

اثر آزمون ورزشی آستراند بر پاسخ اینترلوکین-۶ و پروتئین واکنشی-C سرم مردان سالم غیر فعال

ابراهیم اختی شجاعی^{۱*} (M.Sc)، افشار جعفری^{۲*} (Ph.D)، عدالت فرج اف^۳ (Ph.D)، علی اکبر ملکی راد^۴ (Ph.D)، محمدرضا علیپور^۵ (Ph.D)، ناصر احمدی اصل^۵ (Ph.D)

۱- دانشگاه علوم پزشکی تبریز، مرکز تحقیقات سل و بیماری‌های ریوی، گروه فیزیولوژی ورزشی

۲- دانشگاه تبریز، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی مولکولی

۳- آذربایجان، آکادمی ملی علوم باکو، انستیتو فیزیولوژی

۴- دانشگاه پیام نور تهران، گروه زیست‌شناسی

۵- دانشگاه علوم پزشکی تبریز، دانشکده پزشکی، گروه فیزیولوژی

چکیده

سابقه و هدف: با توجه به نتایج متناقض و نگرانی‌های مربوط به تأثیر آزمون‌های ورزشی و امانده‌ساز بر پاسخ التهابی سیستمیک در افراد غیر فعال، این مطالعه به منظور تعیین اثر آزمون ورزشی و امانده‌ساز آستراند بر پاسخ اینترلوکین-۶ (IL-6) و پروتئین واکنشی-C (CRP) سرم مردان سالم غیر فعال انجام شد.

مواد و روش‌ها: تحقیق حاضر در قالب طرح‌های نیمه تجربی قبل/بعد روی ۱۰ داوطلب مرد سالم غیر فعال (سن ۲۴-۲۰ سال و شاخص توده‌ی بدنی $25-20 \text{ Kg/m}^2$) شرکت‌کننده در آزمون هوازی چرخ کارسنج آستراند اجرا شد. نمونه‌های خونی بلافاصله قبل و بعد از آزمون ورزشی جمع‌آوری شدند. میزان اینترلوکین-۶ و پروتئین واکنشی-C سرمی به ترتیب با روش‌های الایزا و ایمنوفتومتری اندازه‌گیری شد. هم‌چنین، میزان اپی نفرین و کورتیزول پلاسمایی (به عنوان متغیرهای کنترل) با استفاده از روش الایزا بررسی شد.

یافته‌ها: نتایج پس از انجام آزمون و امانده ساز حاکی است که مقادیر IL-6 و CRP سرم به ترتیب تا حدود ۱/۳ و ۲/۴ برابر به طور معنی‌دار افزایش یافته است ($P < 0.001$). با این حال، تمام مقادیر اندازه‌گیری شده در محدوده‌ی طبیعی مربوط به افراد سالم قرار داشتند. به علاوه، میزان اپی نفرین و کورتیزول پلاسمایی به ترتیب تا حدود ۲/۷ و ۱/۱ برابر به طور معنی‌دار افزایش پیدا کرد ($P < 0.001$).

نتیجه‌گیری: بر اساس یافته‌های حاضر، می‌توان نتیجه گرفت که آزمون چرخ کارسنج آستراند باعث التهاب سطح پایین (افزایش IL-6 و CRP سرم) و افزایش در هورمون‌های استرسی (اپی نفرین و کورتیزول پلاسمایی) می‌شود؛ اما این تغییرات برای مردان سالم غیر فعال مضر نمی‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پروتئین واکنش دهنده سی، اینترلوکین-۶، تست ورزش

مقدمه

آزمون‌های ورزشی از جمله ابزارهای تشخیصی هستند که در کنار سایر روش‌های بالینی برای تعیین توان هوازی یا سلامت قلبی-عروقی انسان به کار گرفته می‌شوند [۱-۳]. با این حال، برخی از محققین معتقدند که انجام آزمون‌ها و

فعالیت‌های و امانده‌ساز ممکن است به عنوان عامل فشارآفرین و سرکوب‌گر دستگاه دفاعی باعث بروز پاسخ‌های التهابی و افزایش نامطلوب برخی از شاخص‌های التهاب سیستمیک درگیر در فرآیندهای آتروژنیک شود [۴-۶]. به عنوان مثال، Meyer و هم‌کاران اشاره داشتند که وهله‌های رکاب‌زنی

چربی بدن و با توجه به نتایج مطالعات قبلی (با خطای اول پنج صدم و توان آزمون هشت دهم) به طور تصادفی از بین داوطلبان ۱۰ نفر آزمودنی به منظور شرکت در اجرای آزمون ورزشی آستراند انتخاب شد. البته، از آزمودنی‌ها خواسته شد تا به طور سرخود و بدون اطلاع قبلی، از مصرف هر گونه دارو یا مکمل ضدالتهابی و انجام فعالیت‌های بدنی سنگین و غیرمرسوم قبل از اجرای آزمون ورزشی پرهیز نمایند.

آزمون هوازی وامانده‌ساز آستراند با بار کار اولیه‌ی ۱۰۰ وات (معادل ۶۰۰ کیلوگرم متر/دقیقه) روی چرخ کارسنج (Ergo metrics 800S, Sensor Medics, Yorba Linda, USA) با سرعت رکاب‌زنی ۵۰ الی ۶۰ بار در دقیقه و افزایش بار تدریجی ۵۰ وات در هر سه دقیقه تا سرحد واماندگی انجام شد [۱۱]. آزمودنی‌ها قبل از شرکت در قرارداد ورزشی با استفاده از حرکات کششی و نرمشی طی مدت ۱۵ دقیقه بدن خود را گرم کردند. همه‌ی آزمودنی‌ها طی پنج روز متوالی و در شرایط یک‌سان (ساعت ۱۶ الی ۲۰، دمای ۲۲ الی ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰ الی ۵۵ درصد) در تحقیق شرکت داشتند.

سه ساعت قبل از اولین مرحله‌ی خون‌گیری، آخرین وعده‌ی غذایی به همه‌ی آزمودنی‌ها داده شد. به علاوه، از شرکت‌کنندگان خواسته شد که یک ساعت قبل از اجرای آزمون وامانده‌ساز از خوردن غذا، نوشیدن قهوه، نوشابه‌های قندی و اسیدی پرهیز نمایند. با این حال، همه‌ی آزمودنی‌ها در تمام مراحل آزمون به آب برای نوشیدن دسترسی داشتند. نیم‌ساعت قبل از اجرای قرارداد ورزشی در حدود پنج میلی‌لیتر خون از ورید پیش آرنجی (Antecubital vein) چپ همه‌ی آزمودنی‌ها تهیه شد (اولین مرحله‌ی خون‌گیری). حدود دو نیم میلی‌لیتر از نمونه‌های خونی به منظور تهیه سرم به درون ویال‌های فاقد ماده‌ی ضدانعقاد ریخته و به مدت ۱۵ الی ۳۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شد. دو و نیم میلی‌لیتر باقی‌مانده نیز به منظور اندازه‌گیری شاخص‌های هماتولوژیک (Complete blood count, CBC) و هورمون‌های استرسی اپی‌نفرین و کورتیزول پلاسمایی به ویال‌های حاوی ماده‌ی

کوتاه‌مدت و مکرر (۱۰ ثانیه‌ای با هشت تکرار با فواصل استراحت پنج دقیقه‌ای) موجب افزایش اینترلوکین-۶ و پروتئین واکنشی C- (C-reactive protein: CRP) می‌شوند [۷]. در حالی که نتایج مطالعه‌ی Collins و همکاران حاکی است که هیچ‌گونه افزایشی در سطوح این دو شاخص التهابی متعاقب آزمون ورزشی مشاهده نمی‌شود [۸]. به هر حال، با توجه به برخی ابهامات و نگرانی‌ها مرتبط با ماهیت التهاب‌زای آزمون‌های ورزشی [۹] و عدم دسترسی به مطالعات مدون و جامع در رابطه با ایمن بودن آزمون‌های وامانده‌ساز، تحقیق حاضر در راستای تعیین تأثیر آزمون ورزشی وامانده‌ساز آستراند (Astrand's exhaustive exercise test) بر پاسخ اینترلوکین-۶ و پروتئین واکنشی C- سرمی مردان سالم غیرفعال انجام شد تا در خصوص به‌کارگیری یا عدم استفاده از این آزمون در بررسی‌های بالینی مربوط به مردان غیرفعال پیشنهاداتی ارائه داد.

مواد و روش‌ها

مطالعه‌ی حاضر پس از تأیید از کمیته‌ی اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی تبریز در قالب یک طرح نیمه‌تجربی تک گروهی قبل و بعد روی ۱۰ مرد دانشجوی سالم (بدون ابتلاء به بیماری قلبی-تنفسی، عفونت یا هر گونه بیماری خاص (دیابت، سندروم متابولیک، آسم و ...))، غیرفعال (بدون فعالیت بدنی منظم در شش ماه گذشته) و غیرسیگاری انجام شد. پس از توزیع اعلامیه‌ی همکاری شرکت در طرح تحقیق در بین دانشجویان دانشگاه تبریز، ۲۶ نفر داوطلب در جلسه‌ی هماهنگی حضور پیدا کردند. همه‌ی داوطلبین با تکمیل فرم رضایت آگاهانه و پرسش‌نامه‌های سلامتی و یادآمد تغذیه‌ای ۲۴ ساعته، مورد معاینات پزشکی قرار گرفتند. دو هفته قبل از شروع تحقیق، شاخص‌های پیکرسنجی (آنتروپومتریک) قد، وزن، شاخص توده‌ی بدن و درصد چربی بدن (با استفاده از روش ضخامت سنجی پوستی و فرمول سه نقطه‌ای دانشکده‌ی پزشکی ورزشی آمریکا) اندازه‌گیری شد [۱۰]. سپس با در نظر گرفتن سن، شاخص توده و درصد

نتایج

میانگین و انحراف معیار مشخصات فردی، جسمانی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌های مورد مطالعه در جدول شماره‌ی یک نشان داده شده است. میانگین تعداد لکوسیت‌های خون محیطی و زیرگروه‌های آن نیز در جدول دو آورده شده است. به علاوه، میانگین هورمون‌های استرسی پلازما و شاخص‌های التهابی اینترلوکین-۶ و پروتئین واکنشی-C سرمی قبل و متعاقب آزمون وامانده‌ساز آستراند در جدول سه نشان داده شده است.

میانگین تعداد لکوسیت‌های خونی محیطی و زیرگروه‌های آن متعاقب آزمون ورزشی وامانده‌ساز آستراند به طور معنی‌دار افزایش پیدا کرد ($P < 0.001$). با این حال، بیش‌ترین میزان افزایش در تعداد نوتروفیل‌ها (۵۰/۱۵ درصد) دیده شد (جدول ۲).

به علاوه، هورمون‌های استرسی اپی‌نفرین و کورتیزول پلاسمایی در پاسخ به آزمون ورزشی وامانده‌ساز آستراند به‌طور معنی‌دار ($P < 0.001$) به ترتیب حدود ۲/۷ و ۱/۱ برابر افزایش پیدا کردند (جدول سه). در حالی که شاخص‌های التهابی اینترلوکین-۶ و پروتئین واکنشی-C سرمی به‌طور معنی‌دار ($P < 0.001$) به ترتیب حدود ۱/۳ و ۲/۴ برابر افزایش یافتند. به عبارتی، بیش‌ترین افزایش در هورمون استرسی اپی‌نفرین و شاخص التهاب سیستمیک پروتئین واکنشی-C مشاهده شد (جدول ۳). به علاوه، نتایج آزمون اسپیرمن در سطح معنی‌داری کم‌تر از یک درصد به رابطه‌ی مثبت و نسبتاً بالای بین دامنه‌ی تغییرات اپی‌نفرین و کورتیزول با دامنه‌ی اینترلوکین-۶ (به ترتیب ۰/۶۳۰ و ۰/۶۸۳)، پروتئین واکنشی-C (به ترتیب ۰/۷۳۱ و ۰/۷۴۴) و لکوسیت‌های خون محیطی (به ترتیب ۰/۴۴۴ و ۰/۶۴۹) اشاره دارد.

ضد انعقاد (Ethylene diamine tetra acetic acid, K2EDTA) ریخته و خوب به هم زده شد. دومین مرحله‌ی خون‌گیری بلافاصله پس از خاتمه‌ی آزمون آستراند انجام شد. همه‌ی نمونه‌ها تا زمان آزمایش در دمای منهای ۸۰ درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شدند.

اینترلوکین-۶ و پروتئین واکنشی-C سرمی به ترتیب با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی Sanquin (ساخت هلند (DL=0.2pg/ml) و روش الایزا (Enzyme-linked immunoabsorbent assay, ELISA) و پارس آزمون (ساخت ایران) و روش ایمنوفوتومتري (Immunophotometry) اندازه‌گیری شدند. شاخص‌های هماتولوژیک نیز با استفاده از شمارش‌گر سلولی Technicon به شیوه‌ی آج-وان تعیین شد. در راستای کنترل فشار ناشی از انجام آزمون آستراند، میزان هورمون‌های استرسی اپی‌نفرین و کورتیزول پلاسمایی نیز با استفاده از کیت‌های شرکت IBL ساخت آلمان (DL=0.01 ng/ml and for adrenalin and 2.5 ng/ml for Cortisol) و روش الایزا اندازه‌گیری شد. به علاوه، به منظور حذف اثرات زودگذر فعالیت ورزشی و شرایط آزمایشگاهی روی شاخص‌های خونی، تغییرات حجم خون با استفاده از فرمول Dill و Costill محاسبه شد [۱۲].

داده‌های طبیعی (نتایج آزمون کلموگروف-اسمیرنوف) قبل و بعد از اجرای آزمون ورزشی به صورت میانگین و انحراف استاندارد با کمک آزمون t هم‌بسته (Paired t-test) مورد بررسی قرار گرفت و رابطه‌ی هم‌زمان دامنه‌ی تغییرات متغیرها با آزمون هم‌بستگی اسپیرمن (Spearman) بررسی شد. همه‌ی تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS/PASW تحت ویندوز نسخه‌ی ۱۸ (Statistical Package for the Social Sciences/ Predictive Analytics Software) در سطح معنی‌داری پنج درصد انجام شد.

جدول ۱. مشخصات فردی و آنتروپومتریک آزمودنی‌های مورد مطالعه (۱۰ نفر)

متغیرها	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	درصد چربی بدن	BMI* (Kg/m ²)	VO ₂ max** (ml/Kg/min)
میانگین	۲۱/۰۱	۱۷۷/۴۳	۷۱/۴۳	۱۶/۷	۲۲/۵۶	۴۵/۰۱
انحراف معیار	۱/۱	۵/۹۴	۱۱/۸۰	۱/۲	۲/۸۴	۵/۸۳

BMI*: شاخص توده بدن؛ VO₂max**: اکسیژن مصرفی بیشینه (Maximal oxygen consumption percent)

جدول ۲. تغییرات لکوسیت‌های خون محیطی متعاقب آزمون آستراند (۱۰ نفر)

شاخص	مرحله	میانگین	انحراف معیار	درصد تغییرات (%)	P
تعداد کل لکوسیت‌ها (×۱۰ ^۹ لیتر)	قبل	۶/۰۶	۰/۵۴	۴۲/۵۷	P<۰/۰۰۱
	بعد	۸/۶۴	۰/۸۲		
تعداد نوتروفیل (×۱۰ ^۹ لیتر)	قبل	۳/۳۷	۰/۵۱	۵۰/۱۵	P<۰/۰۰۱
	بعد	۴/۷۶	۰/۷۸		
تعداد مونوسیت (×۱۰ ^۹ لیتر)	قبل	۰/۴۳	۰/۰۷۸	۳۴/۸۸	P<۰/۰۰۱
	بعد	۰/۵۸	۰/۰۹۶		
تعداد لنفوسیت (×۱۰ ^۹ لیتر)	قبل	۲/۱۲	۰/۱۵	۴۳/۸۶	P<۰/۰۰۱
	بعد	۳/۰۵	۰/۴۳		

جدول ۳. تغییرات هورمون‌های استرسی و شاخص‌های التهابی متعاقب آزمون آستراند (۱۰ نفر)

متغیر	مرحله	میانگین	انحراف معیار	درصد تغییرات	P
ایپینفرین پلاسما (ng/ml)	قبل	۰/۳۸	۰/۰۲	۲۷۱/۰۵	P<۰/۰۰۱
	بعد	۱/۴۱	۰/۰۱		
کورتیزول پلاسما (ng/ml)	قبل	۶۷	۲/۲۲	۱۱۳	P<۰/۰۰۱
	بعد	۱۴۲/۷۱	۳/۲۷		
اینترلوکین-۶ (Pg/ml)	قبل	۱/۱۰۸	۰/۱۵۲	۱۳۱/۰۴	P<۰/۰۰۱
	بعد	۲/۵۶	۰/۱۹۶		
پروتئین واکنشی-C (mg/l)	قبل	۰/۴۷	۰/۲۹	۲۴۰/۴۲	P<۰/۰۰۱
	بعد	۱/۶۰	۰/۱۵		

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه‌ی حاضر، در تأیید برخی از مطالعات گذشته [۱۴، ۱۳، ۷، ۵] حاکی است که آزمون ورزشی آستراند به عنوان یک عامل فشار آفرین جسمانی موجب افزایش معنی‌دار شاخص‌های التهابی اینترلوکین-۶ (۱/۳ برابری) و پروتئین واکنشی-C (۲/۴ برابری) در سرم و افزایش تعداد لکوسیت‌های خون محیطی (لکوسیتوز ۴۲/۵۷ درصد) می‌شود.

بر این اساس، فشار مکانیکی - متابولیکی ناشی از انجام آزمون آستراند ممکن است با فعال‌سازی عامل نسخه‌برداری کاپایی (NF-kB) و افزایش سایر عوامل پیش‌التهابی مانند عامل نکروزی-آلفا و اینترلوکین-۶ (عضلانی و خارج سلولی) و پروتئین واکنشی-C تولیدی کبد بشوند [۱۷، ۱۶، ۱۵]. افزایش پروتئین واکنشی-C نیز نوعاً طی فرآیند اپسونیزاسیون (Opsonization) همراه با پاسخ افزایشی هورمون‌های

۲/۴ برابری پروتئین واکنشی-C سرمی و افزایش تقریباً ۵۰ درصدی نوترفیل‌های گردش خون دخالت داشته باشد. البته، نباید فراموش کرد که افزایش نسبتاً متوسط تعداد لکوسیت‌های خون محیطی در مطالعه‌ی حاضر ممکن است ناشی از زمان نمونه‌گیری باشد. زیرا، لکوسیتوز ناشی از انجام فعالیت‌های ورزشی نسبتاً شدید عمدتاً به صورت دو مرحله‌ای و با تأخیر رخ می‌دهد. به علاوه، نتایج تحقیقات قبلی حاکی است که پروتئین واکنشی-C سرمی با یک تأخیر ۱۶ الی ۲۴ ساعته پس از انجام فعالیت‌های ورزشی به بالاترین میزان ممکن رسیده و پس از آن به تدریج افت پیدا می‌کند [۲۴]. از طرفی، نباید از دخالت توده‌ی بدون چربی بالا و درصد چربی کم در کاهش دامنه‌ی تغییرات پروتئین واکنشی-C سرمی پس از انجام یک دوره تمرینات بدنی غافل شد. به عبارتی، وضعیت جسمانی آزمودنی‌های مورد مطالعه می‌تواند در بروز تفاوت‌ها و تضادهای احتمالی نقش داشته باشد. زیرا، در برخی از مطالعات گذشته از افراد مسن و نسبتاً چاق استفاده شده است [۲۵، ۲۶]. به هر حال، بر اساس نتایج مطالعه‌ی حاضر و بدون در نظر گرفتن محدودیت‌های تحقیق (نبود گروه کنترل، عدم اندازه‌گیری لاکتات و پاسخ‌های زمانی شاخص‌های التهابی)، آزمون ورزشی و امانده‌ساز آستراند در بروز پاسخ التهابی سطح پایین (Low grade inflammation response) در سرم مردان غیرفعال مؤثر است. هر چند که تغییرات مشاهده شده در حد دامنه‌ی طبیعی مربوط به افراد سالم بود. بنابراین، با در نظر گرفتن احتیاط‌های لازم می‌توان گفت که از لحاظ بالینی اجرای آزمون ورزشی آستراند برای تعیین سلامت قلبی-تنفسی یا توان‌هوازی مردان غیرفعال ایمن و قابل استفاده است؛ هر چند با توجه به برخی محدودیت‌ها می‌توان اذعان داشت که هنوز برای دستیابی به نتیجه‌گیری قطعی، مطالعات بیشتری ضرورت دارد.

تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از رساله‌ی دکتری آقای ابراهیم اختری شجاعی و طرح پژوهشی تحت حمایت مالی مرکز تحقیقات

استرسی در بروز لکوسیتوز (افزایش تعداد لکوسیت‌ها به‌ویژه نوتروفیل و منوسیت‌های خون محیطی) متعاقب انجام فعالیت‌های ورزشی نقش اساسی دارند [۱۷، ۱۵]. به طوری که نتایج تحقیق حاضر، حاکی است که هم‌زمان با افزایش هورمون‌های استرسی، زیررده‌های لکوسیتی نوترفیلی، لنفوسیتی و منوسیتی به ترتیب ۵۰/۱۵ درصد، ۴۳/۸۶ درصد و ۳۴/۸۸ درصد افزایش پیدا می‌کند (جدول ۲). البته، نتایج Lim و هم‌کاران به افزایش ۱/۴ الی ۲/۵ برابری تعداد لکوسیت‌های خون محیطی پس از انجام فعالیت بدنی اشاره دارد [۱۸]. علت اختلاف بین میزان تغییرات مشاهده در مطالعه‌ی حاضر و یافته‌های قبلی ممکن است ناشی از تفاوت‌های روش‌شناسی مانند سن آزمودنی‌ها یا بار کاری و نوع انقباض‌های عضلانی باشد [۱۹، ۲۰]. به عنوان مثال، بر اساس نتایج McCarthy و هم‌کاران هر چقدر شدت فعالیت بدنی بیشتر باشد، میزان ترشحات کاتکولامینی، پاسخ‌های هومودینامیکی و فیلتراسیون نوتروفیلی-منوسیتی (از طحال و مغز استخوان) متأثر از اینترلوکین-۶ و پروتئین واکنشی-C بیشتر خواهد بود [۲۲-۲۰]. به عبارتی، لکوسیتوز ناشی فعالیت‌های بدنی تابع افزایش هورمون‌های استرسی و پروتئین واکنشی-C سرمی خواهد بود [۲۳]. از این‌رو، فعالیت‌های بدنی با شدت کم‌تر از ۶۰ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه ممکن است باعث ترشح اپی‌نفرین و پیامدهای التهابی آن یعنی افزایش اینترلوکین-۶، پروتئین واکنشی-C و تعداد لکوسیت‌های خون محیطی نشود [۲۳، ۲۰]. هر چند، اختری و هم‌کاران (۲۰۱۱)، بر خلاف تحقیق Thompson و هم‌کاران با مطالعه‌ی تأثیر یک وهله دوچرخه سواری با شدت متوسط بر شاخص‌های التهابی مردان فعال به افزایش اندک و معنی‌دار اینترلوکین-۶ و پروتئین واکنشی-C سرمی اشاره کردند. البته، مقادیر گروه تحقیقاتی اختری همانند مطالعه‌ی حاضر در دامنه‌ی طبیعی مربوط به افراد سالم قرار داشت [۱۷، ۲۳]. به هر حال، نتایج رابطه‌سنجی مطالعه‌ی حاضر حاکی است که روند تغییر پاسخ‌های هورمونی با شاخص‌های التهابی هم‌سو می‌باشند. بر این اساس، این احتمال هست که افزایش ۲/۷ برابری اپی‌نفرین در افزایش

[13] Cunniffe B, Hore AJ, Whitcombe DM, Jones KP, Baker JS, Davies B. Time course of changes in immunoelectroendocrine markers following an international rugby game. *Eur J Appl Physiol* 2010; 108: 113-122.

[14] Margeli A, Skenderi K, Tsironi M, Hantzi E, Matalas AL, Vrettou C, et al. Dramatic elevations of interleukin-6 and acute-phase reactants in athletes participating in the ultradistance foot race spartathlon: severe systemic inflammation and lipid and lipoprotein changes in protracted exercise. *J Clin Endocrinol Metab* 2005; 90: 3914-3918.

[15] Silveira EM, Rodrigues MF, Krause MS, Vianna DR, Almeida BS, Rossato JS, et al. Acute exercise stimulates macrophage function: possible role of NF-kappa B pathways. *Cell Biochem Funct* 2007; 25: 63-73.

[16] Peake J, Peiffer JJ, Abbiss CR, Nosaka K, Okutsu M, Laursen PB, Suzuki K. Body temperature and its effect on leukocyte mobilization, cytokines and markers of neutrophil activation during and after exercise. *Eur J Appl Physiol* 2008; 102: 391-401.

[17] Shojaei vEA, Farajov A, Jafari A. Effect of moderate aerobic cycling on some systemic inflammatory markers in healthy active collegiate men. *Int J Gen Med* 2011; 4: 79-84.

[18] Lim CL, Byrne C, Chew SA, Mackinnon LT. Leukocyte subset responses during exercise under heat stress with carbohydrate or water intake. *Aviat Space Environ Med* 2005; 76: 726-732.

[19] Ferreira CK, Prestes J, Donatto FF, Verlengia R, Navalta JW, Cavaglieri CR. Phagocytic responses of peritoneal macrophages and neutrophils are different in rats following prolonged exercise. *Clinics* 2010; 65: 1167-1173.

[20] Giraldo E, Garcia JJ, Hinchado MD, Ortega E. Exercise intensity-dependent changes in the inflammatory response in sedentary women: role of neuroendocrine parameters in the neutrophil phagocytic process and the pro-/anti-inflammatory cytokine balance. *Neuroimmunomodulation* 2009; 16: 237-244.

[21] McCarthy DA, Grant M, Marbut M, Watling M, Wade AJ, Macdonald I, et al. Brief exercise induces an immediate and a delayed leucocytosis. *Br J Sports Med* 1991; 25: 191-195.

[22] Gabriel H, Kindermann W. The acute immune response to exercise: what does it mean? *Int J Sports Med* 1997; 1: S28-45.

[23] Markovitch D, Tyrrell RM, Thompson D. Acute moderate-intensity exercise in middle-aged men has neither an anti- nor proinflammatory effect. *J Appl Physiol* 2008; 105: 260-265.

[24] Gleeson M. Immune function in sport and exercise. *J Appl Physiol* 2007; 103: 693-699.

[25] Donges CE, Duffield R, Drinkwater EJ. Effects of resistance or aerobic exercise training on interleukin-6, C-reactive protein, and body composition. *Med Sci Sports Exerc* 2010; 42: 304-313.

[26] Stewart LK, Flynn MG, Campbell WW, Craig BA, Robinson JP, Timmerman KL, et al. The influence of exercise training on inflammatory cytokines and C-reactive protein. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39: 1714-1719.

سل و بیماری های ریوی تبریز (در دانشگاه علوم پزشکی و آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تبریز) است. لذا، از کلیه اساتید و کارکنان مرکز تحقیقات سل و بیماری های ریوی به ویژه از استاد گرانقدر جناب آقای دکتر خلیل انصارین رئیس مرکز صمیمانه تقدیر و تشکر به عمل می آید.

منابع

[1] Arena R, Myers J, Guazzi M. The future of aerobic exercise testing in clinical practice: is it the ultimate vital sign? *Future Cardiol* 2010; 6: 325-342.

[2] Bodegard J, Erikssen G, Bjornholt JV, Gjesdal K, Liestol K, Erikssen J. Reasons for terminating an exercise test provide independent prognostic information: 2014 apparently healthy men followed for 26 years. *Eur Heart J* 2005; 26: 1394-1401.

[3] Noonan V, Dean E. Submaximal exercise testing: clinical application and interpretation. *Phys Ther* 2000; 80: 782-807.

[4] Boettger S, Muller HJ, Oswald K, Puta C, Donath L, Gabriel HH, Bär KJ. Inflammatory changes upon a single maximal exercise test in depressed patients and healthy controls. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry* 2010; 34: 475-478.

[5] Scharhag J, Meyer T, Gabriel HH, Schlick B, Faude O, Kindermann W. Does prolonged cycling of moderate intensity affect immune cell function? *Br J Sports Med* 2005; 39: 171-177.

[6] van Helvoort HA, van de Pol MH, Heijdra YF, Dekhuijzen PN. Systemic inflammatory response to exhaustive exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med* 2005; 99: 1555-1567.

[7] Meyer T, Gabriel HH, Ratz M, Muller HJ, Kindermann W. Anaerobic exercise induces moderate acute phase response. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: 549-555.

[8] Collins P, Ford I, Croal B, Ball D, Greaves M, Macaulay E, Brittain J. Haemostasis, inflammation and renal function following exercise in patients with intermittent claudication on statin and aspirin therapy. *Thromb J* 2006; 4: 9.

[9] Czarkowska-Paczek B, Bartłomiejczyk 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: 136-140.

[10] American college of sports medicine. ACSM's resource manual for Guidelines for exercise testing and prescription. Lippincott Williams & Wilkins 2009.

[11] Heyward V. Advanced fitness assessment and exercise prescription. 6th ed. Human Kinetics 2010.

[12] Dill DB, Costill DL. Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration. *J Appl Physiol* 1974; 37: 247-248.

Effect of Astrand exercise test on serum interleukin-6 and C-reactive protein response in healthy inactive men

Ebrahim Akhtari Shojaei (M.Sc)¹, Afshar Jafari (Ph.D)^{*2}, Adalat Farajov (Ph.D)³, Ali Akbar Malekirad (Ph.D)⁴, Mohammadreza Alipoor (Ph.D)⁵, Naser Ahmadi asl (Ph.D)⁵

1 – Tuberculosis & Lung Research Center, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

2 – Dept. of Molecular Exercise Physiology; University of Tabriz, Tabriz, Iran

3 - Institute of physiology, Baku National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

4 - Dept. of Biology, Payame nor University, Tehran, Iran

5 – Dept. of Physiology, Tabriz University of Medical Science, Tabriz, Iran

(Received: 25 Jul 2012 Accepted: 24 Jul 2011)

Introduction: In accordance with the conflicting results and concerns related to exhaustive exercise testing effect on systemic inflammatory responses in inactive people, this study was conducted to identify the effect of Astrand exhaustive exercise test on serum interleukin-6 (IL-6) and C-reactive protein (CRP) response in healthy inactive men.

Materials and Methods: In a quasi-experimental pre/post design, ten volunteer healthy inactive men (aged 20-24 years and body mass index 20-25 Kg/m²) participated in Astrand aerobic cycling test. Blood samples were collected immediately before and after the exercise test. Serum IL-6 and C-reactive protein were determined by ELISA and immunophotometry methods, respectively. Plasma epinephrine and cortisol (as control variables) were also determined by ELISA method.

Results: The results show that the serum IL-6 and CRP increased significantly by 1.3 and 2.4-fold following the exhaustive test, respectively (P<0.001). However, all measurements were in healthy population range. Moreover, the plasma epinephrine and cortisol increased significantly by 2.7 and 1.1-fold, respectively (P<0.001).

Conclusion: Based on the present results, it can be concluded that Astrand cycling test induces low grade inflammation (Increase in the serum IL-6 and CRP) and elevation in the stress hormones (plasma epinephrine and cortisol), but these alterations are not harmful for healthy inactive men.

Keywords: C-reactive protein, Interleukin-6, Exercise test

* Corresponding author: Fax: +98 411 3356008; Tel: +98 411 3393251
ajafari@tabrizu.ac.ir