

مقایسه‌ی پاسخ حاد برخی شاخص‌های التهابی در وضعیت ناشتایی به تمرین مقاومتی دایره‌ای در صبح و عصر در مردان چاق

مهدی زارعی^۱، اکبر پڑهان^۲، سیدمهدی بهشتی نصر^۳

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: مطالعات نشان داده‌اند که زمان اجرای فعالیت ورزشی در طول روز، می‌تواند تأثیرات متفاوتی بر متغیرهای التهابی داشته باشد. هدف از انجام مطالعه‌ی حاضر، مقایسه‌ی پاسخ‌های حاد برخی شاخص‌های التهابی (C-reactive protein یا CRP، Tumor necrosis factor- α یا TNF- α و Interleukin 6 یا IL-6) به یک جلسه فعالیت مقاومتی دایره‌ای در زمان‌های مختلف روز (صبح در مقابل عصر) در مردان چاق بود.

روش‌ها: در پژوهش نیمه‌تجربی حاضر، ۱۵ مرد چاق سالم (با میانگین سنی $1/64 \pm 23/83$ سال و میانگین شاخص توده‌ی بدنی $31/31 \pm 0/20$ کیلوگرم/مترمربع) ابتدا یک جلسه فعالیت مقاومتی دایره‌ای را در نوبت صبح (ساعت ۸ صبح) و بعد از دو هفته همان جلسه تمرین مقاومتی دایره‌ای را در نوبت عصر (ساعت ۱۷) اجرا کردند. نمونه‌های خون جهت اندازه‌گیری غلظت‌های CRP، TNF- α و IL-6 قبل، بلافاصله و دو ساعت بعد از فعالیت از آزمودنی‌ها گرفته شد. از آزمون Repeated measures ANOVA جهت تحلیل داده‌ها استفاده شد.

یافته‌ها: در هر دو نوبت صبح و عصر، غلظت‌های CRP، TNF- α و IL-6 بلافاصله پس از تمرین به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0/010$). غلظت‌های CRP و TNF- α بلافاصله و ۲ ساعت پس از فعالیت مقاومتی در صبح به طور معنی‌داری نسبت به عصر بالاتر بود ($P < 0/050$). تفاوت معنی‌داری در غلظت‌های IL-6 بین دو نوبت تمرین صبح و عصر مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: یافته‌های مطالعه‌ی حاضر نشان داد که یک جلسه فعالیت مقاومتی در صبح، در مقایسه با عصر، منجر به افزایش معنی‌دار شاخص‌های CRP و TNF- α پس از فعالیت می‌گردد، اما در پاسخ IL-6 به فعالیت بین دو وضعیت تفاوتی وجود ندارد.

واژگان کلیدی: تمرین، پروتئین واکنشگر C، عامل نکروز تومور آلفا، اینترلوکین ۶

ارجاع: زارعی مهدی، پڑهان اکبر، بهشتی نصر سیدمهدی. مقایسه‌ی پاسخ حاد برخی شاخص‌های التهابی در وضعیت ناشتایی به تمرین مقاومتی دایره‌ای در صبح و عصر در مردان چاق. مجله دانشکده پزشکی اصفهان ۱۳۹۸؛ ۳۷ (۵۶۰): ۱۴۴۷-۱۴۴۰

مقدمه

اگر چه عوامل بسیاری نظیر سبک زندگی کم‌تحرك، چاقی، دیابت و استعمال دخانیات، از عوامل خطر بیماری‌های قلبی- عروقی محسوب می‌شود، اما مطالعات پیشنهاد می‌کند که ریتم شبانه‌روزی نیز ممکن است تا حدی در بروز خطرات بیماری قلبی- عروقی سهیم باشد. این تغییرات، می‌تواند در ترشح هورمونی، فشار خون، ضربان قلب، خواب، پاسخ‌های سیستم ایمنی و سایر فرایندهای فیزیولوژیک مشاهده شود (۱-۲). با این حال، ریتم شبانه‌روزی به شدت تحت

تأثیر عواملی نظیر خواب، فعالیت بدنی و همچنین، نوسانات محیط قرار می‌گیرد و به اصطلاح، ماسک می‌شود که آگاهی از این شرایط، دانشی را فراهم می‌آورد که ممکن است توضیح دهد که «آیا تغییرات شبانه‌روزی در حواص ناگهانی قلبی- عروقی منشأ درون‌زادی دارند یا تنها در نتیجه‌ی تغییر در شرایط استرس‌زا مانند فعالیت‌های بدنی، استرس روانی و خواب در طول روز مفید است؟» (۳). پروتئین واکنشگر C (C reaction protein یا CRP) به عنوان حساس‌ترین شاخص التهابی و پیش‌گویی کننده‌ی خطر قلبی- عروقی

۱- استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده‌ی ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه نیشابور، نیشابور، ایران

۲- دانشیار، گروه فیزیولوژی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران

۳- استادیار، گروه فیزیولوژی و فارماکولوژی، دانشکده‌ی پزشکی و مرکز تحقیقات سلولی و مولکولی، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران

نویسنده‌ی مسؤول: سیدمهدی بهشتی نصر؛ استادیار، گروه فیزیولوژی و فارماکولوژی، دانشکده‌ی پزشکی و مرکز تحقیقات سلولی و مولکولی، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران
Email: beheshti.m1985@gmail.com

تمرین با سرعت بیشتری انجام می‌شود؟»، نیاز به مطالعات بیشتری دارد. بنابراین، هدف از انجام مطالعه‌ی حاضر، مقایسه‌ی پاسخ حاد برخی شاخص‌های التهابی در وضعیت ناشتایی به فعالیت مقاومتی دایره‌ای در صبح و عصر در مردان چاق بود.

روش‌ها

این پژوهش، به صورت نیمه تجربی و با طرح مقطوع انجام گرفت. جامعه‌ی آماری این پژوهش، مردان چاق غیر ورزشکار با دامنه‌ی سنی ۳۰-۲۰ سال بودند. از میان داوطلبان واجد شرایط، ۱۵ نفر از مردان چاق با شاخص توده‌ی بدنی بالاتر از ۳۰ کیلوگرم/مترمربع که با استفاده از فراخوان و به طور داوطلبانه در این پژوهش ثبت‌نام کرده بودند، انتخاب شدند. اهداف پژوهش و مراحل اجرایی آن به آگاهی آزمودنی‌ها رسید و برای شرکت در پژوهش، رضایت‌نامه‌ی کتبی آگاهانه گرفته شد. شرایط و ملاک‌های ورود آزمودنی‌ها شامل عدم مصرف دارو و دخانیات، نداشتن هیچ‌گونه سابقه‌ی بیماری‌هایی مانند دیابت، هایپرتیروئید، هایپوپاراتیروئید، بیماری‌های قلبی-تنفسی و همچنین، نداشتن مشکلات و محدودیت‌های مفصلی و اسکلتی-عضلانی بود.

وزن شرکت کنندگان با ترازو با دقت ۰/۱ کیلوگرم و قد آن‌ها با استفاده از متر نواری با دقت ۰/۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. شاخص توده‌ی بدنی از تقسیم وزن بدن (کیلوگرم) بر مجذور قد (مترمربع) محاسبه شد. درصد چربی آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه کالیپر مدل SAEHAN-SH 5020 با اندازه‌گیری چربی زیر پوستی و با روش سه نقطه‌ای در سمت راست بدن و پس از جایگزینی در معادله‌ی عمومی Jackson and Pollack برای تعیین درصد چربی در مردان در شرایط تجربی محاسبه شد (۱۰).

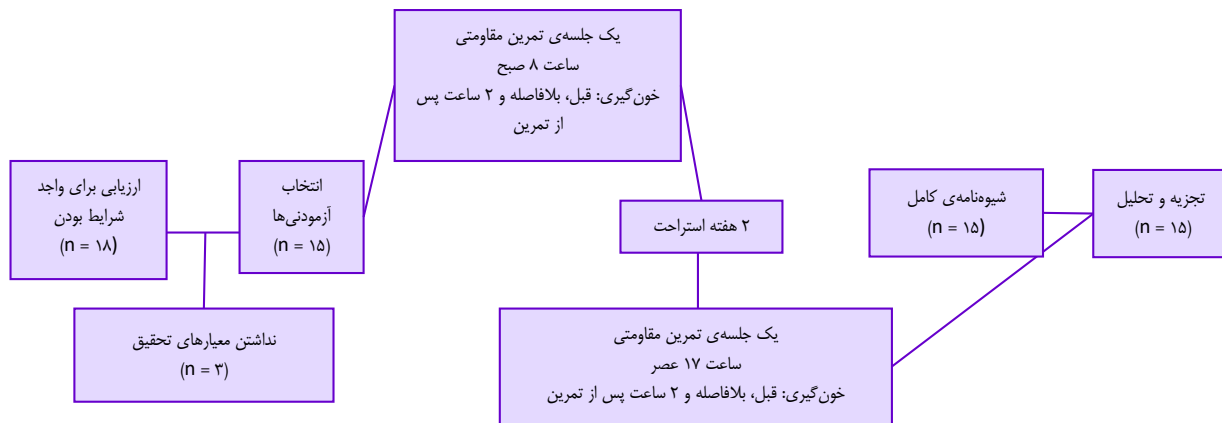
یک هفته پیش از اجرای برنامه‌ی اصلی پژوهش، جلسه‌ی آشنایی با روش اجرای حرکات با وزنه و اندازه‌گیری یک تکرار بیشینه‌ی آزمودنی‌ها انجام شد. آزمودنی‌ها ۶ حرکت شامل پرس سینه، نیم اسکات کشش، جلو بازو، زیر بغل، پشت ران و باز کردن پشت را در ۴ ست با ۱۲ تکرار بیشینه و با شدت ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه اجرا کردند. بین هر ست، ۱ دقیقه و بین هر حرکت ۲ دقیقه زمان استراحت در نظر گرفته شد (۱۱). آزمودنی‌ها در حالت ناشتا (۱۰-۱۲ ساعت) یک جلسه‌ی تمرین مقاومتی را در نوبت صبح (ساعت ۸) و پس از ۲ هفته همان جلسه‌ی تمرین مقاومتی مشابه قبلی را با همان شرایط در نوبت عصر (ساعت ۱۷) اجرا کردند. محل اجرای طرح، مجموعه‌ی ورزشی دانشگاه علوم پزشکی سبزوار بود. برای بررسی متغیرهای بیوشیمیایی، نمونه‌های خون قبل، بلافاصله و ۲ ساعت پس از فعالیت مقاومتی گرفته شد (شکل ۱).

معرفی شده است که با استفاده از آن، می‌توان افراد مستعد به Atherosclerosis (تصلب شرایین) را شناسایی کرد. افزایش غلظت CRP، ۲-۵ برابر خطر حوادث قلبی را بالا می‌برد. همچنین، این شاخص در افرادی که دچار سکته‌ی قلبی شده‌اند نیز به شدت افزایش می‌یابد (۴).

شواهد رو به افزایشی نشان می‌دهد سیتوکاین‌های پیش التهابی نیز در پیش‌بینی و پیش‌گویی بیماری‌های قلبی-عروقی از حساسیت و دقت بیشتری برخوردار است و نقش مهمی در پاتوژنز Atherosclerosis دارند. فعالیت ورزشی حاد، بر روی پاسخ سیتوکاین‌ها و عوامل التهابی مؤثر می‌باشد که به شدت، مدت و نوع فعالیت بستگی دارد. فعالیت ورزشی حاد، همچنین می‌تواند سیستم ایمنی را تحت تأثیر قرار دهد. IL-6 (Interleukin-6) و TNF- α (Tumour necrosis factor alpha)، از جمله سیتوکاین‌های مترشح‌ه از بافت چربی هستند که آثار زیست‌شناختی متعددی دارند و IL-6 که بیشتر از هر سیتوکاینی در اثر ورزش تولید می‌شود که هم دارای خاصیت التهابی و هم دارای خاصیت ضد فیبرینوژن و در نهایت CRP، به بروز واکنش‌های التهابی بینجامد و در تشکیل پلاک Atherosclerosis مؤثر باشد (۶).

از طرف دیگر، خاصیت ضد التهابی این سیتوکاین، می‌تواند موجب مهار سیتوکاین‌های التهاب‌زا (TNF- α و IL-1 β) شود و از عوامل خطر قلبی بکاهد؛ به طوری که برخی از مطالعات نشان داده‌اند که اندازه‌گیری IL-6 و TNF- α سرمی، می‌تواند خطر بروز سکته‌ی قلبی را پیش‌بینی کند. IL-6 نیز در پاتوژنز سندرم کرونری حاد از طریق تحریک و تولید فیبرینوژن و CRP، تحریک افزایش فعالیت و چسبندگی پلاکت‌ها و TNF- α درگیر می‌باشد (۶).

تحقیقات نشان داده‌اند که زمان اجرای تمرین در طول روز -و همچنین شدت، مدت و نوع فعالیت ورزشی- می‌تواند تأثیرات متفاوتی بر پاسخ‌های التهابی و قلبی-عروقی ناشی از تمرینات ورزشی داشته باشد (۷). مطالعات معدودی در زمینه‌ی مقایسه‌ی تأثیرات حاد تمرینات ورزشی بر شاخص‌های قلبی-عروقی و در نوبت‌های صبح و عصر انجام شده‌اند. مطالعات قبلی، به بررسی پاسخ‌های حاد سیتوکاین‌های التهابی و قلبی-عروقی به تمرینات هوازی در افراد سالم پرداخته‌اند (۸-۹). مطالعه‌ی حاضر، جزء معدود مطالعاتی است که به بررسی و مقایسه‌ی پاسخ‌های التهابی و قلبی-عروقی به فعالیت مقاومتی در دو نوبت صبح و عصر در افراد چاق پرداخته است. این که «آیا این پاسخ‌های شاخص‌های التهابی در تمرینات صبحگاهی و عصرگاهی متفاوت است یا خیر؟» و نیز این که «در چه زمانی از روز بازیافت و ریکاروی این شاخص‌ها در پاسخ به



شکل ۱. طراحی تحقیق

استفاده شد. همچنین، از آزمون تعقیبی Bonferroni به منظور مقایسه‌ی دو به دو در زمان‌های مختلف استفاده شد. تمام عملیات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۱۶ (version 16, SPSS Inc., Chicago, IL) انجام شد و $P < 0/050$ به عنوان سطح معنی‌داری آزمون‌ها در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مشخصات آنروپومتری آزمودنی‌ها در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. مشخصات آنروپومتری آزمودنی‌ها

متغیر	میانگین و انحراف استاندارد
سن (سال)	$23/83 \pm 1/64$
قد (متر)	$173/75 \pm 3/07$
وزن (کیلوگرم)	$94/68 \pm 2/66$
شاخص توده‌ی بدنی (کیلوگرم/مترمربع)	$31/31 \pm 0/20$
درصد چربی (%)	$31/16 \pm 0/24$
نسبت کمر به باسن	$0/97 \pm 0/08$

یافته‌ها نشان داد اثر زمان در تغییرات غلظت‌های شاخص‌های CRP، TNF- α و IL-6 در هر دو نوبت فعالیت مقاومتی صبح و عصر معنی‌دار بود ($P < 0/010$)؛ به طوری که غلظت CRP بلافاصله پس از فعالیت مقاومتی در هر دو نوبت صبح و عصر به طور معنی‌داری نسبت به قبل از فعالیت افزایش یافت ($P < 0/010$). همچنین، غلظت CRP، ۲ ساعت پس از فعالیت نسبت به بلافاصله پس از فعالیت به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P < 0/010$). غلظت TNF- α بلافاصله و ۲ ساعت پس از فعالیت مقاومتی در هر دو نوبت صبح و عصر به طور معنی‌داری نسبت به قبل از فعالیت افزایش یافت ($P < 0/010$). غلظت IL-6، بلافاصله پس از فعالیت مقاومتی در هر دو نوبت به

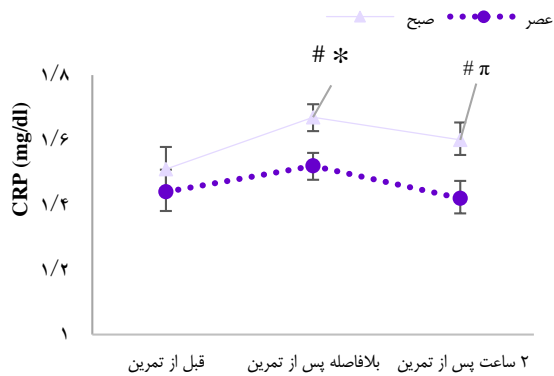
این مطالعه، توسط کمیته‌ی اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی سبزوار با کد MEDSAB.REC.92.35 تأیید گردید و در پایگاه کازآمایی بالینی ایران با شماره‌ی IRCT20191228045918N1 ثبت شد.

برای اجرای عمل خون‌گیری، از آزمودنی‌ها خواسته شد که دو روز قبل از آزمون، هیچ فعالیت ورزشی انجام ندهند. دما و ساعت آزمون ثبت شد تا در مرحله‌ی بعدی نیز این شرایط حفظ شود. از سیاهرگ دست چپ هر آزمودنی در وضعیت نشسته و در وضعیت استراحت، ۴ سی‌سی خون گرفته شد، که نمونه‌ی خون داخل لوله‌ی آزمایش در شتاب ثقل ۵۰۰۰ g به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ گردید و سرم جداسازی شده در یخچال در دمای -80°C درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شد.

غلظت IL-6 با استفاده از کیت Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) IL-6 (ELISA) شرکت R&D آمریکا با حداقل حساسیت عملکردی کیت ۰/۷ پیکوگرم/میلی‌لیتر و ضریب تغییرات بین پردازشی ۴/۲ درصد، غلظت TNF- α با استفاده از کیت ELISA برای TNF- α همان شرکت با حداقل حساسیت عملکردی کیت ۵ پیکوگرم/میلی‌لیتر و ضریب تغییرات بین پردازشی ۶/۲ درصد و غلظت CRP با استفاده از کیت ELISA برای CRP شرکت R&D آمریکا حداقل حساسیت عملکردی کیت ۰/۰۲۲ نانوگرم/میلی‌لیتر و ضریب تغییرات بین پردازشی ۴/۴ درصد اندازه‌گیری شد.

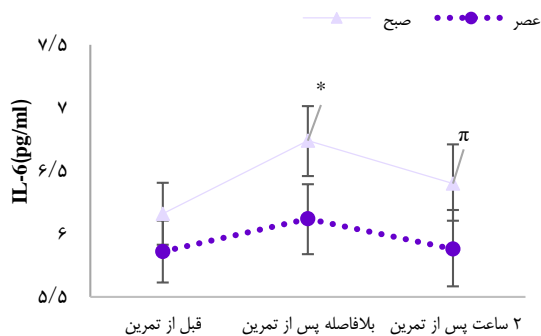
جهت بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها، از آزمون Shapiro-Wilk و Kolmogorov-Smirnov استفاده شد. بعد از حصول اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها، روش‌های آماری غیر متغیری به کار گرفته شدند. از آزمون Levene برای بررسی برابری همگنی واریانس‌ها استفاده گردید. برای بررسی تغییرات غلظت سیتوکاین‌ها در بازه‌های زمانی قبل و بعد از تمرین و مقایسه‌ی تفاوت‌ها در دو نوبت صبح و عصر، از آزمون Repeated measures ANOVA

تعامل معنی‌دار زمان \times وضعیت در تغییر غلظت $TNF-\alpha$ ($P < 0/050$) نشان داد که در زمان‌های مشابه نمونه‌گیری، تفاوت معنی‌داری در غلظت‌های $TNF-\alpha$ بین تمرینات صبح و تمرینات عصر وجود دارد. تفاوت معنی‌داری در غلظت‌های $TNF-\alpha$ قبل از فعالیت صبح و عصر مشاهده نشد ($P > 0/050$). غلظت‌های $TNF-\alpha$ بلافاصله و ۲ ساعت پس از فعالیت در نوبت صبح به طور معنی‌داری نسبت به زمان‌های مشابه فعالیت مقاومتی عصر بالاتر بود ($P < 0/050$).



شکل ۳. تغییرات غلظت C-reactive protein (CRP) در پاسخ به تمرین قبل، بلافاصله و ۲ ساعت پس از تمرین در صبح و عصر.
^{*} تفاوت معنی‌دار نسبت به قبل از تمرین، [#] تفاوت معنی‌دار بین صبح و عصر، ^π تفاوت معنی‌دار نسبت به بلافاصله پس از تمرین

تعامل معنی‌دار زمان \times وضعیت در تغییر غلظت‌های $IL-6$ ($P < 0/050$) مشاهده نشد که نشان می‌دهد تفاوت معنی‌داری در زمان‌های مشابه نمونه‌گیری در غلظت‌های $IL-6$ بین تمرینات صبح و تمرینات عصر وجود ندارد.



شکل ۴. تغییرات غلظت Interleukin 6 ($IL-6$) در پاسخ به تمرین قبل، بلافاصله و ۲ ساعت پس از تمرین در صبح و عصر.
^{*} تفاوت معنی‌دار نسبت به قبل از تمرین، ^π تفاوت معنی‌دار نسبت به بلافاصله پس از تمرین

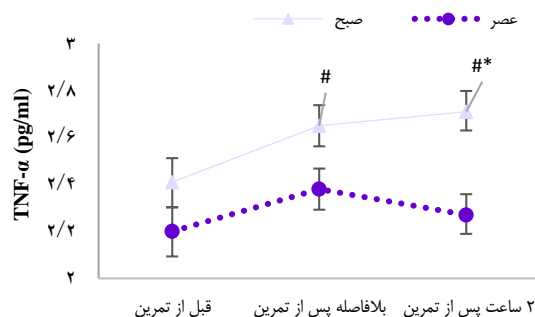
طور معنی‌داری نسبت به قبل از فعالیت افزایش یافت ($P < 0/010$). همچنین، غلظت $IL-6$ ۲ ساعت پس از فعالیت نسبت به بلافاصله پس از آن به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P < 0/050$). تفاوت معنی‌داری در غلظت $IL-6$ قبل و ۲ ساعت پس از فعالیت مشاهده نشد (جدول ۲ و شکل‌های ۲-۴).

جدول ۲. نتایج آزمون Repeated measures ANOVA در متغیرهای (CRP) C-reactive protein، (TNF- α) Tumor necrosis factor- α و (IL-6) Interleukin 6

متغیر	توان آزمون	مقدار P	اندازه‌ی اثر
CRP	اثر زمان	0/99	0/37
	اثر زمان ^g گروه	0/59	0/12
	اثر گروه	0/43	0/14
$TNF-\alpha$	اثر زمان	0/99	0/41
	اثر زمان ^g گروه	0/71	0/16
	اثر گروه	0/67	0/22
IL-6	اثر زمان	0/91	0/24
	اثر زمان ^g گروه	0/21	0/04
	اثر گروه	0/23	0/07

CRP: C-reactive protein; $TNF-\alpha$: Tumor necrosis factor- α ; IL-6: Interleukin 6

تعامل معنی‌دار زمان \times وضعیت در تغییر غلظت CRP ($P < 0/050$) نشان داد که در زمان‌های مشابه نمونه‌گیری، تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌های CRP بین تمرینات صبح و تمرینات عصر وجود دارد. غلظت‌های CRP قبل از فعالیت صبح و عصر تفاوت معنی‌داری نداشت ($P > 0/050$). غلظت‌های CRP بلافاصله و ۲ ساعت پس از فعالیت در نوبت صبح به طور معنی‌داری نسبت به زمان‌های مشابه فعالیت عصر بالاتر بود ($P < 0/050$).



شکل ۲. تغییرات غلظت Tumor necrosis factor- α ($TNF-\alpha$) در پاسخ به تمرین قبل، بلافاصله و ۲ ساعت پس از تمرین در صبح و عصر.
^{*} تفاوت معنی‌دار نسبت به قبل از فعالیت، [#] تفاوت معنی‌دار بین صبح و عصر

بحث

در مطالعه‌ی حاضر، غلظت CRP بلافاصله پس از فعالیت به طور معنی‌داری نسبت به قبل از فعالیت افزایش یافت. برخی مطالعات مشابه با مطالعه‌ی حاضر، افزایش حاد غلظت CRP را پس از فعالیت گزارش نموده‌اند (۱۲)؛ با این حال، برخی مطالعات نیز عدم تغییر معنی‌دار آن را در پاسخ به فعالیت گزارش داده‌اند (۱۳، ۸). از مهم‌ترین دلایل تفاوت در یافته‌های این مطالعات، عوامل روش‌شناسی متعدد مانند نوع فعالیت و ویژگی‌های شرکت‌کنندگان به ویژه درصد چربی بدن شرکت‌کنندگان در تحقیق و بالا بودن احتمالی شاخص‌های التهابی در افراد چاق می‌باشد (۱۵-۱۴)؛ به طوری که تمرینات در مطالعه‌ی بیژه و جعفری (۱۲)، مشابه با مطالعه‌ی حاضر، از نوع تمرینات مقاومتی دایره‌ای بود که در افراد کم‌تحرک میان‌سال انجام شد، اما تمرینات مطالعات Markovitch و همکاران (۱۳) و نیز Kim و همکاران (۸) از نوع فعالیت هوازی با شدت متوسط بود که هر دو مطالعه، بر روی افراد سالم انجام شد. CRP یک واکنش‌دهنده‌ی مرحله‌ی حاد است که به دنبال یک فعالیت شدید و طولانی که منجر به آسیب عضلانی می‌شود، افزایش می‌یابد (۱۴). در مطالعه‌ی حاضر، سطوح TNF- α و IL-6 نیز در پاسخ به فعالیت افزایش معنی‌دار داشت. بیشتر مطالعات انجام شده در این زمینه، افزایش معنی‌دار این شاخص‌ها را پس از تمرین گزارش کرده‌اند (۱۶، ۸). Rosa و همکاران (۱۷) در نوجوانان مبتلا به دیابت نوع ۱، dos Santos و همکاران (۱۸) در نوجوانان چاق و Pledge و همکاران (۹) در مردان چاق، مشابه با مطالعه‌ی حاضر افزایش معنی‌دار غلظت‌های IL-6 و TNF- α پس از تمرینات هوازی و مقاومتی را گزارش کردند. آسیب‌های عضلانی ناشی از تمرینات مقاومتی و گونه‌های اکسیژن‌واکنشی تولید شده، منجر به تولید انواع مختلف سیتوکاین‌ها در پاسخ به تمرین می‌شود (۵).

از مهم‌ترین یافته‌های مطالعه‌ی حاضر، بالاتر بودن معنی‌دار غلظت CRP و TNF- α بلافاصله و ۲ ساعت بعد از فعالیت در نوبت صبح نسبت به عصر بود. Kim و همکاران (۸)، به بررسی و مقایسه‌ی پاسخ‌های هورمونی و التهابی افراد سالم به تمرینات هوازی در زمان‌های مختلف روز پرداختند، اما اختلاف معنی‌داری در غلظت CRP و TNF- α پس از تمرین در تمرینات صبح و عصر مشاهده نکردند. شاید یکی از مهم‌ترین دلایل تفاوت در یافته‌های دو مطالعه، تفاوت در نوع فعالیت، شدت و مدت شیوه‌نامه و نیز تفاوت در نوع شرکت‌کنندگان در پژوهش بین دو مطالعه باشد. شیوه‌نامه‌ی استفاده شده در مطالعه‌ی حاضر، تمرینات مقاومتی دایره‌ای بود و شیوه‌نامه‌ی استفاده شده در مطالعه‌ی Kim و همکاران (۸) از نوع تمرینات هوازی با شدت متوسط بود. به نظر می‌رسد فعالیت مقاومتی دایره‌ای

در مطالعه‌ی حاضر، پاسخ‌های استرسی و فشار بیشتری را نسبت به تمرینات هوازی به آزمودنی‌های مطالعه‌ی حاضر وارد کرده باشد که برخی مطالعات نیز به آن اشاره نموده‌اند (۱۹، ۵). در حقیقت، سطح سیتوکاین‌ها در پاسخ به انقباضات درون‌گرا و برون‌گرای شدید ناشی از تمرینات مقاومتی در گردش خون افزایش می‌یابند که تصور می‌شود در بازسازی و ترمیم بافت به ویژه در پاسخ به آسیب عضلانی نقش مهمی داشته باشند (۱۹). انقباضات برون‌گرای ناشی از تمرینات مقاومتی و آسیب‌های بافت عضله‌ی ناشی از این تمرینات، پاسخ‌های فیزیولوژیک را که در رهاسازی سیتوکاین‌های التهابی درگیرند، فعال می‌کند. این شرایط، ورود نوتروفیل‌ها، مونوسیت‌ها و لنفوسیت‌ها را به بافت عضله‌ی آسیب دیده تسهیل می‌کند. گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) تولید شده توسط نوتروفیل‌ها، ممکن است سلول‌های اطراف را تحت تأثیر قرار دهد و آسیب عضلات را تشدید کند و افزایش ROS سنتز و تولید سیتوکاین‌های بیشتر را تحریک می‌کند (۱۹، ۵).

از طرفی، تفاوت در نوع آزمودنی‌ها به ویژه چاق بودن آزمودنی‌های مطالعه‌ی حاضر، می‌تواند تفاوت این یافته‌ها را توجیه نماید. در مطالعه‌ی Kim و همکاران (۸)، آزمودنی‌ها مردان جوان سالم بودند؛ به طوری که ایشان در همین مطالعه نتیجه‌گیری کردند که یافته‌های مطالعه‌ی آن‌ها به افراد چاق و جمعیت با التهاب درجه‌ی پایین (که چاقی یکی از این وضعیت‌ها در نظر گرفته می‌شود) قابل تعمیم نمی‌باشد و کاربرد ندارد (۲۰، ۸).

دلایل بالاتر بودن پاسخ غلظت CRP و TNF- α در نوبت صبح نسبت به عصر هنوز مشخص نیست. اگر چه در مطالعه‌ی حاضر، سطوح پایه‌ی این شاخص‌ها در نوبت صبح و عصر تفاوت معنی‌داری نداشت، اما غلظت آن‌ها در صبح بیشتر از عصر بود. اگر چه این تفاوت در مطالعه‌ی حاضر معنی‌دار نبود، اما برخی مطالعات گزارش کرده‌اند که غلظت این شاخص‌ها در صبح به طور معنی‌داری نسبت به عصر بالاتر است (۲۱). علاوه بر این، به نظر می‌رسد سطوح در گردش کورتیزول، با تفاوت پاسخ سیتوکاین‌های التهابی نظیر TNF- α و CRP در نوبت صبح و عصر، بدون ارتباط نباشد. مطالعات نشان داده‌اند که تغییرات فیزیولوژیک گلوکوکورتیکوئیدها ممکن است نقش مهمی در تنظیم تولید سیتوکاین‌ها داشته باشد؛ به طوری که غلظت TNF- α به غلظت گلوکوکورتیکوئیدها بسیار حساس است (۲۲). از این رو، با توجه به بالاتر بودن غلظت کورتیزول در اوایل صبح (۲۳)، به نظر می‌رسد معنی‌دارتر بودن تغییرات سطح TNF- α در پاسخ به فعالیت در صبح، دور از انتظار نباشد. کورتیزول، هورمونی است که توسط محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال تولید می‌شود و در پاسخ به استرس افزایش می‌یابد و سطوح آن با توجه به ریتم شبانه‌روزی تغییر می‌کند؛ به گونه‌ای که در صبح و پس از بیدار

فعالیت مقاومتی نسبت به فعالیت هوازی به دلیل کاهش گلیکوژن عضله، کمتر می‌باشد. علاوه بر این، DeRijk و همکاران (۲۲) گزارش کردند که سطوح IL-6 مستقل از سطوح کورتیزول می‌باشد و تغییرات غلظت آن نسبت به تغییرات گلوکوکورتیکوئیدها بسیار مقاوم است. با این حال، در مطالعه‌ی حاضر، غلظت کورتیزول اندازه‌گیری نشد که یکی از محدودیت‌های مطالعه‌ی حاضر می‌باشد. یافته‌های مطالعه‌ی حاضر، نشان داد که فعالیت مقاومتی دایره‌ای در مردان چاق در نوبت صبح، منجر به افزایش قابل توجه غلظت TNF- α و CRP نسبت به فعالیت مقاومتی در نوبت عصر می‌شود. با این حال، تفاوت معنی‌داری در پاسخ IL-6 به فعالیت مقاومتی در صبح و عصر مشاهده نشد.

تشکر و قدردانی

این پژوهش، حاصل طرح تحقیقاتی است که با کد ۹۲۰۳۴ توسط دانشگاه علوم پزشکی سبزوار تصویب شده است. نویسندگان این پژوهش، مراتب تشکر و قدردانی خود را از شرکت کنندگان در این پژوهش، آقای حسین میری کارشناس آزمایشگاه و همچنین، خانم سمیه الیاسی‌منش بابت نمونه‌گیری اعلام می‌دارند.

شدن، سطوح آن افزایش می‌یابد و در مدت زمان باقی مانده‌ی روز کاهش می‌یابد. از آن جایی که این محور به روش‌های پیچیده‌ای با سیستم ایمنی بدن تعامل دارد، منطقی به نظر می‌رسد که این محور در تغییرات التهابی و سیستم ایمنی سهمیم باشد (۲۳). استرس با فعال کردن سیستم سمپاتیک، محور هیپوتالاموس-هیپوفیز و محور رنین-آنژیوتانسین، باعث آزاد شدن هورمون‌های کنترل‌کننده‌ی فرایند استرس در بدن شامل اپی‌نفرین، نوراپی‌نفرین و کورتیزول می‌گردد. از طرفی، استرس منجر به تحریک پاسخ به مرحله‌ی حاد مانند آنچه که در التهاب رخ می‌دهد، می‌شود و نیز منجر به ترشح سیتوکاین‌ها و سایر شاخص‌های التهابی مرحله‌ی حاد می‌گردد. علاوه بر گلوکوکورتیکوئیدها، مطالعات نشان داده‌اند که سطوح کاتکولامین‌ها نیز در صبح نسبت به عصر بالاتر می‌باشد که می‌تواند توجیه‌کننده‌ی تغییرات بیشتر پاسخ‌های التهابی در پاسخ به تمرین در نوبت صبح باشد (۲۴). مشابه با مطالعه‌ی حاضر، Pledge و همکاران (۹) تفاوت معنی‌داری در سطوح IL-6 در پاسخ به تمرین مقاومتی در مردان سالم در دو نوبت صبح و عصر مشاهده نکردند، اما Kim و همکاران (۸) مشاهده کردند که سطوح IL-6 بلافاصله پس از تمرین هوازی در نوبت عصر به طور معنی‌داری نسبت به صبح بالاتر است. Calle و Fernandez (۵) بیان داشتند که پاسخ IL-6 و افزایش آن پس از

References

1. Hower IM, Harper SA, Buford TW. Circadian rhythms, exercise, and cardiovascular health. *J Circadian Rhythms* 2018; 16: 7.
2. Shanmugam V, Wafi A, Al-Taweel N, Büsselberg D. Disruption of circadian rhythm increases the risk of cancer, metabolic syndrome and cardiovascular disease. *Journal of Local and Global Health Science* 2013; 2013(1): 3.
3. Atkinson G, Jones H, Ainslie PN. Circadian variation in the circulatory responses to exercise: Relevance to the morning peaks in strokes and cardiac events. *Eur J Appl Physiol* 2010; 108(1): 15-29.
4. Del GM, Gangestad SW. Rethinking IL-6 and CRP: Why they are more than inflammatory biomarkers, and why it matters. *Brain Behav Immun* 2018; 70: 61-75.
5. Calle MC, Fernandez ML. Effects of resistance training on the inflammatory response. *Nutr Res Pract* 2010; 4(4): 259-69.
6. Ridker PM, Rifai N, Stampfer MJ, Hennekens CH. Plasma concentration of interleukin-6 and the risk of future myocardial infarction among apparently healthy men. *Circulation* 2000; 101(15): 1767-72.
7. Bandara WMMS Rathnayake AJIS. Morning vs evening exercises: Which gives a better outcome? *EC Emergency Medicine and Critical Care* 2019; 3:9: 601-9.
8. Kim HK, Konishi M, Takahashi M, Tabata H, Endo N, Numao S, et al. Effects of acute endurance exercise performed in the morning and evening on inflammatory cytokine and metabolic hormone responses. *PLoS One* 2015; 10(9): e0137567.
9. Pledge D, Grosset JF, Onambele-Pearson GL. Is there a morning-to-evening difference in the acute IL-6 and cortisol responses to resistance exercise? *Cytokine* 2011; 55(2): 318-23.
10. Jackson AS, Pollock ML. practical assessment of body composition. *Phys Sportsmed* 1985; 13(5): 76-90.
11. Molanouri S, Agha Alinejad H, Amani Shalamzari S, Aghayari A, Asghari Jafarabadi M, Talebi Badrabadi K. Anti-inflammatory effects of a bout of circuit resistance exercise with moderate intensity in inactive obese males. *J Shahid Sadoughi Univ Med Sci* 2011; 19(5): 598-609. [In Persian].
12. Bizheh N, Jaafari M. The effect of a single bout circuit resistance exercise on homocysteine, hs-crp and fibrinogen in sedentary middle aged men. *Iran J Basic Med Sci* 2011; 14(6): 568-73.
13. Markovitch D, Tyrrell RM, Thompson D. Acute moderate-intensity exercise in middle-aged men has neither an anti- nor proinflammatory effect. *J Appl Physiol* (1985) 2008; 105(1): 260-5.
14. Black S, Kushner I, Samols D. C-reactive Protein. *J Biol Chem* 2004; 279(47): 48487-90.
15. Brown WM, Davison GW, McClean CM, Murphy MH. A systematic review of the acute effects of

- exercise on immune and inflammatory indices in untrained adults. *Sports Med Open* 2015; 1(1): 35.
16. Lyngso D, Simonsen L, Bulow J. Interleukin-6 production in human subcutaneous abdominal adipose tissue: the effect of exercise. *J Physiol* 2002; 543(Pt 1): 373-8.
 17. Rosa JS, Oliver SR, Flores RL, Ngo J, Milne GL, Zaldivar FP, et al. Altered inflammatory, oxidative, and metabolic responses to exercise in pediatric obesity and type 1 diabetes. *Pediatr Diabetes* 2011; 12(5): 464-72.
 18. dos Santos CC, Faria WF, Sasaki JE, Elias RMG, Neto AS. Acute effects of physical exercise at different intensities on inflammatory markers in obese adolescents. *J Phys Educ* 2019; 30: e3014.
 19. Izquierdo M, Ibanez J, Calbet JA, Navarro-Amezqueta I, Gonzalez-Izal M, Idoate F, et al. Cytokine and hormone responses to resistance training. *Eur J Appl Physiol* 2009; 107(4): 397-409.
 20. Miles MP, Keller JM, Kordick LK, Kidd JR. Basal, circadian, and acute inflammation in normal versus overweight men. *Med Sci Sports Exerc* 2012; 44(12): 2290-8.
 21. Izawa S, Miki K, Liu X, Ogawa N. The diurnal patterns of salivary interleukin-6 and C-reactive protein in healthy young adults. *Brain Behav Immun* 2013; 27(1): 38-41.
 22. DeRijk R, Michelson D, Karp B, Petrides J, Galliven E, Deuster P, et al. Exercise and circadian rhythm-induced variations in plasma cortisol differentially regulate interleukin-1 beta (IL-1 beta), IL-6, and tumor necrosis factor-alpha (TNF alpha) production in humans: high sensitivity of TNF alpha and resistance of IL-6. *J Clin Endocrinol Metab* 1997; 82(7): 2182-91.
 23. Yamanaka Y, Motoshima H, Uchida K. Hypothalamic-pituitary-adrenal axis differentially responses to morning and evening psychological stress in healthy subjects. *Neuropsychopharmacol Rep* 2019; 39(1): 41-7.
 24. Black PH, Garbutt LD. Stress, inflammation and cardiovascular disease. *J Psychosom Res* 2002; 52(1): 1-23.

Comparison of the Acute Response of Some Inflammatory Markers to Circular Resistance Training in Fasting in the Morning and Evening in Obese Men

Mehdi Zarei¹, Akbar Pejhan², Seyed Mehdi Beheshti-Nasr³

Original Article

Abstract

Background: Studies has shown that the time-of-day of exercise can have different effects on inflammatory parameters. The aim of the present study was to compare the acute responses of some of inflammatory indicators [C-reactive protein (CRP), tumor necrosis factor- α (TNF- α), and interleukin 6 (IL-6)] to acute bouts of circle resistance exercise at different times of the day (morning vs. evening) in obese men.

Methods: In the quasi-experimental study, 15 healthy obese men with mean age of 23.84 ± 1.64 years and mean body mass index (BMI) of 31.31 ± 0.20 kg/m² performed circle resistance exercise in the morning (8 am) on one day; after two weeks, they performed the same circle resistance training session at evening (5 pm). Blood samples were collected to determine CRP, TNF- α and IL-6 at pre-exercise, immediately post exercise, and 2 hours post exercise. Repeated measures analysis of variance (ANOVA) was used to analyze the data.

Findings: In both morning and evening, the concentrations of CRP, TNF- α , and IL-6 were significantly increased immediately after exercise ($P < 0.010$). Concentrations of CRP, TNF- α immediately and 2 hours after resistance exercise were significantly higher in the morning than the evening ($P < 0.050$). There was no significant difference in IL-6 concentrations responses between morning and evening exercise.

Conclusion: The findings of the present study showed that a bout of circle resistance exercise in the morning compared to evening time significantly increased post-exercise CRP and TNF- α parameters, but there was no difference in IL-6 response to exercise between the two conditions.

Keywords: Exercise, C-reactive protein, Tumor necrosis factor-alpha, Interleukin-6

Citation: Zarei M, Pejhan A, Beheshti-Nasr SM. **Comparison of the Acute Response of Some Inflammatory Markers to Circular Resistance Training in Fasting in the Morning and Evening in Obese Men.** J Isfahan Med Sch 2020; 37(560): 1440-7.

1- Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, School of Human Sciences, University of Neyshabur, Neyshabur, Iran

2- Associate Professor, Department of Physiology, School of Medicine, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran

3- Assistant Professor, Departments of Physiology and Pharmacology, School of Medicine AND Cellular and Molecular Research Center, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran

Corresponding Author: Seyed Mehdi Beheshti-Nasr; Assistant Professor, Departments of Physiology and Pharmacology, School of Medicine AND Cellular and Molecular Research Center, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran; Email: beheshti.m1985@gmail.com