

علوم زیستی ورزشی - بهار ۱۳۹۶
دوره ۹، شماره ۱، ص: ۴۴ - ۳۳
تاریخ دریافت: ۱۳ / ۰۲ / ۹۳
تاریخ پذیرش: ۱۵ / ۰۲ / ۹۴

بررسی پاسخ سطوح FABP₅ پلاسمایی به هشت هفته فعالیت هوازی در زنان یائسه و غیر یائسه با وزن بالا

ریحانه دلبری*^۱ - رزیتا فتحی^۲ - الهه طالبی گرکانی^۳

۱. کارشناسی ارشد، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران ۲. دانشیار، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران ۳. دانشیار، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

چکیده

مطالعه حاضر با هدف بررسی پاسخ سطوح پلاسمایی FABP₅ به هشت هفته فعالیت هوازی در زنان در شرایط پیش و پس از یائسگی انجام گرفت. ۱۰ زن غیر یائسه (میانگین BMI، $27.8 \pm 2.03 \text{ kg/m}^2$) و ۱۰ زن یائسه (میانگین BMI، $28.6 \pm 1.5 \text{ kg/m}^2$) در دو گروه تمرینی قرار گرفتند. تمرین شامل هشت هفته فعالیت هوازی و هر هفته ۳ جلسه با شدت ۴۰ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره بود که به مدت ۲۵ دقیقه در هفته اول اجرا شد و در هفته هشتم به ۴۵ دقیقه رسید. پیش و پس از تمرین، سطوح پلاسمایی FABP₅ و مقادیر نیم‌رخ لیپیدی خون اندازه‌گیری شد. تمرین سبب افزایش معنادار FABP₅ در گروه یائسه شد ($P < 0.05$). مقادیر LDL نیز در گروه یائسه و کلسترول در هر دو گروه افزایش معنادار یافت ($P < 0.05$). افزایش سطوح FABP₅ در یائسگی ممکن است از مکانیسم‌های دیگری تبعیت کند و با تغییرات متابولیکی پس از تمرین در ارتباط باشد.

واژه‌های کلیدی

غیر یائسه، فعالیت هوازی، وزن بالا، یائسه، FABP₅

مقدمه

چاقی و اضافه وزن از عوامل مؤثر بر وضعیت سلامت و کیفیت زندگی است (۱۳). شیوع چاقی و اضافه وزن در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران رو به افزایش است (۱۲). از سال ۱۹۶۰ تا ۱۹۹۴م، شیوع اضافه وزن در مردان از ۳۷/۸ درصد به ۳۹/۴ درصد و در زنان از ۲۳/۶ درصد به ۲۴/۷ درصد رسید (۱۸). در ایران شیوع چاقی از ۱۳/۶ درصد در سال ۱۹۹۹ به ۲۲/۳ درصد در سال ۲۰۰۷ افزایش یافته است (۵). با توسعه چاقی، بافت چربی نیز به طور فزاینده‌ای ناکارآمد شده و اختلال در سوخت‌وساز سلول‌های آن با افزایش غلظت اسیدهای چرب در گردش همراه است. یائسگی نیز که بر توقف دائمی قاعدگی دلالت می‌کند، یکی از مهم‌ترین پدیده‌های زندگی هر زن به‌شمار می‌رود. با توجه به اینکه امید به زندگی در ایران حدود ۷۰ سال است، می‌توان انتظار داشت که زنان تقریباً یک‌سوم از عمر خود را بعد از این سن بگذرانند (۱). شیوع سندروم متابولیک (چاقی مرکزی، مقاومت به انسولین و دیس‌لیپیدمی) با یائسگی افزایش می‌یابد. گذار از مرحله پیش از یائسگی به مرحله پس از آن با پیدایش بسیاری از ویژگی‌های سندروم متابولیک، از جمله ۱. افزایش چربی بدن مرکزی؛ ۲. تغییر به سمت نیم‌رخ لیپیدی آتروژنیک، با افزایش LDL و سطح تری‌گلیسیرید، کاهش HDL و ذرات متراکم لیپوپروتئین کم‌چگال؛ و ۳. افزایش قند خون و سطح انسولین همراه است. پیدایش این عوامل خطر ممکن است نتیجه نارسایی تخمدان یا معادل آن، نتیجه غیرمستقیمی از عواقب متابولیک توزیع مجدد چربی مرکزی با کمبود استروژن باشد (۳).

پروتئین متصل به اسید چرب اپیدرمال (FABP₅) یا mal1 یک پروتئین سیتوزولی از اعضای خانواده چندزنی FABP با وزن مولکولی ۱۵ کیلودالتون است که می‌تواند به‌طور برگشت‌پذیر با لیگاندهای آب‌گریز مانند اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع بلندزنجیر، ایکوزانوئیدها^۱ و لیپیدهای دیگر با میل ترکیبی بالا و انتخاب‌پذیری گسترده پیوند دهد و موجب تسهیل حمل‌ونقل آنها شود. این پروتئین اغلب در سلول‌های اپیدرمال پوست بیان می‌شود و یکی از فراوان‌ترین پروتئین‌ها در سیتوپلاسم سلول‌های چربی و ماکروفاژهاست (۸) و در مهار لیپیدهای واکنش‌پذیر از جمله اسیدهای چرب نقش مهمی ایفا می‌کند (۱۵).

سطوح پلاسمایی FABP₅ در افراد چاق بالاست و پس از کاهش وزن ناشی از مداخلات غیرورزشی

1. Eicosanoids

کاهش می‌یابد (۱۱)، اما در زمینه مقادیر آن در افراد یائسه تاکنون مطالعه‌ای صورت نگرفته است. از طرفی به دلیل ارتباط یائسگی با افزایش سطوح چاقی مرکزی (۳) و نیز بالارفت مقادیر FABP₅ در حضور چنین شرایطی، افزایش سطوح آن در زنان یائسه نیز دور از انتظار نخواهد بود. بنابراین اهمیت توسعه برنامه‌های پیشگیری و مبارزه با چاقی روزبه‌روز افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، عدم فعالیت فیزیکی یکی از عوامل مؤثر در ایجاد چاقی است، در حالی که براساس مطالعات صورت گرفته در ایران، ۴۰ درصد از ایرانیان بزرگسال (۳۱/۶ درصد مردان و ۴۸/۶ درصد زنان) فعالیت بدنی پایینی دارند (۶). براساس نتایج تحقیقات فعالیت بدنی تأثیرات مطلوبی را بر وزن، BMI، درصد چربی و نیم‌رخ لیپیدی زنان قبل و بعد از یائسگی بر جای می‌گذارد (۱۶،۱۹،۲۶). براساس دانسته‌های ما تاکنون پژوهشی در زمینه اثر فعالیت بدنی بر سطوح پلاسمایی FABP₅ به‌ویژه در زنان دارای اضافه وزن و یائسه گزارش نشده است و تنها تحقیقات اندکی به مطالعه تأثیر فعالیت‌های هوازی بر سطوح سرمی FABP₄ پرداخته‌اند که با عدم تغییر سطوح آن روبه‌رو شدند (۲۳). مطالعات انجام گرفته در زمینه تغییرات FABP₅ بر بیان آن در بافت‌ها متمرکزند و فعالیت‌های ورزشی سبب افزایش بیان این پروتئین در بافت‌ها از جمله عضله اسکلتی می‌شود (۱۴،۲۸). با این حال، مطالعه و بررسی سطوح پلاسمایی FABP₅ در پی هشت هفته فعالیت هوازی در زنان در شرایط پیش و پس از یائسگی ضروری به نظر می‌رسد، چراکه می‌توان مکانیسم عملکرد FABP₅ را در سنین مختلف نیز درک کرد.

روش تحقیق

تعداد ۲۰ زن که براساس پرسشنامه پیشینه تندرستی (۱۰) سالم و فاقد هر گونه بیماری بودند و در شش ماه گذشته در برنامه‌های فعالیت بدنی منظم شرکت نداشتند و رژیم غذایی خاص یا برنامه کاهش وزن را دنبال نمی‌کردند، با دارا بودن دوره قاعدگی منظم (افراد غیر یائسه) و پس از تکمیل رضایت‌نامه برای شرکت در تحقیق انتخاب شدند. ۱۰ زن در گروه غیر یائسه (با میانگین سنی $32 \pm 6/4$ سال و میانگین قد $160/7 \pm 6/1$ سانتی‌متر) و ۱۰ زن در گروه یائسه (با میانگین سنی $52 \pm 5/5$ سال و میانگین قد $157/2 \pm 7/2$ سانتی‌متر) قرار گرفتند. ابتدا اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریک شامل قد و وزن آزمودنی‌ها با قدسنج دیواری (با دقت ۰/۱ سانتی‌متر) و ترازوی دیجیتال (با دقت ۰/۱ کیلوگرم) انجام گرفت، سپس با استفاده از فرمول نسبت وزن بر مجذور قد، شاخص توده بدنی (BMI) محاسبه شد.

درصد چربی بدن آزمودنی‌ها با استفاده از کالیپر یاگامی ژاپن و روش سه‌نقطه‌ای جکسون و پولاک^۱ (۱۹۸۵) (۱۷)، با اندازه‌گیری چربی زیرپوستی ناحیه سهرس بازویی، فوق‌خاصره و ران سنجیده شد. همه اندازه‌گیری‌ها در پایان پروتکل تمرین تکرار شد. ویژگی‌های جسمانی آزمودنی‌ها در جدول ۱ آمده است. از شرکت‌کنندگان یائسه پس از اتمام ۲۴ جلسه تمرین و از افراد غیریائسه در مرحله لوتئال قاعدگی (بین ۲۳-۱۹ روز پس از قاعدگی) (۲۵) که براساس تاریخ‌های عادت ماهیانه ۳ ماه گذشته آنان تعیین شده بود، خواسته شد که در آزمایشگاه حاضر شوند. آزمودنی‌ها طی دو مرحله و به ترتیب ۲۴ ساعت پیش از شروع اولین جلسه تمرینی و ۴۸ ساعت پس از اتمام آخرین جلسه آن، از انجام فعالیت ورزشی اجتناب کردند و پس از ۱۲ ساعت ناشتایی در آزمایشگاه برای خون‌گیری حضور یافتند. در محل آزمایشگاه ۱۰ سی‌سی خون از ورید بازویی گرفته شد. نمونه‌های خونی به‌منظور جداسازی پلاسما به مدت ۱۵ دقیقه در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه قرار داده شد و پلاسمای آنها در دمای ۷۰- درجه سانتی‌گراد منجمد و برای آنالیزهای بیوشیمیایی ذخیره شد.

برنامه تمرین آزمودنی‌ها شامل هشت هفته و هر هفته ۳ جلسه تمرین هوازی بود که با ۴۵-۴۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره (ضربان قلب استراحت - سن) (۲۲۰-)، به مدت ۲۵ دقیقه در هفته اول شروع شد و در هفته هشتم به ۴۵ دقیقه با ۸۰-۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره رسید (هر هفته ۵ دقیقه به زمان و ۵ درصد به شدت افزوده شد) (۱۰). ضربان قلب بیشینه نیز از فرمول (سن - ۲۲۰) محاسبه و شدت تمرین با استفاده از ضربان‌سنج (پولار، ساخت فنلاند) کنترل شد. شیوه فعالیت در هر جلسه شامل ۱۵ دقیقه گرم کردن با انواع دو نرم و آهسته و حرکات نرمشی و در نهایت ۱۰ دقیقه سرد کردن با حرکات کششی بود.

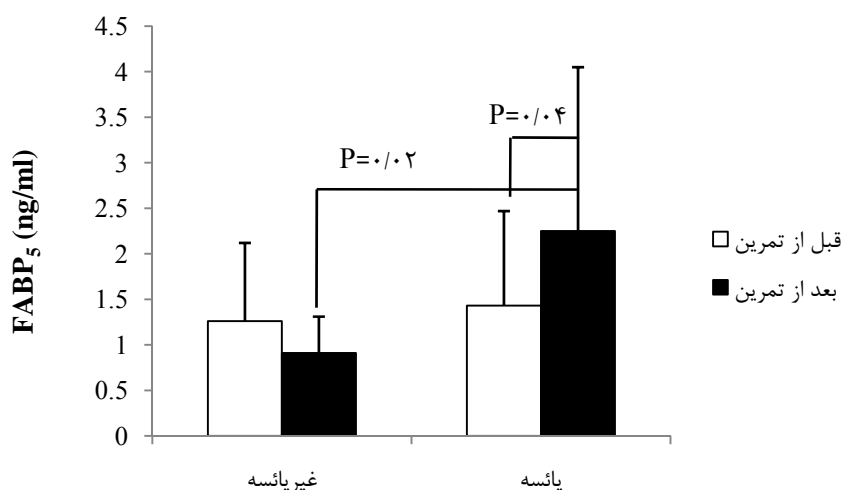
آنالیز بیوشیمیایی و سنجش مقادیر پلاسمایی FABP₅ به روش ELISA با حساسیت بالا و با استفاده از کیت تجاری، شرکت کازاواپو چین (CUSABIO BIOTECH) انجام گرفت. حساسیت روش مذکور ۰/۱۹ نانوگرم بر میلی‌لیتر بود. به‌علاوه HDL-C و کلسترول با روش آنزیمی فتومتریک و تری‌گلیسیرید نیز به روش آنزیمی رنگ‌سنجی با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون سنجش شدند. سطوح LDL-C نیز با استفاده از معادله فریدوالد^۲ و همکاران محاسبه شد. در این تحقیق علاوه بر استفاده از آمار توصیفی، برای مقایسه دو گروه از آزمون آنالیز کوواریانس استفاده شد. همچنین به‌منظور

-
1. Jackson & Pollock
 2. Friedewald

بررسی اثر تمرین و مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه‌ها آزمون t همبسته به کار برده شد. کلیه عملیات آماری تحقیق با نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام گرفت و سطح معناداری آزمون‌ها $P < 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌های تحقیق

به‌طور کلی نتایج آزمون t همبسته (جدول ۱) نشان می‌دهد این دوره تمرینی سبب کاهش معنادار درصد چربی بدن در هر دو گروه و دور کمر در گروه غیر یائسه شده است ($P < 0.05$). در حالی که تغییراتی در دیگر ویژگی‌های آنتروپومتریکی ایجاد نشد. سطوح پلاسمایی FABP₅ در زنان یائسه نسبت به زنان غیر یائسه بالاتر بود، البته از نظر آماری معنادار نبود. هشت هفته تمرین هوازی افزایش معنادار FABP₅ در گروه یائسه را در پی داشت ($P < 0.05$) (نمودار ۱).



نمودار ۱. میانگین سطوح پلاسمایی FABP₅ در گروه‌ها پیش و پس از تمرین

هرچند مقدار این پروتئین در گروه غیر یائسه به‌طور غیر معنادار کاهش یافت. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، مقادیر LDL در گروه یائسه و کلسترول در هر دو گروه با افزایش معنادار همراه بود ($P < 0.05$). نتایج حاصل از آزمون آنالیز کوواریانس نیز نشان داد، هشت هفته تمرین هوازی سبب ایجاد تفاوت‌های بین گروهی معناداری در سطوح FABP₅ پس از کنترل اثر مقادیر پایه در متغیرهای مورد

مطالعه می‌شود. به‌گونه‌ای که مقادیر آن در گروه یائسه با افزایش شایان توجهی در مقایسه با گروه غیر یائسه همراه شد ($P < 0/05$). اما در دیگر متغیرها تفاوت بین گروهی معناداری پس از اعمال این دوره تمرینی مشاهده نشد.

جدول ۱. شاخص‌های آنتروپومتریکی و سطوح پلاسمایی متغیرهای پژوهش در گروه‌های غیر یائسه و

یائسه پیش و پس از هشت هفته تمرین هوازی

متغیر	پیش از تمرین	پس از تمرین	تغییرات	P
وزن (Kg)				
غیر یائسه	$72/3 \pm 9/01^*$	$72/3 \pm 9/4$	$0/000 \pm 2/4$	1/00
یائسه	$71 \pm 7/8$	$70/3 \pm 8/4$	$-0/7 \pm 1/3$	0/13
P	0/73	0/62	0/48	
شاخص توده بدنی (Kg/m^2)				
غیر یائسه	$27/8 \pm 2/03$	$27/8 \pm 2/3$	$-0/04 \pm 1/1$	0/91
یائسه	$28/6 \pm 1/5$	$28/3 \pm 1/6$	$-0/3 \pm 0/5$	0/13
P	0/34	0/56	0/55	
درصد چربی (%)				
غیر یائسه	$24/6 \pm 2/1$	$22/5 \pm 2/5$	$-2/01 \pm 2/2$	0/02
یائسه	$23/7 \pm 3/3$	$20/8 \pm 1/4$	$-2/8 \pm 3/7$	0/03
P	0/49	0/07	0/1	
دور کمر (cm)				
غیر یائسه	$87 \pm 4/5$	$83/5 \pm 4/6$	$-3/5 \pm 1/8$	0/000
یائسه	$92/7 \pm 8/8$	$90/6 \pm 7/8$	$-2/1 \pm 4/04$	0/15
P	0/1	0/02	0/12	
(ng/ml) FABP ₅				
غیر یائسه	$1/26 \pm 0/8$	$0/91 \pm 0/4$	$-0/34 \pm 0/9$	0/26
یائسه	$1/43 \pm 1/04$	$2/25 \pm 1/8$	$0/81 \pm 1/09$	0/04
P	0/68	0/04	0/02	
(mg/dl) HDL				
غیر یائسه	$29/3 \pm 2/05$	$30/8 \pm 2/9$	$1/5 \pm 3/4$	0/2
یائسه	$29/1 \pm 2/4$	$28/6 \pm 2/3$	$-0/5 \pm 3/4$	0/65
P	0/84	0/08	0/09	

ادامه جدول ۱. شاخص‌های آنتروپومتریکی و سطوح پلاسمایی متغیرهای پژوهش در گروه‌های غیر یائسه و یائسه پیش و پس از هشت هفته تمرین هوازی

متغیر	پیش از تمرین	پس از تمرین	تغییرات	P [†]
(mg/dl) LDL				
غیر یائسه	۱۵۰/۱ ± ۳۲/۶	۱۶۳/۸ ± ۳۸/۰۲	۱۳/۷ ± ۲۱/۰۳	۰/۰۷
یائسه	۱۷۴/۳ ± ۵۱/۷	۱۹۹ ± ۶۲/۵	۲۴/۷ ± ۱۴/۷	۰/۰۰۰
P	۰/۲۲	۰/۱۴	۰/۳۵	
(mg/dl) کلسترول				
غیر یائسه	۲۰۱/۲ ± ۳۴/۸	۲۲۱/۲ ± ۴۰/۸	۱۷ ± ۱۹/۲	۰/۰۲
یائسه	۲۴۹/۱ ± ۴۵/۳	۲۶۴/۳ ± ۵۸/۸	۱۵/۲ ± ۱۹/۳	۰/۰۳
P	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۳۲	
تری گلیسرید (mg/dl)				
غیر یائسه	۱۰۷/۹ ± ۲۴/۶	۱۱۵/۵ ± ۴۶/۱	۷/۶ ± ۴۳/۱	۰/۰۲
یائسه	۲۲۷ ± ۱۲۶/۹	۱۸۳ ± ۸۱/۱	-۴۴ ± ۶۴/۶	۰/۰۶
P [#]	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۹۴	

* اعداد به صورت میانگین ± انحراف استاندارد بیان شده‌اند.

[†] سطح معناداری بین پیش و پس از تمرین در گروه‌های تمرینی

[#] سطح معناداری بین گروه‌ها در پیش و پس از تمرین

بحث و نتیجه‌گیری

سطوح پلاسمایی FABP₅ در زنان یائسه نسبت به زنان غیر یائسه بالاتر بود، البته از نظر آماری معنادار نبود. یکی از یافته‌های مهم این پژوهش افزایش معنادار FABP₅ در گروه یائسه پس از هشت هفته تمرین هوازی است. همچنین، کاهش اندکی در سطوح FABP₅ زنان غیر یائسه مشاهده شد. پژوهش‌ها در زمینه تغییرات سطوح پلاسمایی FABP₅ بسیار اندک است (۱۱). مطالعات پیشین به‌طور کلی سطوح بیان FABP₅ را در افراد چاق پایین و سطوح پلاسمایی آن را در این افراد بالا گزارش می‌کنند. به‌طوری‌که پس از اعمال دوره تمرینی یا مداخلات غیر ورزشی از جمله عمل جراحی یا رژیم غذایی همراه با کاهش وزن، بیان این پروتئین در آنها افزایش و سطوح پلاسمایی آن کاهش می‌یابد (۴،۹،۱۱،۱۴،۲۸). پارادوکس موجود (کاهش سطوح پلاسمایی و افزایش سطوح بافتی FABP₅ در اثر ورزش یا سایر مداخلات) را می‌توان با در نظر گرفتن عملکرد FABP₅ در سلول توضیح داد. این

پروتئین‌ها به‌عنوان حامل‌های چربی، انتقال چربی‌ها را به بخش‌های خاصی در سلول شامل رتیکیلوم اندوپلاسمیک^۱، میتوکندری یا پروکسیزوم^۲، سیتوزول و هسته یا حتی خارج سلول تسهیل می‌کنند و در نتیجه سبب ذخیره چربی، سیگنال‌دهی، انتقال، سنتز غشاء، اکسیداسیون، تنظیم فعالیت آنزیم‌ها، تنظیم رونویسی با واسطه لیپید و سیگنال‌دهی در وضعیت اتوکراین و پاراکراین می‌شوند (۸،۷). از این رو از آنجا که با شروع فعالیت ورزشی برداشت و اکسیداسیون اسیدهای چرب در درون عضله اسکلتی افزایش می‌یابد (۲۱)، افزایش بیان ژن یا سطوح بافتی این پروتئین پس از فعالیت ورزشی دور از انتظار نیست.

در پژوهش حاضر نیز در ابتدای تمرین سطوح پلاسمایی FABP₅ در زنان یائسه به‌دلیل وجود چربی بالاتر در آنان به‌مراتب بیشتر از زنان غیر یائسه بود و پس از تمرین با وجود انتظار تغییرات کاهشی در آن، مقادیر FABP₅ در زنان یائسه افزایش یافت. علت این افزایش را می‌توان در عدم تغییر وزن آزمودنی‌ها پس از تمرین جست‌وجو کرد، چراکه تغییرات سطوح این پروتئین ارتباط تنگاتنگی با وزن بدن دارد (۱۱). تحقیقات نشان داده‌اند سطوح FABP₅ با دیگر شاخص‌های آنروپومتریکی و برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی نیز در ارتباط است. این پروتئین ارتباط مستقیم و معناداری با BMI، درصد چربی بدن و دور کمر در افراد چاق پس از عمل جراحی دارد (۲،۴،۹،۱۱). به‌نظر می‌رسد کاهش معنادار دور کمر در گروه غیر یائسه پس از دوره تمرینی دلیلی بر کاهش سطوح پلاسمایی FABP₅ در این گروه باشد. از سویی دیگر، از این حیث که شاخص توده بدنی در گروه‌های تمرینی تغییری نیافت، بدین سبب نمی‌توان تأثیرات مثبت آن بر سطوح این پروتئین را مشاهده کرد و با وجود کاهش معنادار درصد چربی بدنی در هر دو گروه، افزایش FABP₅ در گروه یائسه این فرضیه را ایجاد می‌کند که تغییرات این پروتئین به مکانیسم‌های دیگری وابسته است. مطالعات ارتباط FABP₅ با مقادیر نیم‌رخ لیپیدی را به اثبات رسانیده‌اند (۲،۴). زنان یائسه به‌دلیل کمبود استروژن درصد چربی بیشتری دارند (۳). افزایش اسیدهای چرب با افزایش جبرانی FABP₅ همراه است. به همین سبب افزایش LDL و کلسترول پس از دوره تمرینی در این گروه می‌تواند عامل تحریکی برای افزایش سطوح FABP₅ باشد. در تحقیقات وجود همبستگی مثبت و معنادار بین سطوح پلاسمایی FABP₅ و مقادیر تری‌گلیسیرید در افراد مبتلا به هایپرتری‌گلیسیریدمی^۳ گزارش شده است (۴)، اما محققان این مطالعه با ارتباط منفی و غیرمعنادار بین

-
1. Endoplasmic reticulum
 2. Peroxisome
 3. Hypertriglyceridaemia

این دو متغیر روبه‌رو شدند ($r = -0/327$, $P = 0/16$). البته می‌توان به حضور مقادیر قابل قبول TG در پلاسمای آزمودنی‌ها در تمام طول فرایند تمرینی استناد کرد.

از دیگر یافته‌های پژوهش حاضر افزایش مقادیر LDL در گروه یائسه و کلسترول در هر دو گروه نسبت به پیش از اعمال دوره تمرینی بود. به نظر محققان HDL و LDL به‌سختی تحت تأثیر تمرین قرار می‌گیرند و به‌ویژه HDL، متأثر از شدت تمرین است (۲۴). بنابراین شاید بتوان شدت و مدت تمرینات را علت حصول تغییرات ناهمگون در مقادیر نیم‌رخ لیپیدی دانست. تحقیقات نشان می‌دهند که تمرینات هوازی در مدت‌های کوتاه‌تر ممکن است با افزایش LDL همراه باشد و برای کاهش مقادیر آن باید مدت دوره تمرین را افزایش داد (۲۰). بنابراین ادامه روند تمرین در مدت‌های طولانی‌تر در این مطالعه می‌تواند با تغییرات مطلوب نیم‌رخ لیپیدی همراه باشد. به‌طور کلی، نگاهی جامع به تحقیقات در زمینه اثر تمرین (هوازی و قدرتی) بر نیم‌رخ لیپیدی چند نکته مهم را روشن می‌سازد: ۱. مدت طولانی‌تر تمرینات یعنی بیشتر از هشت هفته می‌تواند مؤثرتر باشد، زیرا بیشتر تحقیقاتی که اثرگذاری تمرین را گزارش کرده‌اند، از برنامه‌های تمرینی با مدت بیش از هشت هفته (مثلاً ۱۶، ۲۰ یا ۲۴ هفته) استفاده کرده‌اند (۲۷)؛ ۲. تمرینات ورزشی به‌ندرت بر سطوح کلسترول و LDL اثر می‌گذارند، مگر اینکه با کاهش رژیم غذایی یا کاهش وزن همراه باشند (۲۵). اما از آنجا که در تحقیق حاضر کاهش وزن در آزمودنی‌ها دیده نشد و همه افراد رژیم یکنواخت خود را در پیش گرفتند، نمی‌توان اثر تمرین به‌تنهایی را بر سطوح این مقادیر به‌درستی تفسیر کرد. نکته دیگر اینکه تمرین، بیشتر نیم‌رخ لیپیدی افراد (زنانه) را تحت تأثیر قرار می‌دهد که از سطح پایه TG یا LDL بالاتر یا HDL پایین‌تری برخوردار باشند (۲۴). بنابراین در مطالعه حاضر به‌دلیل اینکه افراد مورد مطالعه پیش و پس از دوره تمرینی از سطوح قابل قبول TG برخوردار بودند، سطوح HDL آنها پس از اجرای برنامه تمرینی تغییر چندانی نیافت. کراوس^۱ و همکاران ادعان داشتند مقادیر بالای ورزش نسبت به مقادیر پایین‌تر آن به بهبودی بیشتری منجر می‌شود و بالاترین مقدار ورزش هفتگی، با حداقل تغییر وزن، آثار مفید گسترده‌ای بر نیم‌رخ لیپیدی بر جای می‌گذارد و این بهبودی به مقدار فعالیت و نه شدت ورزشی یا بهبود تناسب اندام بستگی دارد (۲۲).

به‌طور کلی، تغییرات سطوح FABP₅ در زنان یائسه پس از فعالیت هوازی ممکن است از مکانیسم‌های دیگری تبعیت کرده و با تغییرات متابولیکی پس از تمرین در ارتباط باشد. با این حال این

دوره تمرینی سبب بهبود تناسب بدنی افراد مورد مطالعه شد. مطالعه بیشتر با مداخلات تغذیه‌ای، مدت و شدت‌های متفاوت تمرین، درک بهتری از سازوکارهای مؤثر بر تغییر FABP₅ فراهم خواهد کرد.

منابع و مآخذ

1. Ayatollahi M. T, Ghaem H, Ayatollahi A. (2004). "Age of natural menopause and socio-population factors in shiraz 1379". *Jmums*. 14(44): 51-61. (Persian)
2. Bagheri, R., Qasim, A. N., Mehta, N. N., Terembula, K., Kapoor, S., Braunstein, S., . . . Reilly, M. P. (2010). "Relation of plasma fatty acid binding proteins 4 and 5 with the metabolic syndrome, inflammation and coronary calcium in patients with type-2 diabetes mellitus". *American Journal of Cardiology*. 106(8): 1118-1123.
3. Carr, M. C. (2003). "The emergence of the metabolic syndrome with menopause". *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 88(6): 2404-2411.
4. Dennis C.Y. Yeung, Yu Wang, Aimin Xu, Stephen C.W. Cheung, Nelson M.S. Wat, Daniel Y.T. Fong, Carol H.Y. Fong, M.T. Chau, Pak C. Sham, and Karen S.L. Lam. (2008). "Epidermal fatty-acid-binding protein: a new circulating biomarker associated with cardio metabolic risk factors and carotid atherosclerosis". *European Heart Journal*. 29: 2156-2163.
5. Esteghamati A, Khalilzadeh O, Mohammad K, Meysamie A, Rashidi A, Kamgar M, et al. (2010). "Secular trends of obesity in Iran between 1999 and 2007: National Surveys of Risk Factors of Non communicable Diseases". *Metab Syndr Relat Disord*. 8(3): 209-13.
6. Esteghamati A, Khalilzadeh O, Rashidi A, Kamgar M, Meysamie A, Abbasi M. (2011). "Physical activity in Iran: results of the third national surveillance of risk factors of non-communicable diseases (SuRFNCD-2007)". *J Phys Act Health*. 8(1): 27-35.
7. Furuhashi, M., & Hotamisligil, G. S. (2008). "Fatty acid-binding proteins: role in metabolic diseases and potential as drug targets". *Nature Reviews Drug Discovery*. 7(6), 489-503 .
8. Furuhashi, M., Ishimura, S., Ota, H., & Miura, T. (2011). "Lipid chaperones and metabolic inflammation". *International journal of inflammation*.
9. Gertow, K., Pietiläinen, K. H., Yki-Järvinen, H., Kaprio, J., Rissanen, A., Eriksson, P., . . . Fisher, R. (2004). "Expression of fatty-acid-handling proteins in human adipose tissue in relation to obesity and insulin resistance". *Diabetologia*. 47(6): 1118-1125.
10. Gregory B. Dwyer, Shala A Davies, Collector. (2008). *ACSM's health-related physical fitness assessment manual*. ACSM.
11. Haider, D. G. Schindler, K. Bohdjalian, A. Prager, G. Luger, A. Wolzt, M. Ludvik, B. (2007). "Plasma adipocyte and epidermal fatty acid binding protein is reduced after weight loss in obesity". *Diabetes, Obesity and Metabolism*. 9: 761-763.
12. Hanachi, P. (2008). "The Association of Hypertension with Major Risks Factors among University Putra Malaysia Retirees". *J. Med. Sci*. 8(3): 254-261.

13. Hassanzadeh J, Mohammadbeigi A, Eshrati B, Moemenbellah- Fard MD. (2012). "Estimation of the regional burden of noncommunicable diseases due to obesity and overweight in Mark-azi province, Iran, 2006-2007". *J Cardiovasc Dis Res.* 3(1): 26-31.
14. Hayat, I., Rowlands, D., Lys, I., Sukala, W., Cheema, B., Breier, B., Leikis, M., Krebs, J, and Page, R. (2012). "Effect of Aerobic Exercise on Leptin and PGC-1 α Gene Expression in a Unique Cohort of Morbidly Obese Polynesians with Type 2 Diabetes". *Endocr Review.* 33, MON-524.
15. Hoekstra, M., Stitzinger, M., van Wanrooij, E. J. A., Michon, I. N., Kruijt, J. K., Kamphorst, J., . . . Kuiper, J. (2006). "Microarray analysis indicates an important role for FABP5 and putative novel FABPs on a Western-type diet". *Journal of lipid research.* 47(10): 2198-2207.
16. Irwin, M. L., Yasui, Y., Ulrich, C. M., Bowen, D., Rudolph, R. E., Schwartz, R. S., . . . McTiernan, A. (2003). "Effect of exercise on total and intra-abdominal body fat in postmenopausal women". *JAMA: the journal of the American Medical Association.* 289(3): 323-330.
17. Jackson AS, Pollock ML, Ward A. (1985). "Generalized equations for predicting body density of women". *Med Sci Sports Exerc.* 12(3): 181-75.
18. Jago, R., Jonker, M. L., Missaghian, M., & Baranowski, T. (2006). "Effect of 4 weeks of Pilates on the body composition of young girls". *Preventive medicine.* 42(3): 177-180.
19. Jakicic, J. M., Marcus, B. H., Gallagher, K. I., Napolitano, M., & Lang, W. (2003). "Effect of exercise duration and intensity on weight loss in overweight, sedentary women". *JAMA: the journal of the American Medical Association.* 290(10): 1323-1330.
20. JeVrey A. Potteiger. Randal P. Claytor. Mathew W. Hulver. Michael R. Hughes. Michael J. Carper. Scott Richmond. John P. Thyfault. (2012). "Resistance exercise and aerobic exercise when paired with dietary energy restriction both reduce the clinical components of metabolic syndrome in previously physically inactive males". *Eur J Appl Physiol.* 112: 2035-2044.
21. Kiens B, Alsted TJ, Jeppesen J. (2011). "Factors regulating fat oxidation in human skeletal muscle". *obesity reviews.* 12: 852-858.
22. Kraus WE, Houmard JA, Duscha BD, Knetzger KJ, Wharton MB, McCartney JS, et al. (2002). "Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins". *N Engl J Med.* 347(19): 1483-92.
23. Moghadasi, M. (2013). "Effects of 8 weeks high intensity aerobic exercise on serum adipocyte fatty acid binding protein levels". *annals of biological research.* 4(12): 150-154.
24. Naye bifar, S., Afzalpour, M., Saghebjo, M., Hedayati, M., & Shirzaee, P. (2012). "The effect of aerobic and resistance trainings on serum C-Reactive Protein, lipid profile and body composition in overweight women". *Modern Care Journal.* 8(4): 186-196.
25. Olson TP, Dengel DR, Leon AS, Schmitz KH. (2007). "Changes in inflammatory biomarkers following one year of moderate resistance training in overweight women". *Int J Obesity.* 31(6): 996-1003.

-
26. Sori R, Khosravi N, Rezaeeyan N, Montazari Taleghani H. (2011). "Effect of combined endurance - resistance training on intercellular adhesion molecule and lipid profile in postmenopausal women 48-60 years". *MSPORT*. 3(11): 61-80. (Persian)
 27. Strasser B, Siebert U, Schobersberger W. (2010). "Resistance training in the treatment of the metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis of the effect of resistance training on metabolic clustering in patients with abnormal glucose metabolism". *Sports Med*. 40(19): 397-415.
 28. Timmons, J. A., Larsson, O., Jansson, E., Fischer, H., Gustafsson, T., Greenhaff, P. L., Wahlestedt, C. (2005). "Human muscle gene expression responses to endurance training provide a novel perspective on Duchenne muscular dystrophy". *The FASEB journal*. 19(7): 750-760.