پژوهش در علوم ورزشی شماره ۱۱، پاییز ۱۳۹۰، صص ۶۰-۴۹

رابطهٔ حداکثر اکسیژن مصرفی و نبض اکسیژن با برخی عوامل خطرزای قلبی در دختران جوان

سمیه رحمانیان[۱]، دکتر مریم کوشکی جهرمی[۲]

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۴/۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۲/۱۰

چکیده

عوامل مختلفی در بروز بیماری‌های قلبی - عروقی نقش دارند و با تشخیص این عوامل می‌توان از پیشرفت بیماری پیشگیری کرد. برای بررسی ارتباط برخی شاخص‌های التهابی شامل: پروتئین واکنشی C (hs-CRP)، فیبرینوژن و برخی شاخص‌های چاقی مانند شاخص تودهٔ بدن (BMI) و نسبت دور کمر به لگن (WHR) با حداکثر نبض اکسیژن و حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) در دختران جوان غیرورزشکار، ۴۲ نفر از دختران دانشجوی دانشگاه شیراز (سن: ۱/۲۷±۲۰/۲۱ سال، وزن: ۸/۰۳۲ ±۵۸/۰۳۵کیلوگرم، قد: ۵/۲۲ ±۱۵۸/۶۴سانتی‌متر) که کاملاً سالم بودند و از لحاظ سلامتی هیچ منعی برای شرکت در آزمون ورزشی نداشتند، به روش هدفمند از میان داوطلبان انتخاب شدند. به‌منظور اندازه‌گیری حداکثر نبض اکسیژن و VO_{2max} از آزمون بیشینهٔ بروس روی نوار گردان استفاده شد. ۵ میلی لیتر خون سیاهرگی بازویی در وضعیت ناشتا از هر یک از آزمودنی‌ها گرفته شد. برای ارزیابی نتایج از آزمون آماری همبستگی پیرسون و نرم‌افزار آماری SPSS استفاده شد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد بین شاخص التهابیhs-CRP با VO_{2max} ارتباط معکوس و معنی‌دار وجود دارد (r=-۰/۲۶ ، p ≤۰/۰۵.)، اما بینhs-CRP و حداکثر نبض اکسیژن و نیز بین فیبرینوژن و شاخص‌های چاقی با حداکثر نبض اکسیژن و VO_{2max} ارتباط معنی‌دار وجود ندارد (P > ۰/۰۵). در مجموع، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که افزایش میزان حداکثر اکسیژن مصرفی می‌تواند با کاهش شاخص خطر قلبی hs-CRP همراه باشد.

کلیدواژه‌های فارسی: حداکثر اکسیژن مصرفی، حداکثر نبض اکسیژن، پروتئین واکنشی C، فیبرینوژن، شاخص تودهٔ بدن، نسبت دور کمر به لگن.

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه شیراز Email: somayehr210@yahoo.com
۲. استادیار دانشگاه شیراز (نویسندهٔ مسئول) Email: koushkie53@yahoo.com

مقدمه

بیماری‌های قلبی - عروقی همه ساله عدهٔ زیادی از مردم را به کام مرگ می‌کشاند. مهم‌ترین این بیماری‌ها آترواسکلروزیس است که پیشگویی می‌شود بیماری غالب سال ۲۰۲۰ باشد (۱). بر اساس تحقیقات، تغییرات پاتولوژیک این بیماری پیش‌رونده از دوران کودکی آغاز می‌شود و طی چند مرحله در سنین بالاتر بروز می‌کند (۲). اغلب بیماری‌هایی که با آترواسکلروزیس ارتباط دارند از جمله بیماری‌های عروق کرونر[1] اکتسابی‌اند. با توجه به عوارض و مشکلات خطرناک بیماری‌های قلبی- عروقی، یافتن راه‌هایی برای پیش‌بینی زود هنگام آن در حال بررسی است. نشانه‌های بیماری‌های آترواسکلروزیس که در سنین بالا ظاهر می‌شود، قابل پیشگیری‌اند. شناخته‌شده‌ترین عوامل مرگ و میر بیماری‌های قلبی مثل سن، جنسیت، کلسترول بالا، سیگار کشیدن، پرفشارخونی و تحمل گلوکز نمی‌توانند علت تمام بیماری‌های قلبی - عروقی محسوب شوند. از دیرباز، نیم‌رخ‌های چربی ابزاری استاندارد برای شناسایی افرادی بوده‌اند که در معرض خطر مشکلات قلبی - عروقی قرار داشتند.، ولی مطالعات اخیر نشان داده‌اند وقوع بیماری‌های قلبی – عروقی گاه در افرادی مشاهده شده که چربی و کلسترول خون آن‌ها در دامنهٔ طبیعی و حتی در برخی، کمتر از میزان طبیعی بوده است؛ بنابراین پیشنهاد شد عوامل التهابی موضعی و عمومی، در مقایسه با عوامل شناخته شدهٔ قبلی نقش بسیار مهم‌تری در پیش‌گویی آترواسکلروزیس دارند (۳، ۴).

در دههٔ گذشته نقش التهاب موضعی و عمومی در فرآیند آترواسکلروزیس و مشکلات وابسته به آن تا حد زیادی پذیرفته شده است و بر اساس مطالعات انجام شده در انجمن قلب امریکا، شاخص‌های التهابی به‌عنوان عامل پیش‌گویی کنندهٔ اصلی در توسعه و پیشرفت آترواسکلروز نقش ایفا می‌کنند. برخی شاخص‌های بررسی شده عبارتند از: چربی‌های خون، مولکول‌های چسبان، آمیلوئید A سرم[2]، هاپتوگلوبین، گلبول‌های سفید خون (WBC)[3]، آلبومین، اینترلوکین۶ (IL-6)[4]، عامل نکروز کننده تومورα (TNF-α)[5]، آنتی تریپسین و پروتئین فیبرینوژن واکنش دهندهٔ C[6]. در میان این شاخص‌ها، بیشتر پژوهشگران پروتئین واکنش دهندهٔ C (CRP) را حساس‌ترین و قوی‌ترین شاخص التهابی پیش‌گویی کنندهٔ خطر بیماری

---

1. Coronary Heart Disease (CHD)
2. Serum amyloid A (SAA)
3. White Blood Cell
4. Interleukin-6
5. Tumor necrosis factor- α
6. C Reactive Protein

قلبی - عروقی می‌دانند. از سوی دیگر، فیبرینوژن نیز شاخصی التهابی است که به‌عنوان بخشی از دستگاه هموستازی وابسته به فرآیندهای ترومبوزی یا عامل خطرزای قلبی - عروقی مورد توجه قرار گرفته است، به‌طوری که افزایش مقادیر این شاخص‌های التهابی با افزایش دو تا پنج برابری خطر حوادث قلبی همراه بوده است (۳). عوامل متعددی بر hs-CRP و فیبرینوژن مؤثرند. مطالعات نشان می‌دهد مقادیر hs-CRP در افراد سالخورده (۵) زنان (۵، ۶) و افراد چاق و غیرفعال (۲، ۷) بیشتر از جوانان، مردان و افراد فعال است.

علاوه بر شاخص‌های التهابی، شاخص‌های چاقی نیز به‌عنوان عوامل پیش‌بینی کنندهٔ بیماری‌های قلبی - عروقی مطرح‌اند. بر اساس پژوهش‌ها، برخی شاخص‌های چاقی و ترکیب بدن از جمله BMI و WHR می‌تواند ارتباط نزدیکی با hs-CRP داشته باشد (۸)، اگرچه برخی دیگر از تحقیقات این رابطه را نشان نداده‌اند (۹). بر اساس تحقیقات متعدد با توجه به ارتباط قوی بین شاخص‌های التهابی و شیوع بیماری‌های قلبی - عروقی، هر گونه عملی که باعث کاهش این حوادث شود، می‌تواند موجب کاهش مشکلات قلبی - عروقی شود. روش‌های دارویی و غیردارویی متعددی بر شاخص‌های التهابی اثرگذارند؛ مانند کاهش وزن و ورزش یا فعالیت بدنی (۱۰).

نتایج تحقیقات نشان می‌دهد فعالیت بدنی روزانه و فعالیت ورزشی رابطه‌ای تنگاتنگ با آمادگی قلبی - تنفسی دارند (۲). آمادگی قلبی - تنفسی با عوامل مختلفی مانند سن، جنسیت، وراثت، عوامل خطرزای بیماری‌های قلبی – عروقی، برخی داروها، کمیت و کیفیت فعالیت بدنی روزانه، سیگار کشیدن، چاقی و تغذیه ارتباط دارد (۱۱). از راه‌های معتبری که در سال‌های اخیر برای ارزیابی عملکرد دستگاه قلبی - عروقی - تنفسی مطرح شده، آزمون‌های ورزشی به‌منظور برآورد حداکثر نبض اکسیژن و VO_{2max} است. VO2max روشی دقیق برای اندازه‌گیری ظرفیت عملکردی دستگاه قلبی - عروقی است (۲). حداکثر نبض اکسیژن شاخصی است که به‌تازگی در تحقیقات بالینی مطرح شده است. این شاخص، حجم اکسیژن منتقل شده توسط خون و استخراج شده توسط بافت‌های محیطی در هر ضربان قلب طی فعالیت یا ورزش بیشینه است و از طریق نسبت اوج اکسیژن مصرفی بر اوج ضربان قلب برآورد می‌شود (۱۲)؛ بنابراین این سؤال مطرح می‌شود که آیا آمادگی قلبی - تنفسی به‌عنوان عامیل تأثیرپذیر از فعالیت بدنی روزانه (۲) با شاخص‌های التهابی شامل hs-CRP و فیبرینوژن و شاخص‌های چاقی شامل BMI و WHR رابطه دارد؟ در دههٔ گذشته پژوهش‌هایی انجام شده که در آن‌ها تأثیر فعالیت ورزشی و فعالیت بدنی بر این شاخص‌ها در افراد مختلف بررسی شده است. موی لائرت[1] و همکارانش

1. Muylaert

(۲۰۰۳) با مطالعهٔ ارتباط آمادگی قلبی - تنفسی و CRP بر۹۳ زن (۳۶تا ۴۶سال) نتیجه گرفتند که سطوح پایین‌تر CRP با سطوح بالاتر آمادگی قلبی - تنفسی در زنان یائسه همراه است (۱۳). افتخار و همکارانش (۲۰۰۷) به بررسی میزان شاخص‌های التهابی مانند CRP، IL-6، فیبرینوژن و WBCو ارتباط آن با VO_{2max} ۱۷۳ مرد سالم؛ یعنی بدون عارضهٔ قلبی پرداختند. محققان به این نتیجه رسیدند که در مردان سالم، عوامل التهابی چون CRP، فیبرینوژن، IL-6 و WBC با VO_{2max} رابطهٔ معکوس دارد (۱۰). با توجه به تحقیقات، اگرچه پژوهش‌های متعددی انجام شده که برخی از آن‌ها بیانگر ارتباط معکوس بین شاخص‌های التهابی و شاخص‌های آمادگی قلبی - تنفسی از جمله VO_{2max} است (۱۳- ۱۵)، برخی پژوهش‌ها نیز بین شاخص‌های التهابی و آمادگی قلبی - تنفسی و وزن بدن رابطهٔ معنی‌داری نشان نداده‌اند (۱۶)؛ بنابراین تناقض‌های زیادی در نتایج وجود دارد که می‌تواند به گروه‌های سنی متفاوت و عوامل مداخله‌گر دیگر مربوط باشد. در خصوص ارتباط بین حداکثر نبض اکسیژن و عوامل التهابی تحقیقی یافت نشد و تحقیقات موجود در مورد نبض اکسیژن بیشتر در مورد ارتباط آن با عملکرد ورزشکاران (۴) یا صرفاً اندازه‌گیری آن در افراد غیرورزشکار، به‌ویژه افراد میان‌سال و سالمند (۱۷) به‌عنوان شاخص آمادگی قلبی - عروقی بوده است. با توجه به اهمیت نبض اکسیژن در تعیین اکسیژن برداشتی که می‌تواند تحت تأثیر فعالیت بدنی روزانه قرار گیرد (۱۲) و به‌دلیل اهمیت آمادگی قلبی - تنفسی و شاخص‌های چاقی در شاخص‌های التهابی(۱۸) به نظر می‌رسد انجام تحقیق در مورد نبض اکسیژن ضروری باشد. در برخی تحقیقات روی زنان قبل از سن یائسگی، بین شاخص‌های التهابی بیماری قلبی - عروقی با اکسیژن مصرفی بیشینه رابطهٔ معکوسی مشاهده شد (۱۴). همچنین، تمرینات ورزشی در موش‌های مادهٔ مسن میزانhs-CRP را کاهش داد (۱۹)، اما با توجه به اهمیت همهٔ سنین -از کودکی تا بزرگ‌سالی- در پیدایش بیماری‌های قلبی (۲)، افزایش فراوانی عوامل خطرزای قلبی در دختران جوان (۲۰) و موجود نبودن تحقیقی در گروه سنی دختران جوان این مطالعه ضروری به نظر می‌رسید.

با توجه به اینکه از میان شاخص‌های چاقی، WHR و BMI بهترین شاخص‌های مرتبط با بیماری‌های قلبی ذکر شده‌اند (۲۱) رابطهٔ این دو شاخص با شاخص‌های آمادگی قلبی - تنفسی حائز اهمیت است؛ بنابراین هدف از انجام این تحقیق بررسی ارتباط حداکثر نبض اکسیژن با برخی عوامل خطرزای بیماری‌های قلبی - عروقی مانند hs-CRP، فیبرینوژن، BMI و WHR در دختران جوان غیرورزشکار است

روش‌شناسی پژوهش

جامعهٔ آماری تحقیق را دانشجویان شرکت کننده در واحد عمومی تربیت بدنی تشکیل می‌دادند. آزمودنی‌های داوطلب، پرسشنامه‌ای را که حاوی اطلاعات فردی، سوابق پزشکی و سلامت عمومی بود تکمیل کردند. از میان ۶۵ داوطلب شرکت کننده در آزمون، ۴۲ نفر به‌صورت هدفمند انتخاب شدند؛ بنابراین آزمودنی‌های این تحقیق را ۴۲ نفر از دختران دانشجوی دانشگاه شیراز با میانگین سنی (۱/۲۷±۲۰/۲۱) سال تشکیل می‌دادند که کاملاً سالم بودند، بیماری قلبی - عروقی، دیابت، اختلال چربی‌های خون و اختلال هورمونی و عفونت خاصی نداشتند، تحت هیچ نوع درمان دارویی نبودند و هیچ‌گونه منع مطلق یا نسبی برای شرکت در آزمون ورزشی نداشتند. کلیه آزمودنی‌ها قبل از آغاز مراحل اجرایی تحقیق، پرسشنامهٔ اطلاعات شخصی - بهداشتی و برگهٔ رضایت‌نامه را تکمیل کردند و از اهداف آزمون آگاه شدند. متغیرهای آنتروپومتریک و فیزیولوژیک شامل قد، دور لگن، دور باسن و وزن (ترازوی وزن‌کشی مدل بورر[1] ساخت کشور آلمان) در آزمایشگاه علوم ورزشی دانشگاه شیراز اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری اکسیژن مصرفی بیشینه (VO_{2max}) از آزمون فزایندهٔ بیشینه بروس روی نوار گردان (مدل GXC200 ساخت کشور سوئد) استفاده شد و سپس به‌منظور برآورد حداکثر نبض اکسیژن از معادلهٔ واسرمن و همکاران استفاده شد؛ بدین ترتیب که نسبت حداکثر اکسیژن مصرفی به حداکثر ضربان قلب ورزشی، محاسبه و عدد مورد نظر ثبت شد. معادلهٔ برآورد حداکثر اکسیژن مصر فی:

۳/۹ - (۴/۳۸ T) = حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه)

زمان اجرای آزمون به دقیقه و کسری از دقیقه = T

$$\frac{\text{حداکثر اکسیژن مصرفی}}{\text{حداکثر ضربان قلب}} = \text{حداکثر نبض اکسیژن} \quad \text{(میلی‌لیتر/کیلوگرم/ضربان) (۲)}$$

از هر آزمودنی در ساعت ۸ تا ۹ صبح و در حالت ناشتا ۵ میلی‌لیتر نمونهٔ خونی جمع آوری شد که برای بررسی فیبرینوژن و hs-CRP در دو لولهٔ جداگانه قرار گرفتند؛ بدین ترتیب که ۱/۸ میلی‌لیتر از این خون برای اندازه‌گیری فیبرینوژن در لوله‌های استریل حاوی مادهٔ ضدانعقاد سیترات سدیم و بقیه برای اندازه‌گیری hs-CRP در لوله‌ای دیگر ریخته شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و سپس، تجزیه و تحلیل شدند. برای سنجش فیبرینوژن از روش Clauss (روش انعقادی، کیت شرکت مهسا یاران، ساخت ایران) و برای

1. Beurer

سنجش hs-CRP از روش الایزا (کیت شرکت مونوبایند ساخت کشور امریکا) استفاده شد.
در این تحقیق، پس از اندازه گیری خصوصیات مورد نظر(شاخص‌های التهابی CRP و فیبرینوژن و عواملی چونBMI، WHR) آنالیزهای آماری اولیه شامل آمار توصیفی برای محاسبه میانگین، انحراف استاندارد، بیشترین و کمترین مقدار و همچنین آزمون نرمال بودن p-plot برای تعیین طبیعی بودن توزیع متغیر های موجود در تحقیق انجام شد . سپس از آزمون همبستگی پیرسون برای بررسی ارتباط بین متغیرها به وسیله نرم افزار$SPSS_{16}$ استفاده گردید. حداقل سطح معنی‌داری برای این مطالعه (P≤۰/۰۵) در نظر گرفته شد .

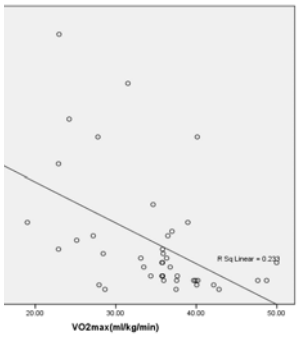
یافته‌های پژوهش

در جدول ۱ ویژگی‌های عمومی و متغیرهای hs-CRP (گرم در میلی‌لیتر) و فیبرینوژن (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) ارائه شده است.

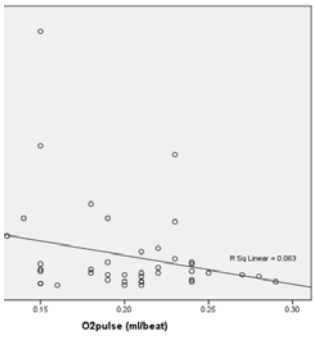
جدول۱. توصیف ویژگی‌های فردی و متغیرها

	سن تقویمی	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	شاخص تودهٔ بدنی (کیلوگرم/ مترمربع)	نسبت دور کمر به دور لگن	حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر/کیلوگرم/ دقیقه)	حداکثر نبض اکسیژن (میلی‌لیتر/ کیلوگرم/ ضربه)	Hs-crp (میلی‌گرم /میلی‌لیتر)	فیبرینوژن (میلی‌گرم/ دسی‌لیتر)
میانگین	۲۰/۲۱۴	۵۸/۰۳۵	۱۵۸/۶۴	۲۳/۰۹	۰/۷۶۱۲	۳۴/۷۶	۰/۲۰	۱/۶۹	۲۶۶/۸۸
انحراف استاندارد	۱/۲۷۹	۸/۰۳۲	۵/۲۲۱	۳/۱۹۳	۰/۰۴۸	۷/۰۳۷	۰/۴۱۳۲	۲/۷۰۳	۴۲/۹۳۰

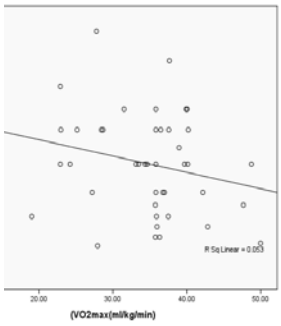
با توجه به شکل ۱ مشخص شد بین شاخص‌های التهابیhs-CRP و VO_{2max} ارتباط معکوس و معنی‌دار وجود دارد (r= -۰/۲۶ ,P= -۰/۰۴) . بین VO2max و شاخص التهابی فیبرینوژن (r= -۰/۰۲, p= ۰/۶۵)، شاخص تودهٔ بدن (BMI) (r= -۰/۱۸, p= ۰/۱۷)، WHR (r=-۰/۱۶) و بین نبض اکسیژن و hs-CRP (r= −۰/۲۵, p= -۰/۰۷) شاخص التهابی فیبرینوژن (p= ۰/۷۱ ,r= -۰/۰۱)، شاخص تودهٔ بدن (BMI) (r= -۰/۰۹, p= ۰/۵۴)، WHR (r=-۰/۱۰, p= ۰/۱۲) ارتباط معکوسی وجود دارد، ولی این ارتباط از لحاظ آماری معنی‌دار نیست (شکل‌های ۲ تا ۸).



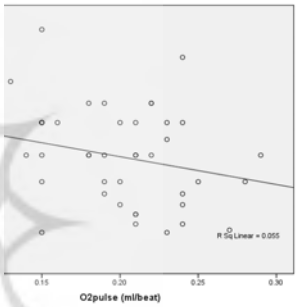
شکل ۱. رابطهٔ بین hs-CRP و حداکثر اکسیژن مصرفی



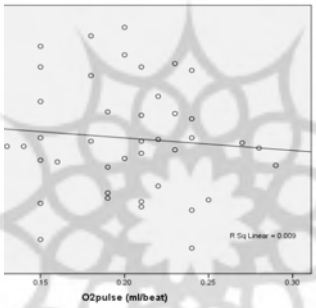
شکل ۲. رابطهٔ بین hs-CRP و حداکثر نبض اکسیژن



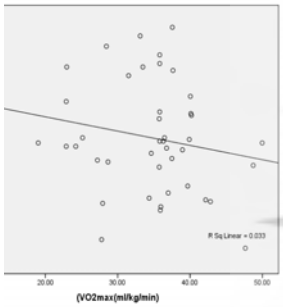
شکل ۳. رابطهٔ بین فیبرینوژن و حداکثر اکسیژن مصرفی



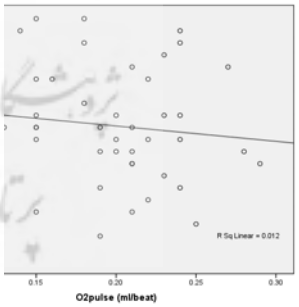
شکل ۴. رابطهٔ بین فیبرینوژن و حداکثر نبض اکسیژن



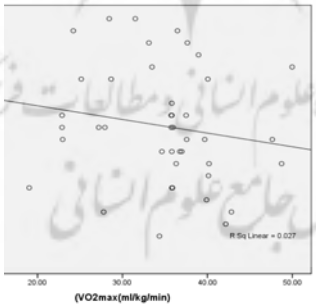
شکل ۵. رابطهٔ بین شاخص تودهٔ بدن و حداکثر نبض اکسیژن



شکل ۶. رابطهٔ بین شاخص تودهٔ بدن و حداکثر اکسیژن مصرفی



شکل ۷. رابطهٔ بین نسبت دور کمر به لگن و حداکثر نبض اکسیژن



شکل ۸. رابطهٔ بین نسبت دور کمر به لگن و حداکثر اکسیژن مصرفی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد بین اکسیژن مصرفی بیشینه و CRP رابطهٔ معکوس و معنی‌داری وجود دارد، اما اگرچه افزایش حداکثر نبض اکسیژن با کاهش CRP همراه بود، بین آن‌ها ارتباط آماری معنی‌داری به‌دست نیامد. این گزارش نتایج برخی تحقیقات گذشته در خصوص رابطهٔ معکوس فعالیت بدنی یا آمادگی قلبی – تنفسی را با میزانhs-CRP تأیید می‌کند (۲۲) و با برخی نتایج تحقیقات که نشان‌دهندهٔ عدم رابطهٔ فعالیت بدنی یا آمادگی قلبی - تنفسی با-hs CRP است (۹) مغایرت دارد. هرچند دربارهٔ اهمیت نبض اکسیژن که شاخص ارزیابی کنندهٔ عملکرد قلبی - عروقی و تنفسی است، تحقیقی یافت نشد. برخی محققان گزارش کرده‌اند که حداکثر نبض اکسیژن در هر سطحی از ورزش، در ورزشکاران بیشتر از افراد معمولی است (۲۳). حداکثر نبض اکسیژن شاخصی است که در اثر انجام فعالیت‌های ورزشی یا بدنی افزایش می‌یابد و این شاخص از تقسیم حداکثر اکسیژن مصرفی (VO2max) بر حداکثر ضربان قلب به هنگام فعالیت به‌دست می‌آید (۲۴)، اما عواملی مانند هزینهٔ انرژی تمرین (۲۵) یا آستانه لاکتات (۲۳) بیش از VO2max بر نبض اکسیژن تأثیر دارند. تفاوت تأثیر برخی عوامل دیگر بر حداکثر نبض اکسیژن و اکسیژن مصرفی مانند جنسیت، سن (۲۶)، وزن، قد، اندازهٔ بدن، تودهٔ بدون چربی، حجم خون و هموگلوبین خون، حجم ضربه‌ای، آمادگی افراد و سطح فعالیت تغییرات دما، فشار خون، مصرف برخی داروها و ابتلا به بیماری نیز می‌تواند از دلایل این تفاوت‌ها محسوب شوند (۱۱) .

نتایج تحقیق نشان داد اگرچه افزایش حداکثر نبض اکسیژن و VO2max با کاهش فیبرینوژن همراه است، این رابطه از لحاظ آماری معنی‌دار نیست. نتایج این تحقیق با برخی تحقیقات که نشان دهندهٔ عدم ارتباط آمادگی قلبی - تنفسی یا فعالیت بدنی با فیبرینوژن بودند (۸) موافق و با برخی تحقیقات که نشان دهندهٔ ارتباط مثبت VO2max با فیبرینوژن بودند (۱۰) مغایر است. اختلاف در نتایج می‌تواند به آزمودنی‌های مورد مطالعه و روش‌های آزمون یا تمرین مربوط باشد. فعالیت بدنی و ورزش می‌تواند به روش‌های مختلف تولید سایتوکین‌های پیش-التهابی مانند CRP را کاهش دهد. فعالیت بدنی و ورزش می‌تواند آمادگی قلبی تنفسی را نیز افزایش دهد و در نتیجه، سبب می‌شود فرد کمتر دچار هایپوکسی شود (۲۷) و تولید رادیکال‌های آزاد که هایپوکسی از دلایل تشکیل آن است کاهش یابد. کاهش رادیکال‌های آزاد به کاهش تولید سایتوکین‌های پیش‌التهابی از جمله CRP و فیبرینوژن از سلول‌هایی تک‌هسته-ای و کاهش بیان ژن سایتوکین‌ها در سلول‌های عضلانی می‌شود (۲۸)، اما در تحقیق حاضر با وجود ارتباط معنی‌دار CRP با VO2max رابطهٔ معنی‌داری بین فیبرینوژن و VO2max مشاهده

نشد. اگرچه منبع اصلی تولید فیبرینوژن و CRP کبد است، عوامل تحریک بیان آن‌ها می‌تواند متفاوت باشد. علاوه بر منبع اصلی, منابع فرعی دیگری نیز برای تولید آن‌ها وجود دارد (۱۳) که می‌تواند پاسخ‌های متفاوتی ایجاد کند و دلیل تفاوت آن‌ها در تحقیق حاضر باشد.

نتیجهٔ تحقیق حاضر نشان داد اگرچه حداکثر نبض اکسیژن و اکسیژن مصرفی با BMI و WHR رابطهٔ معکوسی دارد، این رابطه از لحاظ آماری معنی‌دار نیست. تحقیقات متعدد نشان داده‌اند با انجام فعالیت ورزشی حداکثر نبض اکسیژن و حداکثر اکسیژن مصرفی بهبود (۲) و BMI و WHR کاهش می‌یابد، اما نتایج این تحقیق مشابه برخی تحقیقات دیگر است که نشان داده‌اند آمادگی قلبی - تنفسی، مستقل از چاقی بدن، با عوامل خطرزای قلبی ارتباط دارد (۲۹) چنانچه برخی تحقیقات دیگر نیز نشان داده‌اند فعالیت بدنی روزانه حتی اگر موجب کاهش وزن نشوند، در صورتی که با افزایش آمادگی قلبی - تنفسی همراه باشند، می‌توانند به کاهش عوامل خطرزای قلبی منجر شوند (۳۰). به نظر می‌رسد فعالیت بدنی (که به بهبود آمادگی قلبی - تنفسی منجر می‌شود) چربی موضعی را کاهش می‌دهد و به‌دلیل ارتباط چربی موضعی با عوامل التهابی موجب کاهش عوامل التهابی نیز می‌شود (۱۸) اما سازوکار دیگری نیز مطرح است که فعالیت بدنی بدون ارتباط با چاقی موجب کاهش عوامل التهابی می‌شود. طی این سازوکار، فعالیت بدنی موجب افزایش حساسیت به انسولین می‌شود و در نتیجه، اثر ضد التهابی ایجاد می‌کند (۳۱) . سازوکار احتمالی دیگر این است که فعالیت بدنی بدون ارتباط با چاقی باعث افزایش HDL و ادیپونکتین می‌شود که هر دو عامل تأثیر ضدالتهابی دارند (۳۲). با توجه به اینکه سلول‌های اندوتلیال منشأ تولید سایتوکین‌های التهابی است، بهبود عملکرد سلول‌های اندوتلیال در نتیجهٔ فعالیت بدنی (بدون ارتباط با چاقی بدن) در کاهش عوامل التهابی سهیم است (۳۳).

به‌طور کلی علت تفاوت نتایج تحقیق حاضر با برخی تحقیقات موجود را می‌توان تفاوت در گروه‌های مورد مطالعه، روش‌های اجرای تحقیق، استفاده از طرح‌ها و روش‌های تمرینی متفاوت یا همسان نبودن آزمودنی‌ها از نظر سن و جنسیت دانست. علاوه بر این، برخی عوامل خطرزای بیماری‌های قلبی - عروقی که برخی از آن‌ها در این تحقیق بررسی شدند، تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند سن، جنسیت، وزن، رژیم غذایی، شیوهٔ زندگی، مصرف دخانیات، استرس، تغییرات هورمونی، سابقهٔ فعالیت ورزشی، مدت جلسه تمرین و شدت تمرین قرار می‌گیرد (۱۱) و برای مشخص شدن دقیق‌تر میزان تأثیر این عوامل، به تحقیقات تجربی و کنترل شدهٔ دیگری نیاز است. از آنجا که بین همهٔ شاخص‌های خطرزای قلبی مطالعه شده و حداکثر مصرف و نبض اکسیژن تفاوت معکوسی به‌دست آمد که در برخی موارد معنی‌دار نبود، می‌توان احتمال داد با

توجه به تأثیر سن بر عوامل خطرزا (۳۴)، جوان بودن آزمودنی‌های مطالعه شده موجب کاهش عوامل خطرزا و معنی‌دار نبودن نتایج تحقیق شده است.

به‌طور کلی با توجه به نتایج تحقیق می‌توان گفت که بهبود آمادگی قلبی - تنفسی با کاهش برخی عوامل خطرزای بیماری‌های قلبی - عروقی همراه است؛ بنابراین به‌منظور کاهش عوامل خطرزای بیماری‌های قلبی می‌توان فعالیت‌های بدنی مناسبی را توصیه نمود که به بهبود آمادگی قلبی - تنفسی منجر می‌شوند.

منابع:

1. Isasi, C.R., Richard, J.D., Russell, P.T., Thomas, J.S., Lars, B., Steven, S. (2003). Physical Fitness and C-Reactive Protein Level in Children and Young Adults: The Columbia University BioMarkers Study. Pediatrics, 11:332-338.
2. Wasserman, K.J., Hansen, D.Y., Sue, R.C., Whipp, B.J. (1999). Principles of Exercise Testing and Interpretation. 3rded. Philadelphla: Lippincott Williams & Wilkins.
3. Jessica, L., Clarke, C., Roberts, R., Horne, B., Bair, K., Crane, A., Roberts, W. (2005). Comparison of differing C-reactive protein assay methods and their impact on cardiovascular risk assessment. American Journal of Cardiology, 95(1): 155-58.

۴. ترتیبیان، بختیار، عباسی، اصغر، محبی، حمید، (۱۳۸۶). برآورد حداکثر نبض اکسیژن در دختران ورزشکار: مقایسهٔ چهار پروتکل. المپیک، ۲ (۳۸): ۵۹- ۶۸.

5. Fairey, A.S., Courneya, K.S., Field, C.J., Bell, G.Y., 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 trail. Brain Behavior Immunology, 19 (5):381-88.
6. Prasad, K., Venkata, V.V., Ramana, Y. (2000). Energy cost and physiological efficiency in male yoga practitioners. Exercise Physiology, 4(30):38-44.
7. Abramson, J.L., Vaccarino, V. (2002). Relationship between physical activity and inflammation among apparently healthy middle-aged older us adults. Archives of Internal Medicine, 162(11): 1286-92.
8. Mora, S., Lee, I.m., Buring, J.E. (2006). Association of physical activity and traditional cardiovascular biomarkers in women. JAMA, 295(12): 1412-1419.
9. Marcell, T.J., McAuley, K.A., Traustad, T., Reaven, P.D. (2005). Exercise training is not associated with improved levels of C- reactive protein or adiponectin. Metabolism & Clinical Experiments, 54(4): 533-541.
10. Iftikhar, J., Kullo, M, K., Donald, D.H. (2007). Markers of inflammation are

inversely associated with VO2 max in asymptomatic men. J Appl Physio, 102: 1374-1379.

11. Laukanen, J.A., Laaksonen, D., Lakka, A., Savonen, K., Rauramma, R., Makikalio, T., Kurl, S. (2009).determinants of cardiorespiratory fitness in men aged 42-60 years with and without cardiovascular disease. American Journal of Cardiology, 103:1598-1604.

۱۲.عباسی، اصغر، ترتیبیان، بختیار، سیدعامری، میر حسن، (۱۳۸۷). برآورد و مقایسهٔ حداکثر نبض اکسیژن در نوجوانان پسر. حرکت، ۲ (۳۵): ۶۹- ۷۸.

13. Muylaert, S.J., Church, T.S., Blair, S.N., Facsm, S.N. (2003). Cardiorespiratory Fitness (CRF) and C- reactive protein in postmenopausal women. Medicine and Science in Sports and Exercise, 35(5):69.

۱۴.عمران، سیمین، فلاح، ضیایی، نرگس، رواسی، علی اصغر، (۱۳۸۸). ارتباط شاخص‌های التهابی بیماری قلبی - عروقی با اکسیژن مصرفی بیشینه در زنان سالم. پژوهش در علوم ورزشی، ۲۵: ۱۴۹- ۱۵۸.

15. Turk, J.R., Laughlin, M. (2004). Physical activity and athrosclerosis: which animal model? Canadian Journal of Applied Physiology, 29(5): 657-683.

16. Nicklas, B.J., Ambrosius, W., Messier, S.P., Miller, G.D., Peninx, B.W., Loeser, R.F., Palla, S., Bleecker, E., Pahor, M. (2004). Diet-induced weight loss, exercise and chronic inflammation in older, obese adults: a randomized controlled clinical trail. American J Clinical Nutrition, 79(4): 544-51.

17. Hagberg, J.M., Graves, M. (1989). Cardiovascular response of 70 to 79 yr old men and women to exercise training. Journal of Applied Physiology, 66:2589-2594.

18. Hamer, M. (2007). The relative influences of fitness and fatness on inflammatory factors. Preventive medicine, 44:3-11.

۱۹.گائینی، عباسعلی، دبیدی روشن، ولی الله، رواسی، علی اصغر، جولازاده، طلا، (۱۳۸۷). اثر یک دوره تمرین تناوبی هوازی بر حساس‌ترین شاخص التهابی پیش‌گویی کنندهٔ بیماری‌های قلبی - عروقی در موش‌های صحرایی مسن. پژوهش در علوم ورزشی، ۱۹: ۳۹- ۵۴.

20. Stojanovic, D., Jelenkovic, J., Miladinovic, B., Stevanovic, D.J. (2008). Obesity, insufficient physical activity and smoking as cardiovascular risk factors among women. Journal of Clinical Lipidology, 2(55): 171-72.

21. Gelber, R.P., Gaziano, J.M., Orav, E.J., Manson, J.E., Buring, J.E., Kurt, T. (2008). Measures of obesity and cardiovascular risk among men and women. Journal of American Cardiology, 52:605-15.

22. Lippi, G., Salvagno, G.L., Guidi, G.C. (2005). Other advantages to aerobic

exercise. Canadian Medicine Association Journal, 173(9):1066-1066.

23. Lavie, C.J. (2004). Peak exercise oxygen pulse and prognosis in chronic heart failure. American Journal of Cardiology, 93:588-593.

24. Larsen, E.G., James, D.G. (2002). Prediction of maximum oxygen consumption from walking, jogging or running. Research Quarterly in Exercise and Sport, 73:66-72.

25. Fellman, N., Mounier, R. (2000). Alternation in oxygen pulse during 4 days of prolonged exercise & Science in Sport, 18:54-56.

26. McCan, D.J. (2004). Body size and vo2peak: A new perspective? International Journal of Sport Medicine, 25:50-55.

27. Ali, M.H., Schlidt, S.A., Chandel, N.S., Hynes, K.L., Schumacker, P.t., Gewertz, B.L. (1999). Endothelial permability and IL-6 production during hypoxia: role of ROS in signal transduction. American Journal of Physiology, 277: 1057-1065.

28. Griewe, J.S., Cheng, B., Rubin, D.C., Yarasheski, D.F., Semenkovich, C.F.(2001). Resistane exercise decreases skeletal muscle tumor necrosis factor in grail elderly humans. The FASEB Journal, 15:475-482.

29. Haapanen-Niemi, N., Miilunpalo, S., Pasanen, M., Vuori, I., Oja, P., Malmberg, J.(2000). Body mass index, physical inactivity and low level of physical fitness as determinants of all-cause and cardiovascular disease mortality—16 y follow-up of middle-aged and elderly men and women. International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders, 24:1465-74.

30. Akbartabartoori, M., Lean. M.E., Hankey, C.R. (2008). The associations between current recommendation for physical activity and cardiovascular risks associated with obesity. European Journal of Clinical Nutrition, 62:1-9.

31. Dandona, P., Aljada, A., Mohanty, P. (2001). Insulin inhibits intranuclear nuclear factor kappa B and stimulates IkappaB in mononuclear cells in obese subjects: evidence for an anti-inflammatory effect? J. Clinical Endocrinology & Metabolism, 86: 3257–3265.

32. Greenberg, A.S., Obin, M.S. (2006). Obesity and the role of adipose tissue in inflammation and metabolism. American Journal of Clinical Nutrition, 83: 461–465.

33. Elosua, R., Molina, L., Fito, M. (2003). Response of oxidative stress biomarkers to a 16-week aerobic physical activity program, and to acute physical activity, in healthy young men and women. Atherosclerosis, 167:327–334.

34. Wong, C.H, Chia, M.H., Lan, Y.Y., Wansaicheog, G.K. (2008). Effects of 12 weeks exercise training programme on aerobic fitness, body composition, blood lipids and CRP in adolecends with obesity. Annals Academy of Medicine Singapore,37:286-293.