مقاله اصیل پژوهشی

مقایسه پاسخ برخی نشانگرهای پیشگویی‌کننده بیماری‌های قلبی و عروقی به انجام صبح و بعد از ظهر آزمون نوارگردان بروس، در زنان جوان

مرضیه ثاقب‌جو[1]، زهره دادی خلیران[2]، محمد اسماعیل افضل‌پور[3]، مهدی هدایتی[4]، علی یعقوبی[5]

چکیده

زمینه و هدف: برخی متغیرهای فیزیولوژیکی و روانی، ریتم شبانه‌روزی و یا تغییرات دوره‌ای دارند و بسیاری از پاسخ‌های فیزیولوژیکی به فعالیت‌های ورزشی، متأثّر از زمان و ساعت روز می‌باشند. با توجه به تأثیر تمرینات ورزشی بر شاخص‌های پیشگویی‌کننده بیماری‌های قلبی- عروقی، مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر زمان روز بر سطوح پروتئین واکنشی C و لیپیدهای پلاسما پس از یک مرحله فعالیت ورزشی درمانده‌ساز در زنان جوان سالم در شهر بیرجند، در سال ۱۳۹۰ انجام شد.

روش تحقیق: این مطالعه، در قالب طرح نیمه‌تجربی قبل و بعد انجام شد. ۴۴ دختر فعّال (با میانگین سنّی ۱/۲۴±۲۱/۵۹ سال و نمایه توده بدنی ۲/۷۴±۲۱/۱۱ کیلوگرم بر متر مربع) به‌صورت تصادفی، در ۲ گروه تجربی و ۲ گروه شاهد قرار گرفتند. گروه‌های تجربی، آزمون بیشینه نوارگردان بروس را متعاقب ۱۲ ساعت ناشتایی، در ساعت ۸ صبح و ۶ بعد از ظهر انجام دادند. نمونه‌های خون، قبل و بلافاصله بعد از تمرین، از ورید بازویی آزمودنی‌های گروه‌های تجربی و کنترل جمع‌آوری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون آنالیز واریانس دوطرفه، تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها: کاهش معنی‌دار سطح CRP در پس‌آزمون تمرین عصر در مقایسه با پیش‌آزمون مشاهده شد (P=۰/۰۰۸)؛ درحالی‌که تغییرات CRP متعاقب تمرین صبح در مقایسه با پیش‌آزمون، تغییر معنی‌داری نداشت. سطح TG پلاسما متعاقب هر دو تمرین صبح و عصر، افزایش معنی‌داری را نشان داد (P=۰/۰۰۲). تغییرات معنی‌داری در سطوح LDL، TC و HDL متعاقب تمرین صبح و عصر مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: با تأکید بر پاسخ CRP، به نظر می‌رسد انجام تمرین شدید در وهله عصر نسبت به تمرین شدید در صبح، کم‌خطرتر بوده و ایمنی بیشتری فراهم می‌کند.

واژه‌های کلیدی: فعالیت ورزشی صبحگاهی، فعالیت ورزشی عصرگاهی، آزمون نوارگردان بروس، پروتئین واکنشی C، نیمرخ لیپیدی

مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند. ۱۳۹۲؛ ۲۰ (۳): ۲۵۲-۲۶۱.

دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۱۸ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۷/۱۴

[1] نویسنده مسؤول، استادیار، گروه تربیت بدنی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.
آدرس: بیرجند- انتهای بلوار شهید آوینی- پردیس دانشگاه بیرجند- دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی
تلفن: ۲۵۰۲۰۳۲-۰۵۶۱ نمابر: ۲۵۰۲۰۳۲-۰۵۶۱ پست الکترونیکی: m_saghebjoo@birjand.ac.ir
[2] کارشناس ارشد تربیت بدنی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.
[3] دانشیار، گروه تربیت بدنی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.
[4] دانشیار، مرکز تحقیقات سلولی مولکولی، پژوهشکده علوم غدد درون‌ریز، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
[5] دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

مقدمه

از دیرباز، نیمرخ لیپیدی به‌عنوان یکی از شاخص‌های بیماری‌های قلبی- عروقی محسوب شده است و از عوامل خطر سنتی قلبی- عروقی به شمار می‌رود (۱). مقادیر بالای LDL-C[1] و مقادیر پایین HDL-C[2]، فرد را در معرض حمله قلبی زودهنگام زیر ۶۰ سال قرار می‌دهد. در این میان، افرادی نیز مشاهده شده‌اند که عوامل خطرزای سنتی (به‌ویژه لیپوپروتئین‌های خون) آنان، در محدوده طبیعی قرار دارد، ولی دچار وقایع قلبی- عروقی شده‌اند. نیمی از تمام انفارکتوس‌های عضله قلب، در بین افراد بدون هایپرلیپیدی اتفاق می‌افتد (۲)؛ بنابراین برای شناسایی افراد در معرض خطر، محققان به دنبال شاخص‌هایی هستند که با دقّت و حساسیّت بیشتری، خطر بیماری قلبی-عروقی را پیش‌بینی نمایند. تحقیقات زیادی نشان می‌دهند که گسترش بیماری‌های قلبی-عروقی، زمینه‌ای التهابی دارد و التهاب عمومی، نقش محوری در توسعه و پیشرفت آترواسکلروز ایفا می‌کند (۳). پروتئین واکنشی C با حساسیت بالا[3]، حساس‌ترین شاخص التهابی و پیشگویی‌کننده قوی خطر بیماری قلبی- عروقی معرفی شده است. افزایش سطح hs-CRP، با خطر بالای بیماری قلبی-عروقی، حمله مغزی و بیماری عروق شریانی همراه است؛ از سوی دیگر، سطح پلاسمایی CRP، با چاقی، دیابت و سندروم متابولیک ارتباط مثبت دارد (۴). تحقیقات متعددی، تأثیر فعالیت بدنی را بر سطح پلاسمایی عوامل خطر سنتی و جدید قلبی- عروقی بررسی نموده‌اند و مشاهده نموده‌اند، سطح پلاسمایی عوامل خطر قلبی- عروقی تحت تأثیر شدّت، مدّت و نوع برنامه تمرین قرار می‌گیرد (۱، ۵). Bermingham و همکاران، اثر یک جلسه فعالیت ورزشی تناوبی (اینتروال) در آب و خشکی را بر سطح لیپیدهای خون بیماران قلبی که در تمرینات بازتوانی شرکت می‌کردند، مورد بررسی قرار دادند. نتایج بررسی آنها، اختلاف معنی‌داری را در سطح TG[4] و LDL متعاقب انجام تمرین در آب و خشکی نشان نداد، اما سطح HDL پس از انجام تمرین روی زمین، افزایش معنی‌داری نشان داد (۱). حسینی و همکاران نشان دادند که انجام یک جلسه آزمون فزاینده نوارگردان آستراند توسط ۲۴ مرد تمرین کرده ۱۹-۲۶ ساله، به افزایش معنی‌دار سطح LDL وTC[5] منجر شد (۶). Weise و همکاران نیز، ۲۵ زن یائسه را در دو گروه کلسترول بالا و کلسترول طبیعی قرار دادند و به بررسی اثر سطح کلسترول پیش‌آزمون، بر پاسخ لیپیدی به یک جلسه فعالیت هوازی (۷۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی روی نوار گردان) پرداختند. نتایج بررسی آنها نشان داد اختلاف کلسترول پیش‌آزمون، اثری بر پاسخ لیپوپروتئین‌ها ندارد. سطح تری‌گلیسرید، به‌طور معنی‌داری در پس‌آزمون دو گروه کاهش یافت؛ سطح HDL نیز در دو گروه بلافاصله پس از تمرین، کاهش معنی‌داری یافت که ۲۴ ساعت پس از تمرین، به مقادیر قبل از تمرین برگشت (۷)؛ همچنین برخی تحقیقات، عدم تغییر معنی‌دار سطح CRP را پس از انجام یک وهله فعالیت نشان داده‌اند (۵، ۸) و برخی مطالعات نیز افزایش یا کاهش سطح CRP را پس از یک جلسه فعالیت حاد گزارش نموده اند (۳، ۹).

بدن ما، تحت تأثیر یک دوره ۲۴ ساعته می‌باشد که درجه حرارت بدن، فشار خون، متابولیسم، ترشح هورمون‌ها و عملکرد آنها را تنظیم می‌کند (۱۰)؛ لذا این امکان وجود دارد که عملکرد بدن، حین یا متعاقب فعالیت‌های ورزش در زمان‌های متفاوت روز، یکسان نباشد. محققان بر این باورند که قابلیت عملکردی ورزشکاران در ساعات عصر و نزدیک به شب، در بالاترین حالت است؛ زیرا درجه حرارت مرکزی بدن و میزان متابولیسم، به مقادیر حداکثر خود نزدیک است (۱۱). برخی تحقیقات نیز افزایش توان هوازی در تمرینات عصر را با افزایش درجه حرارت بدن در عصر مرتبط دانسته‌اند (۱۲) که

[1] *Low density lipoprotein*
[2] *High density lipoprotein*
[3] *High sensitive C-reactive protein*

[1] *Triglyceride*
[2] *Total cholesterol*

این موضوع، اهمیت گرم کردن را در تمرینات صبح آشکار می‌کند؛ از سوی دیگر، نتایج برخی مطالعات، افزایش خطر بالای بروز حملات قلبی در ساعات صبح را تأیید نموده‌اند (۱۳). در یک مطالعه نیز تأثیر تمرین در اوقات متفاوت شبانه‌روز بر سطح پلاکت‌ها (از عوامل خطر قلبی- عروقی) در انسان و حیوانات بررسی شده و مشاهده شده است که سطح پلاکت‌ها پس از تمرین صبح، نسبت به تمرینات عصر افزایش معنی‌داری دارد (۱۴)؛ لذا این نکته به ذهن می‌رسد که آیا تمرین در ساعات متفاوت روز، به بروز پاسخ‌های متفاوتی در سطح پلاسمایی لیپیدها و CRP منجر می‌شود؟ مشابه با این پژوهش، در تحقیق دیگری، اثر یک جلسه تمرین، در دو زمان متفاوت روز، بر سطح لیپوپروتئین‌ها، ایمونوگلوبین‌ها و کورتیزول پلاسما در کاراته‌کارهای نخبه بررسی شد و کاهش معنی‌دار VLDL و TG و افزایش معنی‌دار HDL، در پس‌آزمون تمرین عصر مشاهده شد (۱۰)؛ لذا پژوهش حاضر، با هدف بررسی نقش زمان انجام آزمون بیشینه نوارگردان بروس بر سطح CRP و لیپیدهای پلاسما در زنان جوان سالم انجام گرفت.

روش تحقیق

مطالعه حاضر از نوع نیمه‌تجربی و با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با دو گروه تجربی و دو گروه شاهد بود. جامعه این تحقیق، دانشجویان دختر رشته تربیت‌بدنی بودند که پس از دادن فراخوان، به‌دلیل ماهیت آزمایشی تحقیق و رعایت مسائل اخلاقی، نمونه‌گیری به شکل داوطلبانه انجام گرفت؛ سپس از بین نمونه‌های داوطلب، با توجه به معیارهای ورود به مطالعه، نمونه‌گیری به شکل هدفمند انجام شد. در نهایت، ۴۴ آزمودنی به‌عنوان نمونه تحقیق انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی به چهار گروه شامل: دو گروه تجربی (هر گروه ۱۲ نفر) و دو گروه شاهد (هر گروه ۱۰ نفر) تقسیم شدند. معیار انتخاب آزمودنی‌ها، عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی- عروقی، تنفسی، کلیوی و متابولیکی بود که با تکمیل پرسشنامه حضوری به‌دست آمد. به‌منظور یکسان‌نمودن اثرات هورمون‌های جنسی بر پاسخ‌های بدن به فعالیت ورزشی، تمام آزمودنی‌های گروه کنترل و تجربی هنگام شرکت در آزمون، در فاز لوتئال سیکل قاعدگی قرار داشتند؛ همچنین از آنها خواسته شد از ۴۸ ساعت قبل از آزمون، هیچ‌گونه فعالیت ورزشی و فعالیت سنگین انجام ندهند. یک هفته قبل از اجرای تحقیق، ارزیابی حداکثر اکسیژن مصرفی، توسط آزمون بیشینه نوارگردان بروس و اندازه‌گیری‌های قد، وزن، نمایه توده بدن و درصد چربی آزمودنی‌ها انجام گرفت. درصد چربی بدن آزمودنی‌ها، با استفاده از روش مقاومت الکتریکی زیستی[1] (BIA) و دستگاه سنجش ترکیب بدنی[2] به‌دست آمد؛ سپس آزمودنی‌های گروه‌های تجربی یک، متعاقب ۱۲ ساعت ناشتایی، در ساعت ۷:۳۰ صبح به آزمایشگاه فیزیولوژی ورزش مراجعه نمودند. ابتدا از آنها نمونه‌گیری خون مرحله پیش‌آزمون انجام گرفت. پس از چند دقیقه گرم‌کردن، آزمون هوازی بیشینه بروس، توسط آزمودنی‌ها اجرا شد و بلافاصله پس از انجام آزمون، نمونه‌گیری خون پس‌آزمون انجام شد. آزمودنی‌های گروه تجربی ۲ نیز متعاقب ۱۲ ساعت ناشتایی و درحالی‌که در طول روز آزمون، استراحت مطلق داشتند (شرایط مشابه خواب شبانه)، ساعت ۵:۳۰ عصر، به آزمایشگاه مراجعه نمودند و مشابه با مراحل انجام آزمون صبح، ابتدا نمونه‌گیری خون مرحله پیش‌آزمون، سپس گرم‌کردن و انجام آزمون و در نهایت نمونه‌گیری خون پس‌آزمون انجام گرفت. نمونه‌گیری خون آزمودنی‌های گروه‌های کنترل ۱ و ۲، بدون هر گونه فعالیت ورزشی نیز همزمان با گروه‌های تجربی انجام شد.

آزمون بیشینه بروس بر روی نوار گردان، متداول‌ترین آزمون ورزشی بیشینه برای برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی است که حداکثر دارای ۷ مرحله (مدت هر مرحله، ۳ دقیقه) می‌باشد. افزایش شدت فعالیت از یک مرحله به مرحله بعدی،

[1] *Bioelectrical Impedance Analysis Method*
[2] *Body Composition Analyzer*

با افزایش سرعت و شیب همراه است. نخستین مرحله با سرعت ۱/۷ مایل در ساعت و شیب ۱۰ درصد آغاز، سپس سرعت و شیب دستگاه با یک نسبت ثابت در هر مرحله افزایش می‌یابد. در اجرای این آزمون، آزمودنی‌ها، تا حدّ واماندگی به فعالیت خود ادامه دادند؛ سپس فعالیت، متوقف و در نهایت با توجه به زمان فعالیت انجام‌شده، توان هوازی بیشینه آزمودنی با توجه به جداول موجود، مشخص گردید (۱۵). لازم به ذکر است که کالری دریافتی آخرین وعده غذایی آزمودنی‌های گروه‌های تجربی و کنترل، قبل از نمونه‌گیری، یکسان و معادل ۵۰۰-۶۰۰ کالری با ترکیب حدود ۶۰ درصد کربوهیدرات، ۲۵ درصد چربی و ۱۵ درصد پروتئین در نظر گرفته شد.

نمونه خونی افراد با ماده ضدّ انعقاد خون[1] (EDTA) مخلوط شد و بخشی از آن برای سنجش CBC استفاده شد. بخشی دیگر، سریعاً سانتریفیوژ (با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه) گردید و پلاسمای به‌دست آمده، در لوله‌های مجزا در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید تا برای اندازه‌گیری سطح پروتئین واکنشی C و لیپیدهای پلاسما مورد استفاده قرار گیرد.

اندازه‌گیری سطح TC و HDL-C پلاسمایی، با استفاده از کیت‌های مخصوص شرکت پارس‌آزمون و با استفاده از روش آنزیماتیک CHOD-PAP صورت گرفت. سطح TG نیز با کیت مخصوص شرکت پارس‌آزمون و روش آنزیماتیک GPO-PAP اندازه‌گیری گردید. تعیین سطح LDL-C پلاسمایی نیز با استفاده از رابطه Friedwald و همکاران (۱۹۷۲) به روش زیر محاسبه شد:

$$LDL\text{-}C= [TC-(TG/5+HDL\text{-}C)]$$

سطح CRP نمونه‌های پلاسمایی، با استفاده از کیت مخصوص (hs-CRP ELISA, Diagnostics Biochem Canada Inc., ontario, Canada) و به روش الایزا مورد سنجش قرار گرفت. حساسیّت روش مذکور، ۱۰ نانوگرم در میلی‌لیتر و درصد ضریب تغییرات درون آزمودنی، ۷/۹ درصد تعیین شد. به‌منظور حذف آثار موقّت فعالیت ورزشی بر حجم پلاسما و متغیرّهای خونی، تغییرات حجم پلاسما با استفاده از معادله Dill-Costill محاسبه شد (۱۶).

طبیعی‌بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف بررسی شد که بر اساس نتایج، داده‌ها دارای توزیع طبیعی بودند. به‌منظور اطمینان از عدم تفاوت معنی‌دار میانگین متغیرهای مورد مطالعه در مرحله پیش‌آزمون، از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه استفاده شد که نتایج این آزمون نیز تفاوت معنی‌داری را بین گروه‌ها نشان نداد؛ لذا به‌منظور تعیین اثر تمرین، زمان تمرین و اثر تعاملی تمرین و زمان بر متغیرهای مورد مطالعه، از آزمون پارامتریک تحلیل واریانس دوطرفه استفاده شد. لازم به ذکر است که قبل از اجرای آزمون مذکور، ابتدا تفاوت بین مقادیر پیش و پس‌آزمون در هر متغیر برای هر آزمودنی محاسبه شد و سپس این اعداد که نشانگر میزان تغییرات هر متغیر در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون می‌باشد، در آزمون تحلیل واریانس دوطرفه مورد استفاده قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از نرم‌افزار آماری SPSS (ویرایش ۱۵) استفاده شد. سطح معنی‌داری آزمون‌ها $P<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

جدول یک، به بیان ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها در گروه‌های مختلف می پردازد. لازم به ذکر است که در این متغیرها، بین گروه‌های مورد مطالعه، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

نتایج آنالیز واریانس دوسویه نشان داد که تمرین به تنهایی، تغییر معنی‌داری در سطح CRP پلاسما ایجاد نکرد ($P=۰/۴۸$)؛ همچنین زمان روز نیز به‌تنهایی تأثیری بر سطح CRP ایجاد نکرد ($P=۰/۳۹$)، اما تعامل زمان و تمرین، منجر به تغییر معنی‌داری در سطح CRP شد ($P=۰/۰۰۸$). میانگین و انحراف‌استاندارد تغییرات CRP در جدول ۲ آمده است. با

[1] *Ethylen Diamine Tera Acetic Acid*

مشاهده اختلاف میانگین‌های سطح CRP پلاسمای گروه‌های تجربی قبل و بعد تمرین عصرگاهی (قبل و بعد به‌ترتیب: ۳/۹۹ و ۲/۴۹ میلی‌گرم در لیتر) نسبت به اختلاف ایجادشده در قبل و بعد تمرین صبحگاهی (قبل و بعد به‌ترتیب ۳/۸۲ و ۳/۶۴ میلی‌گرم در لیتر)، مشخص است که نسبت کاهش ایجادشده متعاقب تمرین عصر، به‌طور معنی‌داری بیشتر از تمرین صبح است.

بر اساس نتایج موجود در جدول ۲، تمرین (P=۰/۰۷) و اوقات شبانه روز (P=۰/۷۷)، سطح HDL پلاسما را تحت تأثیر قرار نداد؛ همچنین تعامل زمان و تمرین نیز تغییر معنی‌داری در سطح HDL ایجاد نکرد (P=۰/۵۳). سطح LDL-C پلاسما نیز پس از تمرین صبحگاهی و عصرگاهی نسبت به قبل تمرین، تغییر معنی‌داری نداشت (P=۰/۸۵) و اثر زمان (P=۰/۵۹) و تعامل زمان و تمرین (P=۰/۶۵) نیز منجر به تغییرات معنی‌دار نشد.

از نتایج دیگر مطالعه حاضر، افزایش معنی‌دار سطح TG پلاسما پس از هر دو تمرین صبحگاهی و عصرگاهی است (P=۰/۰۰۲) و زمان (P=۰/۸۹) و تعامل تمرین و زمان (P=۰/۳۹) بر سطح TG، تغییر معنی‌دار ایجاد نکرد؛ همچنین بر اساس نتایج آزمون تحلیل واریانس موجود در جدول ۲، مشاهده می‌شود که سطح TC نیز تحت تأثیر زمان

جدول۱- میانگین و انحراف‌معیار ویژگی‌های فردی آزمودنی‌های گروه‌های تجربی و کنترل

متغیر	واحد	کنترل صبح (n=۱۰)	کنترل عصر (n=۱۰)	تجربی صبح (n=۱۲)	تجربی عصر (n=۱۲)
سن	سال	۲۱/۹۰±۱/۲۸	۲۱/۸۱±۱/۲۷	۲۱/۳۲±۱/۲۱	۲۱/۳۳±۱/۲۳
قد	سانتی متر	۱۶۱/۸۰±۶/۰۹	۱۶۱/۷۳±۶/۰۵	۱۶۲/۲۲±۵/۹۶	۱۶۲/۲۵±۵/۹۷
وزن	کیلوگرم	۵۴/۱۵±۷/۰۶	۵۴/۱۲±۷/۰۶	۵۶/۳۹±۸/۲۰	۵۶/۴۲±۸/۲۱
نمایه توده بدنی	کیلوگرم بر متر مربع	۲۰/۷۲±۲/۶۹	۲۰/۶۸±۲/۶۸	۲۱/۴۰±۲/۹۱	۲۱/۴۴±۲/۹۲
چربی	درصد وزن بدن	۲۷/۸۰±۱۳/۳۶	۲۷/۷۵±۱۳/۳۵	۲۶/۷۵±۱۳/۱۵	۲۷/۸۰±۱۳/۳۶
حداکثر اکسیژن مصرفی	میلی‌گرم در لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن	–	–	۶۰/۷۹±۷/۶۱	۶۴ /۳۷±۷/۱۲

جدول۲- مقایسه میانگین و انحراف‌معیار سطح متغیرها در آزمودنی‌های گروه تجربی و کنترل

متغیر	مرحله	کنترل صبح	کنترل عصر	تجربی صبح	تجربی عصر	زمان	تمرین	تعامل زمان و تمرین
پروتئین واکنشی C (میلی‌گرم در لیتر)	پیش‌آزمون	۳/۸۷±۳/۸۴	۲/۲۳±۲/۴۷	۳/۸۲±۲/۸۲	۳/۹۹±۳/۳۳	۰/۳۹	۰/۴۸	≠۰/۰۰۸
	پس‌آزمون	۲/۹۴±۲/۰۳	۱/۹۹±۲/۳۷	۳/۶۴±۲/۹۳	۲/۴۹±۲/۰۸			
لیپوپروتئین پرچگال (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۵۴ ±۷/۰۲	۵۶/۴۲±۸/۱۶	۴۷/۹۱±۷/۰۸	۵۳/۰۸±۶/۴۳	۰/۷۷	۰/۰۷	۰/۵۳
	پس‌آزمون	۵۲/۵۷±۶/۹۳	۵۴/۹۵±۷/۷۹	۴۵/۷۱±۵/۵۸	۵۰/۶۵±۳/۳۰			
لیپوپروتئین کم‌چگال (میلی گرم در دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۷۶/۴۰±۱۶/۶۹	۸۴/۲۰±۲۲/۱۱	۷۱/۷۵±۱۵/۸۹	۷۳/۶۶±۱۴/۵۴	۰/۵۹	۰/۸۵	۰/۶۵
	پس‌آزمون	۷۵/۶۵±۱۶/۵۰	۸۱/۷۵±۲۲/۳۵	۷۰/۵۴±۱۱/۳۵	۷۲/۳۲±۱۱/۶۰			
تری‌گلیسرید (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۷۳/۲۰±۲۰/۲۰	۷۳/۲۰±۱۳/۶۵	۶۷/۰۸±۹/۳۹	۶۰ ±۱۲/۹۷	۰/۸۹	¥۰/۰۰۲	۰/۳۹
	پس‌آزمون	۷۱/۹۷±۲۱/۸۱	۷۰/۶۸±۱۵/۲۰	۶۹/۰۰±۷/۱۳	۶۲/۸۵ ±۱۲/۸۵			
کلسترول (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۱۴۶/۸۰±۲۰/۴۸	۱۵۶/۳۴±۲۶/۵۴	۱۴۲/۶۶±۱۹/۶۲	۱۴۳/۰۸±۱۵/۰۲	۰/۲۵	۰/۳۰	۰/۰۶
	پس‌آزمون	۱۴۴/۷۵±۲۱/۰۸	۱۵۲/۴۳±۲۸/۲۷	۱۳۱/۲۱±۲۱/۱۰	۱۴۱/۴۱±۱۶/۱۰			

≠: تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵) سطوح پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون، در تمرین عصر در مقایسه با تمرین صبح. ¥: تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵) سطوح پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون در هر دو تمرین صبح و عصر.

(P=۰/۲۵)، تمرین (P=۰/۳۰) و اثر تعاملی زمان و تمرین (P=۰/۰۶) قرار نگرفت.

بحث

هدف پژوهش حاضر، بررسی نقش زمان انجام آزمون نوارگردان بروس بر سطح CRP و لیپیدهای پلاسما در زنان جوان سالم بود. نتایج تحقیق حاضر نشان داد، انجام فعالیت در دو زمان صبح و عصر، منجر به بروز پاسخ‌های متفاوتی بر سطح CRP پلاسما شد (P=۰/۰۰۸) و نتایج آزمون تحلیل واریانس دوسویه، کاهش معنی‌دار CRP را پس از تمرین عصر در مقایسه با تمرین صبح نشان داد. Paczek و همکاران، سطح CRP پلاسمای ۱۴ مرد دوچرخه سوار را متعاقب انجام تمرین بدنی طاقت‌فرسا اندازه‌گیری نمودند که تغییر معنی‌داری را در سطح CRP پس از انجام تمرین مشاهده ننمودند (۵)؛ همچنین Murtagh و همکاران نشان دادند، ۴۵ دقیقه پیاده‌روی با ۶۰ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه، تغییری در سطح CRP ایجاد نمی‌کند. این محققین اظهار داشتند، فعالیت ورزشی، با شدت و مدت بیشتر برای پاسخ مرحله حاد لازم است (۸)؛ در این راستا، اراضی و همکاران در پژوهشی بر اساس یک برنامه زمانبندی‌شده، به بررسی پاسخ مرحله حاد دستگاه ایمنی به یک و دو جلسه تمرین استقامتی و مقاومتی همزمان در روز پرداختند. نتایج نشان داد، انجام یک یا دو جلسه تمرین منتخب در هفته، تغییری در سطح CRP ایجاد نمی‌کند (۱۷)؛ از سوی دیگر، Te-Hung و همکاران، با مطالعه بر روی ۱۳ مرد فعال ۱/۸±۲۱/۵ ساله که یک جلسه تمرین را در دو شدت ۶۵ و ۸۵ درصد حداکثر توان هوازی، با فاصله ۷-۱۰ روز از یکدیگر انجام دادند، افزایش معنی‌داری را در سطح CRP بعد از تمرین در هر دو شدت گزارش نمودند، اما تفاوت معنی‌داری بین تغییرات CRP در دو شدت مشاهده نشد (۹). برخی پژوهشگران تأکید می‌کنند که تغییرات CRP، می‌تواند تحت تأثیر شدت و مدت فعالیت باشد. تحقیقات King و همکاران، حاکی از نقش مؤثّر شدت و مدت فعالیت بر تغییرات شاخص‌های التهابی است (۱۸). با توجه به میانگین مدت انجام تمرین در گروه‌های تجربی تحقیق حاضر (۱/۶۸±۱۵/۱۶ دقیقه)، به نظر می‌رسد مدت کوتاه تمرین حاضر، از دلایل ناهمسویی یافته‌های این پژوهش با برخی مطالعاتی است که افزایش CRP را گزارش نموده‌اند. عامل دیگری که باید به آن پرداخته شود، زمان و فواصل خونگیری از آزمودنی‌ها است. در این ارتباط، برخی پژوهشگران بیان کرده‌اند که بیان ژن CRP وابسته به سایتوکاین و تولید پروتئین متعاقب آن، به زمان نیاز دارد. در نتیجه ممکن است، افزایش سطح CRP متعاقب انجام فعالیت ورزشی شدید، به زمان بیشتری نیاز داشته باشد (۸)؛ بنابراین این انتظار وجود دارد، در صورتی‌که نمونه‌گیری در پس‌آزمون در فاصله بیشتری نسبت به زمان پایان فعالیت صورت می‌گرفت، تغییرات متفاوتی در سطح CRP رخ می‌داد؛ از طرفی Kohut و همکاران اشاره می‌کنند که سن و سلامت جسمی و روانی افراد، از عوامل مؤثّر بر سطح CRP آزمودنی‌ها است (۱۹). میانگین سن آزمودنی‌های پژوهش حاضر ۱/۲۴±۲۱/۵۹ سال و افراد، سالم و تندرست بودند؛ لذا به نظر می‌رسد، وضعیت جسمانی و سن آزمودنی‌های تحقیق حاضر، از مهمترین دلایل ناهمسویی یافته‌های ما با مطالعه Boettger و همکاران است که افزایش CRP را پس از فعالیت حاد، در آزمودنی‌های افسرده ۴۰ ساله نشان دادند (۳).

موضوع دیگری که باید به آن توجه داشت، نوع فعالیت ورزشی انجام شده است. آسیب عضلانی بیشتر، می‌تواند از دلایل افزایش سطح CRP پس از تمرین‌های ورزشی باشد؛ در این راستا، چند پژوهشگر افزایش مقدار CRP پس از فعالیت ورزشی بی‌هوازی شدید و به‌ویژه تمرینات برون‌گرا را گزارش نموده‌اند (۲۰). پژوهشگران مطرح نموده‌اند که آسیب عضلانی ناشی از ورزش، تولید IL-6 را توسط TNF-α و IL-β به عهده دارد و IL-6 که در آغاز پاسخ التهابی برای ترمیم آسیب عضله تولید می‌شود، محرک اصلی تولید CRP

است (۸)،همچنین افزایش استرس مکانیکی و فعال‌سازی سلول‌های اندوتلیال ناشی از ضربه‌های مکرر پا به زمین، از دلایل احتمالی افزایش CRP سرم پس از دویدن عنوان شده است (۱۷)؛ از طرفی Aronson و همکاران، با ارزیابی استقامت عمومی آزمودنی‌ها با استفاده از پروتکل نوارگردان بروس و اندازه‌گیری سطح CRP آنها، مشاهده نمودند، ارتباط معکوس قوی بین سطح پایه CRP پلاسما و استقامت قلبی-تنفسی وجود دارد؛ در واقع با افزایش استقامت قلبی-تنفسی، سطح پایه CRP کاهش می‌یابد (۲۱). در این راستا اراضی و همکاران بیان نمودند که تمرینات ورزشی، اثر دوگانه‌ای دارند که شامل اثر حاد یک یا دو نوبت ورزش بر افزایش CRP و کاهش یا مهار رهایش CRP تحت تأثیر فعالیت‌های تداومی است؛ بنابراین هر چه میزان فعالیت‌های گذشته و سطح آمادگی اولیه فرد بالاتر باشد، افزایش CRP کمتر خواهد بود (۱۷)؛ از طرفی افزایش توان هوازی در تمرین عصر نسبت به تمرین صبح، در تحقیقات گزارش شده است (۱۲)؛ بنابراین ظرفیت هوازی بیشینه بالاتر آزمودنی‌ها در گروه تمرین عصر (۷/۱۲±۶۴/۳۷ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه نسبت به ۷/۶۱±۶۰/۷۹ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه در گروه صبحگاهی)، می‌تواند از دلایل کاهش CRP متعاقب تمرین عصر باشد. همسو با یافته این پژوهش، Peeri و همکاران، اثر تمرین در زمان‌های متفاوت روز بر نشانگرهای التهابی خطر بیماری قلبی- عروقی در مردان چاق را بررسی نمودند و کاهش بیشتر سطح CRP را در گروه عصرگاهی متعاقب ۱۲ هفته تمرین هوازی نشان دادند (۲۲).

نتایج حاصل از آنالیز واریانس دوطرفه نشان داد، یک جلسه فعالیت، به تغییر معنی‌داری در سطح HDL پلاسما منجر نشد و تغییرات سطح HDL پس از تمرین صبحگاهی و عصرگاهی نیز معنی‌دار نبود؛ همچنین تمرین صبحگاهی و عصرگاهی، تغییر معنی‌داری در سطح TC و LDL پلاسما ایجاد نکرد؛ از سوی دیگر تمرین در هر دو نوبت صبح و عصر، افزایش معنی‌دار سطح TG پلاسما را به همراه داشت (P=۰/۰۰۲). به نظر می‌رسد شدت تمرین در پژوهش حاضر، برای تغییر سطح HDL مناسب نبوده است. تاکنون شدت بهینه‌ای که تغییرات مطلوبی در لیپوپروتئین‌های پلاسما ایجاد نماید، تعیین نشده است. اگر چه تمرین با شدت ۵۰ تا ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه، از سوی مراکز بین‌المللی توصیه شده است، با این حال مشخص نشده است که آیا این شدت تمرین پیشنهادی، موجب کاهش خطر بیماری‌های قلبی-عروقی می‌گردد؟ از سوی دیگر در برخی مطالعات نیز، حداقل شدت پیشنهادی تمرین هوازی به‌منظور تأثیر مطلوب بر سطح HDL پلاسما، ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه گزارش شده است (۲۳). در مطالعه حسینی و همکاران، پس از انجام آزمون فزاینده آستراند روی نوارگردان توسط ۲۴ مرد فعال، سطوح LDL و TC پلاسما افزایش معنی‌داری یافت (۶). همسو با یافته‌های پژوهش حاضر، در مطالعه دیگری افزایش سطح TG پلاسما پس از یک وهله فعالیت درمانده‌ساز با حجم بالا در زنان یائسه مشاهده شده است (۷). دلیل این یافته‌های ناهمسو واضح و روشن نیست، اما تفاوت آزمودنی‌های مورد مطالعه، وضعیت هورمونی و پیش‌قاعدگی، رژیم غذایی و حجم تمرین، از دلایل این ناهمسویی‌ها بیان شده است (۷). در مطالعه دیگری، سطح لیپوپروتئین‌های پلاسما متعاقب ۱۰ دقیقه و ۲۴ ساعت پس از یک جلسه تمرین زیر بیشینه در ۱۰ مرد بی‌تحرک در دو دمای محیطی گرم (۴۲ درجه سانتی‌گراد) و سرد (۲۰ درجه سانتی‌گراد) اندازه‌گیری شد و افزایش معنی‌دار سطح HDL در هر دو گروه متعاقب ۱۰ دقیقه و ۲۴ ساعت پس از تمرین، افزایش معنی‌دار سطح TC را متعاقب ۱۰ دقیقه و ۲۴ ساعت پس از تمرین در گروه تمرینی ۴۲ درجه سانتی‌گراد و افزایش سطح TG را تنها ۱۰ دقیقه پس از تمرین در گروه تمرین ۲۰ درجه، مشاهده شد (۲۴)؛ بنابراین به نظر می‌رسد، تفاوت درجه حرارت محیط در زمان‌های مختلف روز نیز از عوامل تأثیرگذار بر نتایج تحقیقات مختلف باشد. بوستانی و همکاران، با

تحقیق بر روی ۲۰ مرد کاراته‌کار (۳/۴±۲۳ ساله) که در دو جلسه تمرینی مشابه کاراته، به فاصله ۳۶ ساعت از یکدیگر در ساعت‌های ۷ صبح و ۱۹ عصر شرکت نمودند، کاهش معنی‌دار سطوح LDL و TC و افزایش سطح HDL پس از تمرین عصر را نشان دادند. در این تحقیق، از یک جلسه فعالیت ورزشی با شدت و حجم متوسط (۷۰ تا ۹۰ درصد HRR به مدت ۵۰ دقیقه) استفاده شده بود (۱۰). به نظر می‌رسد، تفاوت نوع و شدت تمرین آزمودنی‌های پژوهش بوستانی با پژوهش حاضر (شدت متوسط و مدت طولانی در مقابل شدت زیاد و مدت کم)، می‌تواند از دلایل ناهمسویی یافته‌ها باشد. نتایج آزمون آنالیز واریانس دوطرفه در مطالعه حاضر، افزایش معنی‌دار سطح TG را در تمرین صبح و عصر نشان داد. شواهدی مبنی بر کاهش سطح TG پلاسما در افراد سالم بلافاصله پس از تمرین وجود ندارد، اما کاهش با تأخیر و ۱-۲ روز پس از جلسه تمرین گزارش شده است؛ همچنین ۴۸ ساعت پس از جلسه تمرین، کاهش سطح TG در افراد تمرین‌کرده استقامتی در مقایسه با افراد تمرین‌نکرده بیشتر است (۲۵)؛ لذا اندازه‌گیری با تأخیر سطح TG پلاسما متعاقب جلسه تمرین در این پژوهش، می‌توانست به بروز پاسخ متفاوتی منجر شود. شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد، پاسخ نزولی TG به تمرین، به مقدار انرژی مصرفی در طول جلسه تمرین وابسته است. یک جلسه تمرین با شدت متوسط و طولانی‌مدت، سطح TG پلاسما را تا ۳۰ درصد کاهش می‌دهد. نظر به این که بر اساس شواهد، دوره‌های کوتاه‌مدت تمرین (دقیقه۳۰≤)، تأثیری بر TG پلاسما ندارد، لذا هزینه مصرف انرژی و زمان اندازه‌گیری TG، از عوامل تأثیرگذار بر نتایج پژوهش حاضر است. مقدار آستانه مصرف انرژی برای کاهش TG بیشتر از ۵۰۰ کیلوکالری گزارش شده است (۲۵).

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد، انجام یک وهله فعالیت با مشخصه آزمون بیشینه بروس در دو نوبت صبح و عصر، تفاوت معنی‌داری در سطوح عوامل خطر رایج قلبی- عروقی بین تمرین صبح و عصر ایجاد نمی‌کند، اما با توجه به کاهش معنی‌دار CRP پلاسما متعاقب تمرین عصر، احتمالاً انجام تمرین شدید در نوبت عصر نسبت به تمرین شدید در نوبت صبح، کم‌خطرتر بوده و ایمنی بیشتری فراهم می‌کند.

منابع:

1- Bermingham MA, Mahajan D, Neaverson MA. Blood lipids of cardiac patient after acute exercise on land and in water. Arch Phys Med Rehabil. 2004; 85(3):509-11.

2- Buyukyazi G. The effects of eight-week walking programs of two different intensities on serum lipids and circulating markers of collagen remodelling in humans. Sci Sport. 2008; 23(3-4): 162-9.

3- Boettger S, Müller HJ, Oswald K ,Puta C, Donath L,Gabriel HH, et al. Inflammatory changes upon a single maximal exercise test in depressed patients and healthy controls. Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry. 2010; 34(3): 475-8.

4- Sheikholeslami Vatani D, Ahmadi S, Mojtahedi H, Marandi M, Ahmadi Dehrashid K, Faraji H, et al. Influence of different intensities of resistance exercise on inflammatory markers in young healthy menIranian Journal of Endocrinology and Metabolism. 2011; 12(6): 618-25. [Persian]

5- Czarkowska-Paczek B, Bartlomiejczyk I, Gabrys T, Przybylski J, Nowak M, Paczek L. Lack of relationship between interleukin-6 and CRP levels in healthy male athletes. Immunol Lett. 2005; 99(1): 136-40.

6- Hosseini M, Nikbakht M, Habibi A, Ahangarpour A, Fathi Moghaddam H. Acute effects of an aerobic exhaustive incremental exercise session on serum leptin and plasma lipids. Jundishapur Scientific Medical Journal. 2011; 10(4); 363-71. [Persian]

7-Weise SD, Grandjean PW, Rohack JJ, Womack JW, Crouse SF. Acute changes in blood lipids and enzymes in postmenopausal women after exercise. J Appl Physiol. 2005; 99(2) 609-15.

8- Murtagh E, Boreham C, Nevill AM, Davison G, Trinick T, Duly E, et al. Acute responses of inflammatory marks of cardiovascular disease risk to a single walking session. J Phys Act Health. 2005; 2(3): 324-32.

9- Tsao T, Hsu C, Yang C, Liou T. The effect of exercise intensity on serum leptin and C-reactive protein levels. J Exerc Sci Fit. 2009; 7(2): 98-103.

10- Boostani MH, Javanmardi R, Boostani MA, Rezaei AM, Hosseini E. Effect of a single session exercise done twice a day on plasma lipids, lipoproteins, immunoglobulin and cortisol in elite karatekas. Journal of Martial Arts Anthropology. 2011; 11(3): 42-6.

11- Atkinson G, Drust B, Reilly T, Waterhouse J. The relevance of melatonin to sports medicine and science. Sports Med. 2003; 33(11): 809-31.

12- Teo W, Newton MJ, McGuigan MR. Circadian rhythms in exercise performance: Implications for hormonal and muscular adaptation. J Sports Sci Med. 2011; 10: 600-6.

13- Jimenez AH, Tofler GH, Chen X, Stubbs ME, Solomon HS, Muller JE. Hemodynamic and hemostatic responses to morning and evening exertion in systemic hypertension and implications for triggering of acute cardiovascular disease. Am J Cardiol. 1994; 74(3): 253-57.

14- Aldmir H, Kilic N. The effect of time of day and exercise on platelet functions platelet–neutrophil aggregates in healthy male subjects. Mol Cell Biochem. 2005; 280(1-2): 119-24.

15- Gaeeni AA, Rajabi H. Physical fitness. 1st ed. Tehran: Samt publication; 2003. [Persian]

16- Dill DB, Costill DL. Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration. J Appl Physiol. 1974; 37(2): 247-8.

17- Arazi H, Damirchi A, Babaei P. Acute-phase reponse to single and repeated bouts of concurrent endurance and resistance exercise. Olympic. 2007; 15(3): 67-80. [Persian]

18- O'Donovan G, Owen A, Bird SR, Kearney EM, Nevill AM, Jones DW, et al. Changes in cardiorespiratory fitness and coronary heart disease risk factors following 24 weeks of moderate or high intensity exercise of equal energy cost. J Appl Physiol. 2005; 98(5): 1619-25.

19- Kohut ML, McCann DA, Russell DW, Konopka DN, Cunnick JE, Franke WD, et al. Aerobic exercise, but not flexibility/resistance exercise, reduces serum IL-18, CRP, and IL-6 independent of blockers, BMI, and psychosocial factors in older adults. Brain Behav Immun. 2006; 20(3): 201-9.

20- Simonson SR. The Immune response to resistance exercise. J strength cond res. 2001; 15(3): 378-84.

21- Aronson D, Sella R, Sheikh-Ahmad M, Kerner A, Avizohar O, Rispler S, et al. The association between cardiorespiratory fitness and C-reactive protein in subject with metabolic syndrome. J Am Coll Cardiol. 2004; 44 (10): 2003-7.

22- Peeri M, Assarzadeh M, Azarbayjani MA, Agaalinejad H. Effect of exercise at different times of day on the inflammatory markers of cardiovascular disease Risk in Obese Men. Ann Biol Res, 2011; 2(5): 213-20.

23- Stein RA, Michielli DW, Glantz MD, Sardy H, Cohen A, Goldberg N, et al. Effects of different exercise training intensities on lipoprotein cholesterol fractions in healthy middle-aged men. Am Heart J. 1990; 119(2 pt 1): 277-83.

24- Rajender K, Gaurva T, Jaspal S. Comparison of the acute effect of single session of submaximal exercise in hot and cold ambient temperatures on lipid profile. Indian J. Physiother. Occup. Ther. 2008; 2(1): 33-40.

25- Magkos F, Patterson BW, Mohammed BS, Mittendorfer B. A single 1-h bout of evening exercise increase basal FFA flux without affecting VLDL-triglyceride and VLDL-apolipoprotein kinetic in untrained lean men. Am J Physiol-Endoc M. 2007; 292(6): E1568-E574.

Abstract *Original Article*

Comparison of some prognostic markers of cardiovascular diseases . to morning and evening Bruce treadmill test in women

Marziyeh Saghebjoo[1], Zohreh Dadi[2], Mohammd Esmaeil Afzalpour[3], Mehdi Hedayati[4], Ali Yaghoubi[5]

Background and Aim: Some physiological and psychological variables have a circadian rhythm or cyclical changes and many physiological responses to exercise, e.g. cardiovascular diseases (CVD) are somehow affected by their time of the day .Thus, .the present study aimed at finding out the effect of the time of the day on plasma levels of C-reactive protein (CRP) and lipid profile after one session of exhaustive exercise in apparently healthy young women in Birjand in 2011.

Materials and Methods: The present study was a quasi-experimental pre/post one. Forty-four active women (mean. age 21.59±1.24 yrs.; mean BMI 21.11±2.74kg/m^2) were divided into 2 experimental and 2 control groups. The experimental groups performed the Bruce treadmill maximal protocol after 12 hours fasting at 8 a.m. and at 6 p.m. Then, blood samples of all participants were derived from the antecubital vein of each before and immediately after the test. Finally, the obtained data was analyzed using the two-way ANOVA test.

Results: A significant decrease in CRP levels was observed in the evening post-exercise period compared with the pre-test (p=0.008), while CRP levels after the morning exercise had no significant change compared with the pre-test. Plasma triglyceride (TG) level significantly increased after both of morning and evening exercises (p=0.002). But, no significant changes in TG, HDL and LDL cholesterol levels were found after morning and evening exercises.

Conclusion: Taking CRP response into account, it seems that high intensity exercise in the evening is better and safer than the same exercise in the morning.

Key Words: Morning exercise, Evening exercise, Bruce treadmill test, C-reactive protein, Lipid profile

Journal of Birjand University of Medical Sciences. 2013; 20 (3): 252-261.

Received: March 8, 2013 ***Accepted: October 6, 2013***

[1] *Corresponding author, Assistant professor, University of Birjand ,Birjand, Iran m_saghebjoo@birjand.ac.ir*
[2] *MSc in Physical Education University of Birjand, Birjand, Iran.*
[3] *Associate Professor, University of Birjand, Birjand, Iran.*
[4] *Associate Professor, Cellular and Molecular Research Center, Research Institute for Endocrine Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.*
[5] *Ph.D. Student of Exercise Physiology, University of Birjand, Birjand, Iran.*