تحقیقی

اثر غواصی در اعماق مختلف بر تغییرات سطح پروتئین واکنشگر-C و نیمرخ لیپیدی مردان غواص

حسین طوسی خورشیدی*[۱]، هوشنگ جعفری قصرالدشتی[۲]، سیده خدیجه پرندک[۳]، نازنین محمودی[٤]

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران. ۲- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران. ۳- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، مربی گروه تربیت بدنی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. ٤- دانشجوی کارشناسی تربیت بدنی، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران.

چکیده

زمینه و هدف : *نشانگرهای جدید بیماری‌های قلبی - عروقی در پیش‌بینی حوادث قلبی - عروقی از حساسیت و دقت بیشتری برخوردارند. با توجه به نقش مؤثر فعالیت‌های بدنی در پیشگیری و کاهش این بیماری‌ها که کمک شایانی به ارتقای سلامت افراد جامعه خواهد کرد؛ این مطالعه به منظور تعیین اثر غواصی در اعماق مختلف بر تغییرات سطح پروتئین واکنشگر- C (CRP) و نیمرخ لیپیدی مردان غواص انجام شد.*

روش بررسی : *این مطالعه شبه‌تجربی روی ٦ مرد غواص عضو تیم امداد و نجات جمعیت هلال احمر استان کهکیلویه و بویراحمد انجام شد. آزمودنی‌ها در روز اول در عمق ۱ متر، روز دوم در عمق ۱۰ متر و روز سوم در عمق۲۰ متر به مدت ۲۰ دقیقه با شدت ٤۰ تا ۵۰ درصد ضربان قلب ذخیره‌ای به‌صورت رفت و برگشت غواصی کردند. آزمودنی‌ها در اعماق ۱۰ و ۲۰ متری در ارتفاع ۳ متری تا سطح آب به مدت پنج دقیقه سیفتی استاپ (توقف) داشتند. قبل و بعد از غواصی از همه غواصان خونگیری شد و میزان CRP و نیمرخ لیپیدی مورد سنجش قرار گرفت.*

یافته‌ها : *افزایش فشار محیطی ناشی از غواصی در سه عمق یک، ۱۰ و ۲۰ متری دریا سبب افزایش معنی دار سطح CRP گردید (P<۰/۰۵). تغییرات معنی‌داری در میزان تری‌گلیسرید، کلسترول تام و لیپوپروتئین کم‌چگال مشاهده نشد؛ اما این تغییرات سبب افزایش معنی‌دار لیپوپروتئین پرچگال گردید (P<۰/۰۵).*

نتیجه‌گیری : *غواصی اسکوبا در اثر حمل تجهیزات تنفسی در حین فعالیت، حتی با وجود تغذیه تنفسی، موجب افزایش سطح CRP و نمیرخ لیپیدی می‌گردد.*

کلید واژه‌ها : *غواصی ، پروتئین واکنشگر- C ، نیمرخ لیپیدی*

* نویسنده مسؤول : حسین طوسی خورشیدی ، پست الکترونیکی toosi.kh_h@yahoo.com

نشانی : مازندران، بابلسر، خیابان شهید بهشتی، پردیس دانشگاه، دانشکده علوم ورزشی، تلفن و نمابر ۲۲۰۱ ۳۵۳۰-۰۱۱

وصول مقاله : ۱۳۹۵/۱۱/۱۲ ، اصلاح نهایی : ۱۳۹٦/۲/۹ ، پذیرش مقاله : ۱۳۹٦/۵/۱

مقدمه

با وجود پیشرفت قابل توجه در جلوگیری و درمان بیماری‌های قلبی –عروقی، این بیماری‌ها همچنان علت پیشتاز مرگ و میر در جهان به شمار می‌آیند (۱). از مهم‌ترین عوامل خطرزای بیماری عروق کرونری می‌توان به بالا رفتن لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL)، کلسترول تام (TC) و تری‌گلسرید(TG) اشاره کرد (۲). گزارشات نشان داده‌اند افرادی با لیپوپروتئین‌های سرمی طبیعی، همچنان دچار عوارض قلبی - عروقی شده‌اند. بنابراین محققان به دنبال شاخص‌هایی هستند که با دقت و حساسیت بیشتری خطر بیماری‌های قلبی - عروقی را پیش‌بینی کنند (۳).

با توجه به گزارش انجمن قلب آمریکا گسترش بیماری‌های قلبی - عروقی زمینه‌ای التهابی داشته و التهاب عمومی، نقش محوری در توسعه و پیشرفت آترواسکلروز ایفا می‌کند (۴). همچنین آزمایشات بالینی نشان داده که شاخص‌های التهابی به عنوان پیش‌بینی کننده بیماری‌های قلبی - عروقی بسیار با اهمیت است (۵و۶). در میان شاخص‌های التهابی، پروتئین واکنشگر-C (CRP) از ویژگی خاصی برخوردار است. زیرا در عین داشتن حساسیت زیاد، با روش‌های علمی ارزان و در دسترس، قابل محاسبه و اندازه‌گیری بوده و دارای نیمه‌عمر طولانی است و به خوبی با سنتز ایجاد شده توسط التهاب مزمن ارتباط دارد که این توانایی در سایر شاخص‌های التهابی کمتر موجود است (۳). CRP پروتئینی است که کبد مسؤول ساخت آن بوده و پروتئین فاز حاد است و افزایش آن باعث افزایش

۲ تا ۵ برابری خطر بیماری سرخرگ کرونری می‌گردد (۷). CRP به وسیله مکانیسم‌های اتصال به فسفولیپیدهای سلول‌های آسیب دیده و افزایش مصرف این سلول‌ها به وسیله ماکروفاژها؛ فعال‌سازی سلول‌های اندوتلیال برای بیان ژن مولکول‌های چسبان و نیز کاهش بیان ژن و عمل نیتریک اکسید سینتاز اندوتلیال باعث توسعه آتروسکلروز می‌گردد (۸). این پروتئین توسط سلول‌های دیواره شریان‌های کرونری و به شکل کروی و از پنج مونومر یکسان که با پیوندهای اشتراکی به هم چسبیده‌اند؛ ساخته می‌شود. مقدار این پروتئین در سرم و مایعات بدن افراد سالم اندک است؛ اما به‌هنگام واکنش‌های التهابی افزایش می‌یابد (۹).

نتایج متفاوتی در مورد نقش ورزش بر التهاب به‌دست آمده است. به‌طوری که در برخی مطالعات شاخص‌های التهابی افزایش یا کاهش یافته‌اند و در برخی مطالعات تغییر آماری معنی‌داری نیافتند. در مطالعه‌ای فعالیت بدنی و آمادگی قلبی - عروقی ارتباطی معکوس با سطح CRP داشت (۱۰). Murtagh و همکاران نشان دادند ۴۵ دقیقه راه رفتن با شدت ۶۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه تغییر معنی‌داری بر میزان CRP افراد سالم ایجاد نکرده است (۱۱). در مطالعه‌ای فعالیت ورزشی شدید همراه با کاهش وزن منجر به افزایش سطح CRP گردید. زیرا بیش تمرینی به بافت‌ها و عضلات آسیب رسانده و موجب التهاب و افزایش CRP خون می‌شود و نتیجه گیری شد اثر ضدالتهابی ورزش مستقل از کاهش وزن است (۱۲). در مطالعه Fang و همکاران اثر غواصی بر شاخص‌های التهابی ارزیابی شد. فشار محیطی موجب افزایش IL-۶ که تحریک کننده قوی تولید CRP است؛ گردید (۱۳). در مطالعه‌ای سطح فعالیت بدنی کمتر و افزایش شاخص توده بدنی (BMI) زنان به‌طور مستقل با افزایش کلسترول تام، تری‌گلیسرید و لیپوپروتئین با چگالی پایین و CRP همراه بود (۱۴). در حالی که در مطالعه تجربی Guerra و همکاران تمرین تداومی شنا، تغییر معنی‌داری در نیمرخ چربی موش‌های صحرایی ایجاد نکرد (۱۵). نتایج برخی تحقیقات نشان می‌دهد که فعالیت بدنی موجب کاهش خطر بیماری‌های قلبی - عروقی و عواملی مانند کلسترول تام، تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین خیلی کم چگال و درصد چربی زیرپوستی می‌گردد. همچنین فعالیت بدنی سبب افزایش لیپوپروتئین پرچگال می‌شود (۱۶). فعالیت بدنی منظم به روش‌های گوناگون با افزایش C-HDL می‌تواند افراد را در مقابل بیماری‌های قلبی - عروقی ایمن سازد. در واقع CRP و نیمرخ لیپیدی پیش‌بینی کننده‌های جدید و سنتی بیماری‌های قلبی - عروقی محسوب می‌شوند (۱۷). همچنین ورزش و فعالیت بدنی با کاهش بافت چربی با تعدیل تولید عوامل التهابی نظیر CRP همراه است (۱۶).

افراد بسیاری چه به صورت تفریحی و چه به صورت حرفه‌ای با دنیای زیر آب و مسایل و مشکلات مربوط به آن درگیر هستند. هنگام ورود به دنیای زیر آب اولین مسأله‌ای که برای غواص به‌وجود می‌آید؛ افزایش فشار محیطی است که می‌تواند بر کارایی فیزیولوژیکی بدن اثراتی داشته باشد. چنانچه غواص به این اثرات آگاهی نداشته باشد؛ مشکلات و صدمات فیزیولوژیکی خاصی برای او به وجود می‌آید (۱۸و۱۹). بیشتر مطالعات در زمینه آثار تمرینات استقامتی و درازمدت بر شاخص‌های التهابی بوده است. از آنجا که تعیین نوع فعالیت ورزشی، مدت و شدت آن برای ارایه الگوی مناسب، کمک شایانی به سلامتی افراد جامعه می‌کند و به‌دلیل عدم پیشینه پژوهش کافی در مورد تمرینات کوتاه مدت و اثر یک رشته ورزشی خاص بر CRP و نیمرخ لیپیدی خون؛ این مطالعه به منظور تعیین اثر غواصی در اعماق مختلف بر تغییرات سطح CRP و نیمرخ لیپیدی مردان غواص انجام شد.

روش بررسی

این مطالعه شبه‌تجربی روی ۶ مرد غواص عضو تیم امداد و نجات جمعیت هلال احمر استان کهکیلویه و بویراحمد در سال ۱۳۹۲ انجام شد.

پرسشنامه سلامت عمومی GHQ برای غواصان تکمیل گردید. این پرسشنامه در سه سطح خفیف، متوسط و بالا سنجیده می‌شود و عنوان مقیاس‌های این پرسشنامه شامل علایم جسمانی، علایم اضطراب و اختلال خواب، کنش اجتماعی و علایم افسردگی است. افراد در سطح خفیف که دارای بالاترین سطح سلامت عمومی بودند؛ به عنوان نمونه آماری در نظر گرفته شدند. آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی از جامعه آماری انتخاب و پس از پرکردن فرم رضایت‌نامه آگاهانه در مطالعه وارد شدند. همه غواصان دارای مدرک یک ستاره و دو ستاره غواصی CMAS بودند.

آزمودنی‌ها همراه با یک پایشگر در روزهای مجزا همراه با ۲۴ ساعت فاصله غوص‌های معین را زدند. شیوه غواصی به این صورت بود که غواصان در روز اول در عمق یک متر، روز دوم در عمق ۱۰ متر و روز سوم در عمق ۲۰ متر به مدت ۲۰ دقیقه با شدت ۴۰ تا ۵۰ درصد ضربان قلب ذخیره‌ای غواصی کردند. مدت زمان غواصی از ابتدای ورود به آب تا بالا آمدن از آب به مدت ۲۰ دقیقه محاسبه شد. آزمودنی‌ها در اعماق ۱۰ متر و ۲۰ متر در ارتفاع سه متری تا سطح آب به مدت پنج دقیقه سیفتی استاپ (توقف) داشتند. تمامی شرایط محیطی شامل نقطه جغرافیایی، دمای آب، زمان غوص رفتن و نیز تجهیزات مورد استفاده غواصی برای همه آزمودنی‌ها و اعماق مختلف غواصی یکسان بود.

برای اندازه‌گیری شاخص‌های آنتروپومتریک، به ترتیب قد با قدسنج سکا با دقت ۵ میلی‌متر و وزن با ترازوی سکا با دقت ۱۰۰ گرم اندازه‌گیری شد. شاخص توده بدن از تقسیم وزن بدن (برحسب کیلوگرم) بر مجذور قد (به متر) به‌دست آمد.

عمل خونگیری بعد از ۱۴-۱۲ ساعت ناشتایی و در شش مرحله

جدول ۱ : نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری برای متغیرهای مطالعه قبل از غواصی و غواصی در اعماق ۱ ، ۱۰ و ۲۰ متر

متغیرها	غواصی در اعماق متفاوت (میانگین و انحراف معیار)				p-value
	قبل از غواصی	یک متر	۱۰ متر	۲۰ متر	
CRP (mg/L)	۱/۵٦± ۰/۳۱	۱/۵٤± ۰/۲۳	۲/۷۱± ۰/۳٤	۳/۰۱± ۰/۵۱	۰/۰۰۱
تری گلیسرید (mg/dL)	۱۲۵/۵۰± ۱۸/۸۸	۱۱٤/۱۷± ۳۹/۸۲	۱۵۳/۱۷± ۲۲/۵۱	۱۸۳/۸٦± ۷/۲۵	۰/۰۸٤
کلسترول تام (mg/dL)	۱٦۰/۰۰± ۱۵/٦۳	۱۵٦/۰۰± ٤/٤۷	۱۹٦/۵۰± ۱٦/۰۷	۱۷۰/۸۳± ۱٤/۵۱	۰/۰۵٦
لیپوپروتئین کم چگال (mg/dL)	۸۹/۲۱± ۵/٦۳	۸۸/۱۳± ٤/٤۷	۸٤/۷۵± ٦/۱۷	۸۹/۳٦± ۷/٤۳	۰/۰۸۷
لیپوپروتئین پرچگال (mg/dL)	۳۵/٤۰± ۱۵/٦۹	۳٦/۱٦± ٤/۰۷	٤۱/۵۰± ۲/۵۰	٤۵/۱٦± ۲/۵٦	۰/۰۰۱

(پیش از شروع غواصی در هر عمق و ۲۴ ساعت پس از پایان غواصی در همان عمق) انجام شد. در ابتدا برای خونگیری از آزمودنی‌ها خواسته شد تا سه روز قبل از آزمون هیچ فعالیت شدیدی انجام ندهند. سپس از آنها در حالت نشسته و در وضعیت استراحت، ۱۰ میلی‌لیتر خون از ورید ساعد (بین ساعت ۷ تا ۸ صبح) گرفته شد. نمونه‌ها در لوله‌های استریل قرار گرفت و با روش سانتریفیوژ (به مدت ۱۰ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در دقیقه) سرم جداسازی و در درجه حرارت ۷۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان اندازه‌گیری نگهداری شدند. کیت مورد استفاده ساخت شرکت پارس آزمون (تهران – ایران) بود. این کیت برای اندازه‌گیری مقادیر CRP در محدوده ۰/۱ تا ۲۰ میلی‌گرم در لیتر طراحی شده است. همچنین TG، TC ، HDL و LDL با روش آنزیماتیک با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون مورد سنجش قرار گرفتند. LDL از طریق معادله فرید والد و همکاران به شرح زیر محاسبه شد (۱۸).

LDL-C= Total Cholestrol – TG/5 – (HDL-C)

داده‌ها از طریق روش‌های آماری توصیفی و استنباطی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. از آمار توصیفی شامل شاخص‌های گرایش مرکزی و پراکندگی برای توصیف داده‌ها استفاده گردید. برای تعیین نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگراف–اسمیرنوف استفاده شد. برای تعیین اثر اعماق مختلف غواصی بر تغییرات سطح CRP و نیمرخ لیپیدی از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر (RM-ANOVA) استفاده گردید. تفسیر داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS-21 در سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ انجام شد.

یافته‌ها

میانگین سن ۲/۶۳±۲۸/۸۳ سال، وزن ۷/۱۶±۷۷/۵ کیلوگرم، قد ۲/۸۸±۱۷۵/۳۳ سانتی‌متر و شاخص توده بدن ۱/۴۸±۲۵/۲۴ تعیین شد. با توجه به جدول یک تعامل معنی‌داری بین عمق و فعالیت بدنی مشاهده شد (P<۰/۰۰۱). از این رو افزایش فشار محیطی ناشی از غواصی اثر معنی‌داری بر تغییرات CRP سرمی مردان غواص داشت. به‌طوری که سطح CRP سرمی در اعماق ۱۰ متر (P<۰/۰۳) و ۲۰ متر (P<۰/۰۰۶) به‌طور معنی‌داری نسبت به عمق یک متر افزایش یافت (جدول ۲). همچنین با توجه به جدول یک، تعامل بین عمق و فعالیت بدنی اثر معنی‌داری بر تری‌گلیسرید، کلسترول تام و لیپوپروتئین کم چگال نداشت. از طرف دیگر تعامل بین افزایش فشار محیطی و فعالیت بدنی اثر معنی‌داری بر لیپوپروتئین پرچگال داشت (P<۰/۰۱) (جدول یک). به طوری که لیپوپروتئین پرچگال در عمق ۲۰ متر به‌طور معنی‌داری بالاتر از عمق ۱۰ متر بود (P<۰/۰۳) (جدول ۲).

جدول ۲ : نتایج آزمون تعقیبی بن فرونی برای تغییرات CRP و لیپوپروتئین پرچگال در اعماق ۱ ، ۱۰ و ۲۰ متری

تغییرات	عمق (متر)	عمق (متر)	p-value
CRP	۱	۱۰	۰/۰۳
		۲۰	۰/۰۰٦
	۱۰	۲۰	۰/۰۸
لیپوپروتئین پرچگال	۱	۱۰	۰/۰٤۲
		۲۰	۰/۰۰۱
	۱۰	۲۰	۰/۰۳

بحث

با توجه به نتایج مطالعه حاضر افزایش فشار محیطی ناشی از غواصی در اعماق یک متر، ۱۰ متر و ۲۰ متر دریا اثر معنی‌داری بر تغییرات CRP داشت. به‌طوری که سطح CRP در اعماق ۱۰ متر و ۲۰ متر به‌طور معنی‌داری نسبت به عمق یک متر افزایش یافت. همچنین تعامل فشار و غواصی اثر معنی‌داری بر لیپوپروتئین پرچگال داشت. با این وجود غواصی بر تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین کم‌چگال و کلسترول تام اثری نداشت.

در رابطه با اثر غواصی بر تغییرات CRP و نیمرخ لیپیدی مطالعه‌ای مشاهده نشد. اغلب مطالعات صورت گرفته در غواصی به بررسی تغییرات حداکثر اکسیژن مصرفی و ضربان قلب پرداخته‌اند. یافته‌های متفاوتی در مورد اثر فعالیت ورزشی بر CRP و نیمرخ چربی وجود دارد. با توجه به اثر ضدالتهابی ورزش و ارتباط فعالیت بدنی با مقادیر کمتر CRP، نقش چاقی و چربی خون در بروز آترواسکلروز و التهاب همراه با آن، می‌تواند گویای این مطلب باشد که فعالیت ورزشی و کاهش LDL و افزایش HDL باعث بهتر شدن شاخص‌های التهابی می‌شود (۱۹). در حالی که در مطالعه حاضر مطلب فوق تایید نشد و CRP با افزایش روبه‌رو بود. در مطالعه Rawson و همکاران میانگین CRP با میانگین سطح فعالیت زنان و مردان سالم ارتباطی نداشت (۲۰). در مطالعه Kelly و همکاران

تمرین هوازی تغییری در شاخص‌های التهابی از جمله CRP ایجاد نکرد (۲۱). در مطالعه بیژه و همکاران سطح CRP سرمی مردان پس از برنامه تمرینی دایره‌ای در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (۲۲). محققان دیگری چون Fallon (۲۳) و Siegel و همکاران (۲۴) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. در مطالعه Fallon روی ۷ مرد و یک زن دونده استقامت انجام شد و پس از مسابقات فوق ماراتن سطح CRP افزایش معنی‌داری یافت (۲۳). نتایج این تحقیق با نتایج Murtagh و همکاران (۱۱) و Signorelli و همکاران (۲۵) هم‌خوانی نداشت. Murtagh و همکاران برای تعیین اثر یک جلسه پیاده‌روی بر سطح CRP، ۵۰ مرد سالم را انتخاب نمودند. آزمودنی‌ها به مدت ۴۵ دقیقه با شدت ۶۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه فعالیت نمودند و سطح CRP هیچ تغییری ننمود (۱۱). در مطالعه Signorelli و همکاران نیز هیچ تغییر معنی‌داری در سطح CRP آزمودنی‌ها پس از ۳۰ دقیقه راه رفتن روی تردمیل دیده نشد (۲۵). در مطالعات انجام شده این نکته حایز اهمیت است که شدت، نوع تمرین، مدت تمرین، میزان آسیب عضلانی و حجم عضلات درگیر در میزان پاسخ به CRP به فعالیت بدنی اثرگذار است (۱۱و۲۵).

در مطالعه Jorgensen و همکاران تغییرات شاخص‌های التهابی پس از غواصی شبیه‌سازی شده در موش‌ها ارزیابی شد. غواصی موجب افزایش شاخص‌های التهابی در خون و بافت قلبی حیوانات گردید (۲۶) که با یافته مطالعه حاضر همسو است.

عمق و مدت زمان فرو رفتن در آب ممکن است مشکلاتی را در غواصی به وجود آورد و عملکرد ورزشی را مختل کند. افزایش عمق می‌تواند فشار هوای دمی را افزایش دهد. این پدیده چگالی گاز را افزایش می‌دهد. این متغیر سبب تحریک پرتهویه‌ای می‌شود و ممکن است موجب اختلال در عملکرد و آسیب بافتی شود (۲۷). مطالعه Sureda و همکاران نشان داد که غواصی در عمق ۵۰ متری برای مدت زمان ۳۰ دقیقه می‌تواند به استرس اکسیداتیو و آسیب بافتی منجر شود. همچنین IL-6، αTNF و CRP به میزان قابل توجهی افزایش یافت. البته پاسخ سایتوکاین‌ها پس از غواصی بیشتر وابسته به پاسخ ناشی از تمرین بود تا این که پاسخ رفتاری ناشی از عفونت باشد. به همراه استرس اکسیداتیو و آسیب بافتی تحریک سمپاتیکی افزایش یافته و موجب افزایش αTNF، یعنی تحریک کننده قوی تولید IL-6 و شده که خود تحریک کننده قوی تولید CRP است (۲۸). در مطالعه‌ای اثر فعالیت ورزشی (شدید و متوسط) همراه با کاهش وزن بر کاهش سطح CRP زنان سالم ارزیابی شد. فعالیت ورزشی شدید همراه با کاهش وزن منجر به افزایش سطح CRP گردید. زیرا بیش - تمرینی به بافت‌ها و عضلات آسیب می‌رساند و موجب التهاب و افزایش CRP خون می‌شود و نتیجه‌گیری شد اثرات ضدالتهابی ورزش مستقل از کاهش وزن است (۱۲).

از دیگر نتایج مطالعه حاضر، افزایش HDL بود. در حالی که TG، TC و LDL تغییرات معنی‌داری نداشتند. مدت طولانی‌تر تمرینات (بیش از هشت هفته) می‌تواند مؤثرتر باشد (۲۹و۳۰). هرچند در یک مطالعه چهار هفته تمرینات هوازی نیز باعث کاهش TCو LDL و افزایش HDL در زنان و مردان سالم گردید (۳۱). در حالی که در مطالعاتی تمرینات ورزشی به ندرت بر سطح LDL و TC اثر گذاشته است؛ مگر آن که با کاهش رژیم غذایی یا کاهش وزن همراه باشند (۳۴-۳۲). تمرینات ورزشی مستقلاً و صرف نظر از اثر روی وزن می‌تواند بر نیمرخ لیپیدی خون اثر مطلوب داشته باشد (۳۰و۳۵). تمرینات هوازی و قدرتی بر نیمرخ لیپیدی به ویژه HDL در افراد دارای سطح طبیعی TG اثر زیادی نخواهد داشت (۳۶). به‌عبارتی تمرین بیشتر نیمرخ لیپیدی افرادی (زنانی) را تحت تاثیر قرار می‌دهد که از سطح پایه TG (یا LDL) بالاتر یا HDL پایین‌تری برخوردار باشند (۳۳و۳۷). لذا می‌توان گفت عواملی مانند عمق غواصی، شدت تمرین و سطح آمادگی جسمانی افراد می‌تواند از عوامل احتمالی مؤثر بر نتایج تحقیق باشد. شاید یکی از دلایل عدم مشاهده تغییرات معنی‌دار در این متغیرها کم بودن تعداد نمونه‌ها باشد که باعث شد توان آماری مطالعه کاهش یابد. پیشنهاد می‌گردد تحقیقی مشابه با حجم نمونه بیشتر مدنظر محققین قرار گیرد. همچنین اثر اعماق مختلف با شدت‌های تمرینی متفاوت بر شاخص‌های التهابی و در زمان‌های طولانی‌تر ارزیابی گردد.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که غواصی اسکوبا در اثر حمل تجهیزات تنفسی در حین فعالیت، حتی با وجود تغذیه تنفسی، موجب افزایش شاخص‌های التهابی می‌گردد که می‌تواند اثر زیان‌باری بر کارکرد سیستم بدن داشته باشد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی مصوب (شماره ۴۸۱۲۱۴۰۴۹۱۲۰۳۲) واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی شیراز بود. بدین‌وسیله از همکاری غواصان تیم امداد و نجات جمعیت هلال احمر استان کهکیلویه و بویراحمد صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد.

References

1. Dohi Y, Takase H, Sato K, Ueda R. Association among C-reactive protein, oxidative stress, and traditional risk factors in healthy Japanese subjects. Int J Cardiol. 2007 Jan;115(1):63-6. doi:10.1016/j.ijcard.2006.04.006

2. Gotto AM Jr. High-density lipoprotein cholesterol and triglycerides as therapeutic targets for preventing and treating coronary artery disease. Am Heart J. 2002 Dec; 144(6 Suppl): S33-42. doi:10.1067/mhj.2002.130301

3. Sittiwicheanwong R, Ariyapitipun T, Gulsatitporn S, Nopponpunth V, Abeywardena M, Dahlan W. Alterations of

atherogenic low-density lipoproteins and serum fatty acids after 12 week moderate exercise training in sedentary Thai women. Asia Pac J Clin Nutr. 2007; 16(4): 602-8.

4. Abramson JL, Vaccarino V. Relationship between physical activity and inflammation among apparently healthy middle-aged and older US adults. Arch Intern Med. 2002 Jun; 162(11):1286-92.

5. Ridker PM, Rifai N, Rose L, Buring JE, Cook NR. Comparison of C-reactive protein and low-density lipoprotein cholesterol levels in the prediction of first cardiovascular events. N Engl J Med. 2002 Nov; 347(20):1557-65. doi:10.1056/NEJMoa021993

6. Ridker PM, Buring JE, Cook NR, Rifai N. C-reactive protein, the metabolic syndrome, and risk of incident cardiovascular events: an 8-year follow-up of 14 719 initially healthy American women. Circulation. 2003 Jan;107(3):391-7.

7. Hamedinia MR, Haghighi AH, Ravasi AA. The effect of aerobic training on inflammatory markers of cardiovascular disease risk in obese men. World J Sport Sci. 2009; 2(1): 7-12.

8. Kasapis C, Thompson PD. The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers: a systematic review. J Am Coll Cardiol. 2005 May; 45(10):1563-9. doi:10.1016/j.jacc.2004.12.077

9. Nicklas BJ, Hsu FC, Brinkley TJ, Church T, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, et al. Exercise training and plasma C-reactive protein and interleukin-6 in elderly people. J Am Geriatr Soc. 2008 Nov; 56(11):2045-52. doi:10.1111/j.1532-5415.2008.01994.x

10. Plaisance EP, Grandjean PW. Physical activity and high-sensitivity C-reactive protein. Sports Med. 2006;36(5):443-58.

11. Murtagh EM, Boreham C, Nevill A, Davison G, Trinick T, Duly E, et al. Acute responses of inflammatory markrs of cardiovascular disease risk to a single walking session. Journal of physical activity and health. 2005; 2(3): 324-32. doi:https://doi.org/10.1123/jpah.2.3.324

12. Woods JA, Vieira VJ, Keylock KT. Exercise, inflammation, and innate immunity. Neurol Clin. 2006 Aug;24(3):585-99.

13. Fang YQ, Xu J, Chen Y, Xiao WB, Zhang HX, Yu FT. [Changes of serum IL-1, IL-2R and TNF-alpha levels in divers after 150 m Heliox saturation -182 m excursion in the open sea diving]. Space Med Med Eng (Beijing). 2003 Aug;16(4):307-8. [Article in Chinese]

14. Mora S, Lee IM, Buring JE, Ridker PM. Association of physical activity and body mass index with novel and traditional cardiovascular biomarkers in women. JAMA. 2006 Mar; 295(12):1412-9. doi:10.1001/jama.295.12.1412

15. Guerra RL, Prado WL, Cheik NC, Viana FP, Botero JP, Vendramini RC, et al. Effects of 2 or 5 consecutive exercise days on adipocyte area and lipid parameters in Wistar rats. Lipids Health Dis. 2007 Jul;6:16. doi:10.1186/1476-511X-6-16

16. Khademi Y, Mogharnasi M, Anbari S, Hosseini S, Azadmanesh M. [The effect of Omega-3 supplementation and aerobic exercise on cardiovascular risk factors lipid profile of men elderly]. Armaghane Danesh. 2013; 17 (6): 502-13. [Article in Persian]

17. Saghebjoo M, Dadi Khaliran Z, Afzalpour ME, Hedayati M, Yaghoubi A. [Comparison of some prognostic markers of cardiovascular diseases to morning and evening Bruce treadmill test in women]. J Birjand Univ Med Sci. 2013; 20(3): 252-61. [Article in Persian]

18. Spira A. Diving and marine medicine review part II: diving diseases. J Travel Med. 1999 Sep;6(3):180-98.

19. Lynch JH, Bove AA. Diving medicine: a review of current evidence. J Am Board Fam Med. 2009 Jul-Aug;22(4):399-407. doi:10.3122/jabfm.2009.04.080099

20. Rawson ES, Freedson PS, Osganian SK, Matthews CE, Reed G, Ockene IS. Body mass index, but not physical activity, is associated with C-reactive protein. Med Sci Sports Exerc. 2003 Jul; 35(7):1160-6. doi:10.1249/01.MSS.0000074565.79230.AB

21. Kelly AS, Steinberger J, Olson TP, Dengel DR. In the absence of weight loss, exercise training does not improve adipokines or oxidative stress in overweight children. Metabolism. 2007 Jul; 56(7): 1005-9. doi:10.1016/j.metabol.2007.03.009

22. Bizheh N, Rashidlamir A, Zabihi A, Jaafari M. [The acute effects of strength training on inflammatory markers predicting atherosclerosis: a study on inactive middle-aged men]. Tehran Univ Med J. 2011; 69(3): 204-209. [Article in Persian]

23. Fallon KE. The acute phase response and exercise: the ultramarathon as prototype exercise. Clin J Sport Med. 2001 Jan; 11(1):38-43.

24. Siegel AJ, Stec JJ, Lipinska I, Van Cott EM, Lewandrowski KB, Ridker PM, et al. Effect of marathon running on inflammatory and hemostatic markers. Am J Cardiol. 2001 Oct; 88(8):918-20, A9.

25. Signorelli SS, Mazzarino MC, Di Pino L, Malaponte G, Porto C, Pennisi G, et al. High circulating levels of cytokines (IL-6 and TNFalpha), adhesion molecules (VCAM-1 and ICAM-1) and selectins in patients with peripheral arterial disease at rest and after a treadmill test. Vasc Med. 2003; 8(1): 15-9. doi:10.1191/1358863x03vm466oa

26. Jorgensen A, Foster PP, Brubakk AO, Eftedal I. Effects of hyperbaric oxygen preconditioning on cardiac stress markers after simulated diving. Physiol Rep. 2013 Nov; 1(6): e00169. doi:10.1002/phy2.169

27. Selvin E, Paynter NP, Erlinger TP. The effect of weight loss on C-reactive protein: a systematic review. Arch Intern Med. 2007 Jan; 167(1):31-9. doi:10.1001/archinte.167.1.31

28. Sureda A, Batle JM, Capó X, Martorell M, Córdova A, Tur JA, et al. Scuba diving induces nitric oxide synthesis and the expression of inflammatory and regulatory genes of the immune response in neutrophils. Physiol Genomics. 2014 Sep; 46(17): 647-54. doi:10.1152/physiolgenomics.00028.2014

29. Leon AS, Gaskill SE, Rice T, Bergeron J, Gagnon J, Rao DC, et al. Variability in the response of HDL cholesterol to exercise training in the HERITAGE Family Study. Int J Sports Med. 2002 Jan; 23(1):1-9. doi:10.1055/s-2002-19270

30. Spate-Douglas T, Keyser RE. Exercise intensity: its effect on the high-density lipoprotein profile. Arch Phys Med Rehabil. 1999 Jun; 80(6):691-5.

31. Altena TS, Michaelson JL, Ball SD, Guilford BL, Thomas TR. Lipoprotein subfraction changes after continuous or intermittent exercise training. Med Sci Sports Exerc. 2006 Feb; 38(2):367-72. doi:10.1249/01.mss.0000185088.33669.fd

32. Hardman AE. Interaction of physical activity and diet: implications for lipoprotein metabolism. Public Health Nutr. 1999 Sep;2(3A):369-76.

33. Lalonde L, Gray-Donald K, Lowensteyn I, Marchand S, Dorais M, Michaels G, et al. Comparing the benefits of diet and exercise in the treatment of dyslipidemia. Prev Med. 2002 Jul; 35(1):16-24.

34. Durstine JL, Grandjean PW, Cox CA, Thompson PD. Lipids, lipoproteins, and exercise. J Cardiopulm Rehabil. 2002 Nov-Dec; 22(6):385-98.

35. Kraus WE, Houmard JA, Duscha BD, Knetzger KJ,

Wharton MB, McCartney JS, et al. Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. N Engl J Med. 2002 Nov; 347(19):1483-92. doi:10.1056/NEJMoa020194

36. Zmuda JM, Yurgalevitch SM, Flynn MM, Bausserman LL, Saratelli A, Spannaus-Martin DJ, et al. Exercise training has little effect on HDL levels and metabolism in men with initially low HDL cholesterol. Atherosclerosis. 1998 Mar;137(1):215-21.

37. Couillard C, Després JP, Lamarche B, Bergeron J, Gagnon J, Leon AS, et al. Effects of endurance exercise training on plasma HDL cholesterol levels depend on levels of triglycerides: evidence from men of the Health, Risk Factors, Exercise Training and Genetics (HERITAGE) Family Study. Arterioscler Thromb Vasc Biol. 2001 Jul;21(7):1226-32.

Original Paper

Effect of diving in different depths on the level of C-reactive protein and lipid profiles of diver men

**Hossein Toosi Khorshidi (M.Sc)*[1], Hooshang Jafari Ghasrodashti (M.Sc)[2]
Seyyede Khadijeh Parandak (M.Sc)[3], Nazanin Mahmoudi [4]**

[1]Ph.D Candidate in Sport Physiology, Department of Physical Education and Sport Science, University of Mazandaran, Babolsar, Iran. [2]M.Sc in Exercise Physiology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran. [3]M.Sc in Sport Physiology, Academin Instructor, Department of Physical Education, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. [4]B.Sc Student of Physical Education, Gorgan Branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran.

Abstract

Background and Objective: New markers of cardiovascular disease have more sensitivity and accuracy in predicting cardiovascular events. Considering the effective role of physical activity in preventing and reducing cardiovascular disease, which will be of great help in improving the health of people in the community. This study was done to determine the effect of diving in different depths on the level of C-reactive protein (CRP) and lipid profiles of diver men.

Methods: This quasi-experimental study was carried out on 6 male diver members of the rescue and rescue team of the Red Crescent Society of Kohkiluyeh and Boyer Ahmad province in Iran. Subjects diverted on the first day at a depth of 1 meter, the second day at a depth of 10 meter, and the third day at a depth of 20 meter for 40 minutes. The subjects were at a depth of 10 and 20 meters at a height of 3 meters to the surface of the water for five-minute steepness. Blood samples were taken before and after diving, and CRP and lipid profiles including triglyceride, total cholesterol, low density lipoprotein and high density lipoprotein were measured.

Results: The increase of environmental stress caused by diving in three depths of 1, 10 and 20 meters of the sea significantly increased CRP level ($P<0.05$). No significant changes were observed in the levels of triglyceride, total cholesterol, and low density lipoprotein, but high density lipoprotein level was significantly increased ($P<0.05$).

Conclusion: Scuba diving, due to the transport of respiratory equipment during activity increases C-reactive protein and lipid profiles.

Keywords: Diving, Reactive protein-C, Lipid profiles

*** Corresponding Author: Toosi khorshidi H (M.Sc), E-mail: toosi.kh_h@yahoo.com**

Received 31 Jan 2017 **Revised** 29 Apr 2017 **Accepted** 23 Jul 2017

Cite this article as: Toosi Khorshidi H, Jafari Ghasrodashti H, Parandak SKh, Mahmoudi N. [Effect of diving in different depths on the level of C-reactive protein and lipid profiles of diver men]. J Gorgan Univ Med Sci. 2018 Spring; 20(1): 83-89. [Article in Persian]