University of Birjand

Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport *Research Paper*
Fall & Winter 2020, 8(16), 144-153
Received: Jul 30, 2018 *Accepted: Apr 10, 2019*

Comparison of substrate metabolism and energy expenditure in young and middle aged obese women during running on a treadmill

Fatemeh Zolfaghari[1]*, Amir Hossein Haghighi[2]

1. MSc in Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran.
2. Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran.

Abstract

Background and Aim: Studies showed that impairment in substrate metabolism due to obesity could increase with aging. Therefore, the aim of the present study was to compare the substrate metabolism and energy expenditure in obese young and middle-aged women during running on a treadmill. **Materials and Methods**: Ten young obese women aged 20 to 25 years and 10 middle-aged obese women aged 40 to 45 years volunteered for this study. The exercise program included running on a treadmill with an intensity of 75% of maximum heart rate for 30 minutes. The fat oxidation, carbohydrates oxidation, and energy expenditure were measured by respiratory gas analyzer for 30 minuates at baseline and 30 minutes during activity in every subject. Data were analyzed using multivariate analysis of variance at significant level of $p<0.05$ was considered. **Results**: The results indicated that energy expenditure, carbohydrate oxidation and fat oxidation were not significantly differ between the two groups at baseline ($p>0.05$); however, these indicators were significantly lower in middle aged obese women than obese young women during activity ($p=0.03$, $p=0.002$, and $p=0.02$, respectively). **Conclusion**: Based on the results of the present study, it can be said that for increasing energy expenditure and reduction of body weight, middle-aged obese women should spend more time than obese young women because of their lower substrate metabolism and energy expenditure.

Key words: Substrate metabolism, Energy expenditure, Obesity, Age.

.

***Coressponding Author, Address: Faculty of Sport Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran;**
Email: fatemeh.zoalfaghari@yahoo.com **DOI: 10.22077/JPSBS.2019.1777.1435**

نشریه مطالعات کاربردی علوم زیستی در ورزش مقاله پژوهشی
پاییز و زمستان ۱۳۹۹، دوره ۸، شماره ۱۶، ص ۱۵۳-۱۴۴
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۱/۲۱

مقایسه متابولیسم سوبسترا و هزینه انرژی در زنان چاق جوان و میانسال حین دویدن روی نوار گردان

فاطمه ذوالفقاری[1*]، امیرحسین حقیقی[2]

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.
۲. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: مطالعات نشان از آن دارند که اختلال در متابولیسم سوبسترا که در نتیجه چاقی رخ می‌دهد، با افزایش سن بیشتر می‌شود. بنابراین هدف از تحقیق حاضر مقایسه متابولیسم سوبسترا و هزینه انرژی در زنان چاق جوان و میانسال حین دویدن بر روی نوار گردان بود. **روش تحقیق:** تعداد ۱۰ زن چاق جوان با دامنه سنی ۲۰ تا ۲۵ سال و ۱۰ زن چاق میانسال با دامنه سنی ۴۰ تا ۴۵ سال برای شرکت در این طرح داوطلب شدند. برنامه ورزشی شامل دویدن روی نوارگردان با شدت ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب به مدت ۳۰ دقیقه بود. گازهای تنفسی آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه تحلیل‌کننده گازهای تنفسی به مدت ۳۰ دقیقه در حالت پایه و ۳۰ دقیقه حین فعالیت برای اندازه‌گیری میزان اکسیداسیون چربی، کربوهیدرات و هزینه انرژی افراد جمع‌آوری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس چند متغیره تحلیل شدند و سطح معنی داری $p<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد. **یافته‌ها:** هزینه انرژی، اکسیداسیون کربوهیدرات و اکسیداسیون چربی در حالت پایه بین دو گروه تفاوت معنی‌داری نداشت ($p>۰/۰۵$)؛ اما این شاخص‌ها حین فعالیت در زنان چاق میانسال، به طور معنی‌داری کمتر از زنان چاق جوان بود (به ترتیب با $p=۰/۰۳$، $p=۰/۰۰۲$ و $p=۰/۰۲$). **نتیجه گیری:** با توجه به نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر می‌توان گفت که احتمالاً در زنان چاق میانسال میزان متابولیسم سوبسترا و هزینه انرژی کمتر بوده و این افراد باید مدت زمان بیشتری را نسبت به زنان چاق جوان صرف انجام یک فعالیت با شدت متوسط کنند تا هزینه انرژی خود را افزایش داده و وزن بدنشان کاهش یابد.

واژه‌های کلیدی: متابولیسم سوبسترا، هزینه انرژی، چاقی، سن.

* نویسنده مسئول، آدرس: سبزوار، دانشگاه حکیم سبزواری، دانشکده علوم ورزشی؛
پست الکترونیک: fatemeh.zoalfaghari@yahoo.com
DOI: 10.22077/JPSBS.2019.1777.1435

مقدمه

تنظیم وزن فرآیندی کنترل شده، پیچیده و دقیق است (ابراهیم‌پور و ایراندوست، ۲۰۱۵). عدم تعادل بین مصرف و دریافت انرژی منجر به چاقی می‌شود (بهراد و دیگران، ۲۰۱۵). افزایش توده چربی یک ناحیه بدن می‌تواند ناشی از افزایش تعداد سلول‌ها (هیپرپلازی[1]) و افزایش قطر (هیپرتروفی) سلول‌های چربی باشد (جو[2] و دیگران، ۲۰۰۹) و بالارفتن سن یکی از عواملی است که می‌تواند قطر سلول‌های چربی را افزایش داده و منجر به چاقی شود (برگر و برنارد[3]، ۱۹۹۹؛ جو و دیگران، ۲۰۰۹). مطالعات مقطعی نشان می‌دهند که با افزایش سن، حتی در افراد لاغر سالم، ترکیب بدن تغییر کرده، توده چربی افزایش یافته و توده بدون چربی کاهش می‌یابد (ملانسون[4] و دیگران، ۱۹۹۷؛ هوربر[5] و دیگران، ۱۹۹۷). افزایش سن و چاقی خطر ابتلا به انواع بیماری‌ها از جمله دیابت نوع دو، بیماری‌های قلبی- عروقی و انواع سرطان‌ها را افزایش می‌دهند (سولیوان[6] و دیگران، ۲۰۰۵؛ جونگ[7] و دیگران، ۲۰۱۴؛ ویکلوند[8]، ۲۰۱۶؛ پورحیدری و رحمانی‌نیا، ۲۰۱۸). بیان شده است که چاقی باعث کاهش ظرفیت اکسیداسیون چربی (وان‌باک[9]، ۱۹۹۹؛ قیامی‌راد و دیگران، ۲۰۱۱) و مقاومت به انسولین (کلی و ماندارینو[10]، ۲۰۰۰) شده و اختلال در متابولیسم سوبسترا احتمالاً در افراد چاق مسن بیشتر رخ می دهد (ملانسون و دیگران، ۱۹۹۷؛ هوربر و دیگران، ۱۹۹۷). همچنین به نظر می‌رسد که با افزایش سن، هزینه انرژی و پاسخ تجزیه چربی[11] به تحریک کاتکولامین‌ها[12] کاهش می‌یابد (روبرتز[13] و دیگران، ۱۹۹۶). در گروه‌های مسن‌تر ممکن است سن، به خودی خود مسئول تغییرات در استفاده از سوبسترا در سطح میتوکندری باشد (سولومون[14] و دیگران، ۲۰۰۸). بنابراین قرارگیری دو عامل افزایش سن و وزن در کنار یکدیگر، ممکن است باعث تغییر در متابولیسم سوبسترا شوند.

سیال[15] و دیگران (۱۹۹۶) متابولیسم چربی و کربوهیدرات افراد مسن و جوان را حین ۶۰ دقیقه فعالیت با شدت متوسط بر روی چرخ کارسنج مقایسه کرده و نشان دادند که اکسیداسیون چربی حین فعالیت در افراد مسن، ۲۵ تا ۳۵ درصد کمتر از افراد جوان است. آن ها همچنین نشان دادند گرچه اکسیداسیون کربوهیدرات در شدت نسبی مشابه در حین فعالیت ورزشی در افراد مسن، ۴۰ درصد کمتر از افراد جوان است؛ اما در شدت مطلق مشابه، اکسیداسیون کربوهیدرات افراد مسن در حین ورزش بیشتر از افراد جوان می باشد. به علاوه، گزارش آن ها دال بر آن است که میانگین اسیدهای چرب آزاد پلاسما در افراد مسن، ۳۵ درصد بیشتر از افراد جوان است. در مطالعه کالس‌اسکاندون[16] و دیگران (۱۹۹۵) بر روی زنان با دامنه سنی ۱۸ تا ۷۳ سال، مشخص شده است که اکسیداسیون چربی با افزایش سن، کاهش می‌یابد. به علاوه، به اعتقاد آن ها مداخلاتی مانند تمرین ورزشی که باعث افزایش توده بدون چربی بدن می‌شوند، ممکن است باعث افزایش اکسیداسیون چربی شده و بنابراین چاقی مربوط به سن را کاهش دهند. در تحقیق دیگری، سولومون و دیگران (۲۰۰۸) نشان داده اند که اکسیداسیون چربی حالت پایه افراد مسن چاق، ۲۲ درصد کمتر از افراد جوان چاق است؛ اما حساسیت به انسولین بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری ندارد.

در مجموع بررسی‌های انجام شده، اغلب مطالعات به مقایسه متابولیسم سوبسترا و هزینه انرژی در حالت پایه بین گروه‌های مسن و جوان پرداخته اند و تنها مطالعات اندکی به مقایسه این شاخص ها بین افراد مسن و جوان در حین فعالیت بر روی دوچرخه کارسنج پرداخته اند. همچنین مطالعات گذشته به مقایسه متابولیسم سوبسترا و هزینه انرژی زنان جوان و مسن یائسه در حین فعالیت پرداخته‌اند، اما در مطالعه حاضر به مقایسه این شاخص ها در زنان چاق قبل از سنین یائسگی پرداخته می‌شود. علاوه بر این، در مقالات مختلف تصویر روشنی از میزان متابولیسم سوبسترا و هزینه انرژی در افراد چاق، حین فعالیت بر روی نوار گردان ارائه نشده است. با توجه به این که احتمالاً کار بر

1. Hyperplasia
2. Jo
3. Berger & Barnard
4. Melanson
5. Horber
6. Sullivan
7. Jung
8. Wiklund
9. Van Baak
10. Kelley & Mandarino
11. Lipolysis
12. Catecholamines
13. Roberts
14. Solomon
15. Sial
16. Calles-escandon

روی نوار گردان ممکن است در مقایسه با دوچرخه کارسنج تاثیرات متفاوتی بر متابولیسم سوبسترا و هزینه انرژی داشته باشد و علیرغم این که در سنین مختلف ممکن است با نتایج متفاوتی روبرو شویم؛ مطالعه در این زمینه محدود می باشد. از این رو، در تحقیق حاضر به مقایسه متابولیسم سوبسترا و هزینه انرژی در زنان چاق جوان و میانسال حین دویدن روی نوار گردان پراخته شد.

روش تحقیق

روش تحقیق حاضر از نوع شبه تجربی است. پس از نصب اطلاعیه و دادن فراخوان، از بین زنان شهرستان سبزوار، ابتدا ۴۹ نفر داوطلب شدند؛ سپس با توجه به معیارهای ورود به تحقیق که شامل چرخه ماهانه منظم در ۵ ماه گذشته، عدم سابقه بیماری، عدم مصرف دارو و غیرفعال بودن از نظر سطح فعالیت بدنی بود؛ ۱۰ زن چاق با دامنه سنی ۲۰ تا ۲۵ سال و ۱۰ زن چاق با دامنه سنی ۴۰ تا ۴۵ سال به صورت هدفمند انتخاب گردیدند. در این مطالعه، منظور از زنان چاق جوان، افرادی هستند که در دامنه سنی ۲۰ تا ۲۵ سال قرار داشته و درصد چربی بدن آنها بیشتر از ۳۵ باشد و از طرف دیگر، زنان چاق میانسال به افرادی اطلاق می‌شود که در دامنه سنی ۴۰ تا ۴۵ سال قرار داشته و درصد چربی بدن آنها بیشتر از ۳۸ باشد (هادوی و دیگران، ۲۰۱۲). سالم بودن شرکت کنندگان از طریق پرسشنامه سابقه پزشکی مورد ارزیابی قرار گرفت (ذوالفقاری و دیگران، ۲۰۱۸). همچنین غیر فعال بودن افراد از طریق پرسشنامه سطح فعالیت بدنی عادتی بک[1] اندازه‌گیری شد. این پرسشنامه شامل ۱۶ معیار است که در سه بخش تنظیم شده، به گونه ای که معیارهای بخش دوم آن می‌تواند فعال و غیر فعال بودن فرد را ارزیابی کند (بک[2] و دیگران، ۱۹۸۲). از همه آزمودنی‌ها جهت شرکت در پژوهش حاضر رضایت نامه کتبی گرفته شد و نکات اخلاقی با توجه به منشورهای اخلاقی رعایت گردید.

سه روز قبل از اجرای آزمون، افراد به آزمایشگاه فیزیولوژی ورزش مراجعه کرده و اندازه‌های تن‌سنجی آن ها شامل قد با متر، و وزن با ترازوی دیجیتال اندازه گیری گردید. برای محاسبه درصد چربی بدن از دستگاه تحلیل‌گر ترکیب بدن (مدل BS300376E ساخت کشور کره جنوبی) بهره برداری شد و روش کار بدین صورت بود که آزمودنی‌ها بعد از کنار گذاشتن اشیا فلزی و تمیز نمودن کف دست ها و پاهای خود به وسیله دستمال مرطوب مخصوص و پس از ثبت اطلاعات شخصی خود مشتمل بر قد، سن، جنس و کد شخصی بر روی دستگاه؛ در محل مخصوص قرار گرفته و بدون حرکت باقی ماندند. سپس با فشار دادن دکمه شروع توسط آزمایشگر، جریان بیوالکتریک از طریق دست ها و کف پاها به سرتاسر بدن منتقل شده و پس از تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط دستگاه، اطلاعات هر فرد مشخص اندازه گیری و توسط چاپگر استخراج گردید.

حداکثر اکسیژن مصرفی شرکت کنندگان با استفاده از آزمون یک مایل راه‌رفتن راکپورت[3] اندازه‌گیری شد؛ بدین صورت که مسیر یک مایلی (۱/۶ کیلومتر) با قطاع بندی ۱۰۰ متری مشخص شد و نحوه کار بدین صورت بود که آزمودنی قبل از شروع آزمون، ۵ دقیقه حرکات کششی سبک انجام داد و با شروع راه رفتن، زمان سنج فعال شد. سپس یک مایل را تا آنجا که ممکن بود، با راه رفتن سریع طی کرد. با پایان یافتن مسیر، زمان سنج متوقف گردیده و زمان برای آزمودنی ثبت شد. بلافاصله پس از اتمام آزمون، شمارش نبض از راه لمس سرخرگ زند اعلایی در مچ دست[4] در ۱۵ ثانیه انجام شد و از ضرب آن در چهار، تعداد نبض آزمودنی در یک دقیقه محاسبه گردید. سپس با جای‌گذاری در فرمول زیر، حداکثر اکسیژن مصرفی[5] (VO_{2max}) هر آزمودنی بدست آمد (مکنزی[6]، ۲۰۰۵).

VO_{2max} (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه) =۱۳۲/۸۵۳ - ۰/۰۷۶۹(وزن) - ۰/۳۸۷۷ (سن) +۶/۳۱۵ (جنس) -۳/۲۶۴۹ (زمان) -۰/۱۵۶۵ (نبض)

1. Baeck habitual physical activity questionaire
2. Baecke
3. Rockport one mile walking test
4. Radial artery
5. Maximum oxygen uptake
6. Mackenzie

قبل از شروع طرح اصلی تحقیق، افراد طی چند جلسه با محیط آزمون، نحوه دویدن بر روی نوارگردان و دستگاه تجزیه و تحلیل گازها، و نحوه کار با آن در مراحل پایه و فعالیت؛ آشنا شدند. نحوه کار بدین صورت بود که ابتدا ضربان سنج بر روی سینه و دستگاه تحلیل‌گر گازها[1] بر روی کمربند شانه آزمودنی‌ها نصب شد و سپس آزمودنی‌ها با نحوه دویدن بر روی نوارگردان آشنا شدند. به افراد توصیه شده بود که در روزهای قبل از انجام آزمون، رژیم غذایی معمولی خود را حفظ کنند و از مکمل یا دارو استفاده نکنند. همچنین تاکید شد حداقل یک روز قبل از آزمون، از انجام فعالیت بدنی شدید خودداری کنند. روز انجام فعالیت، آزمودنی‌ها به صورت ناشتا در محل انجام پروتکل حاضر شدند و در ساعت ۹:۰۰ صبح، صبحانه مشابهی (کره ۳۰ گرمی + عسل ۳۰ گرمی + ۲۰۰ گرم نان) مصرف کردند. ۳۰ دقیقه پس از مصرف صبحانه، در ساعت ۹:۳۰ جمع آوری گازهای تنفسی در حالت پایه و به صورت خوابیده شروع شد و گازهای تنفسی به مدت ۳۰ دقیقه جمع‌آوری گردید. آزمودنی ها پس از ۱۰ دقیقه گرم کردن در ساعت ۱۰:۱۰ شروع به دویدن با ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب بر روی نوار گردان کردند و گازهای تنفسی به مدت ۳۰ دقیقه در حین فعالیت جمع‌آوری شد. یکی از محدودیت‌های مطالعه حاضر این بود که به دلیل وجود تنها یک دستگاه تحلیل گازها، در هر روز از یک نفر آزمون گرفته شد. انجام فعالیت به صورتی تنظیم شد که اجرای پروتکل در مرحله خونروی چرخه قاعدگی آزمودنی‌ها نباشد و این وضعیت قبل از شروع برنامه اصلی با استفاده از پرسشنامه مورد بررسی قرار گرفت و سعی شد که هر کدام از افراد فعالیت را در روزهایی انجام دهند که به مرحله خونروی آن ها منتهی نشود. به منظور اندازه‌گیری میزان اکسیداسیون کربوهیدرات، چربی و هزینه انرژی؛ از دستگاه تحلیل‌کننده گازهای تنفسی مدل متامکس 3B[2] ساخت کشور آلمان استفاده شد.

پروتکل ورزشی شامل دویدن با شدت ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب به مدت ۳۰ دقیقه روی نوار گردان بود. در روز اجرای پروتکل، ابتدا دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی بر روی کمربند شانه‌ای آزمودنی قرار گرفت و سپس ضربان‌سنج مدل تکنوجیم[3] ساخت کشور آلمان روی قفسه سینه فرد قرار داده شد، به نحوی که نوارگردان، ضربان قلب آزمودنی را از طریق ضربان سنج دریافت می کرد. سپس گازهای تنفسی حین فعالیت جمع‌آوری شد. میانگین VO_2 و VCO_2 در دو بازه زمانی، ۳۰ دقیقه حالت پایه و ۳۰ دقیقه اجرای فعالیت ورزشی محاسبه شد و سپس میزان اکسیداسیون چربی، کربوهیدرات (فراین[4]، ۱۹۸۳) و هزینه انرژی (ولپ و بار[5]، ۲۰۰۳) از طریق فرمول‌های زیر به دست آمد:

(لیتر / دقیقه) VCO_2×۱/۶۷ - (لیتر / دقیقه) VO_2×۱/۶۷= میزان اکسیداسیون چربی (گرم/ دقیقه)

لیتر /دقیقه) VCO_2×۳/۲۱ - (لیتر / دقیقه) VO_2×۴/۵۵= میزان اکسیداسیون کربوهیدرات (گرم/ دقیقه)

VO_2= میزان هزینه انرژی (کیلو ژول/ دقیقه)×(لیتر/ دقیقه)×(RER×۱/۲۳۲+۳/۸۱۵)×۴/۱۸۴

برای تشخیص طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو- ویلک[6] استفاده شد و با توجه به این که نتایج این آزمون نشان داد توزیع همه متغیرهای موجود در تحقیق طبیعی می‌باشد (p>۰/۰۵)؛ از آزمون‌های پارامتریک MANOVA به منظور بررسی تفاوت‌های بین‌گروهی بهره برداری شد. سطح معنی‌داری p<۰/۰۵ در نظر گرفته شد و داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

1. Gas analyzer
2. Metamax 3B
3. Technogym
4. Frayn
5. Volp & Bar
6. Shapiro–Wilk

یافته‌ها

جدول ۱. مشخصات فردی آزمودنی‌ها در گروه‌های تحقیق

گروه‌ها	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	شاخص توده بدن (کیلوگرم/مترمربع)	چربی بدن (درصد)	حداکثر توان هوازی (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)
زنان جوان	۲۲±۳/۴۲	۸۳/۳۵ ±۵/۲۷	۳۳/۱۷ ±۲/۸۳	۴۱/۱۹ ± ۳/۱۲	۲۹/۲۱ ± ۴/۱۷
زنان میانسال	۴۳±۲/۷۲	۸۲/۸۹ ±۳/۱۴	۳۲/۸۰ ±۳/۱۷	۴۰/۷۵± ۴/۶۴	۲۷/۸۴ ± ۳/۳۶

میانگین و انحراف استاندارد مشخصات فردی آزمودنی‌ها در جدول ۱ آمده است. نتایج حاصل از تحلیل داده ها نشان داد که شاخص هزینه انرژی در حالت پایه بین دو گروه تفاوت معنی‌داری (p>۰/۰۵) ندارد، در حالی که این شاخص حین فعالیت بین دو گروه تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۲)؛ به طوری که این شاخص در زنان چاق جوان ۱۸/۸ درصد بیشتر از زنان چاق میانسال بود (p=۰/۰۳). شاخص اکسیداسیون کربوهیدرات نیز در حالت پایه بین دو گروه تفاوت معنی‌داری (p>۰/۰۵) نداشت، اما این شاخص حین فعالیت بین دو گروه تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۲)؛ به گونه‌ای که این شاخص در زنان چاق جوان ۲۵ درصد بیشتر از زنان چاق میانسال بود (p=۰/۰۰۲). به طور مشابه، شاخص اکسیداسیون چربی در حالت پایه بین دو گروه تفاوت معنی‌داری (p>۰/۰۵) نداشت، در حالی که این شاخص حین فعالیت بین دو گروه از تفاوت معنی‌داری برخوردار بود (جدول ۲) و در زنان چاق جوان ۲۰ درصد بیشتر از گروه زنان چاق میانسال بود (p=۰/۰۲).

جدول ۲. مقایسه اکسیداسیون چربی، کربوهیدرات و هزینه انرژی بین دو گروه زنان چاق جوان و میانسال در حالت پایه و حین فعالیت ورزشی

شاخص/ حالت		جوان	میانسال	F	p
هزینه انرژی (کیلوژول/ دقیقه)	پایه	۴/۵۳ ±۰/۶۶	۴/۴۰ ±۰/۷۰	۰/۱۵	۰/۶۹
	فعالیت ورزشی	۲۳/۲۸±۴/۱۰	۱۹/۶۰ ±۲/۸۷	۵/۳۷*	۰/۰۳
اکسیداسیون کربوهیدرات (گرم/ دقیقه)	پایه	۰/۴۱± ۰/۰۳	۰/۴۲± ۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۸۸
	فعالیت ورزشی	۱/۹۵± ۰/۲۶	۱/۵۶± ۰/۲۰	۱۳/۶۶*	۰/۰۰۲
اکسیداسیون چربی (گرم / دقیقه)	پایه	۰/۰۴± ۰/۳۰	۰/۰۴±۰/۰۱	۱/۵۵	۰/۲۲
	فعالیت ورزشی	۰/۱۸±۰/۰۲	۰/۱۵±۰/۰۳	۵/۹۲*	۰/۰۲

* نشانه تفاوت معنی‌دار بین دو گروه در سطح p<۰/۰۵.

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که شاخص هزینه انرژی در حالت پایه بین دو گروه تفاوت معنی‌داری ندارد. ناهمسو با مطالعه حاضر هوانگ[1] و دیگران (۲۰۱۹) مشاهده کرده اند که میزان متابولیسم استراحتی[2] (RMR) و هزینه انرژی پایه در افراد میانسال به طور معنی‌داری کمتر از افراد جوان است؛ در حالی که بین توده چربی و بدون چربی افراد جوان و میانسال تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. کاهش هزینه انرژی ناشی از افزایش سن می تواند به دلیل کاهش توده بدون چربی کل بدن، کاهش حجم و توده اغلب ارگان های بدن، اختلال در عملکرد سلول‌ها و نشست پروتون میتوکندریایی باشد (هوانگ و دیگران، ۲۰۱۹). علاوه بر این ها، در تحقیق حاضر، نشان داده شد که هزینه انرژی حین فعالیت در زنان چاق میانسال به طور معنی‌داری کمتر از زنان چاق جوان است. همسو با نتیجه مطالعه حاضر، سیال و دیگران (۱۹۹۶) نشان داده‌اند که هزینه انرژی افراد مسن در حین فعالیت کمتر از افراد جوان است. این محققین احتمال دادند که نتیجه به دست آمده به دلیل اختلاف در توده بدون چربی دو گروه بوده است. توده بدون چربی یک بافت متابولیکی فعال است که تعیین کننده اصلی مصرف انرژی در افراد سالم می باشد (پوهلمان[3]، ۱۹۹۲؛ هوانگ و دیگران، ۲۰۱۹). مطالعات نشان می‌دهند که با افزایش سن، حجم عضله افراد کاهش می‌یابد (نووتنی[4]، ۲۰۱۵؛ مانینی[5]، ۲۰۱۰). در مطالعه حاضر افراد از نظر توده بدون چربی بدن همگن نشدند، بنابراین ممکن است کمتر بودن توده بدون چربی زنان چاق میانسال نسبت به زنان چاق جوان، یکی از علل کمتر بودن هزینه انرژی زنان چاق میانسال در حین فعالیت باشد و ممکن است در سنین قبل از سالمندی، کاهش اندک توده بدون چربی بدن بتواند باعث تفاوت معنی‌داری در هزینه انرژی افراد در حین فعالیت ایجاد کند.

تحقیق حاضر همچنین نشان داد که اکسیداسیون کربوهیدرات حین فعالیت در زنان چاق میانسال به طور معنی‌داری کمتر از زنان چاق جوان است. با توجه به این که هزینه انرژی حین فعالیت نیز در زنان چاق میانسال به طور معنی‌داری کمتر از زنان چاق جوان بود، لذا منطقی به نظر می‌رسد که با کمتر بودن هزینه انرژی در زنان چاق میانسال، سهم استفاده از کربوهیدرات نیز در این افراد کمتر از زنان چاق جوان باشد. سیال و دیگران (۱۹۹۶) نیز نشان داده اند که هزینه انرژی افراد مسن در حین فعالیت کمتر از افراد جوان است. همچنین مشخص شده که اکسیداسیون کربوهیدرات در شدت نسبی مشابه در حین فعالیت در افراد مسن ۴۰ درصد کمتر از افراد جوان می باشد. اما نتایج مطالعه آن ها نشان داد که در شدت مطلق مشابه، اکسیداسیون کربوهیدرات افراد مسن در حین ورزش بیشتر از افراد جوان است. محققین عنوان کرده اند از آنجا که نسبت فسفات غیرآلی (P_i) به کراتین فسفات (Pcr) در افراد مسن بیشتر از افراد جوان است (کوگان[6] و دیگران، ۱۹۹۳)، نتایج به دست آمده احتمالاً از تغییر در متابولیسم فسفات عضلات ناشی می شود و تغییر در متابولیسم فسفات عضلات، ممکن است میزان استفاده از گلیکوژن عضلانی را در افراد مسن افزایش داده باشد. دلیل این موضوع آن است که گلیکوژنولیز در هنگام انقباض عضله ارتباط نزدیکی با افزایش سطح P_i دارد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اکسیداسیون چربی حین فعالیت در زنان چاق میانسال به طور معنی‌داری کمتر از زنان چاق جوان است. همسو با مطالعه حاضر، سیال و دیگران (۱۹۹۶) مشاهده کرده اند که میانگین اکسیداسیون چربی حین فعالیت در زنان مسن کمتر از زنان جوان می‌باشد. به اعتقاد آن ها احتمالا کاهش ظرفیت تنفسی عضلات اسکلتی که در نتیجه افزایش سن رخ می‌دهد، کاهش اکسیداسیون چربی در افراد مسن را توجیه می‌کند؛ زیرا میزان اسیدهای چرب آزاد در دسترس و همچنین میزان لیپولیز زنان مسن در مطالعه آن ها کاهش نیافته بود. همچنین در مطالعه فوق، میزان اکسیداسیون گلیکوژن افراد مسن بیشتر از افراد جوان بود؛ این در حالی است که افزایش در اکسیداسیون گلیکوژن می تواند اکسیداسیون چربی را از طریق مهار آنزیم کارنیتین آسیل ترنسفراز[7] کاهش دهد (سیال و

1. Hwang
2. Resting metabolic rate
3. Poehlman
4. Novotny
5. Manini
6. Coggan
7. Carnitine acyl transferase

دیگران، ۱۹۹۶). در مطالعه کالس- اسکاندون و دیگران (۱۹۹۵) مشاهده شد که اکسیداسیون چربی حالت پایه افراد مسن کمتر از افراد جوان است. محققین اظهار داشته اند که تغییر در ترکیب بدن از جمله افزایش توده چربی و کاهش توده بدون چربی بدن که در نتیجه افزایش سن رخ می‌دهد، می‌تواند دلیل کاهش اکسیداسیون چربی در افراد با سنین بالاتر باشد. سولومون و دیگران (۲۰۰۸) نشان داده‌اند که اکسیداسیون چربی حالت پایه افراد مسن چاق، به طور معنی‌داری کمتر از افراد جوان چاق است؛ تغییری که آن را به سن نسبت می دهند و چنین عنوان شده است که افزایش سن به خودی خود باعث کاهش اکسیداسیون چربی حالت پایه می‌شود. این موضوع مستقل از تغییر در مقاومت به انسولین و همچنین تغییر در توده بدن عمل می‌کند. در مطالعات گذشته محققین دست به مقایسه اکسیداسیون چربی زنان جوان و مسن در حین فعالیت زده اند. در این مطالعات زنان مسن یائسه بوده اند (سیال و دیگران، ۱۹۹۶). یائسگی با کاهش اکسیداسیون چربی و هزینه انرژی کل بدن در حین ورزش ارتباط دارد. از جمله علل کاهش اکسیداسیون چربی و هزینه انرژی در زمان یائسگی، کاهش استروژن، افزایش سطوح هورمون محرک فولیکول[1] (FSH)، کاهش توده بدون چربی بدن، افزایش چربی احشایی و کاهش حساسیت به انسولین است (آبیلدگارد[2] و دیگران، ۲۰۱۳). اما در مطالعه حاضر به مقایسه اکسیداسیون چربی در زنان چاق قبل از سنین یائسگی پرداخته شد. در مطالعه حاضر، احتمالا کاهش ظرفیت تنفسی عضلات اسکلتی که با افزایش سن رخ می‌دهد (پورتر[3] و دیگران، ۲۰۱۵)، یکی از دلایل کمتر بودن اکسیداسیون چربی حین فعالیت در زنان چاق میانسال نسبت به زنان چاق جوان باشد. علاوه بر این، با افزایش سن، تحریک لیپولیز ناشی از ورزش نیز کاهش پیدا می کند (سیال و دیگران، ۱۹۹۶)، به طوری که افراد با سنین بالاتر، برای رسیدن به پاسخ لیپولیتیکی مشابه با افراد جوان، نیاز به تحریک بیشتر کاتکولامین‌ها دارند (سیال و دیگران، ۱۹۹۶). بنابراین احتمالا در زنان چاق میانسال، تحریک لیپولیز ناشی از ورزش، کمتر از زنان چاق جوان می باشد. در مطالعه حاضر هرچند افراد از نظر درصد چربی بدن تقریبا همگن بودند، اما توده بدون چربی بدن این افراد مورد بررسی و همگن سازی قرار نگرفت. توده بدون چربی یک بافت متابولیکی فعال است که تعیین کننده اصلی مصرف انرژی و مصرف چربی در افراد سالم بشمار می‌رود (پوهلمان، ۱۹۹۲). مطالعات نشان می‌دهند که با افزایش سن، حجم عضله افراد کاهش می‌یابد (نووتنی، ۲۰۱۵)، از این رو، ممکن است کمتر بودن توده بدون چربی زنان چاق میانسال نسبت به زنان چاق جوان نیز یکی از علل کمتر بودن اکسیداسیون چربی زنان چاق میانسال در مطالعه حاضر باشد. البته با توجه به عدم اندازه‌گیری توده بدون چربی در تحقیق حاضر، نمی‌توان به صورت قطعی در این مورد بحث کرد و پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده این مسئله مورد توجه قرار گیرد.

نتیجه گیری: با توجه به نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر می‌توان گفت که احتمالاً در زنان چاق میانسال، میزان متابولیسم سوبسترا و هزینه انرژی کمتر بوده و این افراد باید مدت زمان بیشتری را نسبت به زنان چاق جوان، صرف انجام یک فعالیت با شدت متوسط کنند تا هزینه انرژی خود را افزایش و وزن بدنشان کاهش یابد. البته با توجه به عدم اندازه‌گیری توده بدون چربی در تحقیق حاضر، نمی‌توان به صورت قطعی در این مورد بحث کرد. بنابراین پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده همگن سازی توده چربی و بدون چربی افراد مد نظر قرار داده شود.

قدردانی و تشکر

این مقاله با شناسه اخلاق IR.HSU.REC.1397.016 در دانشگاه حکیم سبزواری ثبت گردیده است. بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی و مدیریت دانشکده علوم ورزشی دانشگاه حکیم سبزواری و کلیه آزمودنی‌هایی که در انجام این پژوهش ما را یاری رساندند، تشکر و قدردانی می‌کنیم.

1. Follicle-stimulating hormone
2. Abildgaard
3. Porter

منابع

Abildgaard, J., Pedersen, A. T., Green. C. J., Harder-Lauridsen, N. M., Solomon, T. P., Thomsen, C., … & Lindegaard. B. (2013). Menopause is associated with decreased whole body fat oxidation during exercise. *American Journal of Physiology- Endocrinology and Metabolism, 304***(11), 1227–1236.**

Baecke, J. A., Burema, J., & Frijters, J. E. (1982). A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *The American Journal of Clinical Nutrition, 36***(5), 936-942.**

Behrad, A., Askari, R., & Hamedinia, M. R. (2015). The effect of a period of intense and circular resistance training on respiratory function and body composition of overweight girls. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport, 4***(7), 89-101. [Persian]**

Berger, J. J., & Barnard, R. J. (1999). Effect of diet on fat cell size and hormone-sensitive lipase activity. *Journal of Applied Physiology, 87****(1), 227-232.***

Calles-Escandón, J., Arciero, P. J., Gardner, A. W., Bauman, C., & Poehlman, E. T. (1995). Basal fat oxidation decreases with aging in women. *Journal of Applied Physiology, 78***(1), 266-271.**

Coggan, A. R., Abduljalil, A. M., Swanson, S. C., Earle, M. S., Farris, J. W., Mendenhall, L. A., & Robitaille, P. M. (1993). Muscle metabolism during exercise in young and older untrained and endurance trained men. *Journal of Applied Physiology, 75* **(5), 2125-2133.**

Ebrahimpour, S., & Irandoost, K. H. (2015). The effect of aerobic training and supplementation of omega-3 on appetite and ghrelin plasma in obese women. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport, 4***(7), 33-42. [Persian]**

Frayn, K. N. (1983). Calculation of substrate oxidation rates in vivo from gaseous exchange. *Journal of Applied Physiology, 55***(2), 628-634.**

Gyami Rad, A., Azali Alamdari, K., Choobineh, S., & Ebadi Shirmard, B. (2011). The effect of rehydration Liquids on anaerobic power and cardiac function at the men's wrestler. *Journal of Applied Exercise Physiology, 6***(12), 17-30. [Persian]**

Hadavi, F., Farahani, A., & Eizadi, A. (2012). *Measurement, measure and evaluate physical education*. **1th Edition. Tehran. Hatmi. [Persian]**

Horber, F. F., Gruber, B., Thomi, F., Jensen, E. X., & Jaeger, P. (1997). Effect of sex and age on bone mass, body composition and fuel metabolism in humans. *Nutrition, 13***(6), 524-534.**

Hwang, H., Jung, V. S., Kim, J., Park, H. Y., & Lim, K. (2019). Comparison of association between physical activity and resting metabolic rate in young and middle aged Korean adults. *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry, 23***(2), 16-21.**

Jo, J., Gavrilova, O., Pack, S., Jou, W., Mullen, S., Sumner, A. E., Cushman, S. W., & Periwal, V. (2009). Hypertrophy and/or hyperplasia: dynamics of adipose tissue growth. *PLOS Computational Biology, 5***(3), e1000324.**

Jung, U. J., & Choi, M. S. (2014). Obesity and its metabolic complications: the role of adipokines and the relationship between obesity, inflammation, insulin resistance, dyslipidemia and nonalcoholic fatty liver disease. *International Journal of Molecular, 15***(4), 6184-6223.**

Kelley, D. E., & Mandarino, L. J. (2000). Fuel selection in human skeletal muscle in insulin resistance: a reexamination. *Diabetes, 49***(5), 677-683.**

Mackenzie, B. (2005). *101 performance evaluation tests*. **London. Electric Word plc.**

Manini, T. M. (2010). Energy expenditure and aging. *Ageing Research Reviews, 9***(1), 1-11.**

Melanson, K. J., Saltzman, E., Russell, R. R., & Roberts, S. B. (1997). Fat oxidation in response to four graded energy challenges in younger and older women. The *American Journal of Clinical Nutrition, 66***(4), 860-866.**

Novotny, S. A., Warren, J. L., & Hamrick, M. V. (2015). Aging and the muscle-bone relationship. *Physiology, 30***(1), 8-16.**

Poehlman, E. T. (1992). Energy expenditure and requirements in aging humans. *Journal of Nutrition, 122***(11), 2057-2065.**

Por Heydari, A., & Rahmani Nia, F. (2018). The effects of aerobic training and subsequent insomnia on insulin resistance index, lipid profiles and body composition of men with overweight police force. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport, 6***(11), 85-93. [Persian]**

Porter, C., Hurren, N. M., Cotter, M. V., Bhattarai, N., Reidy, P. T., Dillon, E. L., … & Sidossis, L. S. (2015). Mitochondrial respiratory capacity and coupling control decline with age in human skeletal muscle. *American Journal of Physiology- Endocrinology and Metabolism, 309***(3), 224– 232.**

Roberts, S. B., Fuss, P., Heyman, M. B., Dallal, G. E., & Young, V. R. (1996). Effects of age on energy expenditure and substrate oxidation during experimental underfeeding in healthy men. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 51***(2), B158-B166.**

Sial, S., Coggan, A. R., Carroll, R., Goodwin, J., & Klein, S. (1996). Fat and carbohydrate metabolism during exercise in elderly and young subjects. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism, 271***(6), E983-E989.**

Solomon, T. P., Marchetti, C. M., Krishnan, R. K., Gonzalez, F., & Kirwan, J. P. (2008). Effects of aging on basal fat oxidation in obese humans. *Metabolism, 57***(8), 1141-1147.**

Sullivan, P. W., Morrato, E. H., Ghushchyan, V., Wyatt, H. R., & Hill, J. O. (2005). Obesity, inactivity, and the prevalence of diabetes and diabetes-related cardiovascular comorbidities in the U.S., 2000-2002. *Diabetes Care, 28***(7), 1599-1603.**

VanBaak, M. A. (1999). Exercise training and substrate utilisation in obesity. *International Journal of Obesity, 23***(3), 11-17.**

Volp, A. B., & Bar-Or, O. (2003). Energy cost of walking in boys who differ in adiposity but are matched for body mass. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 35***(4), 669-674.**

Wiklund, P. (2016). The role of physical activity and exercise in obesity and weight management: Time for critical appraisal. *Journal of Sport and Health Science, 5***(2),** ***151-154.***

Zolfaghari, F., Haghighi, A. H., & Hamedi Nia, M. R. (2018). The effect of two different doses of green tea on substrate metabolism and energy expenditure before, during and after one session of aerobic exercise in overweight and obese women. *Medical Journal of Mashhad University of Medical Sciences, 61***(3), 985-996. [Persian]**