning, J., & White, J. (2018). Does iron supplementation improve performance in iron-deficient nonanemic athletes?. *Journal of Sport and Health Science*, 10(5), 400-405.
- Schumacher, Y. O., Schmid, A., König, D., & Berg, A. (2002). Effects of exercise on soluble transferrin receptor and other variables of the iron status. *British Journal of Sports Medicine*, 36(3), 195-199.
- Sheykh Aleslam, R., Abdollahi, Z., Jamsrudbeigi, E., Salehian, P., Malek Afzali, H. (2003). A study of the prevalence of anemia, iron deficiency, and iron deficiency anemia among of child bearing age women (15-49) in Iran's urban and rural areas. *Teb Va Tazkieh*, 47, 37-44. [Persian]
- Skarpanska-Stejnborn, A., Basta, P., Trzeciak, J., & Szczeniak-Pilaczynska, L. (2015). Effect of intense physical exercise on hepcidin levels and selected parameters of iron metabolism in rowing athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 115(2), 345-351.
- Siri, W. E., & Brozek, I. J. (1993). Body composition from fluid spaces and density. Washington, DC: *National Academy of Science*. 9(5), 480-491.
- Spodaryk, K. (2002). Iron metabolism in boys involved in intensive physical training. *Physiology & Behavior Journal*, 75(1-2), 201-206.
- Tolkien, Z., Stecher, L., Mander, A. P., Pereira, D. I., & Powell, J. J. (2015). Ferrous sulfate supplementation causes significant gastrointestinal side-effects in adults: a systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE*, 10(2), e0117383.
- Woolf, K., Thomas, M. M. S., Hahn, N., Vaughan, L. A., Carlson, A. G., & Hinton, P. (2009). Iron status in highly active and sedentary young women. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 19(5), 519-535.
- World Health Organization. (2015). Vitamin and mineral nutrition information system (VMNIS). *Anaemia Database by Country*. Available online: <http://www.who.int/vmnis/database/anaemia/countries/en/#E> (accessed on 27 February 2017).
- Zoller, H., Vogel, W. (2004). Iron supplementation in athletes—first do no harm. *Nutrition*, 20(7), 615-619.



The effect of two weeks of circuit resistance training with and without bee pollen supplementation on plasma lipid profile in young college men

Abbass Ghanbari-Niaki¹, Mahdi Aliakbari-Baydokhty^{2*}, Mohammad Javad Dehghani-Chini³

1. Full Professor, Exercise Biochemistry Division, Faculty of Sport Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Mazandaran, Iran.
2. PhD of Exercise Physiology, Department of Sport Sciences, Faculty of Sport Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran.
3. MSc of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran.

Abstract

Background and Aim: The cholesterol accumulation in macrophages and each of the modulating factors of blood circulation and tissue cholesterol levels can be considered as important factor in atherosclerosis disease. The people usually are interested to uses herbal supplements such as bee pollen due to the side effects of some authorized and unauthorized artificial supplements. The aim of this study was to assess the effect of circuit resistance training and bee pollen supplementation on plasma lipid profile in young college men. **Materials and Methods:** Twenty three healthy male subjects with an average age of 23.26 ± 2.26 years and body mass index of 23.00 ± 2.88 kg/m² were divided into two groups including: placebo - training and bee pollen - training groups. Circuit resistance training consisted of 12 stations (each station lasts for 30 seconds at 40% of one repetition maximum) for two weeks (five sessions per week). Bee pollen was used daily, 10 gr twice a day, in the morning and immediately after exercise (5 gr). Blood samples were taken before and 48 hours after the last session and were used for analysis of lipids, lipoproteins, and apolipoprotein A (Apo A) and B (Apo B). Data were analyzed using by two-way ANOVA and paired samples t-test at $p < 0.05$. **Results:** The result showed a significant decreases in the levels of total cholesterol (TC), triglyceride (TG), low-density lipoprotein (LDL-C), very low-density lipoprotein (vLDL-C), lipoprotein a [Lp (a)], and Apo B and a significant increases in the levels of Apo A, and Apo A/Apo B in the bee pollen - training group ($p < 0.05$). However, there was no significant differences in the levels of variabls among groups ($p \geq 0.05$). **Conclusion:** Bee pollen supplementation along with circuit resistance training significantly improved cardiovascular important parameters. Probably the existance of polyphenols in bee pollen has caused prevention of lipoprotein oxidation and lead to the reduction of Apo B.

Keywords: Circuit rsistance training, Bee pollen, Lipids, Lipoproteins, Apolipoproteins.



اثر دو هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای با و بدون مکمل گرده گل زنبور عسل بر شاخص‌های لیپیدی پلاسما در مردان جوان دانشگاهی

عباس قنبری نیکی^۱، مهدی علی‌اکبری بیدختی^{۲*}، محمد جواد دهقانی چینی^۳

۱. استاد فیزیولوژی ورزشی، شاخه بیوشیمی و متابولیسم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، مازندران، ایران.
۲. دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.
۳. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آیت الله امین، آمل، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: از عوامل موثر در بیماری تصلب شرایین قلبی- عروقی می‌توان به تجمع کلسترول در ماکروفاژهای شریانی و هر یک از عوامل تعدیل گردش خون و سطح کلسترول بافت اشاره کرد. با توجه به عوارض برخی از مکمل‌های مجاز و غیر مجاز، افراد تشویق می‌شوند تا از مکمل‌های گیاهی مانند گرده گل زنبور عسل استفاده کنند. هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیر تمرین مقاومتی دایره‌ای با مکمل سازی گرده گل زنبور عسل بر شاخص‌های لیپیدی در مردان جوان دانشگاهی بود. **روش تحقیق:** بیست و سه مرد سالم تمرین نکرده با میانگین سن $23/26 \pm 2/26$ سال و شاخص توده بدنی $23/0 \pm 2/88$ کیلوگرم بر متر مربع به دو گروه دارونما-تمرین (۱۱ نفر) و گرده گل زنبور عسل-تمرین (۱۲ نفر) تقسیم شدند. تمرین مقاومتی دایره‌ای شامل ۱۲ ایستگاه (هر ایستگاه ۳۰ ثانیه با شدت ۴۰٪ یک تکرار بیشینه) به مدت دو هفته (پنج جلسه در هفته) اجرا شد. روزانه ۱۰ گرم گرده در دو وعده (پنج گرم) صبح و بلافاصله بعد از تمرین استفاده شد. نمونه خونی ۴۸ ساعت قبل و بعد از آخرین جلسه تمرین گرفته شد و برای تحلیل چربی‌ها، لیپوپروتئین‌ها و آپولیپوپروتئین‌های A (Apo A) و B (Apo B) پلاسما مورد استفاده قرار گرفت. جهت مقایسه بین گروه‌ها از آزمون تحلیل واریانس دو طرفه (two-way ANOVA) و برای تغییرات درون گروهی از آزمون t همبسته در سطح معنی‌داری $p < 0/05$ استفاده گردید. **یافته‌ها:** نتایج کاهش معنی‌داری در سطوح کلسترول تام (TC)، تری‌گلیسیرید (TG)، لیپوپروتئین کم چگال (LDL-C)، لیپوپروتئین خیلی کم چگال (vLDL-C)، لیپوپروتئین a (Lp (a)) و افزایش معنی‌داری در سطوح Apo A و نسبت Apo A/ Apo B در گروه گرده گل-تمرین نشان داد ($p < 0/05$). با این حال، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه در سطوح متغیرها مشاهده نشد ($p \geq 0/05$). **نتیجه گیری:** مکمل سازی با گرده گل زنبور عسل به همراه تمرین مقاومتی دایره‌ای، موجب بهبود برخی از شاخص‌های مهم قلبی- عروقی شد که احتمالاً بدلیل وجود پلی فنول‌های گرده گل، از اکسایش لیپوپروتئین‌ها جلوگیری و کاهش ساخت Apo B را محقق ساخته است.

واژه‌های کلیدی: تمرین مقاومتی دایره‌ای، گرده گل زنبور عسل، لیپوپروتئین‌ها، آپولیپوپروتئین‌ها.

*نویسنده مسئول، آدرس: بیرجند، دانشگاه بیرجند، دانشکده علوم ورزشی؛

مقدمه

می‌آورد. همچنین افزایش یک میلی‌گرم HDL-C می‌تواند خطر ابتلا به تصلب شرایین را ۲ تا ۳ درصد کاهش دهد (قنبری نیاکی و دیگران، ۲۰۱۰). بیشتر محققان معتقدند، تمرینات مقاومتی با شدت متوسط، کاهش TG، TC و LDL-C را در پی دارد و می‌تواند منجر به کاهش تصلب شرایین و کاهش شیوع CVD و افزایش طول عمر افراد شود. در این راستا، آپریسیو^۱ و دیگران (۲۰۱۳) تاثیر تمرین مقاومتی را بر چربی پلاسما و کبد ۳۸ موش بالغ نژاد ویستار بررسی نموده و مشاهده کردند که سطوح TC و TG پلاسمایی در گروه تمرین مقاومتی تغذیه شده با رژیم غذایی با پروتئین بالا به طور معنی‌داری پایین‌تر می‌آید؛ در حالی که تغییرات مذکور در کبد موش‌های با تمرین و پروتئین طبیعی در مقایسه با تمرین و پروتئین بالا و کنترل، به طور معنی‌داری پایین‌تر است. شیخ‌الاسلامی وطنی و دیگران (۲۰۱۱) ضمن بررسی تاثیر تمرین مقاومتی در دو شدت متوسط (۵۵-۴۵ درصد یک تکرار بیشینه) و شدت بالا (۹۰-۸۰ درصد یک تکرار بیشینه) بر آپولیپوپروتئین A-I و B و نسبت Apo A/Apo B و آپولیپوپروتئین‌های پلاسمایی در افراد سالم، نشان دادند که شش هفته تمرین مقاومتی (با تکرار سه جلسه در هفته) در شدت‌های ذکر شده، به تغییرات معنی‌دار در متغیرهای مذکور منجر نمی‌شود. با این حال، در پایان دوره تمرینی سطح LDL-C و نسبت TC/HDL-C، کاهش یافت و افزایش معنی‌داری فقط در گروه تمرین با شدت بالا مشاهده شد.

علاوه بر فعالیت‌های بدنی تمایل به بهره‌گیری از مکمل‌های گیاهی به همراه فعالیت بدنی، به منظور بهبود نیم‌رخ لیپیدی و پیشگیری از CVD مورد توجه قرار گرفته است، لذا با توجه به عوارض معین و نامعین برخی از مکمل‌های مجاز و غیر مجاز، افراد تشویق می‌شوند تا از مکمل‌های غذا - دارو و گیاهی استفاده نمایند. از جمله این مکمل‌های گیاهی، گرده گل زنبور عسل می‌باشد. محققین اظهار داشته‌اند که محصول جمع‌آوری شده توسط زنبور عسل، حاوی مقادیر قابل ملاحظه‌ای از پروتئین با دامنه تغییری تا ۳۵ درصد است. علاوه بر این، گرده حاوی مقادیر قابل ملاحظه‌ای قند (نزدیک به ۶۰-۴۰ درصد) تبدیلی یا احیا مثل گلوکز و فروکتوز و قندهای غیر احیا مثل مالتوز، ساکارز و نشاسته است. همچنین گرده حاوی مواد معدنی مختلف،

عامل اصلی و موثر در بیماری تصلب شرایین قلبی-عروقی^۱ (CVD)، تجمع کلسترول در ماکروفاژهای شریانی و هر یک از عوامل تعدیل گردش خون و سطح کلسترول بافت است که دارای اثرات عمده‌ای بر شروع و پیشرفت CVD دارد. بیماری کرونری قلب با مقادیر بالای کلسترول تام^۲ (TC)، تری‌گلیسیرید^۳ (TG)، لیپوپروتئین کم چگال^۴ (LDL-C)، لیپوپروتئین a (Lp a) و مقادیر پایین لیپوپروتئین با چگالی بالا^۵ (HDL-C) پلاسما در ارتباط می‌باشد (قنبری نیاکی و دیگران، ۲۰۱۳؛ قربانیان و قاسم‌نیا، ۲۰۱۶). تشکیل HDL-C و بازسازی آن توسط عوامل پلاسما، یک فرآیند پیچیده است که به چندین عامل مانند لیپوپروتئین لیپاز^۶ (LPL)، لسیتین کلسترول آسیل ترانسفراز^۸ (LCAT)، پروتئین ناقل فسفولیپید^۹ (PLTP) و انتقال دهنده‌های وابسته به ABC^{۱۰} (ATP) نیاز دارد (قنبری نیاکی و دیگران، ۲۰۱۱؛ خبازیان و دیگران، ۲۰۰۹؛ مهدوی‌راد و دیگران، ۲۰۱۵).

پژوهش‌های انسانی و مطالعات حیوانی بیان کرده‌اند که آپولیپوپروتئین A^{۱۱} (Apo A)، آپولیپوپروتئین اصلی ذرات HDL-C است که در تمام ذرات HDL-C حضور دارد و فعال‌کننده آنزیم LCAT می‌باشد. اثر حفاظتی Apo A و HDL-C به واسطه ساختمان ماریچی و اثر آن‌ها در خروج کلسترول از سلول‌های محیطی می‌باشد. آپولیپوپروتئین A توسط ژن APOA کد می‌شود که در برداشت کلسترول از سلول‌ها و انتقال معکوس آن به کبد نقش اساسی دارد. همچنین، Apo A دارای اثرات ضد ترمبوزی، ضد اکسایشی و ضد التهابی است که بخش مهمی از اثرات ضد آتروژنیک آن محسوب می‌شود (دعائی و غلامزاده، ۲۰۱۱؛ شجاعی و دیگران، ۲۰۱۱). از طرف دیگر، آپولیپوپروتئین B^{۱۲} (Apo B) جزء پروتئین اصلی در ساختار لیپوپروتئین‌های ایجادکننده تصلب شرایین و بیماری قلبی-عروقی یا آتروژنیک، مانند لیپوپروتئین خیلی کم چگال^{۱۳} (VLDL-C)، لیپوپروتئین با چگالی متوسط^{۱۴} (IDL) و LDL-C است و سطوح Apo B پلاسمایی، بازتابی از مقدار تام ذرات آتروژنیک به حساب می‌آید (چان و واتز^{۱۵}، ۲۰۰۶).

تحقیقات نشان داده است که کاهش ۱ درصد کلسترول سرم، به میزان ۲ تا ۳ درصد خطر بیماری‌های قلبی-عروقی را پایین

1. Cardiovascular disease
2. Total cholesterol
3. Triglyceride
4. Low density lipoprotein
5. Lipoprotein a
6. High density lipoprotein

7. Lipoprotein lipase
8. Lecithin cholesterol acyl transferase
9. Phospholipid transport protein
10. ATP -Binding cassette transporters
11. Apo lipoprotein A

12. Apo lipoprotein B
13. Very low density lipoprotein
14. Intermediate-density lipoprotein
15. Chan & Watts
16. Aparicio

محدودی در این زمینه صورت گرفته است. همچنین، هنوز اثر ترکیبی تمرین مقاومتی با گرده گل زنبور عسل بر پاسخ چربی‌ها، لیپوپروتئین‌ها و آپولیپوپروتئین‌ها ناشناخته باقی مانده است. لذا هدف از مطالعه حاضر بررسی تاثیر چربی‌ها، لیپوپروتئین‌ها و آپولیپوپروتئین‌های A و B پلاسما به تمرین مقاومتی دایره‌ای کوتاه مدت با و بدون مکمل سازی گرده گل زنبور عسل، در مردان جوان دانشگاهی است.

روش تحقیق

آزمودنی‌ها: تحقیق حاضر در قالب طرح نیمه تجربی دو گروهی به صورت یک سوکور با جایگزینی تصادفی انجام شد. ۲۳ نفر دانشجوی دانشگاه مازندران به صورت داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. قبل از شرکت در تحقیق، کلیه مراحل و روش کار برای آن‌ها توضیح داده شد و پس از آگاهی کامل رضایت نامه کتبی از آن‌ها گرفته شد. آزمودنی‌ها سالم بودند و معیارهای ورود به تحقیق شامل عدم اعتیاد به مواد مخدر و الکل، عدم سابقه فعالیت ورزشی منظم حداقل به مدت شش ماه، فاقد سابقه بیماری کلیوی، کبدی، قلبی-عروقی، دیابت و یا هرگونه آسیب یا مشکل جسمی را داشتند. آزمودنی‌ها به دو گروه، شامل دارونما - تمرین (۱۱ نفر) و گروه گرده گل زنبور عسل - تمرین (۱۲ نفر) تقسیم شدند (جدول ۱).

ویتامین‌ها، فنول تام، و پلی فنول‌های مختلفی است که می‌تواند در تقویت دستگاه ضد اکسایشی موثر باشد (پاسکوال^۱ و دیگران، ۲۰۱۴؛ فاترکو-سرامکووا^۲ و دیگران، ۲۰۱۳؛ مورایس و دیگران، ۲۰۱۱؛ لی بلنس^۴ و دیگران، ۲۰۰۹).

بررسی‌های انجام شده بر روی گرده گل زنبور عسل بیشتر بر اثرات ضد اکسایشی، ضد میکروبی، و اثر محافظتی روی کبد، ضد جهشی و سو تغذیه و همچنین به عنوان یک جانشین و در واقع مکمل غذایی در نمونه‌های حیوانی و انسانی پرداخته‌اند (سالس^۵ و دیگران، ۲۰۱۴؛ پاسکوال و دیگران، ۲۰۱۴؛ فیاس^۶ و دیگران، ۲۰۱۲؛ ارسلان^۷ و دیگران، ۲۰۰۹). به دلیل ویژه‌گی‌های گرده گل زنبور عسل و پایین بودن میزان چربی آن (۶-۲ درصد)، این مکمل برای ارتقای سلامت و پیشگیری روندهای مخاطره آمیز ناشی از اختلال در سوخت و ساز چربی و بیماری‌های قلبی-عروقی مورد توجه قرار گرفته است (یلدیز^۸ و دیگران، ۲۰۱۳؛ ارسلان و دیگران، ۲۰۰۹). در این راستا، ارسلان و دیگران (۲۰۰۹) نشان دادند که موش‌های تیمار شده با عصاره آبی گرده گل زنبور عسل در مقادیر ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن، به طور معنی‌داری TC پایین‌تری نسبت به گروه کنترل دارند.

با این حال، تاثیر گرده گل زنبور عسل بر چربی‌ها، لیپوپروتئین‌ها و آپولیپوپروتئین‌ها به خوبی شناخته نشده است و مطالعات بسیار

جدول ۱. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها (بر اساس میانگین و انحراف معیار)

گروه	دارونما-تمرین n=(۱۱)	گرده گل زنبور عسل-تمرین n=(۱۲)
متغیرها		
سن (سال)	۲۱/۹۱±۲/۳۴	۲۴/۵۰±۱/۳۱
قد (سانتی‌متر)	۱۷۸/۱۸±۴/۷۵	۱۷۷/۵۸±۶/۹۸
وزن (کیلوگرم)	۶۹/۸۶±۹/۴۷	۷۵/۵۸±۱۰/۹۲
نمایه توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۲/۰۰±۲/۹۶	۲۳/۹۰±۲/۶۲

آزمایشگاه (شرکت صنعتی پارس مینو - تهران - ایران) نشان داد که هر ۱۰ گرم آن حاوی ۵۷/۳۷ درصد چربی و ۱۱/۲۹ درصد رطوبت می‌باشد. پروتئین، ۳/۱۲ درصد چربی و ۱۱/۲۹ درصد رطوبت می‌باشد. گروه گرده گل-تمرین مقدار ۱۰ گرم گرده گل زنبور عسل و گروه دارونما-تمرین مقدار ۱۰ گرم نشاسته به صورت بسته طی دو مرحله، پس از صبحانه پنج گرم و بلافاصله پس از تمرین پنج گرم به همراه ۱۰۰ میلی لیتر آب دریافت کردند.

روش تهیه محتویات و مصرف گرده گل زنبور عسل: مکمل گرده گل زنبور عسل، دانه‌های ریز و درشت گرده گل‌ها و گیاهان دارای گرده است که توسط زنبورهای عسل جهت تغذیه به درون کندو آورده می‌شود؛ اما از طریق گذاشتن تله گرده‌گیر در بخش ورودی کندو جمع آوری می‌شود. گرده گل زنبور عسل مورد استفاده این پژوهش از باغات شهر آمل استان مازندران تهیه شد. تجزیه محتویات گرده مورد استفاده در این مطالعه توسط

1. Pascoal

2. Fatrcova- Sramkova

3. Morais

4. LeBlanc

5. Salles

6. Feas

7. Eraslan

8. Yildiz

(دستگاه) آشنا شدند. آزمودنی‌ها حرکات را با ۴۰ درصد 1-RM با سرعت متوسط به مدت ۲ هفته (۵ جلسه در هفته) انجام دادند. هر جلسه تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن و سپس انجام حرکات ۱۲ گانه بدون توقف بین ایستگاه‌ها و مدت انجام هر ایستگاه ۳۰ ثانیه بود. دو جلسه اول یک نوبت تمرین انجام شد و از جلسه سوم، آزمودنی‌ها تمرین را در دو نوبت انجام دادند و بین هر نوبت، سه دقیقه استراحت فعال در نظر گرفته شد.

برنامه تمرین: ابتدا آزمودنی‌ها با محیط کار آشنا و طی سه جلسه مجزا برای تعیین یک تکرار بیشینه^۱ (1-RM) حرکات مورد نظر، به محل تمرین مراجعه نمودند. طی این سه جلسه، مقادیر 1-RM حرکات اسکات، پرس سینه (هالتر)، بلند شدن روی پنجه پا (دستگاه)، سر شانه (هالتر)، پرس پا (دستگاه)، قایقی (دستگاه)، جلو ران (دستگاه)، جلو بازو (سیم کش)، پشت ران (دستگاه) و پشت بازو (سیم کش)؛ به روش آزمون و خطا محاسبه شد (قنبری نیاکی و دیگران، ۲۰۱۶). همچنین، آزمودنی‌ها با نحوه صحیح حرکات دراز و نشست روی میز شیب دار و فیله کمر

جدول ۲. جزئیات برنامه تمرین مقاومتی

زمان	نوبت (تعداد)	زمان تکرار (ثانیه)	درصد 1RM	استراحت بین نوبت‌ها (دقیقه)
۲ جلسه اول	۱	۳۰ با سرعت متوسط	۴۰	-
۸ جلسه بعدی	۲	۳۰ با سرعت متوسط	۴۰	۳

میلی گرم در صد میلی لیتر اندازه گیری شد. آپولیپوپروتئین‌های A و B پلاسما با روش ایمونوتوربیدیمتریک (کیت‌های انسانی بیونیک^۴، تهران، ایران) اندازه‌گیری شدند. ضریب تغییرات و حساسیت روش اندازه‌گیری به ترتیب برای Apo A ۴/۸ درصد و ۰/۳۱ میلی گرم در صد میلی لیتر و برای Apo B ۱/۲ درصد و ۲۰ میلی گرم در صد میلی لیتر بود. آزمایش‌ها با استفاده از دستگاه هیتاچی^۵ اتوانالیز ۹۱۷ ساخت شرکت روزه^۶ کشور آلمان انجام گردید.

تجزیه و تحلیل آماری: پس از تایید طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگوروف - اسمیرنوف^۷، از آزمون تحلیل واریانس دوطرفه (۲*۲) با در نظر گرفتن مقادیر پیش آزمون و پس آزمون به عنوان عامل درون گروهی (زمان) و دو گروه تجربی به عنوان متغیر بین گروهی استفاده شد. در صورت معنادار بودن عامل زمان، برای تعیین مکان تفاوت از آزمون t وابسته استفاده گردید. کلیه تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS ویرایش ۲۰ صورت گرفت و سطح معنی‌داری ۰/۰۵ p < منظور گردید.

یافته‌ها

اندازه تغییرات نیم‌رخ چربی، لیپوپروتئینی و آپولیپوپروتئینی پلاسما قبل و بعد از مداخله در جدول ۳ ارائه شده است.

نمونه گیری خون: خون‌گیری در ابتدا و ۴۸ ساعت پس از برنامه تمرینی (حداقل ۱۲ ساعت ناشتا) در ساعت ۸ صبح از ورید بازویی آزمودنی‌ها، در حالی که در وضعیت نشسته بودند؛ به مقدار ۱۰ میلی لیتر به عمل آمد. لوله‌های آزمایش حاوی محلول ضد انعقاد خون (اتیلن دی آمین تترا استیک اسید^۸) به مدت ۱۰ دقیقه و با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه، سانتریفیوژ شد و پلاسما جدا گردید. نمونه‌های پلاسما تا زمان اندازه‌گیری، در فریزر ۷۰- نگهداری شدند.

تعیین نیم‌رخ چربی، لیپوپروتئینی و آپولیپوپروتئین A و B: شاخص‌های TC، TG، LDL-C و HDL-C پلاسما با روش رنگ سنجی آنزیمی (کیت‌های انسانی پارس آزمون، تهران، ایران) مورد سنجش قرار گرفتند. ضریب تغییرات و حساسیت روش اندازه‌گیری به ترتیب برای TC برابر ۰/۶۱ درصد و پنج میلی گرم در صد میلی لیتر، برای TG معادل ۱/۰۴ درصد و پنج میلی گرم در صد میلی لیتر، برای LDL-C برابر ۰/۶۳ درصد و یک میلی گرم در صد میلی لیتر و برای شاخص HDL-C معادل ۰/۸۱ درصد و یک میلی گرم در صد میلی لیتر بود. مقدار vLDL-C از روش محاسباتی^۹ تعیین گردید. لیپوپروتئین a به روش ایمونوتوربیدیمتریک^۳ (کیت‌های انسانی پارس آزمون، تهران، ایران) با ضریب تغییرات و حساسیت روش اندازه‌گیری به ترتیب ۱/۰۱ درصد و سه

1. One repetition maximum

2. Ethylene diamine tetra acetic acid

3. Immunoturbidimetric

4. Bionik

5. Hitachi

6. Roche

7. Kolmogorov - Smirnov

جدول ۳. سطوح چربی‌ها، لیپوپروتئین‌ها و آپولیپوپروتئین‌های پلاسما قبل و بعد از مداخله در گروه‌های شرکت کننده

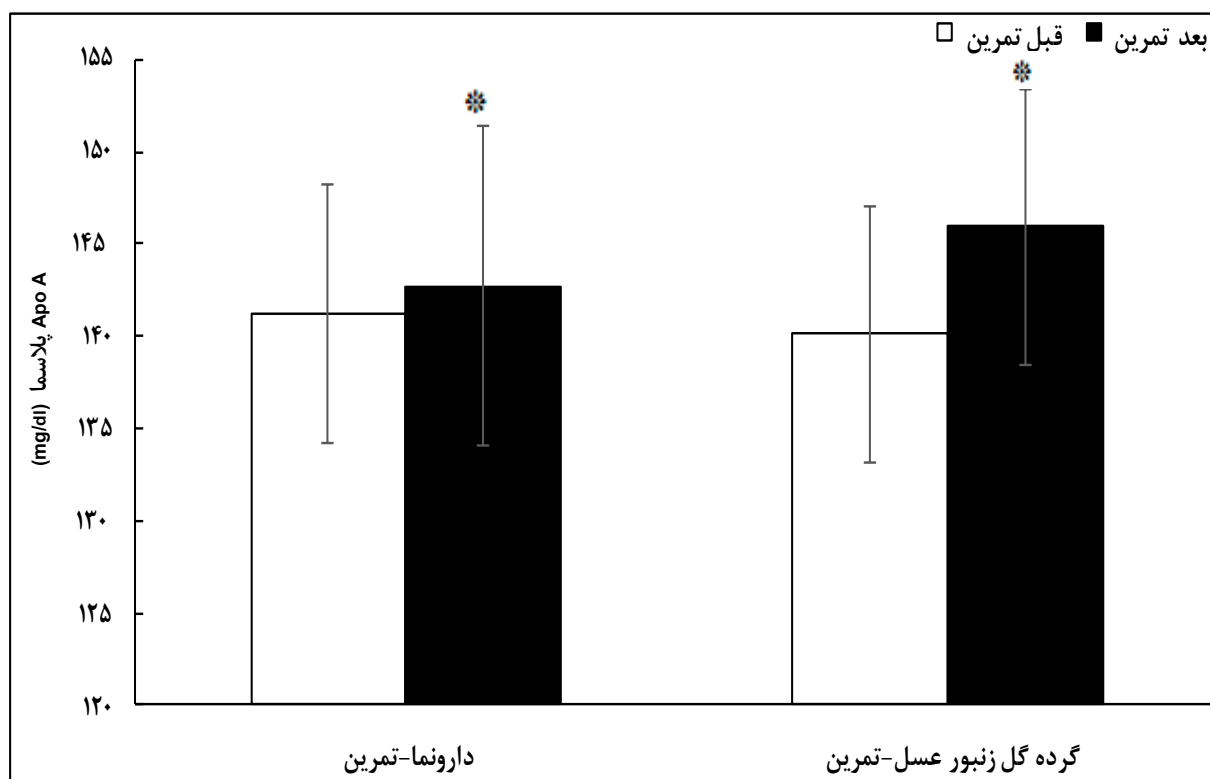
متغیرها	زمان	دارونما-تمرین (n=11)	گرده گل زنبور عسل-تمرین (n=12)	p بین گروهی
TC (mg/dl)	قبل تمرین	۱۵۷/۱±۱۹/۰۲	۱۷۰/۵±۲۹/۵۵	۰/۷۸
	بعد تمرین	۱۵۰/۴±۱۹/۴۳	* ۱۶۲/۱۶±۲۴/۸۴	
	p درون گروهی	۰/۲۸	۰/۰۰۳	
TG (mg/dl)	قبل تمرین	۱۱۴/۸±۲۵/۷۲	۱۱۴/۵۸±۴۰/۶۴	۰/۶۹
	بعد تمرین	۹۹/۵±۲۵/۶۳	* ۹۴/۱۶±۲۵/۸۳	
	p درون گروهی	۰/۲۳	۰/۰۰۲	
HDL-C (mg/dl)	قبل تمرین	۴۲/۷±۴۶/۶۰	۴۳/۶۶±۴۰/۵۵	۰/۵۸
	بعد تمرین	۴۴/۹±۵۰/۱۰	۴۴/۹۱±۴۰/۷۹	
	p درون گروهی	۰/۱۴	۰/۲۲	
LDL-C (mg/dl)	قبل تمرین	۹۲/۰±۱۵/۷۷	۱۰۴/۰±۲۱/۹۷	۰/۹۴
	بعد تمرین	۸۶/۰±۱۴/۹۶	* ۹۷/۸۳±۲۰/۴۹	
	p درون گروهی	۰/۱۱	۰/۰۱	
vLDL-C (mg/dl)	قبل تمرین	۲۲/۴±۴۰/۹۸	۲۳/۱۶±۸۰/۶۳	۰/۵۹
	بعد تمرین	۱۹/۵±۵۰/۰۲	* ۱۸/۸۳±۵۰/۱۶	
	p درون گروهی	۰/۲۵	۰/۰۰۴	
Lp (a) (mg/dl)	قبل تمرین	۱۸/۵۳±۲۰/۹۶	۲۳/۲۸±۳۰/۰۳	۰/۰۹
	بعد تمرین	* ۱۷/۰۴±۳۰/۲۲	* ۱۸/۲۸±۲۰/۹۶	
	p درون گروهی	۰/۰۰۸	۰/۰۰۰۱	
Apo A (mg/dl)	قبل تمرین	۱۴۱/۲۲±۴۰/۹۸	۱۴۰/۰±۴۰/۶۱	۰/۱۵
	بعد تمرین	* ۱۴۲/۷۳±۵۰/۵۲	* ۱۴۵/۹۲±۴۰/۵۱	
	p درون گروهی	۰/۰۳	۰/۰۰۰۱	
Apo B (mg/dl)	قبل تمرین	۷۸/۸۴±۹۰/۷۰	۹۳/۴۲±۲۰/۱۶	۰/۰۷
	بعد تمرین	۷۶/۲۷±۱۴/۲۷	* ۸۰/۶۶±۱۶/۹۹	
	p درون گروهی	۰/۴۵	۰/۰۰۰۱	
نسبت Apo A/Apo B	قبل تمرین	۱/۸۱۰±۰/۲۴	۱/۵۶±۰/۰/۳۶	۰/۱۳
	بعد تمرین	۱/۹۳±۰/۰/۴۰	* ۱/۸۹±۰/۰/۴۴	
	p درون گروهی	۰/۱۶	۰/۰۰۰۱	

مقادیر براساس انحراف معیار \pm میانگین بیان شده‌اند. * اختلاف معنی‌دار بین قبل و بعد از مداخله در سطح $p < 0.05$. Δ اختلاف معنی‌دار بین گروه‌ها در سطح سطح $p < 0.05$.

بعد از مداخله در گروه دارونما-تمرین مشاهده نشد ($p \geq 0/05$). علاوه بر این، آزمون t وابسته کاهش معنی‌دار شاخص $Lp(a)$ را در هر دو گروه دارونما-تمرین ($t_{11}=3/50$, $p=0/008$) و گرده گل زنبور عسل-تمرین ($t_{11}=8/63$, $p<0/0001$) آشکار نمود؛ در حالی که مقادیر $HDL-C$ قبل و بعد از مداخله در دو گروه تغییر معنی‌داری نکرد ($p \geq 0/05$).

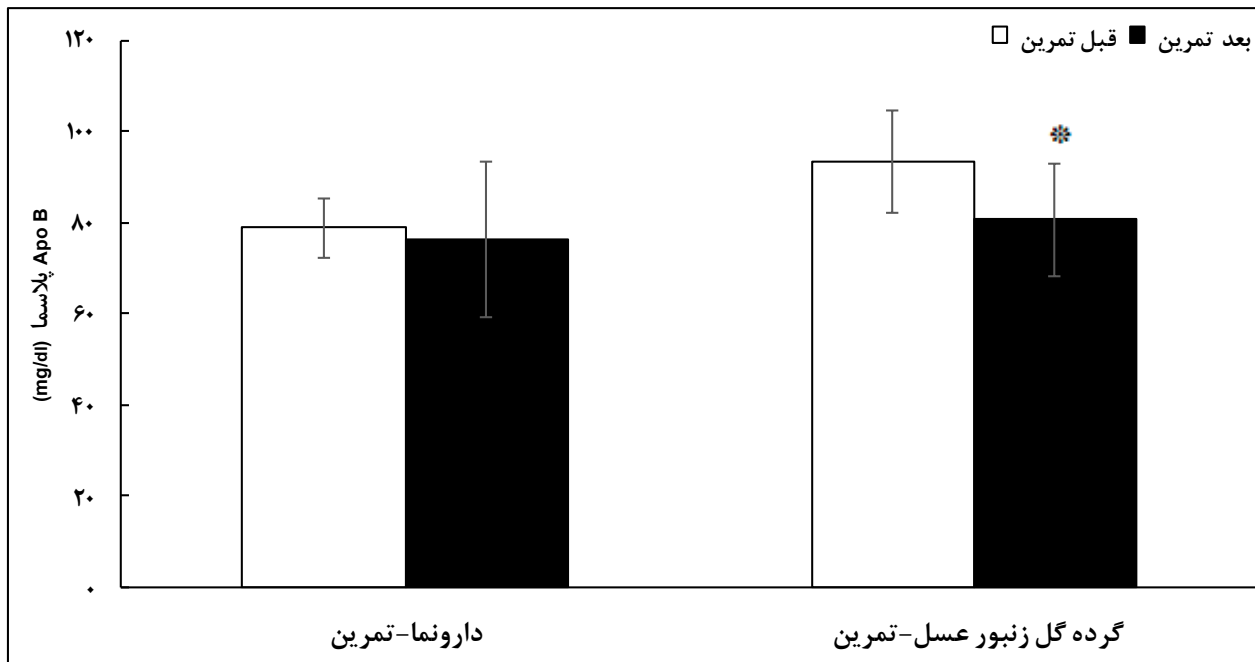
از طرف دیگر، آزمون t وابسته نشان داد که مقادیر $Apo A$ در هر دو گروه دارونما-تمرین ($t_{11}=2/57$, $p=0/03$) و گرده گل زنبور عسل-تمرین ($t_{11}=6/87$, $p=0/0001$)؛ به طور معنی‌دار افزایش یافته است (شکل ۱).

نتایج آزمون تحلیل واریانس دو طرفه، تفاوت معنی‌داری در سطوح TC ، TG ، $LDL-C$ ، $vLDL-C$ ، $HDL-C$ ، $Lp(a)$ ، $Apo A$ ، $Apo B$ و نسبت $Apo A/Apo B$ بین گروه‌ها نشان نداد ($p \geq 0/05$). اما آزمون t وابسته اختلاف معنی‌داری را بین سطوح TC ($t_{11}=3/81$, $p=0/003$)، TG ($t_{11}=3/92$, $p=0/002$)، $LDL-C$ ($t_{11}=3/64$, $p=0/004$) و $vLDL-C$ ($t_{11}=2/83$, $p=0/01$) و نسبت $Apo A/Apo B$ ($t_{11}=6/87$, $p=0/0001$) قبل و بعد از مداخله در گروه گرده گل زنبور عسل آشکار ساخت؛ به گونه‌ای که مقادیر TC ، TG ، $LDL-C$ و $vLDL-C$ بعد از مداخله در گروه گرده گل کاهش یافت، اما نسبت $Apo A/Apo B$ این گروه افزایش پیدا کرد؛ این در حالی بود که تفاوت معنی‌داری بین این شاخص‌ها قبل و



شکل ۱. تغییرات غلظت $Apo A$ پلاسما در دو گروه دارونما-تمرین و گرده گل زنبور عسل-تمرین؛ * نشانه اختلاف معنی‌دار بین قبل و بعد از مداخله در دو گروه دارونما-تمرین ($p=0/03$) و گرده گل زنبور عسل-تمرین ($p=0/0001$)

همچنین آزمون t وابسته اختلاف معنی داری را بین مقادیر Apo B قبل و بعد از مداخله، در گروه گرده گل زنبور عسل-تمرین نشان داد ($t_{11}=5/73$, $p=0/0001$)؛ در حالی که بین قبل و بعد از مداخله در گروه دارونما-تمرین تفاوت معنی داری مشاهده نشد ($t_{11}=0/79$, $p=0/45$) (شکل ۲).



شکل ۲. تغییرات غلظت Apo B پلاسما در دو گروه دارونما-تمرین و گرده گل زنبور عسل-تمرین؛ * نشانه اختلاف معنی دار بین قبل و بعد از مداخله در گروه گرده گل زنبور عسل-تمرین ($p=0/0001$)

بحث

دقیقه استراحت بین هر نوبت) روی ۵۲ بیمار دیابتی با میانگین سنی ۶۲ سال را بررسی نموده و گزارش کردند علی رغم کاهش معنی دار Apo B، سطوح Apo A-I در گروه تمرین کرده بدون تغییر باقی می ماند. والنته^۲ و دیگران (۲۰۱۱) گزارش کرده اند که تمرینات مقاومتی همراه با دستکاری تغذیه ای، باعث کاهش قابل ملاحظه و معنی دار Apo B و کاهش غیر معنی دار Apo A می شود. شیخ الاسلامی وطنی و دیگران (۲۰۱۱) در مطالعه ای که روی افراد سالم بزرگسال انجام دادند، گزارش نمودند که سطوح Apo A و Apo B پلاسمایی و نسبت Apo A / Apo B پس از شش هفته تمرین مقاومتی (سه جلسه در هفته) با دو شدت متوسط (۵۵٪ یک تکرار بیشینه) و شدید (۹۰-۸۰٪ یک تکرار

در تحقیق حاضر اثر دو هفته تمرین مقاومتی دایره ای کوتاه مدت با و بدون مکمل گرده گل زنبور عسل بر تغییرات غلظت پلاسمایی نیم رخ چربی، لیپوپروتئینی و آپولیپوپروتئین های A و B بررسی شد. یکی از یافته های مهم، کاهش معنی دار Apo B پلاسمایی در پاسخ به تمرین و مکمل سازی با گرده گل زنبور عسل بود. در مقادیر Apo A و نسبت Apo A / Apo B بین گروه ها تفاوت معنی داری مشاهده نشد؛ هر چند مقادیر آن بعد از مداخله نسبت به قبل از آن، به طور معنی داری افزایش یافت. در این راستا، کادوگلو^۱ و دیگران (۲۰۱۲) تاثیر تمرینات مقاومتی (هشت حرکت، ۲ تا ۳ نوبت با یک دقیقه استراحت بین حرکات و سه

بیشینه؛ بدون تغییر باقی می‌ماند.

آپولیپوپروتئین B پروتئین ساختاری ذرات لیپوپروتئین آتروژنیک است (شامل LDL-C، بقایای vLDL-C و بقایای شیلومیکرون) که با کاهش سطوح LDL-C، سطوح Apo B نیز کاهش می‌یابد (حقیقت و دیگران، ۲۰۱۳). از طرفی، یکی از نقش‌های Apo A فعال‌سازی LCAT است که کلسترول آزاد رها شده از بافت غیر کبدی را استریفیه می‌کند. کلسترول اضافی به وسیله ذرات HDL-C به کبد منتقل شده و در تولید اسیدهای صفراوی استفاده می‌شود و به این شیوه، روند تصلب شرایین کند می‌گردد (کونز^۱، ۲۰۱۱؛ لیویسکا^۲ و دیگران، ۲۰۱۱).

نتایج دیگر مطالعه حاضر نشان داد که تمرین مقاومتی دایره‌ای کوتاه مدت همراه با مصرف مکمل گرده گل زنبور عسل، باعث کاهش معنی‌دار TC، TG، LDL-C، vLDL-C و Apo B پلاسما می‌شود، اما تمرین به تنهایی تغییر معنی‌داری در این متغیرها ایجاد نمی‌کند. این دو مداخله بر HDL-C پلاسما هم تاثیر معنی‌داری نداشتند. این یافته‌ها با نتایج تحقیق یکتایار و دیگران (۲۰۱۲) که نشان دادند ۸ هفته تمرینات مقاومتی تغییر معنی‌داری در سطوح TC و LDL-C ایجاد نمی‌کند و همچنین، مطالعه قنبری نیایکی و دیگران (۲۰۱۷) که نشان دادند ۲ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای تاثیر معنی‌داری بر نیم‌رخ لیپیدی مردان جوان ندارد، همسو می‌باشد. از سوی دیگر، مطالعه‌ای کاهش معنی‌دار TC و نسبت LDL-C/HDL-C را به دنبال تمرینات مقاومتی دایره‌ای به مدت ۶ هفته در کودکان دارای اضافه وزن نشان داده است (سانگ^۳ و دیگران، ۲۰۰۲). همچنین، در مطالعه دیگری کاهش معنی‌دار TC، TG، LDL-C و vLDL-C به دنبال ۸ هفته تمرین ترکیبی مقاومتی و استقامتی در زنان دارای اضافه وزن مشاهده شده است (علی‌محمدی و دیگران، ۲۰۱۴) که با یافته‌های ما همسو نیست.

از نظر سازوکار درگیر در روند کاهش میزان LDL-C، می‌توان گفت که اجرای فعالیت‌های ورزشی موجب افزایش فعالیت آنزیم LPL و کاهش لیپاز کبدی^۴ (HL) می‌شود. با توجه به این که افزایش

فعالیت LPL، کاتابولیسم لیپوپروتئین‌های غنی از TG را بالا می‌برد، لذا میزان LDL-C با اجرای فعالیت بدنی کاهش می‌یابد (عسکری و دیگران، ۲۰۱۲). از طرف دیگر، مطالعات نشان داده‌اند که پس از فعالیت ورزشی منظم، آنزیم لیپاز کبدی کاهش یافته و مهار می‌گردد (پرونک^۵ و دیگران، ۱۹۹۵) و بدنبال آن، ساخت TG موجود در LDL-C و vLDL-C کاهش می‌یابد. از آنجا که بیشتر پژوهشگران تمرینات استقامتی و تمرینات مقاومتی را عامل مهم در سلامت قلبی-عروقی و کاهش عوامل خطرزا می‌دانند، انتظار بر آن بود بهبود محسوسی در نیم‌رخ لیپیدی و لیپوپروتئین‌ها مشاهده شود (استراسر^۶ و دیگران، ۲۰۱۰). در مطالعات ناهمسو با تحقیق حاضر از برنامه تمرینی طولانی مدت و شدت‌های ۷۵ تا ۸۰ درصد 1-RM استفاده شده است و همچنین، آزمودنی‌های دارای اضافه وزن مورد بررسی قرار گرفته‌اند. بر این اساس، تفاوت و ناهمسویی در نتایج، می‌تواند به بیماری یا سلامتی آزمودنی‌ها، شدت، نوع و مدت تمرین ارتباط داشته باشد. نکته قابل ملاحظه دیگر این است که در تحقیق حاضر از تمرین مقاومتی دایره‌ای بدون توقف در ایستگاه‌ها استفاده شده است که از نظر فشار به دستگاه‌های انرژی می‌تواند سیستم هوایی کوتاه مدت را هدف قرار دهد.

در تحقیق حاضر سطوح Lp(a) پلاسما اختلاف معنی‌داری بین گروه‌ها نشان نداد؛ اما مقادیر آن بعد از مداخله نسبت به قبل مداخله به طور معنی‌داری در هر دو گروه کاهش یافت. نتایج ما با یافته‌های فیروزه و دیگران (۲۰۱۱) و سنکیویکز^۷ و دیگران (۲۰۰۴) در زمینه تاثیر تمرین مقاومتی بر کاهش Lp(a) همخوانی دارد، اما با نتایج وینسنت^۸ و دیگران (۲۰۰۳) که به بررسی سطوح لیپوپروتئین‌های پلاسما بعد از ۲۴ هفته تمرین مقاومتی با شدت بالا و پایین پرداخته‌اند؛ همسو نیست. فعالیت آنزیم LPL بعد از فعالیت بدنی ممکن است در کاهش Lp(a) نقش داشته باشد. این آنزیم، اتصال Lp(a) را به پروتوگلیکان هیپارین سولفاید^۹ در سطح سلول تسهیل می‌کند و کاتابولیسم آن را افزایش می‌دهد. پروتوگلیکان هیپارین سولفاید مولکول‌های پیچیده

1. Kones

2. Leiviska

3. Sung

4. Hepatic lipase

5. Pronk

6. Strasser

7. Stankiewicz

8. Vincent

9. Proteoglycans of heparin sulphate

کارباریل، به مراتب پایین‌تر از گروه کنترل و گروه کارباریل بود (اراسلان و دیگران، ۲۰۰۹). این احتمال وجود دارد که گرده گل زنبور عسل با داشتن محتویات پروتئینی و با فعال سازی بیان اجزای انتقال دهنده کلاسترول ABCA1، سطوح TC را پایین آورده و با افزایش مقدار تولیدی Apo A کبدی و روده‌ای، متابولیسم TG را افزایش داده است و سطح آن را پایین آورده باشد. از طرفی دیگر، مواد پلی فنولی موجود در گرده گل زنبور عسل از اکسایش لیپوپروتئین‌ها جلوگیری می‌کند و مقدار LDL-C اکسایش شده را کاهش می‌دهد و می‌تواند به بهبود برخی از شاخص‌های قلبی-عرقی کمک کند (اراسلان و دیگران، ۲۰۰۹؛ قلدوف و دیگران، ۲۰۰۲).

نتیجه‌گیری: مکمل سازی با گرده گل زنبور عسل به همراه تمرین مقاومتی، موجب بهبود برخی از شاخص‌های مهم قلبی-عروقی شده و باعث افزایش Apo A و کاهش ساخت Apo B می‌شود. بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر، شاید بتوان به این جمع بندی رسید که مصرف مناسب و به موقع مکمل طبیعی گرده گل زنبور عسل برای کاهش چربی خون و بهبود شاخص‌های مرتبط با سلامت مفید باشد. لذا لازم می‌دانیم که برای تبیین بیشتر و اثر واقعی گرده گل بر سوخت و ساز چربی‌ها و لیپوپروتئین‌ها، تحقیقات بیشتری انجام گیرد.

قدردانی و تشکر

نویسندگان این مقاله از زحمات آقای دکتر بیژن هدایتی که در امر انجام آزمایشات بیوشیمیایی کمک کردند و تمام آزمودنی‌هایی که در این تحقیق شرکت داشتند، تقدیر و تشکر می‌نمایند.

پروتئینی با زنجیره گلیکوز آمیلوگلیکان می‌باشند که اتصال لیگاندها به این مولکول‌ها، باعث افزایش تشکیل کمپلکس پیام‌دهی گیرنده‌ها می‌شود. همچنین در فراخوانی و تنظیم لیگاندهایی که در سطح سلول عمل می‌کنند، نقش دارد. در سطح سلول، آنزیم LPL باعث افزایش Lp(a) ناپایدار می‌شود. نکته قابل توجه آن است که با تبدیل Lp(a) ناپایدار به Lp(a) پایدار، Lp(a) دیگر نمی‌تواند به وسیله بافت‌های محیطی مانند عضلات و محیط برداشت شود (استراسر و دیگران، ۲۰۱۰؛ فیروزه و دیگران، ۲۰۱۱). با افزایش LPL در نتیجه تمرینات بدنی، Lp(a) ناپایدار افزایش می‌یابد و این مساله باعث افزایش برداشت Lp(a) به وسیله بافت‌های محیطی می‌گردد (فلاح محمدی و دیگران، ۲۰۰۶).

اطلاعات در خصوص تاثیر گرده گل زنبور عسل بر شاخص‌های قلبی-عروقی با و بدون تمرین مقاومتی اندک است. قلدوف^۱ و دیگران (۲۰۰۲) در شریط آزمایشگاهی اثر ظرفیت جذب رادیکال اکسیژنی گرده گل بدست آمده از گل‌های متعدد را بررسی کرده و اظهار داشته‌اند. که گرده گل زنبور عسل ظرفیت بالایی در مهار اکسایش لیپوپروتئین‌ها دارد و به عنوان یک منبع ضد اکسایشی عمل می‌نماید. همچنین، پژوهشگران از یک نوع حشره کش بنام کارباریل^۲ و گرده گل زنبور عسل در موش استفاده کرده اند. نتایج مطالعه مذکور نشان داد که استفاده از گرده گل زنبور عسل در مقادیر ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن در روز، اثرات منفی این حشره کش را بر آنزیم‌های ضد اکسایشی و دیگر متغیرهای بیوشیمیایی، کاهش می‌دهد. همچنین، سطوح TC و TG در گروه‌های گرده گل به تنهایی و گرده گل به علاوه

منابع

- Ali-Mohamadi, M., Abbaspoor, M., Rahimi, R., & Hakimi, M. (2014). The Influence of order execution components of the strength and endurance in the concurrent training on lipid profile and body composition in overweight females. *World Applied Sciences Journal*, 29(7), 946-953.
- Aparicio, V. A., Sanchez, C., Ortega, F. B., Nebot, E., Kapravelou, G., Porres, J. M., & Aranda, P. (2013). Effects of the dietary amount and source of protein, resistance training and anabolic-androgenic steroids on body weight and lipid profile of rats. *Nutricion Hospitalaria*, 28(1), 127-136.
- Askari, A., Askari, B., & Fallah, Z. (2012). Effect of eight weeks aerobic training on serum lipid and lipoprotein levels in women. *Journal of Gorgan University of Medical Sciences*, 14(1), 26-32. [Persian]

- Chan, D. C., & Watts, G. F. (2006). Apolipoproteins as markers and managers of coronary risk. *QJM: An International Journal of Medicine*, 99(5), 277-287.
- Doaee, S., & Gholamalizadeh, M. (2011). Polymorphism of AI, A IV and E apolipoprotein genes and effect of fat intake on HDL-C levels. *Genetics in the 3rd Millennium*, 9(1), 2323-2328. [Persian]
- Eraslan, G., Kanbur, M., & Silici, S. (2009). Effect of carbaryl on some biochemical changes in rats: the ameliorative effect of bee pollen. *Food and Chemical Toxicology*, 47(1), 86-91.
- Eraslan, G., Kanbur, M., Silici, S., Liman, B. C., Altinordulu, S., & Sarica, Z. S. (2009). Evaluation of protective effect of bee pollen against propoxur toxicity in rat. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 72(3), 931-937.
- Fallah Mohammadi, Z., & Poramir, S. B. (2006). Investigate blood lipoproteins profile changes subsequent a term synthetic trainings in average age mans. *Bulletin Exercise Science*, 2(3), 33-42. [Persian]
- Fatrcova-Sramkova, K., Nozkova, J., Kacaniova, M., Mariassyova, M., Rovna, K., & Stricik, M. (2013). Antioxidant and antimicrobial properties of monofloral bee pollen. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 48(2), 133-138.
- Feas, X., Vazquez-Tato, M. P., Estevinho, L., Seijas, J. A., & Iglesias, A. (2012). Organic bee pollen: botanical origin, nutritional value, bioactive compounds, antioxidant activity and microbiological quality. *Molecules*, 17(7), 8359-8377.
- Firozeh, Z., Bijeh, N., & Ramazani, S. (2011). Effect of 8-week walking program on serum lipoprotein (a) concentration in non-athlete menopausal women. *Journal of Gorgan University of Medical Sciences*, 13(2), 30-38. [Persian]
- Ghanbari Niaki, A., Aliakbari Baydokhty, M., Saeidi, A., Ardeshiri, S., & Naghizadeh Qomi, M. (2017). The effect of short-term circuit resistance training on plasma lipid and lipoprotein profile on young College male with and without saffron (*Crocus Sativus*) supplementation. *Journal of Applied Exercise Physiology*, 12(24), 95-108. [Persian]
- Ghanbari Niaki, A., Ardeshiri, S., Aliakbari Baydokhty, M., & Saeidi, A. (2016). Effects of circuit resistance training with crocus sativus supplementation on Insulin and estradiol hormones response. *The Horizon of Medical Sciences*, 22(2), 125-130. [Persian]
- Ghanbari Niaki, A., Fathi, R., & Rmroodi, S. (2010). Effect of 8 week endurance training with difficult times on masculine rats plasma HDL-C-C, HDL-C2 and HDL-C3 levels. *Journal of Sport and Movement-Exist Science*, 2(4), 27-36. [Persian]
- Ghanbari-Niaki, A., Ghanbari-Abarghooi, S., Rahbarizadeh, F., Zare-Kookandeh, N., Gholizadeh, M., Roudbari, F., & Zare-Kookandeh, A. (2013). Heart ABCA1 and PPAR- α genes expression responses in male rats: effects of high intensity treadmill running training and aqueous extraction of black crataegus-pentaegyna. *Research in Cardiovascular Medicine*, 2(4), 153-159.
- Ghanbari-Niaki, A., Saghebjo, M., & Hedayati, M. (2011). A single session of circuit-resistance exercise effects on human peripheral blood lymphocyte ABCA1 expression and plasma HDL-C-C level. *Regulatory Peptides*, 166(1), 42-47.
- Gheldof, N., & Engeseth, N. J. (2002). Antioxidant capacity of honeys from various floral sources based on the determination of oxygen radical absorbance capacity and inhibition of in vitro lipoprotein oxidation in human serum samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(10), 3050-3055.

- Ghorbanian, B., & Ghasemnian, A. (2016). The effects of 8 weeks interval endurance combined training on plasma TNF- α , IL-10, insulin resistance and lipid profile in boy adolescents. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*, 4(7), 43-54. [Persian]
- Haghighat, N., Rostami, A., Eghtesadi, S., Shidfar, F., Heidari, I., & Hoseini, A. F. (2013). The effects of dark chocolate on lipid profile, apo-lipoprotein A-1, apo-lipoprotein B and inflammation in type-2 diabetic patients: A randomized clinical trial. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 8(2), 21-30. [Persian]
- Kadoglou, N. P., Fotiadis, G., Athanasiadou, Z., Vitta, I., Lampropoulos, S., & Vrabas, I. S. (2012). The effects of resistance training on ApoB/ApoA-I ratio, Lp (a) and inflammatory markers in patients with type 2 diabetes. *Endocrine*, 42(3), 561-569.
- Khabazian, B. M., Ghanbari-Niaki, A., Safarzadeh-Golpordesari, A. R., Ebrahimi, M., Rahbarizadeh, F., & Abednazari, H. (2009). Endurance training enhances ABCA1 expression in rat small intestine. *European Journal of Applied Physiology*, 107(3), 351-358.
- Kones, R. (2011). Primary prevention of coronary heart disease: integration of new data, evolving views, revised goals, and role of rosuvastatin in management. A comprehensive survey. *Drug Design, Development and Therapy*, 5(1), 325-80.
- LeBlanc, B. W., Davis, O. K., Boue, S., DeLucca, A., & Deeby, T. (2009). Antioxidant activity of sonoran desert bee pollen. *Food Chemistry*, 115(4), 1299-1305.
- Leiviska, J., Sundvall, J., Alfthan, G., Jauhiainen, M., & Salomaa, V. (2011). Apolipoprotein AI, apolipoprotein B, and apolipoprotein B/apolipoprotein AI ratio: Reference intervals compared with values in different pathophysiological conditions from the FINRISK 2007 study. *Clinica Chimica Acta*, 412(11), 1146-1150.
- Mahdavi-Rad, A., Aminaei, M., & Amirseifadini, M. R. (2015). The effects of 8 weeks of general physical education course (1) during morning and evening times on body composition, aerobic capacity and lipid profile among non-athlete students. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*, 3(5), 23-33. [Persian]
- Morais, M., Moreira, L., Feas, X., & Estevinho, L. M. (2011). Honeybee-collected pollen from five portuguese natural parks: Palynological origin, phenolic content, antioxidant properties and antimicrobial activity. *Food and Chemical Toxicology*, 49(5), 1096-1101.
- Pascoal, A., Rodrigues, S., Teixeira, A., Feás, X., & Estevinho, L. M. (2014). Biological activities of commercial bee pollens: Antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory. *Food and Chemical Toxicology*, 63, 233-239.
- Pronk, N. P., Crouse, S. F., O'Brien, B. C., & Rohack, J. J. (1995). Acute effects of walking on serum lipids and lipoproteins in women. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 35(1), 50-58.
- Salles, J., Cardinault, N., Patrac, V., Berry, A., Giraudet, C., Collin, M. L., ... & Boirie, Y. (2014). Bee pollen improves muscle protein and energy metabolism in malnourished old rats through interfering with the Mtor signaling pathway and mitochondrial activity. *Nutrients*, 6(12), 5500-5516.

- Stankiewicz, K., Szczesniak, L., Rychlewski, T., Deskur-Smielecka, E., & Kasprzak, Z. (2004). Serum lipoprotein (a) [Lp (a)] levels in overweight and obese youths-a combined effect of physical activity and low-calorie diet. *Biology of Sport*, 21(2), 171-180.
- Strasser, B., Siebert, U., & Schobersberger, W. (2010). Resistance training in the treatment of the metabolic syndrome. *Sports Medicine*, 40(5), 397-415.
- Sung, R. Y. T., Yu, C. W., Chang, S. K. Y., Mo, S. W., Woo, K. S., & Lam, C. W. K. (2002). Effects of dietary intervention and strength training on blood lipid level in obese children. *Archives of Disease in Childhood*, 86(6), 407-410.
- Sheikholeslami_Vatani, D., Ahmadi, S., Dehrashid, K. A., & Gharibi, F. (2011). Changes in cardiovascular risk factors and inflammatory markers of young, healthy, men after six weeks of moderate or high intensity resistance training. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 51, 695-700.
- Valente, E. A., Sheehy, M. E., Avila, J. J., Gutierrez, J. A., Delmonico, M. J., & Lofgren, I. E. (2011). The effect of the addition of resistance training to a dietary education intervention on apolipoproteins and diet quality in overweight and obese older adults. *Clinical Interventions in Aging*, 6, 235-41.
- Vincent, K. R., Braith, R. W., Bottiglieri, T., Vincent, H. K., & Lowenthal, D. T. (2003). Homocysteine and lipoprotein levels following resistance training in older adults. *Preventive Cardiology*, 6(4), 197-203.
- Yektayar, M., Mohammadi, S., Ahmadi Deharshid, K., & Khodamoradpour, M. (2012). Comparison of the effects of resistance, endurance and combined exercises on lipid profile of non-athlete healthy middle aged men. *Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences*, 16(4), 26-36.
- Yildiz, O., Can, Z., Saral, O., Yulug, E., Ozturk, F., Aliyazıcoglu, R., ... & Kolaylı, S. (2013). Hepatoprotective potential of chestnut bee pollen on carbon tetrachloride-induced hepatic damages in rats. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013, 1-9.



The effect of 8 weeks strength - endurance training at morning and evening on interleukin-6 and C-reactive protein in overweight men

Mohsen Akbarpour^{1*}, Abozar Jahanmehr²

1. Associate Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, University of Qom, Qom, Iran.
2. MSc in Physical Education and Sport Sciences, University of Qom, Qom, Iran.

Abstract

Background and Aim: The inflammatory markers induce changes in body composition and endocrine activity that lead to diabetes and cardiovascular diseases, while active lifestyle and physical activity could improve these parameters. The aim of the present study was to determine the effect of 8 weeks combined strength and endurance training at morning and evening on Interleukin-6 (IL-6) and C-reactive protein (CRP) in overweight men. **Materials and Methods:** Forty non-athletes overweight men (age: 24 ± 1.57 years and BMI: 28.22 ± 3.6 kg/m²) were randomly divided into two experimental and also two control groups for each morning and evening times. The training groups performed the combined training protocol three sessions per week for 8 weeks; while the control groups did not do any programs during the research period. Blood samples (5 cc) were taken from the participants at the beginning and also the end of 8th week in order to CRP and IL-6 determination. Further, IL-6 and CRP were measured using ELISA and Latex- agglutination methods respectively. The statistical analysis were performed by one-way analysis of variance (ANOVA) and LSD tests for between group and the dependent t-test for within group comparisons at the significant level of $p < 0.05$. **Results:** The results showed that 8 weeks of combined training in the morning and evening decreased IL-6 ($p < 0.01$ & $p < 0.006$ respectively) and CRP ($p < 0.03$ & $p < 0.02$ respectively) in the experimental groups compared to control groups. **Conclusion:** Performing of combined training in the morning and evening could reduce the percentage of pre-inflammatory and cardiovascular risk factors; therefore, overweight men can be advised to take advantage of a strength-endurance training program regardless of training time.

Key words: Endurance training, Resistance training, Interleukin-6, C-reactive protein, Overweight men.



تاثیر ۸ هفته تمرین قدرتی - استقامتی در دو نوبت صبح و عصر بر اینترلوکین-۶ و پروتئین واکنشی C در مردان دارای اضافه وزن

محسن اکبرپور^{۱*}، ابوذر جهانمهر^۲

۱. دانشیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه قم، قم، ایران.

۲. کارشناس ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه قم، قم، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: شاخص‌های التهابی با ایجاد تغییر در ترکیب بدن و عملکرد هورمون‌ها، منجر به ایجاد بیماری‌های قلبی-عروقی و دیابت می‌شوند؛ در حالی که سبک زندگی فعال و انجام فعالیت‌های بدنی، ممکن است منجر به بهبود این شاخص‌ها شوند. لذا هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر ۸ هفته تمرین ترکیبی قدرتی-استقامتی در دو نوبت صبح و عصر بر اینترلوکین-۶ (IL-6) و پروتئین واکنشی C (CRP) در مردان جوان دارای اضافه وزن بود. **روش تحقیق:** تعداد ۴۰ مرد غیر ورزشکار دارای اضافه وزن (با میانگین سنی $24 \pm 1/57$ سال و شاخص توده بدن $28/22 \pm 3/6$ کیلوگرم بر متر مربع) به صورت تصادفی به دو گروه تمرینی و دو گروه کنترل صبح و عصر تقسیم شدند. گروه‌های تمرینی به مدت ۸ هفته برنامه تمرین ترکیبی که شامل تمرین قدرتی و استقامتی را اجرا کردند، اما گروه‌های کنترل در مدت زمان مداخله، در هیچ‌گونه برنامه تمرینی منظم شرکت نکردند. از آزمودنی‌ها قبل و پس از ۸ هفته، ۵ میلی‌لیتر خون سیاهرگی جهت اندازه‌گیری IL-6 و CRP گرفته شد. IL-6 با استفاده از روش الایزا و CRP با استفاده از روش لاتکس-آگلوتیناسیون مورد سنجش قرار گرفت. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک سویه و آزمون تعقیبی LSD برای مقایسه‌های بین گروهی؛ و آزمون t وابسته برای مقایسه‌های درون گروهی، در سطح معنی‌داری $p < 0/05$ انجام گرفت. **یافته‌ها:** اجرای ۸ هفته تمرین ترکیبی در زمان صبح و عصر باعث کاهش سایتوکان التهابی IL-6 (به ترتیب با $p = 0/01$ و $p = 0/06$) و CRP (به ترتیب با $p = 0/03$ و $p = 0/02$) شد. **نتیجه‌گیری:** تمرین ترکیبی در زمان صبح و عصر سبب کاهش درصدی عوامل پیش‌التهابی و خطرزای قلبی-عروقی می‌گردد. لذا مردان دارای اضافه وزن می‌توانند ترکیب تمرینات قدرت و استقامت را صرف نظر از زمان اجرا در صبح یا عصر، به منظور کاهش عوامل خطرزا بکار ببرند.

واژه‌های کلیدی: تمرینات استقامتی، تمرینات قدرتی، اینترلوکین-۶، پروتئین واکنشی C، مردان دارای اضافه وزن.

مقدمه

هیپوتالاموس-هیپوفیز، و تولیدگرما را دنبال دارد (واگن ماکرس و پیدرسون، ۲۰۰۶). شاخص IL-6 اغلب به عنوان یک سایتوکاین پیش التهابی نیز طبقه بندی می شود (واگن ماکرس و پیدرسون، ۲۰۰۶). نتیجه آن که بر اساس وجود رابطه قوی بین شاخص های التهابی و شیوع بیماری قلبی-عروقی، کاهش این شاخص ها منجر به کاهش حوادث قلبی-عروقی خواهد شد.

نتایج تحقیقات حاکی از آن است که تعدیل شیوه زندگی، کاهش وزن و اجرای فعالیت بدنی، با کاهش IL-6 و CRP همراه است (اسپوزیتو^۱ و دیگران، ۲۰۰۳؛ راین و نیکلاس^۱، ۲۰۰۴). اسپوزیتو و دیگران (۲۰۰۳) ضمن بررسی تاثیر کاهش وزن و تغییر سبک زندگی بر عوامل التهاب عروقی زنان چاق، دریافتند که داشتن سبک زندگی فعال همراه با کاهش وزن، منجر به کاهش شاخص های التهابی می شود. راین و نیکلاس (۲۰۰۴) نیز ضمن بررسی تاثیر ۶ ماه تمرین هوازی همراه با رژیم غذایی، کاهش IL-6 و CRP را متعاقب کاهش وزن گزارش کرده اند. از طرف دیگر، بعضی محققان با مطالعه تاثیر ۱۲ و ۱۰ هفته تمرین هوازی و قدرتی بر شاخص های التهابی، کاهش میزان CRP و عدم تغییر IL-6 را گزارش نموده اند (دونگس^{۱۱} و دیگران، ۲۰۱۰؛ استیوارت^{۱۲} و دیگران، ۲۰۰۷). کوهات^{۱۳} و دیگران (۲۰۰۶) کاهش شاخص های CRP، IL-6 و TNF- α پس از ۱۰ ماه تمرین هوازی در افراد سالمند را مشاهده کرده اند؛ اما کریستیانسن^{۱۴} و دیگران (۲۰۱۰) عدم تغییر شاخص های التهابی را به دنبال ۱۲ هفته تمرین هوازی گزارش نموده اند. همان طور که می بینیم، تغییر در نوع، مدت و ماهیت فعالیت بدنی، نتایج متفاوتی را به دنبال داشته است. در بسیاری از فعالیت های بدنی، نوع فعالیت ورزشی و سیستم تولید انرژی، در ایجاد سازگاری مطلوب نقش تعیین کننده ای دارد. بر اساس اصل ویژگی تمرین که هر تمرینی سازگاری های خاص خود را ایجاد می کند، لزوم بررسی انواع مختلف فعالیت ورزشی حائز اهمیت است. همچنین با توجه به اثرات مفید هر دو تمرین قدرتی و استقامتی و به دلیل اختصاصی بودن آثار مرتبط بر آن ها، تاثیر ترکیب تمریناتی از این نوع، می تواند بر بهبود عملکرد بدنی و عوامل مرتبط با سلامتی جالب و تعیین کننده باشد (لی باردی^{۱۵} و دیگران، ۲۰۱۲).

چاقی یکی از مهم ترین مشکلات سلامت عمومی در دنیای امروزی است. تغییر در شیوه زندگی و عادات غذایی مردم و تمایل آن ها در استفاده از غذاهای چرب و کاهش فعالیت بدنی؛ موجب گسترش روز افزون اضافه وزن در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه شده است (گروس^۱، ۲۰۰۶). این عارضه با متغیرهایی همچون تغییر در عملکرد طبیعی بدن، افزایش خطر ابتلاء به بیماری های خاص و پاسخ های روانی نامناسب در ارتباط بوده و عامل گسترش بیماری هایی چون سرخرگ کرونر، فشار خون، دیابت نوع دو و بیماری های قلبی-عروقی می باشد (باستارد^۲ و دیگران، ۲۰۰۶) و در این میان، شناسایی عوامل خطرزای بیماری های قلبی-عروقی دارای اهمیت بسیاری است (آبرامسون و واسکارینو^۳، ۲۰۰۲). یکی از عواملی که در بروز این بیماری ها نقش دارد، عوامل التهابی است. اهمیت این شاخص ها تا جایی است که به عنوان عامل پیش گوئی کننده بیماری های قلبی-عروقی شناخته شده اند. از جمله این شاخص ها می توان به فیبرینوژن، مولکول های چسبان، اینترلوکین-۶ (IL-6)، پروتئین واکنشی C (CRP) و عامل نکروز دهنده تومور آلفا (TNF- α) اشاره کرد (دینگ^۴ و دیگران، ۲۰۰۴).

برخی تحقیقات ارتباط بین چاقی و افزایش شاخص های التهابی با افزایش احتمال بروز بیماری قلبی-عروقی را گزارش کرده اند (دینگ و دیگران، ۲۰۰۴). بر همین اساس، اعتقاد بر آن است که افزایش فراتر از حد طبیعی شاخص های التهابی مانند IL-6 و CRP، منجر به التهاب مزمن خفیف می گردد. این شاخص ها نشانگر بیماری های مزمنی از جمله آرتریتر مزمن، فشارخون، بیماری قلبی-عروقی، بیماری عروق محیطی، دیابت شیرین، پوکی استخوان و سرطان هستند (واگن ماکرس و پیدرسون^۵، ۲۰۰۶). تا امروز CRP به عنوان شاخص حساس و غیراختصاصی، به طور وسیع مورد مطالعه قرار گرفته است. افزایش این پروتئین (به عنوان حساس ترین شاخص التهابی و پیش بینی کننده مستقل خطر قلبی-عروقی) باعث افزایش ۲ تا ۵ برابری خطر حوادث قلبی-عروقی می گردد. از طرف دیگر، IL-6 نیز اثرات مختلفی همچون تحریک سنتز پروتئین های مرحله حاد، فعال کردن محور

1. Groves

2. Bastard

3. Abramson & Vaccarino

4. Interlukin-6

5. C-reactive protein

6. Tumor necrosis factor- α

7. Ding

8. Wagenmakers & Pedersen

9. Esposito

10. Ryan & Nicklas

11. Donges

12. Stewart

13. Kohut

14. Christiansen

15. Libardi

اثر تمرین هوازی را مد نظر قرارداده اند و اثر تمرین قدرتی، به ویژه ترکیب تمرین قدرتی و استقامتی به خوبی مورد بررسی قرار نگرفته است؛ مطالعه بیشتر در این زمینه ضروری به نظر می رسد. به عبارت دیگر، تعیین اثر طولانی مدت (سازگاری) تمرینات بدنی ترکیبی (قدرتی- استقامتی) با اجرا در ساعات مختلف شبانه روز بر سطوح استراحت شاخص های پیش التهابی از اهمیت بالایی برخوردار است؛ از این رو، هدف مطالعه حاضر بررسی تأثیر ۸ هفته تمرین ترکیبی قدرتی- استقامتی در زمان صبح و عصر، بر شاخص های التهابی CRP و IL-6 در مردان جوان دارای اضافه وزن بود.

روش تحقیق

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی با استفاده از طرح پیش آزمون و پس آزمون همراه با گروه کنترل است. در این مطالعه، ۴۰ مرد جوان دارای اضافه وزن سالم با میانگین سنی $24 \pm 1/57$ سال، میانگین وزن $85/91 \pm 5/40$ کیلوگرم و شاخص توده بدن (BMI) $28/22 \pm 3/6$ کیلوگرم بر متر مربع از میان ۲۴۳ دانشجوی دانشگاه قم که دروس عمومی تربیت بدنی را اخذ کرده و داوطلب شرکت در این تحقیق بودند، انتخاب شدند. این افراد به صورت تصادفی ساده در ۴ گروه شامل گروه های کنترل صبح (۱۰ نفر)، کنترل عصر (۱۰ نفر)، تجربی صبح (۱۰ نفر) و تجربی عصر (۱۰ نفر) تقسیم شدند.

یکی از شاخص های ورود داوطلبان به تحقیق، داشتن سطح سلامت عمومی جسمانی و روانی بود که با استفاده از پرسشنامه سلامت عمومی گلدبرگ^۵ با روایی $0/90$ و پایایی $0/88$ بررسی شد (حائری، ۲۰۱۶). دیگر معیار ورود، داشتن BMI بالای ۲۵ بود. معیار عدم ورود به تحقیق داشتن یکی از بیماری های قلبی - عروقی، دیابت، اختلالات هورمونی، بیماری های کلیوی و کبدی، جراحی، سیگاری بودن و هر گونه مداخله درمانی موثر بر نتایج آزمایشگاهی بود و این اطلاعات توسط پرسشنامه سابقه پزشکی بررسی شد. قبل از انجام مداخلات، به منظور همگن سازی، ۴ گروه شرکت کننده بر اساس سن، وزن و BMI مقایسه شدند و به لحاظ آماری تفاوت معنی داری بین آنها وجود نداشت. کلیه شرکت کنندگان اطلاعات مکتوب در خصوص مطالعه را دریافت

بر اساس شواهد موجود، بدن انسان در طول شبانه روز متحمل تغییرات زیادی می شود و در هر زمان، توانایی خاصی را بیشتر از خود بروز می دهد. این ریتم شبانه روزی (۲۴ ساعته) اعمال و رفتارهای مختلفی همچون الگوی خوابیدن- بیدار شدن، توانایی انجام فعالیت بدنی، ترشح هورمون ها از جمله کورتیزول، تولید سایتوکین ها و درجه حرارت بدن را تنظیم می کند (کاراندنت^۱ و دیگران، ۲۰۰۶). نتایج بررسی های انجام شده نشان داده است که اوج تولید IL-1، IL-6، گیرنده IL-2 و TNF- α ؛ بین ساعت ۱ تا ۴ صبح می باشد؛ در حالی که در طول روز کاهش می یابد (کوتلو و استراب^۲، ۲۰۰۸). افرادی که برای سلامتی ورزش می کنند، بهتر است از چنین تغییراتی آگاه باشند، تغییرات هورمونی و تعامل آن ها با فعالیت بدنی را بشناسند و الگوی منظم روزانه ای را دنبال نمایند. نتایج برخی از گزارش ها حاکی از آن است که بیشتر حملات قلبی- عروقی در ساعت خاصی از روز، بخصوص در اوایل صبح اتفاق می افتند. در این خصوص برخی محققان همانند الدمیر و کلیک^۳ (۲۰۰۵) با بررسی تأثیر یک جلسه تمرین زیر بیشینه هوازی صبح و عصر بر پلاکت های انسان، گزارش کرده اند که درصد این شاخص ها در زمان صبح بیشتر از عصر می باشد و نتیجتاً اجرای ترجیحی تمرین بدنی، در عصر مترجم است. این در حالی است که پلدگ^۴ و دیگران (۲۰۱۱) ضمن بررسی تأثیر یک جلسه تمرین مقاومتی در صبح و عصر بر پاسخ کورتیزول و IL-6، تفاوت معنی داری بین غلظت این دو شاخص در صبح و عصر مشاهده نکرده اند. همچنین عصارزاده و دیگران (۲۰۱۲) با بررسی تأثیر تمرین هوازی در زمان صبح و عصر بر CRP و IL-6 مردان چاق، دریافتند که علی رغم کاهش این شاخص ها به دنبال تمرین؛ تفاوت معنی داری در تغییر این شاخص ها در زمان صبح و عصر وجود ندارد.

با توجه به نقش مهم فعالیت بدنی و اختصاصی بودن آثار آن از یک سو و اهمیت تأثیر زمان اجرای فعالیت بدنی از سوی دیگر؛ و با توجه به اینکه اکثر تحقیقات انجام شده در این خصوص به بررسی اثر تأثیر یک جلسه تمرین بر عوامل خطرزای قلبی- عروقی در ساعات مختلف از روز پرداخته؛ و یا مطالعه صرف

1. Carandente
2. Cutolo & Straub
3. Aldmir & Kilic
4. Pledge
5. Goldberg

نموده و پس از مطالعه، از آن‌ها خواسته شد تا رضایت‌نامه کتبی را امضا نمایند. تحقیق حاضر زیر نظر کارشناس خیره آزمایشگاهی و متخصصان فیزیولوژی ورزشی انجام شد. آزمودنی‌ها در یک جلسه با نحوه انجام فعالیت ورزشی و نحوه خون‌گیری آشنا شدند. مشخصات عمومی آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. مشخصات عمومی آزمودنی‌ها (میانگین \pm انحراف معیار)

کنترل عصر	کنترل صبح	تمرین عصر	تمرین صبح	گروه متغیر
۲۳/۲۵ \pm ۱/۶۴	۲۵/۲۲ \pm ۱/۴۲	۲۴/۱۱ \pm ۱/۵۱	۲۳/۴۴ \pm ۱/۸۲	سن (سال)
۷۸/۱۲ \pm ۴/۳۴	۸۳/۵۵ \pm ۴/۳۲	۸۸/۲۲ \pm ۳/۴۱	۹۳/۷۷ \pm ۹/۶۲	وزن (کیلوگرم)
۱۶۸/۶۲ \pm ۵/۱۱	۱۷۲/۵۵ \pm ۵/۷۲	۱۷۶/۴۴ \pm ۷/۱۳	۱۷۹/۵۵ \pm ۶/۲۴	قد (سانتی متر)
۲۷/۳۰ \pm ۵/۳۵	۲۶/۶۳ \pm ۴/۵۴	۲۸/۶۵ \pm ۳/۲۲	۳۰/۷۹ \pm ۵/۱۲	حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر / کیلوگرم / دقیقه)
۲۷/۳۷ \pm ۴/۶۳	۲۸/۰۴ \pm ۳/۵۵	۲۸/۷۷ \pm ۲/۸۸	۲۸/۷۳ \pm ۳/۲۵	شاخص توده بدن (کیلوگرم / متر مربع)
۲۶/۵۷ \pm ۱/۴۵	۲۵ \pm ۱/۲۴	۲۶/۴۲ \pm ۲/۷۰	۲۷/۷۰ \pm ۱/۱۶	چربی بدن (درصد)

برای اندازه‌گیری وزن از ترازوی دیجیتالی آلمانی با دقت ± 0.1 کیلوگرم بدون کفش با حداقل لباس استفاده شد. قد افراد با استفاده از قد سنج دیواری مدل ۴۴۴۴۰ ساخت شرکت کاوه با دقت ± 0.1 سانتی‌متر در وضعیت ایستاده کنار دیوار بدون کفش و در حالی که کتف‌ها در شرایط عادی بودند؛ اندازه‌گیری شد. متغیر BMI از تقسیم وزن فرد (کیلوگرم) به مجذور قد (متر) محاسبه شد. درصد چربی آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه بوکا آنالایزر^۱ ساخت کشور کره محاسبه گردید. همچنین برای اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی^۲ (VO_{2max}) از آزمون ۲۴۰۰ متر دویدن و راه رفتن کوپر استفاده شد؛ بدین صورت که از شرکت کنندگان خواسته شد تا مسافت مورد نظر را در سریع‌ترین زمان ممکن در پیست بدونند یا راه بروند. در پایان، زمان سپری‌شده (به دقیقه و ثانیه) و ضربان قلب (تعداد در دقیقه) ثبت شد و در معادله برآورد VO_{2max} قرار گرفت (تاناکا^۳ و دیگران، ۲۰۰۱).

گروه تمرین صبحگاهی در ساعت ۷ صبح پس از صرف صبحانه بسیار سبک و یک ساعت قبل از تمرین؛ و گروه تمرین عصرگاهی در ساعت ۶ عصر به اجرای پروتکل تمرین منتخب (ترکیب تمرین قدرتی - استقامتی) پرداختند. ابتدا میزان حداکثر ضربان قلب با استفاده از معادله (سن $\times 0.7$) - ۲۰۸ برای هر فرد محاسبه شد

(تاناکا و دیگران، ۲۰۰۱). تمرینات به مدت ۸ هفته، هر هفته ۳ جلسه به اجرا درآمد. هر جلسه تمرین شامل سه مرحله بود. ابتدا ۱۰ تا ۱۵ دقیقه گرم کردن به صورت راه رفتن سریع، دویدن آهسته و حرکات کششی - نرمشی با ۵۵-۴۵ درصد حداکثر ضربان قلب به اجرا درآمد. در ادامه آزمودنی‌ها به اجرای برنامه اصلی شامل تمرین مقاومتی با ۱۱ حرکت (ایستگاه) شامل حرکات پرس با دستگاه، پرس سینه، جلو پا با دستگاه، پشت بازو سیم‌کش، ساق پا نشسته، خم کردن زانو با دستگاه، جلو بازو با هالتر، سیم‌کش از طرفین، حرکت قدامی پا، دراز و نشست و فیله کمر پرداختند که با شدت ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه در هفته اول شروع شد و به ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه در هفته آخر رسید (جدول ۲). پس از تمرینات مقاومتی و به دنبال ۲۰ دقیقه بازگشت به حالت اولیه، آزمودنی‌های گروه‌های تجربی به اجرای تمرین استقامتی شامل دویدن با شدت ۷۰ الی ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب از هفته اول تا هفته آخر پرداختند (جدول ۳). در کل، مجموع مدت زمان تمرین فعال آزمودنی‌های گروه تجربی بدون در نظر گرفتن زمان ریکاوری و گرم کردن و سرد کردن در ۴ هفته اول به حدود ۲۷ دقیقه؛ و در ۴ هفته دوم به حدود ۳۶ دقیقه رسید (توفیقی و دیگران، ۲۰۱۲). گروه کنترل در طول دوره تحقیق، در هیچ فعالیت ورزشی منظمی شرکت نکردند.

1. Boca analyzer
2. Maximul oxygen uptake
3. Tanaka

جدول ۲. جزئیات برنامه تمرین قدرتی گروه های تجربی

هفته ها	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
شدت (درصد یک تکرار بیشینه)	۷۰	۷۰	۷۵	۷۵	۸۰	۸۰	۸۵	۸۵
نوبت ها (نوبت ها)	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۲
تکرار	۱۲	۱۲	۱۰	۱۰	۸	۸	۶	۶
استراحت بین ایستگاه ها (ثانیه)	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
استراحت بین نوبت ها (ثانیه)	-	-	-	-	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰

جدول ۳. جزئیات برنامه تمرین استقامتی گروه های تجربی

هفته ها	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
شدت (درصد حداکثر ضربان قلب)	۷۰	۷۰	۷۵	۷۵	۸۰	۸۰	۸۵	۸۵
زمان (دقیقه)	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲

به منظور اندازه گیری متغیرهای بیوشیمیایی، ابتدا نمونه‌ها از فریزر خارج و ۳۰ دقیقه در دمای اتاق نگه داشته شدند. سپس نمونه‌ها ۵ مرتبه سروته شدند تا گرادیان غلظت ناشی از فریز و ذوب برطرف شده و غلظت نمونه‌ها یکدست شود. IL-6 به روش کمی و با استفاده از روش الایزا^۱ استفاده کیت IL-6 انسانی^۲ با درجه حساسیت ۰/۱ میلی مول/دسی لیتر و CRP با استفاده از روش لاتکس- آگلوتیناسیون^۳ و بهره برداری از کیت CRP با درجه حساسیت ۰/۲ میکروگرم/میلی لیتر به شماره E-80CRP مورد سنجش قرار گرفت. اطلاعات مربوط به رژیم غذایی آزمودنی‌ها توسط پرسشنامه ۲۴ ساعته یاد آمد خوراک در دو نوبت هفته اول و هفته هشتم در طول برنامه فعالیت بدنی توسط آزمودنی در برگه مخصوص رژیم غذایی ثبت گردید. جهت تجزیه و تحلیل داده‌های این پرسشنامه، ابتدا مواد غذایی مصرف شده به گرم تبدیل شدند و سپس با استفاده از نرم‌افزار تغذیه دورسلی^۴ اطلاعات مربوط به رژیم غذایی تجزیه و تحلیل گردیده و میزان درشت مغذی‌ها تعیین شدند (جدول ۴). در این مطالعه، امکان کنترل انگیزش و عوامل ژنتیکی و وراثتی آزمودنی‌ها که ممکن است بر نتایج تحقیق اثرگذار باشد، برای محقق میسر نبود.

برای بررسی متغیرهای بیوشیمیایی، خون‌گیری در دو مرحله قبل از شروع تمرینات (هفته صفر) و ۷۲ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین (هفته هشتم) جهت بررسی اثر تمرین و تغییرات ساعات روزانه بر متغیرهای تحقیق صورت گرفت. در مرحله اول، از آزمودنی‌های هر گروه خواسته شد تا ۲ روز قبل از آزمون، هیچ فعالیت ورزشی انجام ندهند و رژیم غذایی معمول خود را حفظ کنند. ۵ سی‌سی خون بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی از سیاهرگ آرنجی دست چپ در وضعیت نشسته و در حالت استراحت از آزمودنی‌های گروه تمرین صبحگاهی و کنترل صبحگاهی در ساعت ۸ صبح و از گروه تمرین عصرگاهی و کنترل عصرگاهی، در ساعت ۶ عصر گرفته شد. دما و ساعت آزمون ثبت شد تا در مراحل بعدی نیز این شرایط حفظ گردد. پس از خون‌گیری، بلافاصله نمونه‌ها سانتریفیوژ (۳۰۰۰ دور/دقیقه، به مدت ۱۰ دقیقه) شدند و سرم جدا و تا روز آزمایش در یخچال و در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. پس از این مرحله، آزمودنی‌های گروه‌های تجربی به مدت ۸ هفته به اجرای برنامه تمرینی ترکیبی (قدرتی- استقامتی) پرداختند و ۴۸ ساعت پس از آن، نمونه‌گیری دوم در شرایط مشابه پیش‌آزمون، عیناً تکرار شد.

1. Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA)
2. Human interleukin-6- ELISA Kit

3. Latex - agglutination
4. Dorosly food processor (NIII, FP)

جدول ۴. تغییرات (میانگین و انحراف معیار) میزان دریافت انرژی روزانه و درشت مغذی های در گروه های تجربی و کنترل

متغیرها	گروه ها	پیش آزمون (هفته اول)	پس آزمون (هفته هشتم)
انرژی دریافتی روزانه (کالری)	گروه تجربی ۱ (تمرین صبح)	۱۸۹۴/۲۰±۲۵۱	۲۱۰۷/۴۰±۲۹۱/۵۲
	گروه تجربی ۲ (تمرین عصر)	۱۹۳۵/۷۰±۲۸۶/۹۱	۱۹۷۳/۵۵±۲۹۷/۱۴
	گروه کنترل ۱ (صبح)	۱۹۱۶/۲±۱۹۵/۸۰	۲۱۴۷/۹۱±۳۱۱/۷۲
	گروه کنترل ۲ (عصر)	۱۸۷۳/۴۰±۲۱۹/۵۳	۱۹۳۸/۶۰±۲۶۲/۹۱
کربوهیدرات (گرم)، درصد انرژی دریافتی	گروه تجربی ۱ (تمرین صبح)	۲۹۳/۶۰±۴۱/۱۵ (/۶۲)	۳۳۷/۱۰±۴۶/۳۰ (/۶۴)
	گروه تجربی ۲ (تمرین عصر)	۳۰۴/۹۰±۳۱/۹۱ (/۶۳)	۳۱۰/۸۰±۴۰/۲۰ (/۶۳)
	گروه کنترل ۱ (صبح)	۲۹۷/۰۰±۳۹/۵۲ (/۶۲)	۳۲۷/۵۰±۳۴/۲۱ (/۶۱)
	گروه کنترل ۲ (عصر)	۱۸۵/۱۶±۳۷/۳۱ (/۶۱)	۳۰۰/۴۰±۳۶/۴۳ (/۶۲)
چربی (گرم) درصد انرژی دریافتی	گروه تجربی ۱ (تمرین صبح)	۵۰/۵۰±۵/۲۱ (/۲۴)	۵۱/۶۰±۳/۵۴ (/۲۲)
	گروه تجربی ۲ (تمرین عصر)	۴۷/۳۱±۴/۹۲ (/۲۲)	۴۸/۲۰±۳/۲۳ (/۲۲)
	گروه کنترل ۱ (صبح)	۴۶/۸۰±۴/۴ (/۲۲)	۵۴/۸۰±۴/۷۲ (/۲۳)
	گروه کنترل ۲ (عصر)	۴۷/۸۰±۳/۸۱ (/۲۲)	۴۷/۳۰±۳/۱۴ (/۲۲)
پروتئین (گرم) درصد انرژی دریافتی	گروه تجربی ۱ (تمرین صبح)	۶۶/۳۰±۵/۳۰ (/۱۴)	۷۳/۷±۶/۰۰ (/۱۴)
	گروه تجربی ۲ (تمرین عصر)	۷۲/۵۰±۷/۶۳ (/۱۵)	۷۴/۰۳±۷/۱۲ (/۱۵)
	گروه کنترل ۱ (صبح)	۷۶/۶۰±۷/۱۲ (/۱۶)	۸۵/۹۰±۷/۶۴ (/۱۶)
	گروه کنترل ۲ (عصر)	۷۴/۹۰±۶/۲۱ (/۱۶)	۷۷/۶۰±۷/۲۳ (/۱۶)

سپس توسط آزمون تحلیل واریانس یک طرفه^۳ تفاوت های بین گروهی محاسبه گردید. در صورت مشاهده تفاوت معنی دار آماری، از آزمون تعقیبی حداقل اختلاف معنی داری^۴ (LSD) به منظور تعیین دقیق محل اختلافات بین گروهی استفاده شد. کلیه عملیات آماری با نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ تحلیل شدند و سطح معنی داری $p < 0/05$ در نظر گرفته شد.

برای بررسی توزیع طبیعی داده ها در حالت پایه و ارزیابی اختلاف نمونه با جامعه مورد نظر، از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف^۱ و جهت بررسی همگنی واریانس ها از آزمون لون^۲ استفاده شد. تفاوت های درون گروهی با آزمون t وابسته بررسی شد. با توجه به وجود تفاوت غیر معنی دار بین پیش آزمون گروه ها با هم دیگر، ابتدا اختلاف پیش آزمون و پس آزمون گروه ها محاسبه شد و

1. Kolmogorov-Smirnov
2. Leven

3. One-way ANOVA
4. Least significant difference

یافته ها

عصرگاهی) به ترتیب ۲ و ۲/۴ درصد کاهش پیدا کرد. همچنین میزان VO_{2max} در گروه تمرین عصرگاهی در مقایسه با گروه‌های کنترل (صبحگاهی و عصرگاهی) به ترتیب ۵۵ و ۵۲ درصد افزایش یافت؛ ضمن آن که BMI نیز در گروه تمرین عصرگاهی در مقایسه با گروه‌های کنترل (صبحگاهی و عصرگاهی)، به ترتیب ۷ و ۳/۲ درصد کاهش نشان داد. این در حالی بود که تفاوت معنی‌داری در VO_{2max} و BMI گروه تمرین صبحگاهی و عصرگاهی مشاهده نشد ($p=0/20$)؛ هرچند که افزایش VO_{2max} و کاهش BMI در زمان عصر بیشتر از صبح بود (جدول ۵).

نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون تعقیبی LSD نشان داد که اجرای ۸ هفته تمرین ترکیبی در صبح و عصر موجب افزایش VO_{2max} ($p=0/0001$) و کاهش BMI ($p=0/0001$) گروه های تجربی در مقایسه با گروه های کنترل (صبح و عصر) شد؛ به نحوی که میزان VO_{2max} در گروه تمرین صبحگاهی در مقایسه با گروه‌های کنترل (صبحگاهی و عصرگاهی)، به ترتیب ۴۸ و ۴۶ درصد افزایش یافت. به علاوه، BMI در گروه تمرین صبحگاهی در مقایسه با گروه‌های کنترل (صبحگاهی و

جدول ۵. تغییرات (میانگین و انحراف معیار) متغیرهای وابسته در مراحل مختلف آزمون

متغیرها	گروه ها	پیش آزمون (هفته صفر)	پس آزمون (هفته هشتم)
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)	گروه تجربی ۱ (تمرین صبح)	۳۰/۷۲±۵/۲۰	۳۹/۲۵±۶/۱۰
	گروه تجربی ۲ (تمرین عصر)	۲۸/۶۵±۳/۲۰	۴۱/۱۵±۴/۱۰
	گروه کنترل ۱ (صبح)	۲۶/۶۳±۴/۵۰	۲۶/۴۸±۴/۷۰
	گروه کنترل ۲ (عصر)	۲۷/۳۰±۵/۵۰	۲۷/۰۶±۵/۴۰
نمایه توده بدن (کیلوگرم/متر مربع)	گروه تجربی ۱ (تمرین صبح)	۲۸/۷۳±۳/۵۰	۲۷/۰۵±۳/۲۰
	گروه تجربی ۲ (تمرین عصر)	۲۸/۷۷±۲/۸۰	۲۶/۵۱±۳/۳۰
	گروه کنترل ۱ (صبح)	۲۸/۰۴±۳/۵۰	۲۸/۳۳±۳/۶۰
	گروه کنترل ۲ (عصر)	۲۷/۳۷±۴/۶۰	۲۷/۵۳±۱/۴۰
IL-6 (پیکوگرم/میلی لیتر)	گروه تجربی ۱ (تمرین صبح)	۲/۴۵±۰/۱۲	۲/۲۰±۰/۱۳
	گروه تجربی ۲ (تمرین عصر)	۲/۱۲±۰/۱۴	۱/۷۷±۱/۱۰
	گروه کنترل ۱ (صبح)	۳/۰۳±۰/۲۵	۳/۲۷±۰/۲۴
	گروه کنترل ۲ (عصر)	۲/۰۸±۰/۲۰	۲/۰۷±۰/۲۰
CRP (پیکوگرم/میلی لیتر)	گروه تجربی ۱ (تمرین صبح)	۲/۵۸±۰/۵۱	۲/۴۲±۰/۷۰
	گروه تجربی ۲ (تمرین عصر)	۲/۴۷±۰/۷۳	۲/۳۱±۱/۹۱
	گروه کنترل ۱ (صبح)	۲/۶۳±۱/۵۰	۲/۵۷±۱/۵۰
	گروه کنترل ۲ (عصر)	۲/۴۳±۰/۴۵	۲/۳۹±۰/۴۶

همسو می باشد. از طرفی، نتایج بدست آمده با یافته های آرسنالت^۲ و دیگران (۲۰۰۹)، و فایری^۳ و دیگران (۲۰۰۵) همسو نمی باشد. ابوریج و دیگران (۲۰۰۸) گزارش شده است که انجام تمرینات طولانی مدت هوازی به مدت ۱۲ ماه، منجر به تغییر بیان ژن IL-6 و کاهش معنی دار IL-6 سرمی می شود و طبق مطالعه فرزانیگی و براری (۲۰۱۳)، سطح IL-6 با انجام ۶ هفته تمرین هوازی با شدت ۶۰ درصد حداکثر ضربان قبل ذخیره، کاهش یافت. علیرغم این ها، رحیمی و دیگران (۲۰۱۲) ضمن بررسی تاثیر ۸ هفته تمرین هوازی بر سطح IL-6، CRP زنان میانسال، تغییر معنی داری را مشاهده نکرده اند. همچنین لیبردی و دیگران (۲۰۱۲) گزارش کرده اند که ۱۶ هفته تمرین مقاومتی، استقامتی و ترکیبی؛ تاثیر معنی داری بر سطوح CRP و IL-6 ندارد. به نظر می رسد تفاوت در نتایج یافته ها احتمالاً به دلیل تفاوت در نوع آزمودنی‌ها و مدت و شدت برنامه تمرینی آزمودنی‌ها باشد.

یکی از جالب ترین اهداف تحقیق حاضر، مقایسه تمرین در نوبت صبح و عصر بود و یافته های حاصل نشان داد که در گروه های تمرین صبحگاهی و عصرگاهی، میزان CRP کاهش یافته است. همچنین تفاوت معنی داری بین گروه کنترل عصرگاهی در مقایسه با گروه کنترل صبحگاهی، در میزان شاخص های التهابی مشاهده نشد. همچنین بر اساس نتایج حاصله، بین گروه های تمرین صبحگاهی و عصرگاهی در میزان IL-6 تفاوت معنی داری مشاهده نشد. همچنین بین گروه کنترل عصرگاهی در مقایسه با گروه کنترل صبحگاهی نیز تفاوت معنی داری در شاخص های التهابی مشاهده نشد.

تحقیقات نشان داده اند که تمرین می تواند با تأثیر مستقیم بر بافت چربی و افزایش لیپولیز (از طریق افزایش فعالیت لیپاز حساس به هورمون)، تولید میانجی های همراه التهاب همچون IL-6 از بافت چربی را کاهش داده و تولید میانجی های ضدالتهابی همچون IL-10 از بافت چربی را افزایش دهد (گیفن^۴ و دیگران، ۲۰۰۳)؛ زیرا IL-6 و CRP از عوامل پیش التهابی می باشند که که سطح موجود در گردش آن ها به طور مستقیم با عواملی مانند عفونت های باکتریایی، ضربات ناشی از جراحی، سکته قلبی،

همچنین نتایج بدست آمده از آزمون t وابسته نشان داد که در گروه های تمرین صبحگاهی و عصرگاهی، میزان CRP پس از ۸ هفته تمرین ترکیبی به ترتیب ۶/۶ و ۶/۹ درصد کاهش (به ترتیب با $p=0/03$ و $p=0/02$) یافته است. از طرف دیگر، در گروه های کنترل صبحگاهی و عصرگاهی تغییرات معنی داری در مقدار CRP آزمودنی‌ها ایجاد نشد (جدول ۵). به علاوه، نتایج حاصل از t وابسته آشکار ساخت که IL-6 در گروه تمرین صبحگاهی ۱۴ درصد ($p=0/01$) و در گروه تمرین عصرگاهی به مقدار ۱۹ درصد ($p=0/006$) نسبت به مرحله پیش آزمون، کاهش یافته است. به علاوه، در گروه تمرین صبحگاهی و عصرگاهی کاهش معنی داری در مقایسه با گروه کنترل صبحگاهی و عصرگاهی مشاهده شد (به ترتیب با $p=0/001$ و $p=0/002$)؛ این در حالی بود که در گروه های کنترل صبحگاهی و عصرگاهی، تغییرات چندانی در مقدار IL-6 مشاهده نشد ($p>0/05$). از طرف دیگر، با مقایسه گروه های تمرین صبحگاهی و عصرگاهی مشاهده شد که میزان IL-6 در گروه تمرین عصرگاهی حدود ۷ درصد بیشتر از گروه تمرین صبحگاهی کاهش یافته ($p=0/08$)، اما این تفاوت از نظر آماری معنی داری نبود (جدول ۵).

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که ۸ هفته تمرین ترکیبی قدرتی-استقامتی در زمان صبح و عصر در مردان جوان دارای اضافه وزن باعث کاهش BMI و افزایش VO_{2max} می گردد. این در حالی بود که اختلاف معنی داری بین گروه های تمرینی در مرحله پس آزمون مشاهده نشد، ولی میزان VO_{2max} و BMI در گروه تمرین عصرگاهی از تغییرات درصدی بیشتری نسبت به گروه تمرین صبحگاهی برخوردار بود. همچنین کاهش عوامل التهابی CRP و IL-6 پس از ۸ هفته تمرین ترکیبی مشاهده شد، به نحوی که تفاوت مقادیر CRP و IL-6 سرمی در گروه تمرین صبح در مقایسه با گروه کنترل صبح و در گروه تمرین عصر در مقایسه با گروه کنترل عصر، کاهش معنی داری داشت.

نتایج مطالعه حاضر در مورد CRP و IL-6 با تحقیقات آلدمیر و دیگران (۲۰۰۵)، پیکسیون^۱ و دیگران (۲۰۰۸)، نیکلاس و دیگران (۲۰۰۸) که کاهش CRP و IL-6 را در اثر تمرین گزارش کرده اند،

1. Piccione
2. Arsenault
3. Fairy
4. Giffen

دیگر، رابطه فعالیت بدنی با سطوح پایین تر التهاب می تواند از طریق رابطه تمرین با درجه پایین تری از چاقی عمومی و شکمی ایجاد شود. مشخص شده است که افراد چاق، سطوح بالاتری از میانجی‌های همراه التهاب از قبیل $TNF-\alpha$ ، IL-8 و IL-6 را در مقایسه با افراد کنترل لاغر تولید می‌نمایند (استرازکووسکی^۱ و دیگران، ۲۰۰۲). به طور کلی می توان گفت که ۸ هفته تمرین ترکیبی قدرتی-استقامتی در زمان صبح و عصر، از طریق کاهش عوامل خطرزایی قلبی - عروقی شامل CRP و IL-6، در بهبود سلامت قلب و عروق موثر است و تفاوتی در زمان اجرای فعالیت بر عوامل خطرزایی قلبی-عروقی وجود ندارد. البته به دلیل محدودیت موجود در این تحقیق، امکان کنترل میزان انگیزش آزمودنی به هنگام شرکت در تمرین و آزمون و همچنین کنترل عوامل ژنتیکی تاثیر گذار بر نتایج تحقیق برای پژوهشگر میسر نبود.

نتیجه گیری: انجام تمرینات ترکیبی قدرتی-استقامتی در صبح و عصر سبب بهبود VO_{2max} ، BMI و سایتوکان‌های التهابی شد؛ تغییراتی که خود بهبود سلامتی قلبی - عروقی فرد را دنبال دارند. از طرف دیگر، بین انجام تمرین در زمان صبح و عصر تفاوتی مشاهده نشد و می توان توصیه نمود که صرف نظر از زمان تمرین، به منظور کاهش عوامل خطر زای قلبی - عروقی از برنامه تمرین ترکیبی مشتمل بر تمرینات قدرتی-استقامتی استفاده شود.

قدردانی و تشکر

این مقاله حاصل از نتایج پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد با کد ۲۳۳۸۰۱۱ می باشد که با حمایت معاونت پژوهشی دانشگاه قم اجرا شده است. بدین وسیله مراتب قدردانی خود را از همکاران و دانشجویان محترم که در انجام این پژوهش مساعدت فرمودند، اعلام می‌داریم.

جراحت های بافتی، ورزش و فعالیت بدنی رابطه دارد (من^۱ و دیگران، ۲۰۱۱). اثر ورزش و فعالیت بدنی بر CRP و IL-6 به شدت، مدت تمرین و حجم عضلانی بدن بستگی دارد. از طرفی، IL-6 به عنوان یک سایتوکین حساس به ذخایر گلیکوژن نیز عمل می کند؛ به نحوی که غلظت IL-6 با ذخایر سوختی عضلات، به ویژه گلیکوژن در ارتباط است و به نظر فعالیت دراز مدت می تواند موجب تخلیه این ذخایر و کاهش IL-6 شود (نیمن^۲ و دیگران، ۲۰۱۵). از طرف دیگر، مشخص شده است که سازوکارهای التهابی نقش کلیدی در فرآیند های پاتولوژیک چندین بیماری مزمن مانند بیماری های قلبی-عروقی، سرطان، دیابت نوع دو و انسداد مزمن ریه ها دارند؛ و التهاب توسط سطح بالای CRP، IL-6 و $TNF-\alpha$ مشخص می شود (نیکلاس و بیورس^۳، ۲۰۱۰؛ باتیستا جونیور^۴ و دیگران، ۲۰۰۹). در خصوص رابطه فعالیت جسمانی با سطوح پایین تر التهاب می توان مکانیسم محافظت کننده قلبی را پیشنهاد نمود. یک مفهوم رایج در رابطه با مکانیسم های پاتوفیزیولوژیکی التهاب مرتبط با آترواسکلروز، تولید سایتوکین های همراه التهاب در پاسخ به محرک LDL اکسید شده و ماکروفاژهای همراه با پلاک آترواسکلروزی است (بیورس و دیگران، ۲۰۱۰؛ برونسگارد^۵، ۲۰۰۵). سایتوکین های همراه التهاب که حین این فرآیند تولید می شوند شامل IL-1B، IL-6 و $TNF-\alpha$ می باشند. در مطالعات آزمایشگاهی مشخص گردیده است که ترکیبات مختلف از این سایتوکین ها، تولید CRP و تعداد گلبول های سفید در گردش خون را تحریک می نماید (چای کات^۶ و دیگران، ۲۰۰۶). تحقیقات نشان داده اند که تمرینات ورزشی منظم باعث کاهش LDL اکسید شده و نیز کاهش سطوح سرمی IL-6 و CRP می شود (ماتوسج^۷ و دیگران، ۲۰۰۰؛ اسمیت^۸ و دیگران، ۱۹۹۹)؛ بنابراین اثر تمرین منظم بر سطوح IL-6 می تواند مسئول کاهش CRP در گروه های تجربی باشد. از طرف

1. Mann
2. Nieman
3. Nicklas & Beavers
4. Batista Junior
5. Bruunsgaard

6. Chaikate
7. Mattusch
8. Smith
9. Straczowski

منابع

- Abramson, J. L., & Vaccarino, V. (2002). Relationship between physical activity and inflammation among apparently healthy middle-aged and older US adults. *Archives of Internal Medicine*, 162(11), 1286-1292.
- Aldemir, H., & Kiliç, N. (2005). The effect of time of day and exercise on platelet functions and platelet-neutrophil aggregates in healthy male subjects. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 280(1-2), 119-124.
- Arsenault, B. J., Côté, M., Cartier, A., Lemieux, I., Després, J. P., Ross, R., ... & Church, T. S. (2009). Effect of exercise training on cardiometabolic risk markers among sedentary, but metabolically healthy overweight or obese post-menopausal women with elevated blood pressure. *Atherosclerosis*, 207(2), 530-533.
- Assarzadeh-Nooshabadi, M., & Akbarpour, M. (2012). Comparison the effects of morning and evening Aerobic training on the Inflammatory markers of cardiovascular disease risk in obes men. *Physiology of Exercise and Physical Activity*, 5(1), 769-777. [Persian]
- Bastard, J. P., Maachi, M., Lagathu, C., Kim, M. J., Caron, M., Vidal, H., ... & Feve, B. (2006). Recent advances in the relationship between obesity, inflammation, and insulin resistance. *European Cytokine Network*, 17(1), 4-12.
- Batista Junior, M. L., Lopes, R. D., Seelaender, M., & Lopes, A. C. (2009). Anti-inflammatory effect of physical training in heart failure: role of TNF-alpha and IL-10. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 93, 643-651.
- Beavers, K. M., Hsu, F. C., Isom, S., Kritchevsky, S. B., Church, T., Goodpaster, B., ... & Nicklas, B. J. (2010). Long-term physical activity and inflammatory biomarkers in older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(12), 2189.
- Brunsgaard, H. (2005). Physical activity and modulation of systemic low-level inflammation. *Journal of Leukocyte Biology*, 78(4), 819-835.
- Carandente, F., Montaruli, A., Roveda, E., Calogiuri, G., Michielon, G., & La Torre, A. (2006). Morning or evening training: effect on heart rate circadian rhythm. *Sport Sciences for Health*, 1(3), 113-117.
- Chaikate, S., Harnroongroj, T., Chantaranipapong, Y., Puduang, S., Mahaisiriyodom, A., Viroonudompho I, D., ... & Changbumrung, S. (2006). C-reactive protein, interleukin-6, and tumor necrosis factor-alpha levels in overweight and healthy adults. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 37(2), 374.
- Christiansen, T., Paulsen, S. K., Bruun, J. M., Pedersen, S. B., & Richelsen, B. (2010). Exercise training versus diet-induced weight-loss on metabolic risk factors and inflammatory markers in obese subjects: a 12-week randomized intervention study. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 298(4), E824-E831.

Cutolo, M., & Straub, R. H. (2008). Circadian rhythms in arthritis: hormonal effects on the immune/inflammatory reaction. *Autoimmunity Reviews*, 7(3), 223-228.

Ding, Y., Li, J., Luan, X., Ding, Y. H., Lai, Q., Rafols, J. A., ... & Diaz, F. G. (2004). Exercise pre-conditioning reduces brain damage in ischemic rats that may be associated with regional angiogenesis and cellular overexpression of neurotrophin. *Neuroscience*, 124(3), 583-591.

Donges, C. E., Duffield, R., & Drinkwater, E. J. (2010). Effects of resistance or aerobic exercise training on interleukin-6, C-reactive protein, and body composition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(2), 304-313.

Esposito, K., Pontillo, A., Di Palo, C., Giugliano, G., Masella, M., Marfella, R., & Giugliano, D. (2003). Effect of weight loss and lifestyle changes on vascular inflammatory markers in obese women: a randomized trial. *JAMA*, 289(14), 1799-1804.

Fairey, A. S., Courneya, K. S., Field, C. J., Bell, G. J., Jones, L. W., Martin, B. S., & Mackey, J. R. (2005). Effect of exercise training on C-reactive protein in postmenopausal breast cancer survivors: a randomized controlled trial. *Brain, Behavior, and Immunity*, 19(5), 381-388.

Farzanegi, P., & Barari, A. (2013). Effect of 6 week aerobic training on Interleukin-6 in postmenopausal hypertensive women. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 5(7), 946-949.

Giffen, P., Turton, J., Andrews, C., Barrett, P., Clarke, C., Fung, K. W., & Walshe, K. (2003). Markers of experimental acute inflammation in the Wistar Han rat with particular reference to haptoglobin and C-reactive protein. *Archives of Toxicology*, 77(7), 392-402.

Groves, T. (2006). Pandemic obesity in Europe. *British Medical Journal Publishing Group*, 5(2), 23-29.

Kohut, M. L., McCann, D. A., Russell, D. W., Konopka, D. N., Cunnick, J. E., Franke, W. D., ... & Vanderah, E. (2006). Aerobic exercise, but not flexibility/resistance exercise, reduces serum IL-18, CRP, and IL-6 independent of β -blockers, BMI, and psychosocial factors in older adults. *Brain, Behavior, and Immunity*, 20(3), 201-209.

Libardi, C. A., De Souza, G. V., Cavaglieri, C. R., Madruga, V. A., & Chacon-Mikahil, M. P. T. (2012). Effect of resistance, endurance, and concurrent training on TNF- α , IL-6, and CRP. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(1), 50-56.

Mann, D. L., Zipes, D. P., Libby, P., & Bonow, R. O. (2014). *Braunwald's heart disease e-book: a textbook of cardiovascular medicine*. Elsevier Health Sciences.

- Mattusch, F., Dufaux, B., Heine, O., Mertens, I., & Rost, R. (2000). Reduction of the plasma concentration of C-reactive protein following nine months of endurance training. *International Journal of Sports Medicine*, 21(01), 21-24.
- Nicklas, B. J., & Beavers, K. M. (2010). Exercise, weight loss, and effects on inflammation. *Current Cardiovascular Risk Reports*, 4, 284-292.
- Nicklas, B. J., Hsu, F. C., Brinkley, T. J., Church, T., Goodpaster, B. H., Kritchevsky, S. B., & Pahor, M. (2008). Exercise training and plasma C-reactive protein and interleukin-6 in elderly people. *Journal of the American Geriatrics Society*, 56(11), 2045-2052.
- Nieman, D. C., Zwetsloot, K. A., Meaney, M. P., Lomiwes, D. D., Hurst, S. M., & Hurst, R. D. (2015). Post-exercise skeletal muscle glycogen related to plasma cytokines and muscle IL-6 protein content, but not muscle cytokine mRNA expression. *Frontiers in Nutrition*, 2, 27.
- Piccione, G., Grasso, F., Fazio, F., & Giudice, E. (2008). The effect of physical exercise on the daily rhythm of platelet aggregation and body temperature in horses. *The Veterinary Journal*, 176(2), 216-220.
- Pledge, D., Grosset, J. F., & Onambélé-Pearson, G. L. (2011). Is there a morning-to-evening difference in the acute IL-6 and cortisol responses to resistance exercise?. *Cytokine*, 55(2), 318-323.
- Rahimi, A., Hojjat, S., Besharati, A., Shokrgozar, A., & Masoumi, S. (2012). The effect of an aerobic exercise on IL6, CRP and TNF α concentration in women. *Annals of Biological Research*, 3(1), 125-131.
- Ryan, A. S., & Nicklas, B. J. (2004). Reductions in plasma cytokine levels with weight loss improve insulin sensitivity in overweight and obese postmenopausal women. *Diabetes Care*, 27(7), 1699-1705.
- Smith, J. K., Dykes, R., Douglas, J. E., Krishnaswamy, G., & Berk, S. (1999). Long-term exercise and atherogenic activity of blood mononuclear cells in persons at risk of developing ischemic heart disease. *JAMA*, 281(18), 1722-1727.
- Stewart, L. K., Flynn, M. G., Campbell, W. W., Craig, B. A., Robinson, J. P., Timmerman, K. L., ... & Talbert, E. (2007). The influence of exercise training on inflammatory cytokines and C-reactive protein. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(10), 1714-1719.
- Strackowski, M., Dzienis-Strackowska, S., Stêpień, A., Kowalska, I., Szelachowska, M., & Kinalska, I. (2002). Plasma interleukin-8 concentrations are increased in obese subjects and related to fat mass and tumor necrosis factor- α system. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 87(10), 4602-4606.

Tanaka, H., Monahan, K. D., & Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*, 37(1), 153-156.

Tofghi, A., Dehkordi, A. J., Tartibian, B., Shourabeh, F. F., & Sinaei, M. (2012). Effects of Aerobic, Resistance, and Concurrent Training on Secretion of Growth Hormone and Insulin-Like Growth Factor-1 in Elderly Women. *Journal of Isfahan Medical School*, 30(184), 1-12.

Wagenmakers, A. J., & Pedersen, B. K. (2006). The anti-inflammatory effect of exercise: its role in diabetes and cardiovascular disease control. *Essays in Biochemistry*, 42, 105-117.



A survey of one and two incremental exercise sessions per day during a week on time response of muscles and liver stress enzymes in active girls

Masome Nobahar¹, Shadmehr Mirdar Harijani², Zeinab Gorgin Karaji^{3*}

1. Instructor of Department of Exercise Physiology, Faculty of Education and Psychology, Payame Noor University, Tehran, Iran.
2. Full Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran.
3. PhD Student of Exercise Physiology, Department of Physical Education and sport sciences, Faculty of Literature and Humanities, University of Lorestan, Lorestan, Iran.

Abstract

Background and Aim: The intensity, duration, and type of daily exercise trainings can influence oxidative damage and antioxidant system of the body. The aim of this research was to study of daily 1 and 2 incremental exercise sessions on serum aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT) and alkaline phosphatase (ALP) activity in active girls. **Materials and Methods:** In this semi-experimental research, 21 physical education girls students were selected and randomly divided (n=7) into two experimental groups and one control group. The control group prohibited any participation in physical activity. The first experimental group trained 1 session per day; while the second one performed 2 sessions of training per day (both for 7 days). Exercise training protocols included running on treadmill up to 6-8 kilometer per hours. After 3 minutes, participants run 1 minute up to 3 kilometer per hours as recovery and then the speed of their activity increased 2 kilometer per hours until exhaustion. For biochemical analysis, venous blood samples collected before training, after 1th, 4th, 7th day of training, and finally 24 hours after the last session. The results were extracted by repeated analysis of variance (ANOVA) and LSD tests at the significant level of $p \leq 0.05$. **Results:** In both experimental groups, the activity of AST and ALP increased significantly after 1th, 4th, 7th day of training ($p < 0.05$), while the AST levels of the experimental groups decreased to baseline after 24 hours recovery. **Conclusion:** These results suggest that incremental training sessions (1 or 2 sessions per day) may increase serum ALT, AST and ALP activity, but these abnormal changes can modify by adequate recovery.

Keyword: Aspartate aminotransferase, Alanine aminotransferase, Alkaline phosphatase, Incremental exercise training.

*Corresponding Author, Address: Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Literature and Humanities, Lorestan University, 5th Kilometer of Khorramabad-Boroujerd Highway, Khorramabad, Lorestan, Iran;
E-mail: Gurgin81@gamil.com DOI: 10.22077/JPSBS.2018.998.1314



تاثیر ۱ و ۲ جلسه تمرین فزآینده در روز بر پاسخ زمانی فعالیت آنزیم‌های کبدی دختران فعال

معصومه نوبهار^۱، شادمهر میردار هریجانی^۲، زینب گرگین کرچی^{۳*}

۱. مربی گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

۲. استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.

۳. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: شدت، مدت و تکرار جلسات تمرین در روز می تواند آثار متفاوتی بر بروز آسیب های اکسایشی و سیستم ضد اکسایشی بدن داشته باشند. هدف تحقیق حاضر بررسی تاثیر ۱ و ۲ جلسه تمرین فزآینده در روز بر فعالیت آنزیم های اسپاراتات آمینوترانسفراز (AST)، آلانین آمینوترانسفراز (ALT) و آلکانین فسفاتاز (ALP) سرم دختران فعال بود. **روش تحقیق:** در این مطالعه نیمه تجربی ۲۱ دانشجوی دختر تربیت بدنی به طور تصادفی (۷ نفر) به دو گروه تمرینی و یک گروه کنترل تقسیم شدند. گروه کنترل از شرکت در هرگونه فعالیت ورزشی، در طی یک هفته منع شد. اولین گروه تمرینی ۱ جلسه در روز تمرین کردند، در حالی که دومین گروه تمرینی ۲ جلسه در روز (هر دو به مدت ۷ روز) تمرین کردند. تمرین شامل دویدن بر روی نوارگردان با سرعت اولیه ۶ تا ۸ کیلومتر بر ساعت بود. پس از ۳ دقیقه، ۱ دقیقه استراحت به صورت فعال (با سرعت ۳ کیلومتر بر ساعت) اجرا گردید. سپس ۲ کیلومتر بر ساعت بر سرعت قبلی افزوده شده و فعالیت تا حد واماندگی ادامه یافت. به منظور سنجش متغیرهای بیوشیمیایی، خون وریدی قبل از تمرین، بعد از روزهای ۱، ۴ و ۷ تمرینی و ۲۴ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی جمع آوری گردید. نتایج با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر و آزمون تعقیبی LSD در سطح معنی داری $p \leq 0/05$ استخراج گردید. **یافته ها:** در هر دو گروه تجربی، فعالیت AST و ALP در روزهای ۱، ۴ و ۷ تمرینی و ۲۴ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی جمع آوری گردید. نتایج با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر و آزمون تعقیبی LSD در سطح معنی داری $p \leq 0/05$ ؛ اما پس از ۲۴ ساعت استراحت، مقادیر AST گروه های تجربی به سطح قبل از تمرین کاهش یافت. **نتیجه گیری:** نتایج دال بر آن است که جلسات تمرینی فزآینده (با تکرار ۱ یا ۲ جلسه در روز)، ممکن است سطوح آنزیم های AST، ALT و ALP سرم را افزایش دهند، اما این تغییرات نامطلوب می تواند با در نظر گرفتن بازگشت به حالت اولیه مناسب، اصلاح شود.

واژه های کلیدی: اسپاراتات آمینوترانسفراز، آلانین آمینوترانسفراز، آلکانین فسفاتاز، تمرین ورزشی فزآینده.

*نویسنده مسئول، آدرس: لرستان، خرم آباد، کیلومتر ۵ جاده تهران، دانشگاه لرستان، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه تربیت

بدنی و علوم ورزشی؛

پست الکترونیک: gurgin81@gmail.com

DOI: 10.22077/JPSBS.2018.998.1314

مقدمه

ورزش با کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های متابولیک همراه است (فراجاکومو^۱ و دیگران، ۲۰۱۲). بدن به فعالیت‌بندی با تغییرات یکپارچه در عملکرد اکثر اندام‌های متابولیک فعال، مانند کبد پاسخ می‌دهد (پال^۲ و دیگران، ۲۰۱۷). مقدار این تغییرات عمدتاً به شدت و مدت تمرینات، نیروی بار استفاده شده در تمرین، و سطح اولیه آمادگی بدن بستگی دارد. به خوبی ثابت شده است که آسیب عمدی یا تصادفی به بافت‌ها، می‌تواند منجر به فعالیت غیرطبیعی آنزیم‌ها در پلاسما شود (ایکون^۳ و دیگران، ۲۰۱۷) و نشان داده شده است که فعالیت‌بندی با شدت بالا، موجب تغییر در فعالیت برخی آنزیم‌ها می‌شود (کاکي و گله‌داری، ۲۰۱۷).

کبد عامل اصلی برای تبدیل گونه‌های شیمیایی به یکدیگر، استفاده از داروها و دفع آن‌هاست (قربانی و گائینی، ۲۰۱۳). با توجه به نقش و اهمیت کبد در تعامل ویژگی‌های هورمونی و متابولیکی با استفاده از آنزیم‌های مختلف هنگام استراحت، تمرین و بازسازی منابع انرژی در مرحله بازیافت فعالیت‌های ورزشی؛ بررسی و مطالعه این اندام هنگام فعالیت‌های بسیار مهم است (مسعودسینکی و دیگران، ۲۰۱۴؛ ویو^۴ و دیگران، ۲۰۰۴). پژوهش‌ها نشان می‌دهند بهترین شاخص‌ها برای ارزیابی وضعیت کبد، بررسی فعالیت آسپارات‌آمینو ترانسفراز^۵ (AST)، آلانین آمینوترانسفراز^۶ (ALT) و آلکالین فسفاتاز^۷ (ALP) است (مسعودسینکی و دیگران، ۲۰۱۴؛ ویو و دیگران، ۲۰۰۴). آنزیم AST در کبد و دیگر بافت‌ها، از جمله ماهیچه‌های اسکلتی وجود دارد و سطوح بالای AST نشان‌دهنده التهاب عضلانی است (جورجاکولی^۸ و دیگران، ۲۰۱۵). آنزیم ALT نیز عمدتاً در کبد و در مقادیر کوچک‌تر در سایر بافت‌ها مانند کلیه‌ها و عضلات اسکلتی یافت می‌شود؛ از این رو سطح ALT در خون، به طور عمده به التهاب کبدی و عضلانی مربوط می‌شود (بنفی^۹ و دیگران، ۲۰۱۲).

به خوبی مشخص شده است که ورزش می‌تواند منجر به افزایش گذرا در آنزیم‌هایی مانند AST، ALT و ALP در افراد سالم (بسته به شدت، مدت زمان و نوع ورزش) شود (جورجاکولی و دیگران،

۲۰۱۵). در واقع، فعالیت ورزشی شدید، با تأثیر بر عملکرد عضله، باعث تحریک آسیب در آن می‌شود (گودرزی و دیگران، ۲۰۱۵). مطالعات متعددی تغییر غلظت آنزیم‌های سرم بعد از فعالیت‌های ورزشی را مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج تحقیقات در خصوص تأثیر ورزش بر نشانگرهای آسیب عضلات اسکلتی متفاوت و ناهمسو است، به طوری برخی تحقیقات بیان کرده‌اند که یک دوره تمرین فزآینده موجب افزایش معنی‌دار در نشانگرهای آسیب عضلات اسکلتی می‌شود، در حالی که برخی دیگر هیچ تفاوت معنی‌داری گزارش نکرده‌اند (قربانی و گائینی، ۲۰۱۳). به نظر می‌رسد افزایش سطوح آنزیم‌های کبدی، با نوع فعالیت و شدت آن رابطه دارد (گودرزی و دیگران، ۲۰۱۵). در تحقیقات آمده است که مقادیر AST، ۱۲ ساعت بعد از شروع ورزش افزایش می‌یابد و در روز دوم به بالاترین حد خود می‌رسد؛ در حالی که در روز چهارم و پنجم ورزش به حد طبیعی خود باز می‌گردد. در مورد ALT، مقادیر آن ۴ تا ۶ ساعت بعد از شروع ورزش افزایش یافته و در روز دوم به بیشترین حد خود (۱۲ برابر حد طبیعی) می‌رسد، و باز در روز سوم ورزش، به حد طبیعی باز می‌گردد (میردار و دیگران، ۲۰۱۱). علیرغم این‌ها، فراجاکومو و دیگران (۲۰۱۲) به این نتیجه رسیده‌اند که تمرینات شدید بر سطوح آنزیم ALT تأثیر ندارد؛ درحالی‌که پال و دیگران (۲۰۱۷) بیان کرده‌اند که تمرین شدید روی نوارگردان باعث افزایش معنی‌دار ALT و AST، در سه حالت بلافاصله، پس از ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از تمرین می‌شود، اگرچه بین این مقدار در مراحل مختلف خون‌گیری، تفاوت معنی‌داری مشاهده نکردند.

ورزشکاران همواره به دنبال این هستند که هرچه سریع‌تر به هدف برسند و این امر موجب می‌شود توجه به دوره‌های بازیافت مناسب توسط ورزشکاران مغفول بماند. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که ورزشکاران همواره به انجام تمرینات متوالی و شدید بدون توجه به تنظیم بازیافت مناسب، گرایش دارند و این امر بروز آسیب‌ها و تغییرات مهم فعالیت آنزیمی ناشی از بیش‌تمرینی را به دنبال دارد (جورجاکولی و دیگران، ۲۰۱۵). همواره برای رسیدن به اوج عملکرد، برنامه‌های تمرینی ورزشکاران نخبه، معمولاً شامل

1. Frajacomo
2. Pal
3. Ekun
4. Wu
5. Aspartate aminotransferase (AST)
6. Alanine aminotransferase (ALT)
7. Alkaline phosphatase (ALP)
8. Georgakouli
9. Banfi

بیماری، مشخصات فردی، و میزان فعالیت ورزشی در هفته؛ دانشجویان واجد شرایط و علاقه‌مند به شرکت در این مطالعه، انتخاب شدند. معیارهای ورود به پژوهش شامل سن، عدم ابتلا به بیماری حاد و مزمن و داشتن حداقل سه جلسه در تمرین در هفته به طور منظم، رشته تحصیلی و حداکثر اکسیژن مصرفی بیش از ۳۸ میلی لیتر در دقیقه بود. جامعه آماری این تحقیق را ۶۰ دانشجوی رشته تربیت‌بدنی با حداقل دو سال سابقه ورزشی و حداقل ۳ جلسه تمرین هفتگی، تشکیل می‌دادند. به منظور ارزیابی اولیه میزان VO_{2max} شرکت‌کنندگان، آزمون بیشینه بروس^۱ بر روی آزمودنی‌ها اجرا گردید (سارما و لوین^۲، ۲۰۱۶). از بین ورزشکاران داوطلب، ۲۱ نفر که دارای VO_{2max} بیشینه بالاتر از ۳۸ میلی لیتر بر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه بودند (کریستوفر^۳، ۲۰۰۰)، انتخاب شدند. سپس این افراد به طور تصادفی به سه گروه کنترل (۷ نفر)، تجربی ۱ (۷ نفر) و گروه تجربی ۲ (۷ نفر) تقسیم گردیدند. پس از انتخاب آزمودنی‌ها، از آن‌ها خواسته شد تا ۴۸ ساعت قبل از اولین مرحله خون‌گیری، در هیچ فعالیت ورزشی شرکت نکنند.

پروتکل تمرین فزآینده: گروه تجربی ۱، روزانه یک جلسه فعالیت در بعد از ظهر و گروه تجربی ۲، روزانه دو جلسه فعالیت (صبح و بعد از ظهر) انجام دادند. تمرینات به مدت یک هفته (۷ روز) ادامه داشت. برای گروه تجربی ۱ زمان تمرین بین ساعت ۱۴ الی ۱۷ در نظر گرفته شد و گروه تجربی ۲، در دو زمان متفاوت شامل ساعت ۹ الی ۱۲ و ۱۷ الی ۲۰ تمرین کردند (کراتز^۴ و دیگران، ۲۰۰۲؛ میردار و دیگران، ۲۰۰۸). برنامه تمرینی مشتمل بر سه بخش گرم کردن، فعالیت اصلی و سرد کردن بود. گرم کردن به صورت ۵ تا ۷ دقیقه حرکات کششی و جنبشی نرم بود. فعالیت اصلی شامل دویدن بر روی نوار گردان با سرعت اولیه ۶ تا ۸ کیلومتر در ساعت بود، بدین ترتیب که بعد از ۳ دقیقه دویدن، ۱ دقیقه استراحت به صورت فعال (راه رفتن) با سرعت ۳ کیلومتر در ساعت در نظر گرفته شد؛ سپس ۲ کیلومتر در ساعت بر سرعت قبلی افزوده شد و فعالیت تا زمانی ادامه یافت که فرد به حد واماندگی برسد. واماندگی ارادی نیز با اظهار ناتوانی آزمودنی از ادامه فعالیت مشخص گردید. با توجه به این‌که پس از هر ۱ دقیقه استراحت، ۲ کیلومتر در ساعت بر سرعت دستگاه اضافه می‌شد، از آزمودنی‌ها خواسته شد هنگامی که احساس ناتوانی

چند جلسه فعالیت ورزشی شدید در روز است (جعفری، ۲۰۱۴). در حالی که بهبود عملکرد ورزشی نه تنها نیازمند تنظیم مناسب نسبت استراحت و فعالیت طی دوره بازیافت برای دفع مواد زاید و بازسازی ذخایر انرژی است، بلکه برای سنتز پروتئین مورد نیاز، ترمیم عضلات و بافت‌های هم‌بند آسیب‌دیده نیز امری ضروری است (ایکون و دیگران، ۲۰۱۷). در شرایطی که انجام جلسات متوالی تمرین در هر روز مورد توجه ورزشکاران و مربیان است، ورزشکاران از عوارض تعداد زیاد جلسات تمرین روزانه، آگاهی ندارند و این ناآگاهی موجب شده است به موازات گرایش روز افزون مربیان و ورزشکاران به افزایش روزانه جلسات تمرینی برای رسیدن سریع به اهداف، ورزشکاران با آسیب‌های جدی روبرو شوند. آگاهی از تغییرات آنزیمی و هورمونی در زمان‌بندی تمرینات ورزشی ضروری است و می‌تواند به شناخت فرد از اقدامات مناسب در دوره بازیافت و بازگرداندن تغییرات حاصله به شرایط طبیعی، کمک نماید (جعفری، ۲۰۱۴). توجه به این امر از یک طرف و وجود نتایج ناهمسو در خصوص تاثیر تمرینات ورزشی بر آنزیم‌های کبدی، بررسی آثار استفاده از جلسات تمرینی متوالی در یک روز و تاثیر آن بر واکنش‌های سلولی و پاسخ‌های آنزیمی را بیش از پیش ضروری می‌سازد. با شناخت بیشتر و ارائه راهکارها و برنامه‌های تمرینی مناسب، می‌توان آسیب‌های ورزشکاران را به حداقل رساند. علاوه بر این‌ها، علیرغم اهمیت سلامت زنان در جامعه و توسعه روزافزون ورزش قهرمانی در بین آنان، بررسی‌های صورت گرفته در خصوص پاسخ آنزیم‌های کبدی، بیشتر مربوط به مردان است و در مورد تاثیر تمرینات مکرر ورزشی بر این آنزیم‌ها در زنان و دختران، پرسش‌های زیادی مطرح است (ایکون و دیگران، ۲۰۱۷؛ جورجاکولی و دیگران، ۲۰۱۵). با توجه به موارد ذکر شده و با توجه به این‌که تاکنون تاثیر جلسات مکرر تمرینات فزآینده بر تغییرات آنزیم‌های ALT، AST و ALP دختران فعال به طور کافی مورد بررسی قرار نگرفته است، تحقیق حاضر بدنبال یافتن پاسخ به این سوال است که آیا یک و دو جلسه تمرین فزآینده در روز (طی یک هفته)، بر تغییرات آنزیم‌های ALT، AST و ALP چه تاثیری دارد؟

روش تحقیق

این تحقیق از نوع مطالعات نیمه تجربی است. پس از دادن فراخوان و تکمیل پرسشنامه‌های محقق ساخته مربوط به سابقه

خون‌گیری: طی ۵ مرحله، ۴۸ ساعت قبل از انجام تمرین، بلافاصله بعد از تمرین روز اول، قبل از تمرین روز چهارم، بعد از تمرین روز هفتم، ۲۴ ساعت پس از اتمام تمرینات (طی ۴ پس آزمون در زمان‌های مختلف)، از ورید بازویی دست غیر برتر آزمودنی‌ها به میزان ۵cc خون‌گیری شد. خون‌گیری از گروه کنترل همزمان با گروه‌های تمرین به عمل آمد. همه آزمودنی‌ها در مراحل گوناگون تحقیق شرکت کردند و در زمان مداخله، تحت درمان دارویی نبودند (کراتز و دیگران، ۲۰۰۲؛ میردار و دیگران، ۲۰۰۸). مراحل مختلف اجرایی تحقیق در جدول ۱ خلاصه گردیده است.

بیش از حد داشتند، با گذاشتن دست بر روی دسته‌های دستگاه، پای خود را در کناره‌های دستگاه قرار داده و متوقف شوند. شدت فعالیت با توجه به ثابت بودن سرعت و شیب دستگاه نوارگردان، با کمک دستگاه ضربان‌سنج پولار^۱، ۶۰ تا ۱۰۰ درصد ضربان قلب بیشینه برآورد شد. سرد کردن شامل ۲ دقیقه راه رفتن آرام با سرعت ۳ کیلومتر در ساعت بر روی نوارگردان و سپس حرکات ملایم کششی بود (کراتز و دیگران، ۲۰۰۲؛ میردار و دیگران، ۲۰۰۸). گروه کنترل از شرکت در هرگونه فعالیت ورزشی، در طی یک هفته منع شدند.

جدول ۱. زمان بندی و مراحل مختلف اجرای تحقیق

فرآیندها	توضیحات	زمان
قبل از برنامه تمرینی	دعوت افراد به صورت نصب اطلاعیه، توزیع پرسشنامه، به دست آوردن مشخصات فردی و ارائه توصیه‌های روند انجام کار جهت انتخاب اولیه آزمودنی‌ها	سه هفته قبل از شروع برنامه تمرینی
	استفاده از آزمون تعدیل شده بروس و اندازه‌گیری قد، وزن و چربی زیر پوستی به منظور گزینش افراد فعال	یک هفته قبل از شروع برنامه تمرینی
	انتخاب نمونه بر اساس آزمون بروس و دسته‌بندی تصادفی افراد به سه گروه (کنترل، تجربی ۱ و تجربی ۲)	یک هفته قبل از شروع برنامه تمرینی
	عدم شرکت آزمودنی‌ها در هرگونه برنامه تمرینی	۴۸ ساعت قبل از نمونه‌گیری
	نمونه‌گیری خون اولیه جهت اندازه‌گیری سطوح پایه آنزیم‌ها	۴۸ ساعت قبل از شروع برنامه تمرینی
انجام برنامه تمرینی به مدت هفت روز	شروع برنامه تمرینی	****
	دومین مرحله خون‌گیری جهت بررسی اثر حاد تمرین پس از پایان روز اول	پایان روز اول تمرین
	سومین مرحله خون‌گیری در چهارمین روز اجرای برنامه تمرینی	قبل از تمرین روز چهارم
	چهارمین مرحله خون‌گیری در آخرین روز اجرای برنامه تمرینی	پایان روز هفتم تمرین
پس از برنامه تمرینی	آخرین مرحله خون‌گیری ۲۴ ساعت بعد از اتمام برنامه تمرینی	۲۴ ساعت بعد از پایان برنامه تمرینی در روز هفتم

گردید. پس از انتقال سرم به ایندورف‌های شماره‌دار، سرم‌ها در دمای ۲۰- سانتی‌گراد نگهداری شدند. برای انجام آزمایش با استفاده از روش کینتیک آنزیمی^۲، ابتدا مخلوط محلول‌های سویسترا و کوآنزیم به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه در بن ماری قرار داده شد. سپس با افزودن سرم به محلول فوق، طی مدت ۴ دقیقه با استفاده از فتومتر^۳، فعالیت آنزیم‌های مذکور اندازه‌گیری و ثبت گردید (میردار و دیگران، ۲۰۰۸).

روش‌های آماری: از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف^۴ جهت بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. آزمون تحلیل

پس از انجام خون‌گیری، نمونه‌های خونی داخل شیشه‌های مخصوص ریخته شد و بلافاصله پس از اتمام کار به آزمایشگاه تشخیص طبی ارسال گردید. ابتدا اجازه داده شد که نمونه‌های سرم، از خونی که به‌طور کامل لخته شده‌است، جدا شوند (شایان ذکر است برای این کار، از هیچ ماده‌ی فعال‌کننده لخته در لوله‌های خون‌گیری سرم استفاده نشد) سپس برای جداسازی صحیح و کامل سرم خون از لخته، نمونه‌ها سانتریفیوژ شدند. به این ترتیب که در آزمایشگاه، نمونه خونی با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شده و سرم آن‌ها جدا

1. Polar pulsemeter 710
2. Enzyme kinetics

3. Photometer
4. Kolmogorov-Smirnov test

یافته‌ها

میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها در جدول ۲ آورده شده است. یافته‌های آماری در جدول‌های ۳ و ۴ حاکی از آن است که در هر دو گروه تجربی (۱ و ۲)، فعالیت آنزیم‌های AST و ALP در روزهای ۱، ۴ و ۷ تمرین افزایش معنی‌داری ($p \leq 0/05$) پیدا کرده است؛ اما پس از ۲۴ ساعت استراحت، فعالیت آنزیم‌های گروه‌های تجربی با کاهش معنی‌دار ($p \leq 0/05$) نسبت به روزهای تمرین همراه بوده و به سطح اولیه برگشت.

واریانس با اندازه‌گیری مکرر به منظور تحلیل یافته‌های درون گروهی حاصل از مراحل پنج‌گانه آزمایش مورد استفاده قرار گرفت. در ادامه از آزمون LSD^۱ برای تعیین اختلاف معنی‌دار مراحل مختلف اندازه‌گیری، بهره برداری شد. همچنین از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه جهت بررسی اختلاف بین گروهی استفاده شد. کلیه محاسبات آماری با نرم افزار SPSS به اجرا درآمد و سطح معنی‌داری آماری $p \leq 0/05$ در نظر گرفته شد.

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

متغیرها گروه‌ها	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	شاخص توده بدنی (کیلوگرم/مجدور متر)	اکسیژن مصرفی پیشینه (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)
گروه تجربی ۱	۲۰/۱۴±۲/۱۱	۵۷/۶۲±۵/۵۵	۲۱/۳۵±۰/۶۴	۴۲/۲۴±۵/۱۸
گروه تجربی ۲	۲۱/۵۰±۲/۳۲	۵۷/۵۲±۴/۵۹	۲۱/۶۸±۰/۰۸	۴۱/۴۶±۵/۲۳
گروه کنترل	۲۰/۳±۱/۲۶	۵۶/۹۸±۶/۷۹	۲۲/۴۲±۱/۰۲	۳۹/۵۱±۴/۹۴

جدول ۳. میانگین و انحراف استاندارد فعالیت آنزیم‌های AST، ALT و ALP مراحل مختلف مداخله در گروه تجربی ۱ و ۲

متغیرها	گروه‌ها	پیش آزمون	روز اول	روز چهارم	روز هفتم	۲۴ ساعت بعد از آخرین روز تمرین
AST (واحد در لیتر)	تجربی ۱	۳/۲۸±۰/۴۸	۸/۳۲±۲/۳۴	۸/۱۵±۲/۷۹	۸/۵۰±۳/۰۱	۳/۶۸±۰/۹۷
	تجربی ۲	۳/۳۷±۰/۳۸	۱۱/۰۸±۴/۴۴	۱۲/۳۱±۴/۹۰	۱۲/۱۰±۴/۰۲	۴/۸۸±۲/۳۱
	کنترل	۳/۶۳±۰/۱۵	۳/۶۶±۰/۲۵	۴/۶۰±۰/۶۰	۴/۸۰±۰/۷۹	۴/۵۰±۰/۰۸
ALT (واحد در لیتر)	تجربی ۱	۳/۰۷±۰/۱۲	۳/۶۷±۱/۲۷	۴/۱۰±۰/۷۶	۴/۳۷±۱/۱۱	۴/۲۸±۱/۶۰
	تجربی ۲	۳/۲۸±۰/۷۵	۴/۷۳±۰/۶۴	۴/۹۶±۰/۸۸	۵/۳۷±۱/۱۸	۶/۷۱±۱/۳۹
	کنترل	۳/۰۸±۰/۳۷	۳/۰۰±۰/۳۱	۳/۵۸±۰/۷۳	۳/۶۸±۰/۹۶	۴/۴۵±۱/۰۵
ALP (واحد در لیتر)	تجربی ۱	۱۳۸/۲۸±۵/۶۷	۱۵۴/۴۲±۱۲/۷۶	۱۸۹/۲۸±۴۰/۶۵	۱۸۳/۲۸±۱۹/۲۶	۱۵۱/۱۷±۲۴/۸۳
	تجربی ۲	۱۳۵/۵۰±۹/۱۱	۱۷۴/۱۲±۳۴/۷۰	۱۷۹/۸۷±۲۸/۲۴	۱۸۷/۸۷±۳۰/۵۲	۱۶۰/۷۵±۴۲/۶۰
	کنترل	۱۳۱/۶۶±۴/۲۲	۱۳۲/۱۶±۳/۹۲	۱۲۸/۳۳±۴/۶۷	۱۲۸/۱۶±۴/۰۲	۱۳۰/۸۳±۲/۶۳

وجود نداشت؛ در حالی که در سایر مراحل اندازه‌گیری، بین گروه‌ها اختلاف معنی‌داری ($p < 0/05$) مشاهده گردید. همچنین میزان تغییرات فعالیت ALP در مقایسه مرحله پیش‌آزمون با ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، بین گروه‌ها اختلاف معنی‌داری دیده شد؛ در حالی که در روزهای اول، چهارم و هفتم بین گروه‌ها اختلاف معنی‌داری ($p < 0/05$) بدست نیامد (جدول ۴).

نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و LSD نشان داد که در مورد فعالیت آنزیم AST در مرحله پیش‌آزمون و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، بین گروه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد؛ در حالی که در روزهای اول، چهارم و هفتم؛ بین گروه‌ها اختلاف معنی‌داری ($p < 0/05$) دیده شد. در مورد فعالیت آنزیم ALT تنها در مرحله پیش‌آزمون بین گروه‌ها اختلاف معنی‌داری

جدول ۴. نتایج آزمون تعقیبی LSD در مورد مقایسه تغییرات فعالیت آنزیم‌های AST, ALT و ALP در مراحل مختلف

ALP			ALT			AST			آماره‌ها	مراحل مقایسه	گروه تجربی
p	خطای استاندارد	اختلاف میانگین	p	خطای استاندارد	اختلاف میانگین	p	انحراف استاندارد	اختلاف میانگین			
۰/۰۱	۴/۶۸	-۱۷/۲۸*	۰/۲۶	۰/۴۸	۰/۶۰	۰/۰۰۱	۰/۹۰	-۵/۰۴*	پس آزمون ۱ (روز اول)	پیش آزمون	گروه تجربی ۱
۰/۰۰۷	۱۱/۱۵	-۴۴/۵۷*	۰/۰۱	۰/۲۹	-۱/۰۳*	۰/۰۰۲	۰/۹۷	-۴/۷۸*	پس آزمون ۲ (روز چهارم)		
۰/۰۰۰۱	۶/۳۷	-۴۵/۰۰*	۰/۰۲	۰/۴۳	-۱/۳۰*	۰/۰۰۲	۱/۰۴	-۵/۲۱*	پس آزمون ۳ (روز هفتم)		
۰/۱۸	۸/۹۷	-۱۳/۴۲	۰/۰۹	۰/۶۱	-۱/۲۱	۰/۴۶	۰/۵۱	۰/۴۰	پس آزمون ۴ (۲۴ ساعت بعد از روز آخر)		
۰/۰۵	۱۱/۲۰	-۲۷/۲۸	۰/۱۳	۰/۲۴	-۰/۴۳	۰/۸۷	۰/۰۶	۰/۱۷	پس آزمون ۲ (روز چهارم)	پس آزمون ۱	
۰/۰۰۶	۶/۷۳	-۲۷/۷۱*	۰/۱۳	۰/۳۹	-۰/۷۰	۰/۸۶	۰/۹۹	-۰/۱۷	پس آزمون ۳ (روز هفتم)		
۰/۷۲	۱۰/۵۲	۳/۸۵	۰/۲۶	۰/۵۰	-۰/۶۱	۰/۰۰۴	۱/۰۳	۴/۶۴*	پس آزمون ۴ (۲۴ ساعت بعد از روز آخر)	پس آزمون ۲	
۰/۹۴	۵/۷۶	-۰/۴۲	۰/۴۰	۰/۳۰	-۰/۲۷	۰/۲۳	۰/۲۵	-۰/۳۴	پس آزمون ۳ (روز هفتم)		
۰/۰۰۱	۵/۳۶	۳۱/۱۴*	۰/۷۶	۰/۵۸	-۰/۱۸	۰/۰۰۷	۱/۱۲	۴/۴۷*	پس آزمون ۴ (۲۴ ساعت بعد از روز آخر)	پس آزمون ۳	
۰/۰۰۱	۵/۲۵	۳۱/۵۷*	۰/۹۰	۰/۶۵	۰/۰۸	۰/۰۰۸	۱/۲۳	۴/۸۱*	پس آزمون ۴ (۲۴ ساعت بعد از روز آخر)		
۰/۰۲	۱۳/۸۲	-۳۸/۶۳*	۰/۰۰۶	۰/۳۷	-۱/۴۵*	۰/۰۰۲	۱/۵۳	-۷/۷۱*	پس آزمون ۱ (روز اول)	پیش آزمون	
۰/۰۰۶	۱۱/۴۵	-۴۴/۳۷*	۰/۰۰۵	۰/۴۰	-۱/۶۷*	۰/۰۰۱	۱/۶۷	-۸/۹۳*	پس آزمون ۲ (روز چهارم)		
۰/۰۰۳	۱۲/۰۷	-۵۲/۳۷*	۰/۰۰۲	۰/۴۴	-۲/۰۸*	۰/۰۰۰۱	۱/۴۰	-۸/۷۲*	پس آزمون ۳ (روز هفتم)		
۰/۱۸	۱۷/۰۲	-۲۵/۲۵	۰/۰۰۰۱	۰/۳۸	-۳/۴۲*	۰/۰۸	۰/۷۶	-۱/۵۱	پس آزمون ۴ (۲۴ ساعت بعد از روز آخر)		
۰/۱۶	۳/۷۲	-۵/۷۵	۰/۲۸	۰/۱۹	-۰/۲۲	۰/۰۱	۰/۳۸	-۱/۲۲*	پس آزمون ۲ (روز چهارم)	پس آزمون ۱	
۰/۰۰۱	۲/۲۹	-۱۳/۷۵*	۰/۰۹	۰/۳۳	-۰/۶۳	۰/۰۳	۰/۴۰	-۱/۰۱*	پس آزمون ۳ (روز هفتم)		
۰/۲۵	۱۰/۶۵	۱۳/۳۷	۰/۰۰۴	۰/۴۷	-۱/۹۷*	۰/۰۰۱	۱/۱۴	۶/۲۰*	پس آزمون ۴ (۲۴ ساعت بعد از روز آخر)	پس آزمون ۲	
۰/۰۲	۲/۷۰	-۸/۰۰*	۰/۰۷۷	۰/۱۹	-۰/۴۱	۰/۷۱	۰/۵۵	۰/۲۱	پس آزمون ۳ (روز هفتم)		
۰/۱۳	۱۱/۳۷	۱۹/۱۲	۰/۰۰۴	۰/۴۱	-۱/۷۵*	۰/۰۰۱	۱/۳۲	۷/۴۲*	پس آزمون ۴ (۲۴ ساعت بعد از روز آخر)	پس آزمون ۳	
۰/۰۴	۱۱/۳۷	۲۷/۱۲*	۰/۰۰۲	۰/۲۷	-۱/۳۳*	۰/۰۰۰۱	۱/۰۷	۷/۲۱*	پس آزمون ۴ (۲۴ ساعت بعد از روز آخر)		

*نشانه تفاوت معنی دار بین مراحل مختلف اندازه گیری در سطح $p \leq 0.05$.

معنی‌داری داشت، در حالی که بین پیش‌آزمون، روز اول، روز چهارم و روز هفتم با ۲۴ ساعت پس از اتمام تمرینات، و همچنین روز اول با روز چهارم تفاوت معنی‌داری دیده نشد (جدول ۴).

بحث

نتایج تحقیق حاضر با تاکید بر تعداد جلسات و مدت زمان دویدن در گروه‌های تمرینی طی یک میکروسیکل هفتگی، مبین آزاد شدن آنزیم‌های استرس عضلانی و کبدی با توجه به فشار تمرینی است. یافته‌ها حاکی از آن است که در هر دو گروه تجربی، فعالیت AST و ALP در روزهای ۱، ۴ و ۷ تمرین افزایش یافت، اما پس از ۲۴ ساعت استراحت مقادیر AST گروه‌های تجربی بیش از ۱۰۰ درصد و مقادیر ALP آن‌ها بیش از ۱۶ درصد نسبت به روزهای تمرینی، کاهش پیدا کرد. میزان افزایش فعالیت آنزیم AST در گروه تجربی ۱ و ۲ در روزهای تمرین، به ترتیب حدود ۶۰ و ۷۰ درصد نسبت به مقادیر پایه بود. در حالی که فعالیت آنزیم ALT در روزهای تمرین و حتی ۲۴ ساعت بعد، سیر صعودی را نشان داد و این روند تغییر افزایشی به ویژه در گروه تجربی ۲ بارزتر بود، به نحوی که در مقایسه آخرین مرحله خون‌گیری با روز هفتم تمرینات، حدود ۱۹ درصد افزایش داشت.

وجود آنزیم AST در سرم و سایر مایعات بدن (مایع مغزی و مایع مفاصل)، نشانه تخریب بافتی است (پادالینو^۱ و دیگران، ۲۰۰۷). در تحقیق حاضر میزان آنزیم AST حتی بلافاصله پس از اولین جلسه تمرینی، در هر دو گروه افزایش یافت و این افزایش در گروه تمرینی با تکرار دو جلسه در روز مشهودتر بود (۲/۵) در مقابل ۳/۵ برابر). میزان AST تا روز هفتم افزایش یافت، اما پس از ۲۴ ساعت به مقادیر پایه نزدیک شد. از این یافته‌ها چنین برداشت می‌شود که ۲۴ ساعت زمان کافی جهت بازیافت و رسیدن AST به شرایط ایده‌آل محسوب می‌شود و از آن‌جا که بین دو گروه تجربی ۱ و ۲ پس از ۲۴ ساعت تفاوت معنی‌دار نبود، می‌توان گفت رسیدن به سطح پایه AST به تعداد جلسات تمرینی و همچنین میزان افزایش اولیه بستگی ندارد. این در

بر اساس اطلاعات جدول ۴، فعالیت آنزیم AST در پیش‌آزمون گروه تجربی ۱ تفاوت معنی‌داری با روزهای اول، چهارم و هفتم؛ روز اول و هفتم، و روز چهارم و هفتم با ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین دارد. در حالی که بین مقادیر پیش‌آزمون با ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، روز اول با روزهای چهارم و هفتم، و روز چهارم با روز هفتم؛ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در این گروه، مقادیر پیش‌آزمون فعالیت آنزیم ALT تفاوت معنی‌داری با روزهای چهارم و هفتم برنامه تمرین داشت؛ در حالی که بین پیش‌آزمون با روز اول تمرینات و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین؛ روز اول با روزهای چهارم، هفتم و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، روز چهارم با روز هفتم و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین؛ و روز هفتم با ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین؛ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین فعالیت فعالیت آنزیم ALP در پیش‌آزمون تفاوت معنی‌داری با روز اول با روز هفتم، روز چهارم و روز هفتم با ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین داشت؛ این در حالی است که بین مقادیر پیش‌آزمون با ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، روز اول و روز چهارم با ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، و روز چهارم با روز هفتم تمرین؛ تفاوت معنی‌داری دیده نشد.

همچنین در گروه تجربی ۲ تغییرات فعالیت آنزیم AST، تفاوت معنی‌داری را در مقایسه پیش‌آزمون با روز اول، چهارم و هفتم؛ روز اول با روزهای چهارم و هفتم و ۲۴ ساعت پس از اتمام تمرینات؛ روز چهارم و روز هفتم با ۲۴ ساعت پس از اتمام تمرینات داشت؛ در حالی که بین مقادیر پیش‌آزمون آنزیم AST با ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین و روز چهارم با روز هفتم تفاوت معنی‌دار نبود. در مورد فعالیت آنزیم ALT، تفاوت معنی‌داری در مقایسه مقادیر پیش‌آزمون با سایر مراحل اجرای مطالعه، روز اول و روز چهارم و روز هفتم با ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین وجود داشت، در حالی که بین روز اول با روز چهارم و روز هفتم، روز چهارم با روز هفتم تفاوت معنی‌داری بدست نیامد. در نهایت، در گروه تجربی ۲ مقادیر پیش‌آزمون آنزیم ALP بین روز اول و روز چهارم با روز هفتم تفاوت

مقادیر ALT در گروه تجربی ۲ به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه تجربی ۱ بود، وضعیتی که نشان‌دهنده تاثیر بیشتر دو جلسه تمرین در روز نسبت به یک جلسه تمرین است. در توجیه این مطلب بر اساس نتایج سوزکی^۳ و دیگران (۲۰۰۶) می‌توان گفت که مدت تمرین، یکی از عوامل موثر بر آزاد شدن این آنزیم است؛ و هرچه مدت زمان بازیافت کم‌تری در نظر گرفته شود، میزان آنزیم ALT بیشتر افزایش پیدا می‌کند. بر همین اساس انجام دو جلسه تمرین فزآینده در روز به علت آسیب‌های احتمالی توصیه نمی‌شود.

آنزیم ALP شاخصی برای سنجش بیماری‌های کبدی و استخوانی است (میردار و دیگران، ۲۰۱۱). در تحقیق حاضر میزان آنزیم ALP در گروه تجربی‌های ۱ با ۱۱/۶ و ۲۸/۵ درصد افزایش پس از جلسه اول تمرین، به ترتیب ۱۱/۶ و ۲۸/۵ درصد افزایش یافت و این افزایش به‌طور فزآینده در روزهای چهارم و هفتم نیز ادامه یافت. میزان فعالیت ALP پس از ۲۴ ساعت اگرچه نسبت به مقادیر پایه بالاتر بود، اما این تفاوت معنی‌دار نبود. همچنین بین مقادیر ALP در دو گروه تجربی پس از ۲۴ ساعت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد؛ این بدان معناست که ۲۴ ساعت زمان مناسبی برای بازیافت بدن و رسیدن به مقادیر پایه ALP حتی در صورت انجام دو جلسه تمرین در روز، فراهم می‌کند. در تایید تحقیق حاضر، قربانی و گائینی (۲۰۱۳) به بررسی تأثیر تمرینات شدید بر سطح آنزیم‌های کبدی در بازیکنان فوتبال پرداخته و افزایش معنی‌داری در غلظت AST و ALP را نشان داده‌اند. در توجیه افزایش ALP بعد از تمرینات، می‌توان گفت که تولید انرژی به شیوه اکسیداتیو (هوازی) و استفاده طولانی مدت متابولیت‌های تولید انرژی، مانند آمینواسیدها و چربی‌ها؛ موجب بالا رفتن این آنزیم در طی فعالیت‌بدنی بلند مدت می‌شود (میردار و دیگران، ۲۰۱۱). در تحقیقی مشابه تحقیق حاضر، میردار و دیگران (۲۰۰۸) نشان داده‌اند که غلظت AST ورزشکاران زن، بلافاصله بعد از یک جلسه تمرین فزآینده در روز، طی ۷ روز افزایش می‌یابد و پس از ۲۴ ساعت استراحت، کاهش چشمگیری پیدا می‌کند. در تحقیق میردار و دیگران (۲۰۰۸)

حالی است که نتایج ماتسوسه^۱ و دیگران (۲۰۰۶) حاکی از عدم تفاوت معنی‌دار مقادیر AST بعد از انجام یک جلسه فعالیت‌بدنی بوده است. با توجه به این‌که در مطالعه یاده شده برخلاف تحقیق حاضر، نوع تمرین فزآینده نبود، می‌توان علت این ناهم‌سویی را تفاوت در نوع تمرین نسبت داد.

بر اساس یافته‌های پیشین می‌توان گفت که آسیب سلول‌های کبدی عامل آزاد شدن آنزیم ALT به داخل گردش خون است (ایکون و دیگران، ۲۰۱۷). پیش از این در تحقیقی که توسط فراجاکو و دیگران (۲۰۱۲) انجام شده، گزارش گردید که تمرین شدید مقاومتی (۱۰ تکرار بیشه، ۳۰ ثانیه استراحت، ۵ روز در هفته، در طول ۵ هفته) بر سطوح آنزیم ALT تاثیر معنی‌داری ندارد. همچنین سطوح آنزیم‌های کبدی در ورزش هوازی حاد در زنان غیرفعال در یک تحقیق بررسی و مشاهده شد که سطح AST و ALP به‌طور قابل توجهی افزایش می‌یابد، اما تغییرات معنی‌داری در سطح آنزیم ALT بوجود نمی‌آید (نظری و دیگران، ۲۰۱۴). مطالعه حاضر ضمن رد این نتایج نشان داد که اگرچه انجام یک جلسه تمرین فزآینده در روز، بلافاصله بعد اولین روز تمرین، تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر ALT ندارد، اما پس از یک هفته تمرین، این آنزیم تا ۱/۵ برابر افزایش می‌یابد، یعنی تغییری که تا ۲۴ ساعت پس از پایان جلسات تمرین نیز ادامه می‌یابد. به علاوه، انجام ۲ جلسه تمرین در روز بر میزان تغییرات این آنزیم چشمگیرتر بود و موجب افزایش معنی‌دار حتی بلافاصله پس از تمرین شد؛ افزایشی که ۲۴ ساعت پس از پایان جلسات به دو برابر رسید. مشابه با تحقیق حاضر در تحقیقی که توسط پال و دیگران (۲۰۱۷) انجام شد، میزان فعالیت آنزیم‌های ALT و AST به‌طور معنی‌داری بلافاصله بعد از ورزش فزآینده با شدت بالا افزایش یافت، پال و دیگران (۲۰۱۷) چنین نتیجه‌گیری کردند که ورزش با شدت بالا، موجب استرس اکسیداتیو^۲ شدید و افزایش شاخص‌های آسیب عضلانی اسکلتی در دختران و پسران پس از بلوغ می‌شود. از سوی دیگر، گرچه ۴۸ ساعت قبل از شروع برنامه تمرینی در میزان آنزیم ALT بین دو گروه تجربی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، اما در سایر مراحل خون‌گیری

1. Matsuse
2. Oxidative stress
3. Suzuki

است در صورت عدم بازیافت مناسب، به وضعیت حادثتری منجر شود (نظری و دیگران، ۲۰۱۴). به نظر می‌رسد افزایش آنزیم‌ها ناشی از پاره شدن سارکومرهای ضعیف‌تر باشد. در واقع، افزایش در سطوح این آنزیم‌ها می‌تواند به علت تراوش این آنزیم از بافت‌های آسیب‌دیده یا افزایش سنتز آنزیم توسط کبد باشد؛ در نتیجه افزایش سطح آنزیم‌های AST و ALT می‌تواند به عنوان نشانگر آسیب سلولی، پلاسمای خون و یا تخریب پروتئین در نظر گرفته شود (آدداپو^۱ و دیگران، ۲۰۰۹).

بر طبق یافته‌های موجود، فعالیت بدنی موجب تغییرات متابولیکی و بیوشیمیایی مرتبط با تولید انرژی در طول تمرین و آماده‌سازی قبل از رقابت می‌گردد و می‌بایست با توجه به شدت و حجم تمرین و نیز جنسیت آزمودنی‌ها، زمان بازسازی مناسب را در نظر گرفت. می‌توان گفت تفاوت در تعداد جلسات تمرینی، تأثیر قابل توجهی بر شاخص‌های آسیب کبدی و عضلانی و نیز افزایش فعالیت سلول‌های استخوانی دارد، بنابراین بالا بودن فعالیت آنزیم‌ها در طول تمرین را می‌توان با تغییر در نفوذپذیری غشاء عضله، تخلیه گلیکوژن عضله، پراکسیداسیون لیپیدی غشاء سلول و آسیب سلولی ناشی از فرآیندهای مکانیکی؛ مرتبط دانست (ماتسوسه و دیگران، ۲۰۰۶). از سوی دیگر، با توجه به نقش ALT در روند به کارگیری پروتئین و گلوکونئوزن^۲ به عنوان سوبسترای انرژی، تداوم ۲ جلسه تمرین فرآیندهای درمانده‌ساز در روز برای ورزشکاران ممکن است منجر به آسیب سلول‌های کبدی، عضلانی و اسکلتی شود. علاوه بر این، تشدید اضافه‌بار تمرینی ممکن است با کاهش سنتز آن در کبد و بافت‌های عضلانی، منجر به سایر علائم بیش‌تمرینی توأم با کاهش عملکرد در ورزشکاران گردد (نظری و دیگران، ۲۰۱۴). از این رو، اتخاذ راهکارهایی به منظور به حداقل رساندن آسیب‌های فوق و نیز امکان جبران و تامین سوبستراهای انرژی ضروری به نظر می‌رسد.

نتیجه‌گیری: با توجه به یافته‌های مطالعه حاضر، فعالیت ورزشی درمانده‌ساز با میانگین مدت ۲۳ دقیقه در هر روز، افزایش مقادیر آنزیم‌های ALT، AST و ALP را به دنبال دارد؛ افزایشی می‌تواند

میزان ALT به جز در اولین روز تمرین، در روزهای چهارم و هفتم تمرین افزایش معنی‌داری یافت. مقادیر آنزیم ALP نیز در روزهای اول، چهارم و هفتم تمرین افزایش پیدا کرد. در مطالعه یاد شده، غلظت ALP دو روز پس از تمرین به سطوح پایه خود رسید. نتایج این مطالعه با نتایج تحقیق حاضر در گروه تجربی ۱ هم‌خوانی دارد. شباهت برنامه تمرینی این تحقیق از نظر شدت و حجم تمرین با گروه تجربی ۱ در مطالعه حاضر می‌تواند دلیل این تشابه باشد. در تحقیق حاضر، در گروه تجربی ۲ میزان آنزیم ALT برخلاف بررسی میردار و دیگران (۲۰۰۸) بلافاصله پس از تمرین افزایش داشت و به نظر می‌رسد مدت بیشتر تمرین در این گروه عامل این اختلاف باشد. با توجه به تکرار ۲ بار در روز تمرین فرآیندهای درمانده‌ساز بدون توجه به زمان بازسازی مناسب با حجم تمرین در گروه تجربی ۲ در مطالعه حاضر، افزایش این آنزیم به عنوان شاخص آسیب عضلانی و کبدی، حتی بلافاصله پس از اولین روز تمرین، می‌تواند نشانه یک وضعیت خاص و چالشی برای این روش تمرینی باشد.

علاوه بر موارد فوق، از مقایسه نتایج گروه‌های تجربی ۱ و ۲ چنین استنباط می‌شود که دو جلسه تمرین فرآیندهای معنی‌داری بیشتر از یک جلسه تمرین روزانه، بر فعالیت آنزیم‌های AST، ALP و ALT در روزهای اول، چهارم و هفتم تمرین تأثیر دارد؛ در حالی که پس از ۲۴ ساعت این تفاوت‌ها از بین رفته و مقادیر آنزیم‌ها در هر دو گروه تمرینی به میزان پایه نزدیک می‌شود. با توجه افزایش معنی‌دار آنزیم‌های کبدی پس از دو جلسه تمرین روزانه (نسبت به یک جلسه تمرین)، ورزشکارانی که جلسات متعدد تمرین در روز را در برنامه خود دارند، باید به اختصاص زمان بازیافت مناسب، توجه داشته باشند. بالا بودن فعالیت آنزیم‌های AST، ALP و ALT سرم می‌تواند نشانه‌ای از آسیب‌های کبدی باشد (سوزوکی و دیگران، ۲۰۰۶)، ضمن آن که می‌توان افزایش آنزیم AST را به آسیب میوفیبریل‌های تار عضلانی نسبت داد (ایکون و دیگران، ۲۰۱۷). در تحقیق حاضر افزایش این آنزیم‌ها نشان‌دهنده ارتباط مستقیم استرس کبدی و عضلانی با اضافه بار تمرینی است که ممکن

1. Adedapo
2. Gluconeogenesis

عوارض ناشی از بیش‌تمرینی، از صدمات عضلانی و کبدی پیشگیری کرده و به ورزشکار کمک کنند تا از آسیب‌های احتمالی ورزش در امان بمانند. این تدابیر ضمن افزایش عمر قهرمانی ورزشکاران، به حفظ سلامتی توام با کاهش هزینه‌های درمان آنان کمک می‌کند.

قدردانی و تشکر

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند از زحمات تمامی دانشجویان محترمی که نهایت همکاری را در اجرای این پژوهش داشته‌اند، تشکر و قدردانی نمایند.

نشانه آسیب سلول‌های عضله، کبد یا قلب باشد. مقایسه ۱ جلسه یا ۲ جلسه تمرین در روز نشان داد که افزایش تعداد جلسات تمرین برای ورزشکارانی با این سطح آمادگی، علاوه بر تاثیر بر عملکرد آنان، با مخاطراتی برای سلول‌های سایر اندام‌ها به ویژه عضلات، همراه است. با توجه به نقش بازیافت در آسیب‌های کبدی، به نظر می‌رسد با در نظر گرفتن زمان استراحت کافی، بتوان ضمن جلوگیری از بروز آسیب‌های عضلانی و کبدی، به بهبود روند سازگاری کمک کرد. بنابراین به مربیان و ورزشکاران توصیه می‌شود که برنامه‌های تمرینی را به نحوی برنامه‌ریزی و اجرا کنند که با تنظیم مناسب دوره بازیافت و جلوگیری از

منابع

- Adedapo, K. S., Akinosun, O. M., Odegbemi, B. O., Arinola, O. G., & Adedeji, O. I. (2009). Plasma biochemical changes during moderate and vigorous exercises. *International Journal of Sports Science Engineering*, 3(2), 073-076.
- Banfi, G., Colombini, A., Lombardi, G., & Lubkowska, A. (2012). Metabolic markers in sports medicine. *Advances in Clinical Chemistry*, 56, 1-54.
- Bijeh, N., Rashidlamir, A., & Hejazi, K. (2013). The effect of eight weeks swimming training on hepatic enzymes and hematological values in young female. *International Journal of Basic Sciences & Applied Research*, 2(1), 123-128.
- Christopher, J. (2000). *Physiological Tests for Elite Athletes*, Australian Sports Commission. **Human Kinetics**.
- Ekun, O. A., Emiabata, A. F., Abiodun, O. C., Ogidi, N. O., Adefolaju, F. O., & Ekun, O. O. (2017). Effects of football sporting activity on renal and liver functions among young undergraduate students of a nigerian tertiary institution. *BMJ Open Sport Exercise Medicine*, 3(1), e000223.
- Frajacomo, F. T. T., Demarzo, M. M. P., Fernandes, C. R., Martinello, F., Bachur, J. A., Uyemura, S. A., ... & Garcia, S. B. (2012). The effects of high-intensity resistance exercise on the blood lipid profile and liver function in hypercholesterolemic hamsters. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 37(3), 448-454.
- Georgakouli, K., Manthou, E., Fatouros, I. G., Deli, C. K., Spandidos, D. A., Tsatsakis, A. M., ... & Jamurtas, A. Z. (2015). Effects of acute exercise on liver function and blood redox status in heavy drinkers. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 10(6). 2015-2022.
- Ghorbani, P., & Gaeini, A. A. (2013). The effect of one bout high intensity interval training on liver enzymes level in elite soccer players. *Global Journal of Science, Engineering and Technology*, 5, 192-202.
- Goodarzi, A., BambiaeiChi, E., & Rahnama, N. (2015). The effect of a futsal match on some biochemical markers of muscle damage. *Journal of Sport Bioscience*, 7(1), 1-10. [Persian]

- Jafari, H. (2014). The effects of repeated sessions of exercise on immune cells and cortisol in female athletes. *Journal of Basic Research in Medical Sciences*, 1(2), 30-35. [Persian]
- Kaki, A., & Galedari, M. (2017). The effect of 12 weeks high intensity interval training and resistance training on liver fat, liver enzymes and insulin resistance in men with nonalcoholic fatty liver. *Jundishapur Scientific Medical Journal*, 16(5), 493-503. [Persian]
- Kawano, M., Shono, N., Yoshimura, T., Yamaguchi, M., Hirano, T., & Hisatomi, A. (2009). Improved cardio-respiratory fitness correlates with changes in the number and size of small dense LDL: randomized controlled trial with exercise training and dietary instruction. *Internal Medicine*, 48(1), 25-32.
- Kratz, A., Lewandrowski, K. B., Siegel, A. J., Chun, K. Y., Flood, J. G., Van Cott, E. M., & Lee-Lewandrowski, E. (2002). Effect of marathon running on hematologic and biochemical laboratory parameters, including cardiac markers. *American Journal of Clinical Pathology*, 118(6), 856-863.
- Masoodsinaki, H., Nazarali, P., & Hanachi, P. (2014). Evaluation and impact of omega-3 supplementation with a period of selective aerobic exercise on liver enzymes (AST-ALT) of active student girls. *Bimonthly Journal of Hormozgan University of Medical Sciences*, 18(3), 234-226, (3). [Persian]
- Matsuse, H., Shiba, N., Umezu, Y., Nago, T., Maeda, T., Tagawa, Y., ... & Basford, J. R. (2006). Effects of a hybrid exercise on the activities of myogenic enzymes in plasma. *The Kurume Medical Journal*, 53(3+ 4), 47-51.
- Mirdar, S., Nobahar, M., Safiri, H., & Sadegh-Pour, B. (2008). The effect of one progressive session exercise in week on some of hepatic enzymes in active females. *Research on Sport Sciences*, 6(18), 141-156. [Persian]
- Mirdar, S., Raisi, M., & Nobahar, M. (2011). The effect of two-peak exercise training program on some of hepatic stress indexes in active girls. *Journal of Exercise Physiology and Metabolism*, 1(1), 11-22. [Persian]
- Nazari, Y., Mohamadimofrad, A., Nazari, A., Jamshidi, R., & Asjodi, F. (2014). Response of liver enzymes to acute aerobic exercise in sedentary human subjects. *New York Science Journal*, 7(4), 89-92.
- Padalino, B., Rubino, G., Centoducati, P., & Petazzi, F. (2007). Training versus overtraining: evaluation of two protocols. *Journal of Equine Veterinary Science*, 27(1), 28-31.
- Pal, S., Chaki, B., Chattopadhyay, S., & Bandyopadhyay, A. (2017). High intensity exercise induced oxidative stress and skeletal muscle damage in post-pubertal boys and girls: A comparative study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(4), 1045-1052.
- Sarma, S., & Levine, B. D. (2016). Beyond the Bruce protocol: advanced exercise testing for the sports cardiologist. *Cardiology Clinics*, 34(4), 603-608.
- Suzuki, K., Peake, J., Nosaka, K., Okutsu, M., Abbiss, C. R., Surriano, R., ... & Laursen, P. B. (2006). Changes in markers of muscle damage, inflammation and HSP70 after an ironman triathlon race. *European Journal of Applied Physiology*, 98(6), 525-534.
- Wu, H. J., Chen, K. T., Shee, B. W., Chang, H. C., Huang, Y. J., & Yang, R. S. (2004). Effects of 24 h ultra-marathon on biochemical and hematological parameters. *World Journal of Gastroenterology: WJG*, 10(18), 2711.



Effects of sub-maximal cycling along with blood flow restriction on hematology changes in active males

Saeed Rahmaty^{1*}, Hamid Rajabi², Mehrdad Saadi³, Hossein Nikroo⁴

1. PhD of Exercise Biochemistry and Metabolism, University of Tehran, Tehran, Iran.

2. Full Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Kharazmi, Tehran, Iran.

3. MSc of Exercise Physiology, University of Shahid Chamran, Ahvaz, Iran.

4. PhD of Exercise Biochemistry and Metabolism, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Abstract

Background and Aim: Occlusion training is a new training method that has a favorable effect on blood cells and also simulates the effect of training under hypoxia. The present study was aimed to investigate the effects of short-term sub-maximal cycling along with blood flow restriction on serum level of red blood cell (RBC), hemoglobin (HGB) and hematocrit (Hct) in active males.

Materials and Methods: In this way, 24 physical education and sport sciences students from Kharazmi university were selected. They were assigned into three groups based on maximum power cycling including blood flow restriction group (n=8), cycling with unrestricted group (n=8) and control group (n=8). The Occlusion training and non-occlusion training groups have been trained for 3 weeks, 3 sessions per week. Each session included 3 stages of cycling with maximum power of 50 percent with a rest interval of 30-45 seconds for every session which lasted 3 minutes. The amount of pressure on the thigh of participants in the restriction group was 140-170 mmHg and the dependent variables were measured by using the cellular cell device containing anticoagulant. For statistical analyzing dependent samples t-test, one-way analysis of variance, and Tukey tests were used at the significant level of $p \leq 0.05$. **Results:** The results showed that 3 weeks of sub-maximal cycling with blood flow restriction induced significant changes in RBC, HGB and Hct ($p \leq 0.05$) as compared to pre-test. But these changes were not significant in the non-occlusion training and control groups. On the other hand, the inter-group analyses showed that after 3 weeks of submaximal cycling, there are significantly differences between restriction and no-restriction group regarding HGB ($p=0.02$), RBC ($p=0.02$) and Hct ($p=0.03$) indices **Conclusion:** The results revealed that the local blood restriction during sub-maximal cycling have a positive effect on the blood levels of HGB, RBC, and Hct. Therefore occlusion training can simulates some degree of exercise effect in hypoxia conditions.

Key words: Blood flow restriction, Occlusion training, Hemoglobin, Red blood cells, Hematocrit.

*Corresponding Author, Address: Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran;

Email: s_rahmaty4290@yahoo.com DOI: 10.22077/JPSBS.2018.1259.1363



اثر یک دوره فعالیت زیر بیشینه رکاب زدن همراه با محدودیت جریان خون بر تغییرات خون شناسی مردان فعال

سعید رحمتی^{۱*}، حمید رجبی^۲، مهرداد سعدی^۳، حسین نیکرو^۴

۱. دکترای بیوشیمی و متابولیسم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۲. استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

۳. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران.

۴. دکترای بیوشیمی و متابولیسم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: تمرین انسدادی روش تمرینی نسبتاً جدیدی است که می‌تواند آثار تمرین در شرایط هایپوکسی را تا حدودی شبیه سازی کند و اثر مطلوبی بر سلول‌های خونی بگذارد. این مطالعه به منظور تعیین اثر یک دوره زیر بیشینه فعالیت رکاب‌زدن همراه با محدودیت جریان خون بر سطح سرمی هموگلوبین (HGB)، گلبول‌های قرمز خون (RBC) و هماتوکریت (Hct) در مردان فعال انجام شد. **روش تحقیق:** برای این منظور ۲۴ نفر از دانشجویان تربیت بدنی دانشگاه خوارزمی به صورت داوطلبانه انتخاب شدند و به سه گروه رکاب‌زدن همراه با محدودیت جریان خون ($n=8$)، رکاب‌زدن بدون محدودیت جریان خون ($n=8$) و کنترل ($n=8$) تقسیم گردیدند. آزمودنی‌های گروه تمرین با انسداد و تمرین بدون انسداد به مدت ۳ هفته، هر هفته ۳ جلسه و در مجموع ۹ جلسه تمرین کردند. هر جلسه تمرین شامل ۳ وهله سه دقیقه‌ای رکاب‌زدن با شدت ۵۰ درصد توان حداکثری بود که بین هر وهله ۳۰-۴۵ ثانیه استراحت وجود داشت. میزان فشار روی ران در گروه انسداد ۱۷۰-۱۴۰ میلی‌متر جیوه بود. متغیرهای وابسته با استفاده از دستگاه سلول شمار هماتولوژی و کیت‌های جمع‌آوری کننده خون که حاوی ماده ضد انعقاد بودند، اندازه‌گیری شدند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از آزمون‌های t وابسته، تحلیل واریانس یک‌طرفه، و آزمون تعقیبی توکی در سطح معنی‌داری $p \leq 0.05$ استفاده گردید. **یافته‌ها:** نتایج درون‌گروهی نشان داد ۳ هفته تمرین زیر بیشینه رکاب‌زدن همراه با انسداد عروق پا در مقایسه با پیش‌آزمون، باعث تغییرات معنی‌داری در مقادیر RBC، HGB و Hct می‌شود ($p < 0.05$)؛ اما این تغییرات در گروه‌های بدون انسداد و کنترل معنی‌دار نبودند. از طرف دیگر، نتایج بین‌گروهی نشان داد که ۳ هفته فعالیت زیر بیشینه رکاب‌زدن همراه با انسداد عروق پا در مقایسه با سایر گروه‌ها، میزان HGB ($p = 0.02$)، RBC ($p = 0.02$) و Hct ($p = 0.03$) را به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. **نتیجه‌گیری:** محدودیت جریان خون موضعی هنگام فعالیت زیر بیشینه رکاب‌زدن اثر مثبتی بر میزان HGB، RBC و Hct خون دارد؛ از این رومی‌توان انتظار داشت تمرین انسدادی تا حدی بتواند اثر تمرین در شرایط هایپوکسی را ایجاد نماید.

واژه‌های کلیدی: محدودیت جریان خون، تمرین انسدادی، هموگلوبین، گلبول‌های قرمز خون، هماتوکریت.

مقدمه

دیگران، ۲۰۰۴). اعتقاد بر آن است که هرگونه قرارگیری در معرض هایپوکسی مانند رفتن ارتفاعات، تمرین در چادر هایپوکسی و دیگر تمرینات هایپوکسی، بتواند این سازوکارهای جبرانی را تحریک کند. احتمالاً تمرین انسدادی به دلیل شرایط هایپوکسی که ایجاد می‌کند، باعث القای عامل HIF و بیان ژن اریتروپوئین^{۱۲} شده و به دنبال آن، افزایش در میزان HGB، RBC و Hct می‌شود (لئونگ^{۱۳} و دیگران، ۲۰۱۰). در این نوع تمرین، عضو مورد نظر را از قسمت فوقانی با استفاده از فشارسنج‌های مخصوص و یا یک باند با قابلیت ارتجاعی می‌بندند و فرد را تحت تأثیر تمرین نسبتاً سبک ورزشی قرار می‌دهند (آبه^{۱۴} و دیگران، ۲۰۰۶). این عمل سبب ایجاد یک حوضچه خونی موقت در عضو مورد تمرین شده و به دنبال آن، تجمع موضعی مواد متابولیک به ویژه اسیدلاکتیک، در عضو افزایش می‌یابد. شرایط ایسکمی^{۱۵} ایجاد شده بر اثر این تمرین، پاسخ‌های هورمونی و در طولانی مدت، سازگاری‌های عضلانی را سبب می‌شود (تاکارادا^{۱۶} و دیگران، ۲۰۰۰). استفاده از این تمرین به عنوان یک تمرین هایپوکسی کمتر متداول است و بیشتر افراد ترجیح می‌دهند تمرین هایپوکسی را در ارتفاعات یا چادر هایپوکسی انجام دهند. از طرف دیگر، اکثر افراد جامعه به دلیل مشکلات و مشغله‌های صعود به ارتفاع، تمایلی به قرار گرفتن در معرض ارتفاع و شرایط هایپوکسی (که می‌تواند سازگاری‌های مناسبی را در عوامل خون‌شناسی ایجاد کند) را ندارند. در این راستا به نظر می‌رسد تمرین انسدادی می‌تواند ضمن ایجاد شرایط هایپوکسی موضعی، فشار مکانیکی کمتری را بر مفاصل وارد آورد، وضعیتی که از منظر سلامتی نیز حائز اهمیت است.

با این که تمرین انسدادی احتمالاً فواید منحصر به فردی در زمینه بالینی دارد و با شدت و مدت کمتر و متناسب با فعالیت‌های روزانه، سازگاری‌های تمرینی مثبتی ایجاد می‌کند (آبه و دیگران، ۲۰۰۶)؛ تأثیر آن بر عوامل خون‌شناسی به طور کامل و کافی بررسی نشده است. اکثر مطالعات بیشتر بر عملکرد عضلانی (هایپرتروفی^{۱۷}) و عملکردهای هوازی (VO_{2max}) متمرکز شده اند (آبه و دیگران، ۲۰۰۶؛ افلاکی، ۲۰۱۳؛ تاکارادا و دیگران،

بر اثر سازگاری تمرینات هوازی، میزان کل گلبول های قرمز خون^۱ (RBC) افزایش می‌یابد و همزمان با این سازگاری، افزایش چشمگیری در حجم پلاسما رخ می‌دهد، تغییری که خود باعث کاهش اندک هماتوکریت^۲ (Hct) و ویسکوزیته خون می‌شود. این تغییرات برای از دست دادن گرما و داشتن حجم ضربه ای بیشتر در حین تمرین مفیدند (کرامر^۳، ۲۰۱۳). تغییرات فیزیولوژیکی که به وسیله ورزش در خون رخ می‌دهد، بسته به نوع، شدت و مدت آن؛ می‌تواند تحت تأثیر قرار گیرد (بارتس^۴ و دیگران، ۱۹۹۸). برخی تحقیقات نشان داده‌اند که بر اثر تمرینات مداوم استقامتی، میزان Hct کاهش و میزان کل هموگلوبین^۵ (HGB) به همراه پلاکت‌ها افزایش می‌یابد. در واقع، این افزایش در مقدار کل HGB، همراه با زیاد شدن حجم پلاسما است که باعث می‌شود مقدار نسبی HGB خون شبیه میزان Hct شده و بدین ترتیب چگالی RBC کاهش یابد (برمون^۶ و دیگران، ۱۹۹۹).

به نظر می‌رسد یکی از محرک‌های اصلی برای تحریک گلبول سازی، کمبود اکسیژن (هایپوکسی^۷) باشد. در تایید این موضوع، مطالعات نشان داده اند که قرار گرفتن بدن در شرایط هایپوکسی می‌تواند منجر به تغییرات متفاوتی در برخی پارامترهای خونی از جمله HGB و سطح RBC خون شود (کاتایما^۸ و دیگران، ۱۹۹۶). در راستای بررسی تأثیر هایپوکسی بر عوامل خون‌شناسی، لی^۹ و دیگران (۲۰۰۴) در تحقیقی تأثیر ۴ هفته تمرینات هایپوکسی متناوب را بر شاخص‌های خون‌شناسی و عملکرد هوازی آزمودنی‌های تمرین کرده مورد بررسی قرار داده اند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تمرینات هایپوکسی متناوب می‌تواند باعث افزایش RBC، HGB، Hct و حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) شود (لی و دیگران، ۲۰۰۴). هنگام قرار گرفتن در شرایط هایپوکسی، افزایش چشمگیری در فاکتور القای هایپوکسی^{۱۱} (HIF) رخ می‌دهد (لاندبی^{۱۱} و دیگران، ۲۰۱۰). این عامل محرک بیان ژن اریتروپوئین و متعاقب آن، افزایش HGB و Hct است که به عنوان یک سازگاری جبرانی، اثرات منفی قرارگیری در معرض هایپوکسی را کاهش می‌دهد (لی و

1. Red blood cell
2. Hematocrit
3. Kraemer
4. Bartsch
5. Hemoglobin
6. Bermon

7. Hypoxia
8. Katayama
9. Li
10. Hypoxia-inducible factor
11. Lundby
12. Erythropoietin

13. Loenneke
14. Abe
15. Ischemia
16. Takarada
17. Hypertrophy

آزمودنی‌ها بر اساس توان حداکثر به دست آمده، به سه گروه شامل رکاب زدن همراه با انسداد عروق پا (۸ نفر)، رکاب زدن بدون انسداد (۸ نفر) و گروه کنترل (۸ نفر) تقسیم شدند. آزمودنی‌های گروه تمرین با انسداد و تمرین بدون انسداد عروق، به مدت ۳ هفته، هر هفته ۳ جلسه و در مجموع ۹ جلسه تمرین کردند. با توجه به اینکه اکثر تحقیقات نشان داده اند که سازگاری حاصل از تمرینات انسدادی حداقل با ۳ هفته تمرین حاصل می شود (آبه و دیگران، ۲۰۰۶) و مشخص گردیده که طول دوره‌های تمرینی لازم در ارتفاع و چادر هایپوکسی برای سازگاری‌های هماتولوژیک، بین ۲ تا ۴ هفته است (کاتایاما و دیگران، ۲۰۰۳؛ ساواکا^۴ و دیگران، ۱۹۹۶)؛ در تحقیق حاضر جهت حصول سازگاری اثر این نوع تمرین بر عوامل خونی (RBC، HGB و Hct)، ۳ هفته فعالیت در نظر گرفته شد. هر جلسه تمرین شامل ۳ وهله ۳ دقیقه‌ای رکاب زدن با شدت ۵۰ درصد توان حداکثر بود، بین هر وهله حدود ۴۵-۳۰ ثانیه استراحت وجود داشت، و میزان فشار روی ران در گروه انسداد ۱۷۰-۱۴۰ میلی متر جیوه در نظر گرفته شد. از آنجا که فشار انسداد بر اندام پایین تنه در اکثر مطالعات بین ۱۴۰ تا ۲۳۰ میلی متر جیوه بوده است (فاهس^۵ و دیگران، ۲۰۱۲)، در این مطالعه این میزان فشار انسداد به این دلیل انتخاب شد که در واقع فشار پایین به عنوان ضرورت کار مد نظر بود تا با یک شدت و فشار کم بتوان تغییرات را در مورد برخی عوامل خونی مشاهده کرد. مجموع زمان تمرین ۱۰ دقیقه و ۳۰ ثانیه بود که شامل وهله‌های رکاب زدن و فواصل استراحت بین آن‌ها بود. هر جلسه ۱۰ میلی متر جیوه به فشار ران بندها اضافه شد تا جلسه چهارم که فشار به ۱۷۰ میلی متر جیوه رسید. فشار ران بند به طور تدریجی افزایش یافت تا زمانی که شرکت کنندگان نسبت به محرک انسداد در طول فاز اولیه تمرین، سازگار شدند. با توجه به میزان درک سختی^۶ (RPE) که در جدول ۱ آورده شده است، می‌توان مشاهده کرد که با گذشت تعداد جلسات تمرین، به تدریج از میزان درک فشار آزمودنی‌ها کاسته شده که به نوعی نشان دهنده سازگار شدن آزمودنی‌ها با میزان فشار انسداد ایجاد شده به نسبت جلسه اول تمرین است.

۲۰۰۰). این در حالی است که به نظر می‌رسد تمرین انسدادی با ایجاد شرایط هیپوکسی، می‌تواند محرک خوبی برای ترشح HGB و RBC باشد (لئونک و دیگران، ۲۰۱۰). از این رو در این مطالعه، محققین به دنبال پاسخ به این سوال هستند که آیا فعالیت زیربیشینه رکاب زدن همراه با محدودیت جریان خون، می‌تواند بر سطح HGB، RBC و میزان Hct تاثیر بگذارد و به واسطه این تاثیر گذاری، در روند تامین رساندن اکسیژن به بدن هم در حین فعالیت ورزشی و هم در شرایط عادی، نقش مثبت ایجاد می‌شود؟

روش تحقیق

در این مطالعه نیمه تجربی، ۲۴ نفر از دانشجویان تربیت بدنی دانشگاه خوارزمی تهران به صورت داوطلبانه انتخاب شدند. ۴۸ ساعت قبل از شروع تحقیق، جلسه آشنایی با پروتکل تمرین و توضیحات اولیه در خصوص نحوه اجرای آن و خطرات احتمالی آزمون تشکیل شد. همچنین پرسشنامه سلامت عمومی و فعالیت بدنی که در آن مواردی از قبیل عدم یا استعمال دخانیات، سوابق بیماری‌های غیر واگیر (دیابت، فشارخون، بیماری‌های قلبی) و همچنین میزان فعالیت بدنی روزانه آزمودنی‌ها قید شده بود، در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفت. بدین ترتیب که مقدار فعالیت ورزشی که آزمودنی‌ها از یکسال گذشته به صورت هفتگی انجام داده بودند و همچنین مصرف احتمالی دخانیات و مشروبات الکلی، سوابق بیماری‌ها و آسیب دیدگی‌های مشخص در طول این یکسال مورد بررسی و ثبت قرار گرفت. رضایت‌نامه شرکت در آزمون نیز توسط شرکت کنندگان تکمیل گردید. در همین جلسه، با استفاده از چرخ کارسنج مونارک^۱ مدل E939 ساخت کشور سوئد و از طریق پروتکل کاستوم^۲ حداکثر توان آزمودنی‌ها اندازه گیری شد. به این ترتیب که آزمودنی‌ها پس از گرم کردن با توان ۵۰ وات و با سرعت ۶۰ دور بر دقیقه شروع به رکاب زدن کردند و هر یک دقیقه ۲۵ وات به بار کاری اضافه شد. این افزایش وات تا زمانی که سرعت دوچرخه از ۶۰ دور بر دقیقه کمتر نشود، ادامه یافت و هنگامی که سرعت از این مقدار پایین‌تر آمد، آزمون قطع شد و عدد بدست آمده به عنوان توان حداکثر آزمودنی در نظر گرفته شد (هیوارد^۳، ۲۰۱۳). سپس

1. Monark
2. Custom
3. Heyward

4. Sawka
5. Fahs
6. Rating of perceived exertion

جدول ۱. توصیف میزان درک سختی (RPE) در زمان بندی های ۳ دقیقه ای در هر جلسه تمرینی گروه های انسداد و بدون انسداد

گروه انسداد			گروه بدون انسداد			گروه ها جلسات
میانگین سه دقیقه سوم	میانگین سه دقیقه دوم	میانگین سه دقیقه اول	میانگین سه دقیقه سوم	میانگین سه دقیقه دوم	میانگین سه دقیقه اول	
۱۷/۵۰	۱۵/۱۲	۱۳/۲۵	۱۰/۷۵	۱۰/۱۲	۱۰/۰۰	جلسه اول
۱۶/۸۱	۱۵/۰۶	۱۲/۷۵	۱۰/۳۱	۱۰/۱۲	۹/۵۰	جلسه دوم
۱۴/۷۵	۱۳/۶۲	۱۱/۵۰	۱۰/۸۷	۱۰/۳۷	۹/۷۵	جلسه سوم
۱۴/۵۰	۱۳/۲۵	۱۰/۵۰	۱۰/۸۷	۱۱	۱۰/۵۰	جلسه چهارم
۱۶/۸۷	۱۴/۷۵	۱۱/۸۷	۹/۵۰	۹/۷۵	۸/۶۲	جلسه پنجم
۱۵/۳۷	۱۴	۱۱/۵۰	۹/۸۷	۹/۵۰	۹/۱۲	جلسه ششم
۱۵/۱۲	۱۳/۳۷	۱۱/۲۵	۹/۲۵	۹	۸/۶۲	جلسه هفتم
۱۵/۰۰	۱۳/۰۰	۱۱/۲۵	۱۰/۲۵	۹/۸۷	۹/۳۷	جلسه هشتم
۱۱/۶۲	۱۱/۱۲	۱۰/۳۷	۹/۷۵	۹/۵۰	۹/۰۰	جلسه نهم
۲/۲۹	۲/۲۱	۲/۱۵	۱/۹۷	۱/۹۳	۱/۸۰	انحراف استاندارد از میانگین ۹ جلسه

همچنین به منظور کنترل و یا به حداقل رساندن عوامل مزاحم از قبیل فعالیت بدنی خارج از ساعات تمرین، تغذیه، خواب و...؛ تلاش شد که تا حد امکان آزمودنی‌ها طی ۳ هفته مدت زمان تحقیق از انجام فعالیت‌های خارج از برنامه مورد نظر خودداری کنند و از مصرف هرگونه مکمل ورزشی و یا تغذیه خارج از سلف دانشگاه، پرهیز نمایند. از آنجا که تمام آزمودنی‌ها ساکن خوابگاه دانشگاه خوارزمی بودند، به لحاظ کنترل شرایط خواب آنها مشکلی وجود نداشت. جدول ۲ مشخصات آزمودنی‌های شرکت کننده در تحقیق را نشان می‌دهد.

فشار ران بند تا پایان پروتکل تمرین روی ران حفظ شد و بعد از ۳ نوبت تلاش، فشار ران بند به یکباره برداشته شد. برای انجام ریکاوری فعال نیز آزمودنی‌ها ۱۰-۵ دقیقه با شدت ۳۰ درصد توان حداکثر، ولی بدون محدودیت جریان خون رکاب زدند. گروه بدون انسداد نیز همین پروتکل را دنبال کرد، با این تفاوت که در این گروه هیچ محدودیت جریان خونی وجود نداشت. گروه کنترل نیز طی ۳ هفته فعالیت خاصی انجام ندادند. از آنجا که آزمودنی‌های این مطالعه دانشجویان تربیت بدنی بودند، سعی شد که مطالعه در زمان تعطیلات امتحانات پایان ترم انجام شود تا آزمودنی‌ها حتی‌الامکان از انجام فعالیت‌های خاص پرهیز کنند.

جدول ۲. توصیف متغیرهای دموگرافیک شرکت کنندگان در تحقیق

شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی متر)	سن (سال)	متغیرها گروه ها
۲۳/۴۳±۳/۱۰	۷۱/۶۲±۱/۷۰	۱۷۴/۸۱±۵/۴۰	۲۳/۵۰±۲/۳۰	انسداد
۲۲/۵۰±۲/۱۰	۶۸/۱۲±۱/۷۰	۱۷۴/۰۶±۴/۴۰	۲۳/۲۲±۲/۲۰	بدون انسداد
۲۲/۸۰±۳/۲۰	۷۰/۷۰±۱/۱۰	۱۷۵/۴۰±۶/۱۰	۲۴±۳/۱۰	کنترل

به منظور بررسی همگنی واریانس گروه‌ها از آزمون لون^۵ و برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف^۶ استفاده گردید. از طرف دیگر، برای مطالعه اثر درون گروهی از آزمون‌های t وابسته و تغییرات بین گروهی ناشی از تمرین، از تحلیل واریانس یک‌طرفه استفاده گردید. در ادامه، از آزمون تعقیبی توکی جهت مقایسه زوجی گروه‌ها بهره‌برداری شد. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام گردید و سطح معنی داری $p < 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در مطالعه حاضر مشاهده شد که به لحاظ تغییرات درون گروهی (جدول ۳)، میزان RBC ($p=0.03$)، Hct ($p=0.02$) و میانگین توان حداکثر ($p=0.01$) گروه انسداد بعد از گذشت ۳ هفته فعالیت در مقایسه با پیش آزمون، به طور معنی‌دار افزایش یافته است؛ اما میزان HGB ($p=0.17$) تغییر معنی‌داری نکرد. از طرف دیگر، به لحاظ تغییرات درون گروهی (جدول ۴ و ۵)، میانگین توان حداکثر گروه‌های بدون انسداد ($p=0.21$) و کنترل ($p=0.53$) و همچنین میزان RBC، Hct و HGB ($p > 0.05$) بعد از گذشت ۳ هفته فعالیت در مقایسه با پیش آزمون، تغییر معنی‌داری نکردند. به لحاظ تغییرات بین گروهی که نشان دهنده اثر ۳ هفته تمرین با و بدون انسداد است، گروه انسداد در مقایسه با گروه‌های بدون انسداد و کنترل، بعد از گذشت ۳ هفته تمرین، افزایش معنی‌داری در RBC ($p=0.02$)، HGB ($p=0.02$) و Hct ($p=0.03$) نشان دادند (جدول ۶). توان حداکثر آزمودنی‌های گروه انسداد در مقایسه با گروه‌های بدون انسداد ($p=0.03$) و کنترل ($p=0.02$) نیز بعد از ۳ هفته تمرین به صورت معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۳، ۴ و ۵).

با توجه به اینکه تمرینات هایپوکسی به دلیل افزایش متابولیت‌هایی مانند یون H^+ ، باعث احساس فشار بیشتری از طرف ورزشکار می‌شود، برای اطمینان از اینکه تمرین انسدادی بتواند از این نظر شبیه تمرین هایپوکسی باشد، از میزان RPE استفاده گردید؛ که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است.

قبل از شروع پروتکل و پس از ۱۲ الی ۱۴ ساعت ناشتایی، از سیاهرگ دست راست آزمودنی در وضعیت نشسته و در حالت استراحت، به میزان ۵ میلی لیتر خون گرفته شد. با استفاده از دستگاه سلول شمار هماتولوژی^۱ و به کمک کیت‌های جمع آوری خون که حاوی ماده ضد انعقاد کننده ادتا^۲ با غلظت ۳/۲ درصد، حجم ۱/۸ میلی لیتر و اندازه $12 * 88$ میلی متر بودند، میزان HGB، RBC و Hct اولیه مشخص گردید. خون‌گیری دوم نیز ۴۸ ساعت پس از جلسه آخر تمرین (جلسه نهم) برای بررسی سازگاری به تمرین از محل خون‌گیری اولیه صورت گرفت. از گروه کنترل نیز در وضعیت ناشتا، به ترتیب قبل از شروع پروتکل و همچنین ۴۸ ساعت بعد از ۹ جلسه، خون‌گیری به عمل آمد. نمونه‌های خونی جهت اندازه‌گیری متغیرهای وابسته به آزمایشگاه علوم زیستی (مرکز تکثیر حیوانات آزمایشگاهی) دانشگاه خوارزمی انتقال داده شد. خون گرفته شده در دمای $8-80$ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد. همچنین برای سانتریفیوژ خون، از دستگاه اپندورف^۳ به مدت ۱۰ دقیقه و با سرعت ۲۰۰۰ دور بر دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد؛ استفاده گردید. در نهایت با تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی محتوای خون، میزان HGB، RBC و Hct مشخص گردید. با توجه به اصول قواعد هلیسینکی^۴، هیچ کدام از آزمودنی‌ها در طول تحقیق هیچ‌گونه ناراحتی را گزارش نکردند و در ضمن هیچ‌گونه کبودی در محل بستن باند فشار سنج در گروه تمرین انسدادی مشاهده نگردید.

1. Hematology counter cell
2. EDTA
3. Eppendorf
4. Helisinici
5. Leven test
6. Kolmogorov-Smirnov test

جدول ۳. آزمون آماری t وابسته در مورد تاثیر تمرین و محدودیت جریان خون بر شاخص های RBC، HGB، Hct و توان حداکثر آزمودنی های گروه انسداد

سطح معنی داری آزمون (p)	پس آزمون		پیش آزمون		متغیرها
	انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	
* ۰/۰۳	۰/۳۵	۵/۵۷	۰/۳۲	۵/۳۳	RBC (پیکو لیتر)
۰/۱۷	۳/۱۵	۱۵/۴۶	۳/۰۹	۱۵/۲۱	HGB (گرم / دسی لیتر)
* ۰/۰۲	۵/۳۰	۴۶/۵۰	۵/۱۸	۴۵/۱۲	HCT (گرم / دسی لیتر)
* ۰/۰۱	۱۱/۲۵	۳۰۱	۱۱/۱۲	۲۸۵	میانگین توان حداکثر (وات)

* نشانه تفاوت معنی دار با پیش آزمون در سطح $p \leq 0.05$.

جدول ۴. آزمون آماری t وابسته در مورد تاثیر تمرین و محدودیت جریان خون بر شاخص های RBC، HGB، Hct و توان حداکثر آزمودنی های گروه بدون انسداد

سطح معنی داری آزمون (p)	پس آزمون		پیش آزمون		متغیرها
	انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	
۰/۸۲	۰/۶۷	۴/۹۴	۰/۶۹	۴/۹۸	RBC (پیکو لیتر)
۰/۱۴	۲/۸۵	۱۴/۷۳	۲/۸۸	۱۴/۸۵	HGB (گرم / دسی لیتر)
۰/۳۲	۴/۵۰	۳۴/۷۲	۴/۵۴	۴۴/۵۶	HCT (گرم / دسی لیتر)
۰/۲۱	۱۰/۱۰	۲۶۱	۱۰/۰۱	۲۵۶	توان حداکثر (وات)

* نشانه تفاوت معنی دار با پیش آزمون در سطح $p \leq 0.05$.

جدول ۵. آزمون آماری t وابسته در مورد تاثیر تمرین و محدودیت جریان خون بر شاخص های Hct، HGB، RBC و توان حداکثر آزمودنی های گروه کنترل

سطح معنی داری آزمون (p)	پس آزمون		پیش آزمون		متغیرها
	انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	
۰/۶۲	۰/۱۵	۴/۸۱	۰/۱۱	۴/۶۸	RBC (پیکو لیتر)
۰/۷۶	۳/۰۵	۱۴/۷۰	۳/۰۷	۱۴/۷۵	HGB (گرم / دسی لیتر)
۰/۱۷	۵/۱۰	۴۴/۸۲	۵/۱۲	۴۴/۹۲	HCT (گرم / دسی لیتر)
۰/۵۳	۱۱/۱۵	۲۷۰	۱۱/۱۳	۲۶۸	میانگین توان حداکثر (وات)

* نشانه تفاوت معنی دار با پیش آزمون در سطح $p \leq 0.05$.

جدول ۶. نتایج آزمون تعقیبی توکی جهت مقایسه زوجی گروه ها

توان حداکثر		Hct		HGB		RBC		متغیرها گروه ها
مقدار MD	مقدار p	مقدار MD	مقدار p	مقدار MD	مقدار p	مقدار MD	مقدار p	
۰/۰۵	*۰/۰۳	۰/۰۵	*۰/۰۳	۰/۰۴	*۰/۰۲	۰/۰۴	*۰/۰۲	انسداد در مقایسه با بدون انسداد
۰/۰۴	*۰/۰۲	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۰۴	*۰/۰۲	۰/۰۴	*۰/۰۲	انسداد در مقایسه با کنترل
۰/۱۰	*۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۵	*۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۷	بدون انسداد در مقایسه کنترل

* نشانه تفاوت معنی دار بین گروه ها در سطح $p \leq 0.05$.

فعالیت زیربیشنه بدون انسداد جریان خون نتوانست تاثیری بر مقادیر RBC، HGB و Hct داشته باشد. به عبارت دیگر، فعالیت زیربیشنه همراه با انسداد خون توانست سازگاری هایی مشابه با تمرین در حالت هایپوکسی ایجاد کند. در تمرین هایپوکسی به دلیل شدت بالای فعالیت که می تواند به صورت تداومی یا تناوبی باشد، عروق خونی دچار انقباض می شوند و در نتیجه جریان خون در بافت های فعال بدن محدود

یافته های تحقیق حاضر نشان داد که فعالیت زیربیشنه همراه با انسداد جریان خون باعث افزایش معنی دار میزان RBC (۵ درصد) و Hct (۳ درصد) می شود. در حالی که بر مقدار HGB تاثیر معنی داری ندارد. از طرف دیگر، تغییرات مقادیر RBC، HGB و Hct به دنبال ۳ هفته فعالیت زیربیشنه همراه با انسداد خون، بیشتر از انجام فعالیت بدون انسداد جریان خون بود. البته

نسبت به تمرین در شرایط نورموباریک^۳، بالاتر می برد. همچنین تمرین استقامتی در شرایط هایپوکسی- نورموباریک، موجب افزایش HGB و Hct خون گردید. نشان داده شده است که تمرین انسدادی (هایپوکسی) منجر به بروز سازگاری‌های نسبتاً مشابه با تمرینات هایپوکسی می‌شود (برمون و دیگران، ۱۹۹۹؛ برناچز^۴ و دیگران، ۱۹۹۹؛ فاهس و دیگران، ۲۰۱۲).

به نظر می رسد در تحقیق حاضر مجموعه ای از عوامل شامل شدت تمرین؛ نوع هایپوکسی ایجاد شده در بافت، زمان تمرین، و نوع تمرین بر نتیجه بدست آمده تاثیر گذار بوده است. به طور کلی، سطوح HGB و Hct خون در شرایط هایپوکسی با توجه به بلندی ارتفاع (هارتمن^۵ و دیگران، ۲۰۰۵)، دوره زمانی تمرین در شرایط هایپوکسی، نوع و سطح آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها (دهنرت^۶ و دیگران، ۲۰۰۲؛ رولس و دیگران، ۲۰۰۷) تغییر می‌کند. کاهش فشار سهمی اکسیژن موجب پایین آمدن دسترسی بافت‌ها به اکسیژن می‌شود و در پی آن، ترشح HIF در سلول‌های حساس به اکسیژن افزایش می‌یابد و باعث تحریک و آزاد شدن اریتروپویتین از کلیه‌ها می‌شود (لانیدی و دیگران، ۲۰۰۹؛ تانگ^۷ و دیگران، ۲۰۱۰). این هورمون باعث تحریک مغز استخوان و تولید RBC و HGB بیشتر در جریان خون می‌شود (شاندت^۸ و دیگران، ۱۹۹۱). تمرین ورزشی موجب افزایش ترشح اریتروپویتین می‌شود (دهنرت و دیگران، ۲۰۰۲)، ولی در شرایط هایپوکسی این افزایش بالاتر است (فریدمن^۹ و دیگران، ۲۰۰۵؛ زیونی^{۱۰} و دیگران، ۱۹۷۱). این هایپوکسی اعمال شده بر بدن می‌تواند حالت کلی داشته باشد. به طور مثال بدن ممکن است به دلیل قرار گرفتن در معرض ارتفاع و در نتیجه کاهش فشار سهمی اکسیژن، دچار کمبود اکسیژن شود که به هایپوکسی هیپوباریک معروف است، و یا ممکن است این کمبود اکسیژن در سطح دریا رخ دهد. در حالت انجام یک فعالیت شدید تداومی و یا تناوبی نیز بدن در شرایط هایپوکسی قرار می‌گیرد و این خود یک مدل هایپوکسی نورموباریک است (رابرتز^{۱۱}، ۲۰۰۰). چنین شرایطی باعث بروز سازگاری‌هایی از جمله تغییر در عوامل خونی

می‌شود. این فشرده شدن عروق خونی در اثر شدت فعالیت، باعث کمبود اکسیژن در بافت‌های مربوطه شده و در نتیجه، دراز مدت سازگاری‌هایی ایجاد می‌گردد. در این راستا، رواسی و دیگران (۲۰۰۴) در تحقیقی با هدف بررسی تأثیر تمرینات هایپوکسی تناوبی بر HGB، Hct، رتیکولوسیت و RBC پسران تربیت بدنی مشاهده کردند که ۸ هفته دویدن تناوبی تغییر معنی‌داری را در HGB، رتیکولوسیت و RBC ایجاد نمی‌کند؛ اما Hct به طور معنی‌دار بالا می‌رود. از طرف دیگر، ۸ هفته دویدن تناوبی در شرایط هایپوکسی، موجب افزایش سطوح HGB، Hct، رتیکولوسیت و RBC شد. با توجه اینکه هایپوکسی می‌تواند محرک سازگاری‌های خونی (HGB، RBC و Hct) باشد (کاتایاما و دیگران، ۲۰۰۳؛ ساواکا و دیگران، ۱۹۹۶)، همسویی نتایج بدست آمده از مطالعه حاضر تا حدودی منطقی به نظر می‌رسد. لی و دیگران (۲۰۰۴) در تحقیقی تأثیر تمرینات هایپوکسی متناوب را بر شاخص‌های خون‌شناسی و عملکرد هوازی دانشجویان مرد غیر ورزشکار مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که HGB، RBC و Hct با قرار گرفتن در معرض هایپوکسی نسبت به سطوح اولیه افزایش می‌یابد. محققین در کل چنین اظهار کردند که تمرینات هایپوکسی متناوب می‌تواند باعث افزایش RBC، HGB، Hct و VO_{2max} و بهبود عملکرد ۳ کیلومتر دویدن شود. چنین نتیجه مشابهی از نظر متغیرهای خون‌شناسی نیز در مطالعه حاضر بدست آمد که نشان دهنده این موضوع است که صرف نظر از نوع هایپوکسی اعمال شده که می‌تواند هم بصورت کلی هایپوکسیمیا^۱ و هم بصورت موضعی (هایپوکسی) باشد، هر نوع تمرینی (به طور مثال در این مطالعه تمرین انسدادی) که با کمبود اکسیژن همراه باشد، می‌تواند سازگاری‌های مشابهی را در عوامل خونی ایجاد کند. در تایید این‌ها، نور شاهی و دیگران (۲۰۱۲) ضمن بررسی اثر ۸ هفته تمرین استقامتی بر غلظت عامل رشد اندوتلیال عروقی^۲ (VEGF) سرمی، HGB و Hct خون ۲۴ مرد غیر فعال، مشاهده کردند که تمرین استقامتی در شرایط هایپوکسی، سطح VEGF سرمی را

1. Hypoxymia
2. Vascular endothelial growth factor
3. Normobaric
4. Bernatchez
5. Hartmann
6. Dehnert

7. Tang
8. Schwandt
9. Friedmann
10. Zivny
11. Roberts

ایجاد انسداد بود که به نوعی باعث عدم ایجاد هایپوکسی در این گروه شده است. درست است که در دو گروه تمرین کرده (انسداد و بدون انسداد) شدت تمرین پایین و یکسان بود، ولی به هر حال در گروه انسدادی هایپوکسی موضعی ایجاد شده که محرک اصلی تحریک عوامل خونی بشمار می رود. در صورتی که در گروه بدون انسداد چنین محرکی وجود نداشت. طول دوره تمرینی نیز از عوامل اثرگذار بر پاسخ افراد محسوب می شود. احتمال داشت در صورت طولانی تر کردن دوره تمرین در مطالعه حاضر، نتایج متفاوتی بدست آید و در گروه بدون انسداد هم تغییرات معنی داری مشاهده شود. با توجه به اینکه حداقل سازگاری های ایجاد شده در اثر تمرینات انسدادی، طی ۳ هفته حاصل شده است (آبه و دیگران، ۲۰۰۶) و به دلیل برخی محدودیت ها در انجام تحقیق، ما نیز همین مدت زمان را لحاظ کردیم.

نتیجه گیری: برای افراد ورزشکار و غیر ورزشکاری که به دنبال بهبود عملکرد ورزشی و سلامتی خود به واسطه تغییر در محتویات سلول های خونی هستند و شرایط قرار گرفتن در معرض ارتفاع را به دلایل مختلف ندارند، تمرین زیر بیشینه رکاب زدن همراه با محدودیت جریان خون می تواند آثار تمرین در ارتفاع و شرایط هایپوکسی را شبیه سازی کند. لذا به کارگیری این تمرینات می تواند برای این قبیل افراد توصیه شود.

قدردانی و تشکر

در پایان جا دارد از تمام کسانی که در انجام این تحقیق به نوعی کمک کرده اند به ویژه آقای مجتبی حسینی که مسئول هماهنگی آزمودنی ها برای شرکت در آزمون در دانشگاه خوارزمی تهران بودند؛ قدردانی به عمل آید.

همانند RBC، HGB و Hct می شود. هایپوکسی می تواند به صورت موضعی نیز رخ دهد، شبیه شرایطی که در تمرین انسدادی مشاهده می شود. در واقع، کمبود اکسیژن در عضو دچار محدودیت جریان خون ایجاد می شود (آبه و دیگران، ۲۰۰۶؛ لونک و دیگران، ۲۰۱۰). از این رو احتمال می رود در این نوع هایپوکسی، عامل HIF سریعتر و حتی بیشتر از هایپوکسی که به صورت کلی اعمال می شود، تحریک شده و در نتیجه بیان ژن اریتروپویتین را افزایش دهد و به دنبال آن، افزایش در RBC، HGB و Hct اتفاق افتد (تانگ و دیگران، ۲۰۱۰؛ ورینترز و فول هابر^۱، ۲۰۰۷). نتایج مطالعات نشان داده که صرف نظر از نحوه اعمال هایپوکسی، هر نوع فعالیت ورزشی که با کمبود اکسیژن همراه باشد، می تواند در دراز مدت باعث سازگاری هایی در برخی عوامل خونی گردد. لذا در این مطالعه افزایش معنی دار HGB، RBC و میزان Hct در گروه انسدادی به نسبت گروه های بدون انسداد و کنترل؛ منطقی به نظر می رسد. میزان درصد تغییرات RBC (۵ درصد)، HGB (۲ درصد) و Hct (۳ درصد) در گروه انسداد در مقایسه با پیش آزمون نیز به نسبت قابل توجه بود و به لحاظ آماری معنی دار هم شد. در حالی که در گروه بدون انسداد، مقدار RBC (۴- درصد)، HGB (۱- درصد) و Hct (۱- درصد) در مقایسه با پیش آزمون کاهش داشتند. هر چند این اعداد شاید به ظاهر خیلی چشمگیر نباشند، ولی بیانگر این موضوع است که تمرین انسدادی به نسبت تمرین بدون انسداد، توانسته محرک لازم و بیشتری (هایپوکسی بیشتری) را برای تحریک عوامل خونی ایجاد کند. از علل احتمالی که باعث شد در گروه بدون انسداد بعد از ۳ هفته فعالیت نیز تغییر معنی داری در میزان عوامل خونی مشاهده نشود، شدت پایین فعالیت و عدم

منابع

Abe, T., Kearns, C. F., & Sato, Y. (2006). Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. *Journal of Applied Physiology*, 100(5), 1460-1466.

Aflaki, S. (2013). *The effect of submaximal pedal training among with blood flow restriction on aerobic and anaerobic performance in healthy men*. Master Thesis, Physical Education Department, Faculty of Physical Education & Sport Science. University of Kharazmi Tehran. pp. 51-55. [Persian]

- Bärtsch, P., Mairbäurl, H., & Friedmann, B. (1998). Pseudo-anemia caused by sports. *Therapeutische Umschau. Revue Therapeutique*, 55(4), 251-255.
- Bermon, S., Philip, P., Ferrari, P., Candito, M., & Dolisi, C. (1999). Effects of a short-term strength training programme on lymphocyte subsets at rest in elderly humans. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 79(4), 336-340.
- Bernatchez, P. N., Soker, S., & Sirois, M. G. (1999). Vascular endothelial growth factor effect on endothelial cell proliferation, migration, and platelet-activating factor synthesis is Flk-1-dependent. *Journal of Biological Chemistry*, 274(43), 31047-31054.
- Dehnert, C., Hutler, M., Liu, Y., Menold, E., Netzer, C., Schick, R., ... & Steinacker, J. M. (2002). Erythropoiesis and performance after two weeks of living high and training low in well trained triathletes. *International Journal of Sports Medicine*, 23(8), 561-566.
- Fahs, C. A., Loenneke, J. P., Rossow, L. M., Tiebaud, R. S., & Bembien, M. G. (2012). Methodological considerations for blood flow restricted resistance exercise. *Journal of Trainology*, 1(1), 14-22.
- Friedmann, B., Frese, F., Menold, E., Kauper, F., Jost, J., & Bartsch, P. (2005). Individual variation in the erythropoietic response to altitude training in elite junior swimmers. *British Journal of Sports Medicine*, 39(3), 148-153.
- Hartmann, S., Krafft, A., Huch, R., & Breyman, C. (2005). Effect of altitude on thrombopoietin and the platelet count in healthy volunteers. *Thrombosis and Haemostasis*, 93(1), 115-117.
- Heyward, V. H. (2014). *Advance Fitness Assessment and Exercise Prescription*. 7th Edition. Human Kinetics.
- Katayama, K., Matsuo, H., Ishida, K., Mori, S., & Miyamura, M. (2003). Intermittent hypoxia improves endurance performance and submaximal exercise efficiency. *High Altitude Medicine & Biology*, 4(3), 291-304.
- Kraemer, W. J., Fleck, S. J., & Deschenes, M. R. (2014). *Exercise Physiology: Integrating Theory and Practice*. 1th Edition. Sports Medicine.
- Li, X., Hu, Y., Li, W., Tian, Z., Zhang, L., Lin, X., & Su, P. (2004). Effects of intermittent hypoxic training on hematological indices and aerobic performance. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 2(1), 47-50.
- Loenneke, J. P., Wilson, G. J., & Wilson, J. M. (2010). A mechanistic approach to blood flow occlusion. *International Journal of Sports Medicine*, 31(1), 1-4.
- Lundby, C., Calbet, J. A., & Robach, P. (2009). The response of human skeletal muscle tissue to hypoxia. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 66(22), 3615-3623.

- Nourshahi, M., Taheri Chadorneshin, H., & Pirouz, M. (2012). Effect of endurance training in hypoxia-normobaric and normal conditions on serum VEGF concentration, hemoglobin and blood hematocrit. *The Horizon of Medical Sciences*, 18 (3), 135-140. [Persian]
- Ravasi, A. A., Gaeini, A. A., & Alimeh, A. (2004). The effect of interval hypoxia exercise on hemoglobin, hematocrit, reticulocyte eandred blood cells in male students of physical education. *Harkat*, 22(5), 121-135. [Persian]
- Robergs, R. A., & Roberts, S. (2000). *Fundamental principles of exercise physiology: for fitness, performance, and health*. 2th Edition. McGraw-Hill College.
- Roels, B., Bentley, D. J., Coste, O., Mercier, J., & Millet, G. P. (2007). Effects of intermittent hypoxic training on cycling performance in well-trained athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 101(3), 359-368.
- Sawka, M. N., Young, A. J., Rock, P. B., Lyons, T. P., Boushel, R., Freund, B. J., ... & Valeri, C. R. (1996). Altitude acclimatization and blood volume: effects of exogenous erythrocyte volume expansion. *Journal of Applied Physiology*, 81(2), 642-636.
- Schwandt, H. J., Heyduck, B., Gunga, H. C., & Rucker, L. (1991). Influence of prolonged physical exercise on the erythropoietin concentration in blood. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 63(6), 463-466.
- Stray-Gundersen, J., Chapman, R. F., & Levine, B. D. (2001). Living high-training low altitude training improves sea level performance in male and female elite runners. *Journal of Applied Physiology*, 91(3), 1113-1120.
- Takarada, Y., Nakamura, Y., Aruga, S., Onda, T., Miyazaki, S., & Ishii, N. (2000). Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *Journal of Applied Physiology*, 88(1), 61-65.
- Tang, K., Xia, F. C., Wagner, P. D., & Breen, E. C. (2010). Exercise-induced VEGF transcriptional activation in brain, lung and skeletal muscle. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 170(1), 16-22.
- Wirtizer, K. C., & Faulhaber, M. (2007). Hemoglobinand hematocrit during an 8 day mountainbike race: a field study. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(2), 265-266.
- Zivny, J., Travnicek, T., & Neuwirt, J. (1971). Effect of exercise on production of erythropoietin in normal and hypoxic rats. *American Journal of Physiology-Legacy Content*, 220(2), 329-332.

**فرم تعهد عدم ارسال مقاله به سایر نشریات/مجلات
سر دبیر نشریه مطالعات کاربردی علوم زیستی در ورزش**

بدینوسیله اینجانب به عنوان نویسنده مسئول مقاله پژوهشی/مروری با عنوان
..... تعهد می نمایم که مقاله ارسالی
پیش از این در نشریه /مجله علمی دیگری به چاپ نرسیده و تا زمان اعلام نتیجه
از سوی آن نشریه، به نشریه/ مجله دیگری ارسال نخواهد شد.
نام و نام خانوادگی - امضاء

نحوه اشتراک نشریه

از کلیه علاقه مندان اشتراک نشریه مطالعات کاربردی علوم زیستی در ورزش تقاضا
می شود مطابق فرم ذیل اقدام نمایند. برای اشتراک لازم است مبلغ ۵۰۰۰۰ ریال
به ازاء هر شماره نشریه به حساب جاری شماره ۴۸۳۵۴۶۰۴۱ به نام عواید اختصاصی
دانشگاه بیرجند نزد بانک تجارت شعبه دانشگاه بیرجند واریز گردیده و فرم اشتراک
به همراه فیش بانکی، به آدرس دفتر نشریه ارسال گردد.

فرم اشتراک نشریه

بدینوسیله درخواست می شود دوره از شماره تا شماره نشریه مطالعات کاربردی
علوم زیستی در ورزش را به آدرس ذیل ارسال نمایید. در ضمن فیش بانکی به مبلغ ریال با
شماره تاریخ به پیوست ارسال می گردد.

نام و نام خانوادگی - تاریخ - امضاء

آدرس گیرنده:

Contents (Volume 8, Number 15, Spring & Summer 2020)

- The effects of cold water immersion post repeated sprint activity on serum PGC-1 α and irisin in young active men...8
Saman Hadjizadeh Anvar, Mohammadreza Kordi, Parisa Pournemati, Sara Farajnia, Nima Gharadaghi, Mohammadreza Rahmati
- Effects of 6 weeks of aerobic training on the level of serum and tumour tissues ghrelin in mice with breast cancer.....22
Marziyeh Shadravan, Sadegh Amani-Shalamzari, Ali Sarikhani
- Spatial analysis of relationship between body mass index and somatotype profile with environmental indicators in Iranian provinces.....34
Asieh Namazi, Sayed Ahmad Hosseini
- Effect of interval training along with *Adiantum capillus-veneris* Linn supplement on surfactant protein (SP-A) in lung male rats50
Seyed Hadi Hosseini, Shadmehr Mirdar Harijani, Mehdi Hedayati
- Effects of mandatory aerobic exercise in adolescence on the negative impact of maternal separation stress on cardiac oxidative stress in adult male rats.....62
Ehtram alsadat Sahafi, Maghsoud Peeri
- Effect of a bout of resistance exercise in warm weather on Immune and hormonal responses.....74
Arezoo Eskandari, Hamid Agha Alinejad, Reza Gharakhanlou, Mohammad Fashi
- Effect of detraining on physical fitness and lactate response in taekwondo teenage girls.....86
Roghayeh Afroudeh, Marzieh Papi Sad, Farnaz Seifi Skishahr
- Effect of 8 weeks aerobic training along with two different intensities and iron supplementation on iron contents and aerobic capacity of female students.....98
Roya Askari, Neda Badri, Amene Balavi
- The effect of two weeks of circuit resistance training with and without bee pollen supplementation on plasma lipid profile in young college men.....112
Abbass Ghanbari-Niaki, Mahdi Aliakbari-Baydokhty, Mohammad Javad Dehghani-Chini
- The effect of 8 weeks strength - endurance training at morning and evening on interleukin-6 and C-reactive protein in overweight men.....126
Mohsen Akbarpour, Abozar Jahanmehr
- A survey of one and two incremental exercise sessions per day during a week on time response of muscles and liver stress enzymes in active girls.....140
Masome Nobahar, Shadmehr Mirdar Harijani, Zeinab Gorgin Karaji
- Effects of sub-maximal cycling along with blood flow restriction on hematology changes in active males.....152
Saeed Rahmaty, Hamid Rajabi, Mehرداد Saadi, Hossein Nikroo



University of Birjand
Faculty of Sport Sciences



**Semi - annual Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport
Volume 8, Number 15, Spring & Summer 2020**

Print ISSN: 2383-0182 Online ISSN: 2538-4694

Founder: University of Birjand

Chairman: Ali Seghatoleslami

Executive Director: Mahtab Nasseh

Editor-in-Chief: Mohammad Esmaeil Afzalpour

Executive Expert: Mojtaba Amirabadizadeh, Asieh Taji Tabas

Literature Editor (English): Saeed Ilbeigi

Layout: Seven Advertising Group

Scientific Editor: Mohammad Esmaeil Afzalpour

Number Printed: 100

Statistical Editor: Majid Rezaei

Cost: 50000 Rials

Editorial Board:

Mohammad Esmaeil Afzalpour, Clinical Exercise Physiology, University of Birjand

Ramin Amirsasan, Exercise Physiology and Sport Nutrition, University of Tabriz

Saeed Ilbeigi, Sport Biomechanics, University of Birjand

Marziyeh Saghebjo, Biochemistry and Metabolism in Sport, University of Birjand

Afshar Jafari, Cellular & Molecular Exercise Physiology, Shahid Beheshti University

Abdolhamid Habibi, Exercise Physiology, Shahid Chamran University of Ahvaz

Farhad Rahmani-Nia, Exercise Physiology, University of Guilan

Ali Asghar Ravasi, Exercise Physiology, Tehran University

Marefat Siahkouhian, Exercise Physiology, University of Mohaghegh Ardabili

Seyed Reza Attarzadeh, Exercise Physiology, Ferdowsi University of Mashhad

Mehrdad Anbarian, Sport Biomechanics, University of Bu-Ali Sina Hamadan

Hamid Mohebbi, Exercise Physiology, University of Guilan

Seyed Mohammad Marandi, Exercise Physiology, Isfahan University

Mehdi Mogharnasi, Clinical Exercise Physiology, University of Birjand

Address: Faculty of Sport Sciences, University of Birjand, Shokat Abad, Birjand, Iran

P.O. Box: 97175/615 Tel : +98 56 31026917 Fax: +98 56 32202032

Web Site: <http://jpsbs.birjand.ac.ir>

E-mial: jpsbs.birjand@gmail.com

**IN THE
NAME OF GOD**