مجله‌ی غدد درون‌ریز و متابولیسم ایران
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی شهید بهشتی
دوره‌ی بیستم، شماره‌ی ۵، صفحه‌های ۲۴۵ ـ ۲۳۵ (آذر ـ دی ۱۳۹۷)

مقاله‌ی پژوهشی

بررسی ارتباط چگالی رژیم غذایی با نمایه آدیپوسیت، میزان متابولیسم استراحت، ضریب تنفس و شاخص‌های ترکیب بدن در زنان چاق و اضافه وزن

نیلوفر رسائی[۱]، سیده فروغ سجادی[۱]، عطیه میرزابابایی[۱]، سارا پویان[۱]، الهه رشیدبیگی[۱]، دکتر میر سعید یکانی نژاد[۲]، دکتر حسین ایمانی[۳]، دکتر خدیجه میرزایی[۱]

۱) گروه تغذیه جامعه، دانشکده علوم تغذیه و رژیم‌شناسی، دانشگاه علوم پزشکی تهران (TUMS)، تهران، ایران، ۲) گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ۳) گروه تغذیه بالینی، دانشکده علوم تغذیه و رژیم‌شناسی، دانشگاه علوم پزشکی تهران (TUMS)، تهران، ایران، **نشانی مکاتبه‌ی نویسنده‌ی مسئول:** تهران، بلوار کشاور، خیابان شهید نادری، خیابان شهید حجت دوست شرقی، پلاک ٤٤، دانشکده علوم تغذیه و رژیم‌شناسی، دانشگاه علوم پزشکی تهران (TUMS)، تهران، ایران.
صندوق پستی: ١٤١٦٦٤٣٩٣١ تهران، ایران، دکتر خدیجه میرزایی؛ e-mail: mirzaei_kh@tums.ac.ir

چکیده

مقدمه: چگالی انرژی غذایی بر حسب محتوای انرژی غذا (کیلوکالری) تقسیم بر وزن غذا (گرم) تعریف شده است که تأثیر مهمی در تنظیم انرژی مصرفی، کاهش وزن، چاقی شکمی و دور کمر دارد؛ اما ارتباط آن با نمایه آدیپوسیتی، میزان متابولیسم استراحت و ضریب تنفس، کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است. نمایه آدیپوسیتی از دور باسن و قد مشتق می‌شود که می‌تواند ابزار مناسبی برای اندازه‌گیری چربی بدن باشد. هدف اصلی این مطالعه، بررسی ارتباط چگالی رژیم غذایی با نمایه آدیپوسیت، میزان متابولیسم استراحت، ضریب تنفس و شاخص‌های ترکیب بدن در زنان چاق و دارای اضافه وزن بود. مواد و روش‌ها: این مطالعه بر روی ۳۰۱ خانم دارای اضافه وزن و چاق انجام شد. در این مطالعه‌ی مقطعی میزان متابولیسم استراحت و ضریب تنفس با استفاده از کالری‌سنجی غیرمستقیم و ترکیب بدنی افراد با دستگاه آنالیز ترکیب بدنی بررسی شد. دریافت غذایی معمول افراد با پرسش‌نامه تکرر مصرف مواد غذایی پایا و روا و چگالی انرژی غذایی با تقسیم انرژی دریافتی هر فرد بر وزن کل غذای خورده شده به دست آمد. یافته‌ها: ارتباط معناداری بین چگالی انرژی غذایی با سن، میزان تولید دی‌اکسیدکربن، میزان متابولیسم استراحت، میزان متابولیسم استراحت در هر کیلوگرم وزن و ضریب تنفس وجود دارد (P<۰/۰۵). پس از تعدیل داده‌ها برای سن، توده‌ی بدون چربی و فعالیت بدنی، ارتباط بین چگالی انرژی غذایی با میزان متابولیسم استراحت در هر کیلوگرم وزن بدن و ضریب تنفس هم‌چنان معنادار بود (P<۰/۰۰۰۱). ارتباط بین چگالی انرژی غذایی و نمایه آدیپوسیتی معنادار نبود (P=۰/۵۵). نتیجه‌گیری: براساس یافته‌های این پژوهش یک واحد افزایش در چگالی انرژی رژیم غذایی سبب می‌شود که میزان متابولیسم استراحت در هر کیلوگرم وزن بدن ۰/۸۹ واحد و ضریب تنفس ۰/۱۸ واحد افزایش یابد؛ از طرفی نمایه آدیپوسیتی با چگالی انرژی غذایی ارتباط معناداری ندارد.

واژگان کلیدی: چگالی انرژی رژیم غذایی، نمایه آدیپوسیتی، میزان متابولیسم استراحت، ضریب تنفس، اضافه وزن، چاقی

دریافت مقاله: ۹۷/٤/٥ـ دریافت اصلاحیه: ۹۷/۷/۳۰ ـ پذیرش مقاله: ۹۷/۷/۳۰

مقدمه

چگالی انرژی رژیم غذایی تاثیر مهمی در تنظیم انرژی دریافتی دارد؛ در واقع انرژی دریافتی با کاهش چگالی انرژی رژیم غذایی کاهش می‌یابد.[۱،۲] چگالی انرژی رژیم غذایی به صورت مقدار انرژی مواد غذایی (کیلوگرم یا کیلوکالری) در واحد وزن مواد غذایی (گرم) تعریف شده است.[۳] رژیم‌های غذایی حاوی چگالی انرژی پایین عبارتند از غلات کامل،

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.16834844.1397.20.5.4.5]

سبزیجات، میوه‌ها، لبنیات کم‌چرب و گوشت لخم.[۴] کاهش چگالی انرژی رژیم غذایی باعث کاهش وزن، حفظ وزن کاسته شده و کاهش چاقی شکمی و دور کمر می‌شود و هم‌چنین مانع از مصرف بیش از حد غذا و افزایش توده‌ی چربی می‌شود.[۵-۷]

چاقی یکی از مهم‌ترین عوامل خطر سلامتی است که می‌تواند منجر به بروز عوارض متابولیک از جمله دیابت نوع ۲، مقاومت به انسولین، بیماری‌های قلبی عروقی و سرطان شود.[۲،۶،۸] افزایش شیوع چاقی در دو دهه گذشته، به ویژه در کشورهای در حال توسعه، این مسئله را به یک مشکل بهداشت عمومی در این کشورها تبدیل کرده است.[۹،۱۰] شیوع اضافه وزن و چاقی از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۳ در بین مردان از ۲۸ به ۳۶ درصد و در بین زنان از ۲۹ به ۳۸ درصد و در کودکان از ۱۶ به ۲۳ درصد رسیده است.[۱۱] در ایران نیز شیوع اضافه وزن و چاقی بنا بر اعلام سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۱۶ به ترتیب برابر ۶۵ و ۲۵ درصد بوده است.[۱۲،۱۳] بافت چربی منبع شناخته شده التهاب و یک اندام اندوکرین پیچیده و بسیار فعال است که هورمون‌ها و عوامل متابولیکی مختلفی تولید می‌کند.[۲] برای تعیین وجود چربی اضافی می‌توان از اندازه‌ی دور کمر، دور کمر به دور باسن و نمایه‌ی توده‌ی بدنی استفاده کرد. افزایش توده‌ی چربی با افزایش خطر مرگ زودرس و افزایش توده‌ی عضلانی با کاهش این خطر همراه است. هم‌چنین تجمع چربی مرکزی یا شکمی تهدید کننده‌ی جدی سلامتی است. نمایه‌ی توده‌ی بدنی (BMI[i]) در کنار اندازه دور کمر، نسبت دور کمر به دور باسن و نسبت دور کمر به قد شاخص مناسبی برای تعیین و تعریف چاقی هستند[۱۴،۱۵] لیکن نمایه‌ی آدیپوسیتی (AI[ii]) برای نشان دادن درصد چربی بدن مناسب است.[۱۶-۱۸] نمایه‌ی آدیپوسیتی از دور باسن و قد مشتق می‌شود که با متابولیسم قند و چربی در ارتباط است و لذا می‌تواند ابزار مناسبی برای اندازه‌گیری چربی بدن باشد.[۱۹]

$$\text{نمایه‌ی آدیپوسیتی} = \left(\frac{\text{دور باسن} \times 100}{\text{قد} \times \sqrt{\text{قد}}} - 18\right)$$

افزایش دریافت انرژی با اضافه وزن و چاقی ارتباط مستقیمی دارد. توجه به کل انرژی مصرفی و چگالی انرژی رژیم غذایی، روشی جدید برای کاهش وزن و حفظ وزن کاسته شده است.[۲۰-۲۳]

نتایج برخی مطالعات نشان می‌دهد که میزان متابولیسم استراحت می‌تواند به عنوان شاخصی از انرژی دریافتی و ارائه کننده‌ی فیزیولوژیک سیگنال گرسنگی باشد.[۲۴،۲۵] میزان متابولیسم استراحت، بیشترین سهم از کل انرژی مورد نیاز روزانه را دارد (تقریبا ۶۵ تا ۷۰ درصد)[۷] که شامل میزان متابولیسم استراحت، فعالیت بدنی و اثر حرارتی مواد غذایی است. برخی مطالعات ارتباط بین میزان متابولیسم استراحت با برخی از هورمون‌های بدن از جمله وسپین[iii] و آدیپونکتین[iv] را نشان داده‌اند.[۲۶،۲۷] به طور کلی می‌توان گفت میزان متابولیسم استراحت با وزن بدن، توده‌ی بدون چربی (FFM[v])، توده‌ی چربی(BFM[vi])، لپتین، آدیپونکتین و وسپین ارتباط دارد.[۲۸-۳۰] ضریب تنفس که برای محاسبه میزان متابولیسم پایه استفاده می‌شود، نسبتی است که از تقسیم میزان دی‌اکسیدکربن تولید شده به میزان اکسیژن مصرف شده محاسبه می‌گردد. نتایج برخی مطالعات نشان داده‌اند که افرادی که ضریب تنفس بالاتری دارند، وزن بالاتر و توده‌ی چربی بیشتری دارند؛[۳۱،۳۲] اما ارتباط میزان متابولیسم پایه و ضریب تنفس با چگالی انرژی غذایی کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج برخی مطالعات نشان داده‌اند که میزان متابولیسم پایه، یک شاخص قوی برای دریافت انرژی است.[۳۳،۳۴] با توجه به نتایج مطالعات قبلی، هدف اصلی این مطالعه، بررسی ارتباط چگالی رژیم غذایی با نمایه‌ی آدیپوسیتی، میزان متابولیسم استراحت، ضریب تنفس و شاخص‌های ترکیب بدن در زنان چاق و دارای اضافه‌وزن بوده است.

مواد و روش‌ها

افراد مورد مطالعه

این مطالعه مقطعی بر روی ۳۰۱ نفر به روش نمونه‌گیری تصادفی در سال ۹۶-۱۳۹۵ از میان خانم‌های مراجعه‌کننده به مراکز بهداشتی درمانی شهر تهران انجام شد. از میان ۲۵ مرکز بهداشتی درمانی تحت پوشش دانشگاه علوم پزشکی تهران، به طور تصادفی و براساس حجم نمونه، ۲۰ مرکز انتخاب شدند و پس از هماهنگی‌های لازم با مدیریت مراکز،

i- Body mass index
ii - Adiposity index

iii -Vaspin
iv -Adiponectin
v -Fat free mass
vi -Body fat mass

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.16834844.1397.20.5.4.5]

اجازه‌نامه دریافت شد. طرح تحقیقاتی با کد ۱۲۳٤ از نظر کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه مورد تایید قرار گرفت. با توجه به این که شیوع متابولیسم پایه مختل، در افراد چاق و دارای اضافه وزن ۲٦ درصد است، بیشترین تعداد مورد نیاز با در نظر گرفتن تعداد نمونه لازم برای بررسی ارتباط چگالی رژیم غذایی با نمایه آدیپوسیت، میزان متابولیسم استراحت، ضریب تنفس و شاخص‌های ترکیب بدن معادل ۳۰۱ نفر محاسبه شد.

سپس با روش نمونه‌گیری تصادفی ساده و بر اساس حجم نمونه مورد نظر، افراد با در نظر گرفتن معیارهای ورود که شامل سن ۱۸ تا ٥٦، بدون سابقه فشار خون، عدم مصرف الکل و مواد مخدر، عدم وجود هر گونه عفونت حاد یا مزمن و عدم حاملگی، دارای اضافه وزن یا چاقی بود، انتخاب شدند و برای ارزیابی‌های دقیق‌تر به منظور گرفتن نمونه خون و ترکیب بدن افراد با استفاده از دستگاه آنالیز ترکیب بدن (InBody 770 scanner ساخت کشور کره) به آزمایشگاه بیوشیمی دانشکده علوم تغذیه و رژیم‌شناسی دانشگاه علوم پزشکی تهران ارجاع داده شدند. برای همه‌ی شرکت‌کنندگان وزن بدن، قد و دور باسن جهت تعیین نمایه‌ی توده‌ی بدنی و نمایه‌ی آدیپوسیتی اندازه‌گیری شد. بر اساس تعریف سازمان جهانی بهداشت، چاقی و اضافه وزن به تجمع چربی اضافی در بدن اطلاق می‌شود که بر اساس این تعریف شاخص توده‌ی بدنی برابر یا بیشتر از ۲٥ تا ۲۹/۹ کیلوگرم بر مترمربع به عنوان اضافه وزن و برابر یا بیشتر از ۳۰ کیلوگرم بر مترمربع به عنوان چاقی در نظر گرفته می‌شود.[۳٥،۳٦] بر اساس معیارهای خروج، افرادی که سابقه‌ی بیماری‌هایی مثل بیماری قلبی ـ عروقی، بیماری‌های تیروئید، سرطان، دیابت، فشار خون بالا، عفونت‌های حاد یا مزمن، بیماری‌های کبدی و کلیوی و مصرف سیگار داشتند، وارد مطالعه نشدند.

از ۳۰٥ نفر برای شرکت در این مطالعه دعوت به عمل آمد که از این تعداد ۳۰۱ نفر موافقت خود را اعلام کردند. از تمام شرکت‌کنندگان پیش از شروع مطالعه، رضایت‌نامه‌ی کتبی آگاهانه اخذ شد. منابع بودجه‌ی این مطالعه، با کمک و پشتیبانی دانشگاه علوم پزشکی تهران، با شماره کد اخلاق (IR.TUMS.VCR.REC.1397.065) تامین شده است.

اندازه‌گیری میزان متابولیسم استراحت و ضریب تنفس

در این مطالعه میزان متابولیسم استراحت با کالریمتری غیرمستقیم اندازه‌گیری گردید (اسپیرومتر METALYZERR 3B-R3، Cortex Biophysik GmbH، ساخت کشور آلمان).[۳۷] تهویه و تبادل گاز پیش از هر آزمایش برای هر فرد کالیبره شد. میزان دی‌اکسیدکربن تولیدی و اکسیژن مصرفی در هر تنفس توسط دستگاه ثبت شد. در این مطالعه از یک ماسک طراحی شده جهت بررسی دم و بازدم استفاده شد و حجم تنفسی از طریق یک مبدل که به ماسک متصل بود انتقال یافت و نمونه‌های گاز جمع‌آوری شد. میزان متابولیسم استراحت در ابتدای صبح و پس از ۱۰ تا ۱۲ ساعت ناشتایی ارزیابی شد. شرکت‌کنندگان باید از مصرف کافئین و انجام ورزش شدید برای ۲٤ ساعت پیش از ارزیابی میزان متابولیسم استراحت خودداری می‌کردند. میزان متابولیسم استراحت، پس از ایجاد حالت پایدار و خوابیده به پشت در یک اتاق آرام و به مدت نیم ساعت اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری میزان متابولیسم استراحت توسط کارشناس خبره با استفاده از پروتکل استاندارد انجام گردید. میزان متابولیسم استراحت با استفاده از دستگاه آنالیز ترکیب بدن اندازه‌گیری شد. روش اندازه‌گیری کالریمتری غیرمستقیم بر اساس اندازه‌گیری میزان اکسیژن مصرفی توسط بدن است. با استفاده از یک ماسک صورت، فرد هوای تنفسی خود را وارد ماسک دهانی می‌کند؛ سپس دستگاه با استفاده از حجم جریان ورودی و غلظت اکسیژن، میزان اکسیژن مصرفی بدن را بر اساس میزان متابولیسم مشخص می‌کند. اعتبارسنجی این دستگاه توسط مطالعات متعددی تایید شده است.[۳۸-٤۰]

آنالیز ترکیب بدن و ارزیابی تن‌سنجی

ترکیب بدن افراد شامل توده‌ی چربی، توده‌ی بدون چربی، وزن، نمایه‌ی توده‌ی بدنی و نسبت دور کمر به باسن با استفاده از دستگاه آنالیز ترکیب بدن به دست آمد.[٤۱] دستگاه آنالیز ترکیب بدن، مقدار و نسبت توده‌ی چربی و توده‌ی بدون چربی را با یک جریان الکتریکی عبوری از طریق دست‌ها و پاها محاسبه می‌کند. با توجه به دستورالعمل، شرکت‌کنندگان نباید لباس اضافی مانند کفش، کت و ژاکت و وسایل فلزی مانند گوشواره، حلقه و ساعت داشته باشند. این بررسی تقریبا ۲۰ ثانیه طول می‌کشد و پس از آن نتیجه نهایی نشان داده می‌شود. نمایه آدیپوسیتی

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.16834844.1397.20.5.4.5]

شرکت‌کنندگان نیز مورد بررسی قرار گرفت. این نمایه از دور باسن (اندازه‌ی دور باسن در بزرگ‌ترین ناحیه آن با مترنواری غیرکشی با حداقل لباس و با دقت ۰/۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد) و قد (قد فرد با متر نواری غیرکشی بدون کفش با دقت ۰/۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد) مشتق می‌شود و می‌تواند ابزار مناسبی برای اندازه‌گیری چربی بدن باشد.[۱۹]

دور کمر در باریک‌ترین ناحیه‌ی آن درحالی ارزیابی شد که فرد در انتهای بازدم طبیعی خود قرار داشت. برای دور کمر حد مرزی ۸۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.[۴۱]

ارزیابی رژیم غذایی

برای ارزیابی دریافت‌های غذایی افراد، از یک پرسش‌نامه تکرر مصرف غذایی نیمه کمی روا و پایا که شامل ۱۴۷ قلم مواد غذایی بود، استفاده شد.[۴۲] تمامی پرسش‌نامه‌ها توسط کارشناسان تغذیه آموزش دیده تکمیل گردید. هر پرسش‌نامه شامل فهرستی از مواد غذایی به همراه اندازه سهم استاندارد بود. انرژی حاصل از مقادیر به دست آمده از مواد غذایی مصرفی با استفاده از نرم‌افزار NUTRITIONIST 4 (First Data Bank, San Bruno, CA) بررسی شد.

چگالی انرژی رژیم غذایی

کل انرژی دریافتی روزانه بر اساس مجموع انرژی‌های حاصل از مواد غذایی مصرفی محاسبه شد.[۴۳] در این روش، محاسبه چگالی انرژی رژیم غذایی از تقسیم انرژی غذاها (کیلوکالری) بر وزن مواد غذایی (گرم) (به استثنای نوشیدنی‌ها) به دست آمد.

ارزیابی فعالیت بدنی

برای ارزیابی سطح فعالیت بدنی از فرم کوتاه پرسش‌نامه بین‌المللی فعالیت بدنی (IPAQ) استفاده شد که دارای ۷ سؤال است و توسط سازمان جهانی بهداشت طراحی شده است.[۴۴] از شرکت‌کنندگان خواسته شد به سوالاتی مانند زمان صرف شده برای راه رفتن، فعالیت با شدت متوسط و فعالیت شدید در مدت یک هفته گذشته پاسخ دهند. مطابق با راهنمای IPAQ برای پردازش داده‌ها، داده‌های فعالیت بدنی به دقیقه در هفته تبدیل شد و معادل متابولیکی (MET/minute/week) محاسبه گردید. روایی و پایایی این ابزار قبلا در زنان بزرگسال ایرانی مورد ارزیابی قرار گرفته و قابل قبول بوده است.[۴۵]

روش‌های آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲/۰ (SPSS، شیکاگو ـ آمریکا) انجام شد. توزیع نرمال داده‌ها با استفاده از نمودار آزمون کولموگروف ـ اسمیرنوف انجام شد. با توجه به تبعیت تمام متغیرها از توزیع نرمال، از آزمون‌های پارامتریک برای آنالیز داده‌ها استفاده شد. افراد بر اساس چگالی انرژی رژیم غذایی مصرفی به دو گروه تقسیم شدند (چگالی انرژی غذایی بالا و پایین). حد مرزی برای طبقه‌بندی شرکت‌کنندگان بر اساس متوسط چگالی انرژی در این مطالعه و مطالعات گذشته ۰/۹۳ تعیین شد.[۴۳،۴۶] شرکت‌کنندگان با تراکم انرژی کمتر از ۰/۹۳ در گروه ۱ و شرکت‌کنندگان با تراکم انرژی بیشتر از ۰/۹۳ در گروه ۲ قرار گرفتند. آزمون تی مستقل (Independent sample t-test) برای بررسی تفاوت متغیرهایی چون سن، وزن، قد، نمایه‌ی توده‌ی بدنی، میزان متابولیسم استراحت، میزان متابولیسم استراحت به ازای کیلوگرم وزن بدن، ضریب تنفس، میزان مصرف اکسیژن، میزان تولید دی‌اکسیدکربن، توده‌ی چربی، توده‌ی بدون چربی، نمایه‌ی آدیپوسیت، دور کمر و نسبت دور کمر به دور باسن و همبستگی پیرسون جهت ارزیابی ارتباط بین چگالی انرژی غذا و این متغیرها بین دو گروه استفاده شد. برای ارزیابی ارتباط بین میزان متابولیسم استراحت در هر کیلوگرم وزن بدن و ضریب تنفس با چگالی انرژی غذا و اجزای آن از رگرسیون خطی استفاده شد. برای بررسی تفاوت بین گروه‌ها با استفاده از رگرسیون خطی به منظور تعدیل اثرات مخدوشگر، دوباره تجزیه و تحلیل شد. چهار مدل ساخته شد و مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت: مدل ۱، خام؛ مدل ۲، تعدیل شده برای سن؛ مدل ۳، تعدیل شده برای سن و توده‌ی بدون چربی؛ و مدل ٤، تعدیل شده برای سن، توده‌ی بدون چربی و فعالیت فیزیکی. هم‌چنین برای بررسی تفاوت دریافت گروه‌های غذایی در دو گروه با چگالی انرژی بالا و پایین از آزمون تی مستقل (Independent sample t-test) استفاده شده است.

یافته‌ها

میانگین سنی شرکت‌کنندگان ۸/۳٦±۳٦/٤۹ محاسبه شد. حداقل، حداکثر و میانگین نمایه‌ی توده‌ی بدنی برای شرکت‌کنندگان به ترتیب ٦۰/۲۰، ٤۹/۲٤ و ۳۱/۰٤ بود. اندازه‌های انتروپومتریک و ویژگی‌های بالینی شرکت‌کنندگان در جدول ۱ آورده شده است (جدول ۱).

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.16834844.1397.20.5.4.5]

جدول ۱- مشخصات کلی افراد تحت مطالعه

متغیر	حداقل	حداکثر	انحراف معیار± میانگین
جمعیت شناختی			
سن (سال)	۱۸/۰۰	٥٦/۰۰	۳٦/٤۹±۸/۳۸
وزن (کیلوگرم)	٥۹/٥۰	۱۳٦/٦۰	۸۰/۸۹±۱۲/٤٥
قد (سانتی‌متر)	۱٤۲/۰۰	۱۷۹/۰۰	۱٦۱/۳۸±٥/۹۰
ترکیب بدن			
BMI (کیلوگرم/ مجذور قد)	۲٤/۲۰	٤۹/٦۰	۳۱/۰٤±٤/۳۱
BFM (کیلوگرم)	۱۹/٤۰	۷٤/۲۰	۳٤/۰٤±۸/٦۹
FFM (کیلوگرم)	۳٥/۳۰	٦۷/۷۰	٤٦/۸۰±٥/٦٤
AI	۲۸/۱۸	٥۹/۹۱	۳۷/۳۸±٦/۸۰
میزان متابولیسم، ضریب تنفس و دانسیته انرژی			
متابولیسم استراحت (کیلوکالری/روز)	۹٥۲/۰۰	۲٤۸۰/۰۰	۱٥۷٤/۹٦±۲٥۹/۷۱
متابولیسم استراحت در هر کیلوگرم وزن بدن (کیلوکالری/ روز/کیلوگرم)	۹/۳۰	۳۲/٥۰	۱۹/٥۹±۳۰/۰۹
دی‌اکسید کربن تولیدی (میلی‌لیتر/دقیقه)	۰/۱۰	۰/۳۰	۰/۱۹±۰/۰۳
اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر/دقیقه)	۰/۱٤	۰/۳٦	۰/۲۲±۰/۰۳
ضریب تنفس	۰/۷۳	۰/۹۹	۰/۸٥±۰/۰٤
دانسیته انرژی رژیم (کیلوکالری/گرم)	۰/۱٦	۱/۷۹	۰/۹۳±۰/۱٤

تعداد کل: ۳۰۱ نفر

کل شرکت‌کنندگان بر اساس چگالی انرژی رژیم غذایی مصرفی به دو گروه تقسیم شدند (چگالی انرژی غذایی بالا و پایین). حد مرزی برای طبقه‌بندی شرکت‌کنندگان بر اساس متوسط چگالی انرژی در این مطالعه و مطالعات گذشته ۰/۹۳ تعیین شد.[٤۳،٤٦] شرکت‌کنندگان با تراکم انرژی کمتر از ۰/۹۳ در گروه ۱ (۱٥۱ نفر) و شرکت‌کنندگان با تراکم انرژی بیشتر از ۰/۹۳ در گروه ۲ (۱٥۰ نفر) قرار گرفتند. نتایج مطالعه نشان داد که تفاوت معناداری در سن، میزان اکسیژن مصرفی، میزان متابولیسم استراحت به ازای کیلوگرم وزن بدن در بین دو گروه وجود دارد (P<۰/۰۰۰۱). هم‌چنین تفاوت معناداری در میزان متابولیسم استراحت، میزان دی-اکسیدکربن تولیدی و ضریب تنفس در بین دو گروه وجود دارد (P=۰/۰۱)؛ اما در ارتباط با متغیرهای وزن، نمایه‌ی توده‌ی بدنی، توده‌ی بدون چربی، توده‌ی چربی، اندازه‌ی دور کمر، دور کمر به دور باسن و نمایه آدیپوسیتی تفاوت معناداری بین دو گروه وجود نداشت (P<۰/۰٥) (جدول ۲).

برای پیدا کردن ارتباط بین چگالی انرژی غذایی و متغیرها از همبستگی دوبعدی پیرسون (correlation) استفاده شد. نتایج مطالعه نشان داد که همبستگی مثبت و معناداری میان چگالی انرژی غذایی و ضریب تنفسی (P=۰/۰۱؛ r=۰/۱٤) و همبستگی منفی و معناداری بین چگالی انرژی غذایی و سن (P<۰/۰۰۰۱؛ r= -۰/۲٤) وجود دارد (جدول ۳).

به منظور بررسی‌های بیشتر، رابطه بین میزان متابولیسم استراحت به ازای کیلوگرم وزن بدن و چگالی انرژی غذایی نیز مورد مطالعه قرار گرفت. با توجه به نتایج به دست آمده، بین میزان متابولیسم استراحت به ازای هر کیلوگرم وزن بدن و چگالی انرژی غذایی، رابطه معناداری وجود دارد (P<۰/۰۰۰۱). پس از آنکه چگالی انرژی غذایی برای سن

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.16834844.1397.20.5.4.5]

تعدیل شد، این رابطه معنادار باقی ماند (P<۰/۰۱) (مدل ۱). با تعدیل چگالی انرژی غذایی برای سن و توده‌ی بدون چربی، بین میزان متابولیسم استراحت به ازای هر کیلوگرم وزن بدن و چگالی انرژی مصرفی ارتباط معناداری وجود داشت (P<۰/۰۰۰۱) (مدل ۲). در نهایت، چگالی انرژی غذایی برای سن، توده‌ی بدون چربی و فعالیت بدنی تعدیل شد، اما هم‌چنان ارتباط معناداری بین میزان متابولیسم استراحت به ازای هر کیلوگرم وزن بدن و چگالی انرژی غذایی وجود داشت (P<۰/۰۵) (مدل ۳) (جدول ٤). نتایج این مطالعه نشان داد که به ازای یک واحد افزایش در چگالی انرژی غذایی، میزان متابولیسم استراحت به ازای هر کیلوگرم وزن بدن، ۰/۸۹ درصد افزایش می‌یابد.

در ادامه، رابطه بین ضریب تنفس و چگالی انرژی غذایی مورد مطالعه قرار گرفت. با توجه به نتایج به دست آمده، بین ضریب تنفس و چگالی انرژی غذایی رابطه معناداری وجود داشت (P=۰/۰۱). با تعدیل چگالی انرژی در هر سه مدل، این رابطه معنی‌دار باقی ماند (P<۰/۰۰۰۱).

سپس، ارتباط بین گروه‌های غذایی و چگالی انرژی غذایی بررسی شد. بین مصرف غلات تصفیه شده، میوه‌ها، سبزیجات، چای و قهوه (P<۰/۰۰۰۱) و چربی‌های حیوانی (P<۰/۰۵) با چگالی انرژی غذایی ارتباط معناداری وجود داشت. در رژیم غذایی با چگالی انرژی غذایی بالا، مصرف غلات تصفیه شده، چربی‌های حیوانی، چای و قهوه بیشتر و مصرف میوه‌ها و سبزیجات کمتر بود (جدول ۵).

جدول ۲- تفاوت بین متغیرهای مطالعه و چگالی انرژی غذایی در بین دو گروه با چگالی بالا و پایین

نام متغیر	چگالی انرژی بالا (تعداد= ۱۵۱) انحراف معیار± میانگین	چگالی انرژی بالا (تعداد= ۱۵۰) انحراف معیار±میانگین	مقدار p
جمعیت شناختی			
سن (سال)	۳٤/۳۵±۸/۷۱	۳۸/٦٦±۰/۷٤	<۰/۰۰۰۱*
وزن (کیلوگرم)	۸۰/٤۱±۱۱/٤٤	۸۱/۲۰±۱۳/۰۰	۰/٦۷
قد (سانتی‌متر)	۱٦۱/٦۸±٦/۳۲	۱٦۰/۸۹±۵/٤۹	۰/۲۵
ترکیب بدن			
دور کمر (سانتی‌متر)	۹۸/۸۵±۹/٦۲	۹۹/۰۷±۱۰/٤۸	۰/۸۵
دور کمر به دور باسن	۱/۵٦±۷/۵٦	۰/۹۳±/۰۵	۰/۳۱
BMI (کیلوگرم/مجذور قد)	۳۰/۸۰±٤/۰٤	۳۱/۳۰±٤/۵۹	۰/۳۲
BFM (کیلوگرم)	۳۳/۷۰±۸/۱۲	۳٤/۳۱±۹/۲۱	۰/۵٤
FFM (کیلوگرم)	٦٤/۷۷±۵/۵۵	٤٦/۷۸±۵/٦۲	۰/۹۹
AI	۳۸/۳٤±۸/۵	۳۷/۰۹±۵/۲۲	۰/۵۵
میزان متابولیسم، ضریب تنفس و دانسیته انرژی			
متابولیسم استراحت (کیلوکالری/روز)	۱٦۱٤/۷۷±۲۵٦/٤۹	۲٤۸/۱۱±۱۵۳۸/۲۵	۰/۰۱*
متابولیسم استراحت در هر کیلوگرم وزن بدن (کیلوکالری/روز/کیلوگرم)	۳/۳۷±۲۰/۱۷	۲/۷۵±۱۹/۱۲	<۰/۰۰۰۱*
دی‌اکسید کربن تولیدی (میلی‌لیتر/دقیقه)	۰/۰۳±۰/۱۹	۰/۰۳±۰/۱۸	۰/۰۱*
اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر/دقیقه)	۰/۰۳±۰/۲۳	۰/۰۳±۰/۲۲	<۰/۰۰۰۱*
ضریب تنفس	۰/۰۳±۰/۸۵	۰/۰٤±۰/۸۵	۰/۰۱*

*مقدار p<۰/۰۵ معنادار است.

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.16834844.1397.20.5.4.5]

جدول ۳- ارتباط و همبستگی بین متغیرهای مطالعه و چگالی انرژی غذایی

نام متغیر	r مقدار	مقدار p
چگالی انرژی	۱	
سن (سال)	-۰/۲٤	<۰/۰۰۰۱*
وزن (کیلوگرم)	<۰/۰۰۰۱	۰/۹۹
قد (سانتی‌متر)	۰/۰٤	۰/٤٦
دور کمر (سانتی‌متر)	۰/۰۱	۰/۸٦
دور کمر به دور باسن	۰/۰۳	۰/٥۷
BMI (کیلوگرم/ مجذور قد)	-۰/۰۱	۰/۷۹
BFM (کیلوگرم)	<۰/۰۰۰۱	۰/۹٥
FFM (کیلوگرم)	<۰/۰۰۰۱	۰/۸۷
AI	-۰/۱۱	۰/۱۳
متابولیسم استراحت (کیلوکالری/روز)	۰/۰۸	۰/۱٤
متابولیسم استراحت در هر کیلوگرم وزن بدن (کیلوکالری/روز/ کیلوگرم)	۰/۱۰	۰/۰۸
دی‌اکسید کربن تولیدی (میلی‌لیتر/دقیقه)	۰/۱۱	۰/۰٥
اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر/دقیقه)	۰/۰٦	۰/۲٤
ضریب تنفس	۰/۱٤	۰/۰۱*

*مقدار p<۰/۰٥ معنادار است. تعداد کل: ۳۰۱ نفر

جدول ۴- ارتباط بین میزان متابولیسم استراحت بر حسب کیلوگرم وزن بدن با چگالی انرژی غذایی

مدل‌ها	بتا±خطای استاندارد میانگین	مقدار p
مدل خام	۱/۰٤±۰/۳٦	<۰/۰۰۰۱*
مدل ۱	۰/۹٦±۰/۳۲	۰/۰۱*
مدل ۲	۱/۰۰±۰/۳۷	<۰/۰۰۰۱*
مدل ۳	۰/۸۹±۰/٤۰	۰/۰۳*
ارتباط بین ضریب تنفس با چگالی انرژی غذایی*		
مدل‌ها	**بتا±خطای استاندارد میانگین**	**مقدار p**
مدل خام	۰/۱٤±۰/۰۱	۰/۰۱*
مدل ۱	۰/۱۷±۰/۰۱	<۰/۰۰۰۱*
مدل ۲	۰/۱۸±۰/۰۱	<۰/۰۰۰۱*
مدل ۳	۰/۱۸±۰/۰۱	<۰/۰۰۰۱*

* مقدار p<۰/۰٥ معنادار است. تعداد کل: ۳۰۱ نفر، مدل خام ارتباط بین میزان متابولیسم استراحت بر حسب کیلوگرم وزن بدن و چگالی انرژی غذایی، مدل ۱: چگالی انرژی غذایی تعدیل شده برای سن، مدل ۲: چگالی انرژی غذایی تعدیل شده برای سن و توده بدون چربی، مدل ۳: چگالی انرژی غذایی تعدیل شده برای سن، توده بدون چربی و فعالیت بدنی

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.16834844.1397.20.5.4.5]

جدول ۵- ارتباط بین گروه‌های غذایی و چگالی انرژی غذایی

نام متغیر	چگالی انرژی بالا (تعداد= ۱۴۶) انحراف معیار± میانگین	چگالی انرژی بالا (تعداد= ۱۴۵) انحراف معیار± میانگین	مقدار p
غلات تصفیه شده (گرم در روز)	٤٧٦/٢٠±٢٣١/٣٩	٣٨٨/١٨±١٩٩/٣٩	<٠/٠٠٠١*
غلات کامل (گرم در روز)	٩/٧٢٤٨±١١/٤٢	١١/٣٢±١٠/٥٤	٠/٥٣
لبنیات کم‌چرب (گرم در روز)	٢٢٣/٦٩±٢٦١/٩٣	٢١٧/٣٩±٢٩٧/٢٩	٠/١٧
لبنیات پرچرب (گرم در روز)	١٢٨/١٤±١٠٧/٦٣	١٥١/٢٧±١١٢/٥٠	٠/٧٦
گوشت قرمز (گرم در روز)	١٨/٦٩±٢٠/٩١	١٨/٣٨±٢٢/٠٤	٠/٦٠
گوشت سفید (گرم در روز)	٥٠/٨٩±٤٧/٢١	٣٩/٥٢±٤٦/٤٨	٠/٨٩
امعا و احشا (گرم در روز)	٤/٧١±٢/٨٣	٤/٠١٧±٢/٤١	٠/٤١
گوشت فراوری شده (گرم در روز)	٧/٩٨±٥/٥٤	١٠/٦٩±٤/٤٩	٠/٣٤
میوه‌ها (گرم در روز)	٣١٤/١٥±٤٧٨/٨٩	٣٧٥/١٧±٦٤١/٠٢	<٠/٠٠٠١*
سبزیجات (گرم در روز)	١٧٧/٠٨±٣١٢/٩١	٢٧٩/٠١±٥٢٠/٤٢	<٠/٠٠٠١*
سبزیجات نشاسته‌ای (گرم در روز)	٢٧/٧٥±٢٧/٢٥	٢٦/١٢±٢٨/٩٦	٠/٥٨
حبوبات (گرم در روز)	٤٠/٤٩±٤٦/١٩	٣٨/٢٣±٤٦/٦٩	٠/٩١
مغزها (گرم در روز)	١٣/٤٩±١١/٦٢	١٠/٥١±١١/٥٤	٠/٩٥
چربی‌های حیوانی (گرم در روز)	٢٥/٩٨±٢٧/٦٢	٢٥/١١±٢٠/٦٦	٠/٠٢*
روغن‌های گیاهی (گرم در روز)	١١/٩٩±٤/٧٣	١٥٩/١٤±٢٠/٠٨	٠/٢٤
زیتون (گرم در روز)	٢٠/٧٠±٨/٤٢	١١/٤٦±٥/٧٩	٠/١٩
شیرینی‌ها (گرم در روز)	١٢٢/٥٣±٨٧/٦٠	١٠٦/١٦±٩١/٨٨	٠/٧٥
نوشیدنی‌های پرانرژی (گرم در روز)	٧/٠٠±٥/١٣	٧/٣٤ ± ٦/٧٢	٠/٠٦
چای و قهوه (گرم در روز)	٥/٨٩±٧/١١	٤/١١±٥/٣٠	<٠/٠٠٠١*

*مقدار p<۰/۰۵ معنادار است. همه‌ی دریافت‌ها تعدیل‌شده هستند.

بحث

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که بین چگالی انرژی غذایی با سن، میزان تولید CO_2، میزان متابولیسم استراحت، میزان متابولیسم استراحت در هر کیلوگرم وزن و ضریب تنفس ارتباط معناداری وجود دارد. مصرف رژیم غذایی با چگالی بالا پس از تعدیل برای سن، توده‌ی بدون چربی و فعالیت بدنی، میزان متابولیسم استراحت در هر کیلوگرم وزن بدن را افزایش می‌دهد که این ارتباط بین چگالی انرژی غذایی و نمایه آدیپوسیتی مشاهده نشد.

براساس یافته‌های به دست آمده از بررسی حاضر، افرادی که رژیم غذایی با چگالی بالا مصرف می‌کنند، میزان متابولیسم استراحت بالاتری نسبت به کسانی که رژیم غذایی با چگالی پایین مصرف می‌کنند، دارند. به نظر می‌رسد افزایش میزان متابولیسم استراحت با مصرف رژیم غذایی با چگالی انرژی غذایی بالا به جهت حفظ عملکرد طبیعی و حفظ پایداری بدن در مقابله با این نوع رژیم انجام می‌شود. به عنوان مثال، سطح هورمون لپتین که منجر به کاهش اشتها می‌شود، در افراد چاق بالاتر و در افراد لاغر پایین‌تر است.[۴۷] هم‌چنین مقدار هورمون گرلین که باعث افزایش اشتها می‌شود، در افراد چاق کمتر و در افراد لاغر بیشتر است.[۴۸] از سوی دیگر، افراد چاق دارای سطوح بالاتر وسپین هستند.[۴۸] وسپین ارتباط مثبت با میزان متابولیسم استراحت دارد. ممکن است افزایش میزان متابولیسم استراحت در افرادی که غذاهای با چگالی انرژی بالا مصرف می‌کنند و در نتیجه چاقی شکمی بیشتری دارند، به دلیل افزایش وسپین ترشح شده از بافت چربی باشد.[۲۶]

هم‌چنین نتایج مطالعه نشان داد که چگالی انرژی غذایی بالا باعث افزایش مصرف اکسیژن و تولید دی‌اکسیدکربن شده و میزان متابولیسم استراحت را افزایش می‌دهد. این امر به علت این است که چگالی انرژی غذایی بالا حاوی چربی بیشتری بوده که سبب افزایش مصرف اکسیژن و تولید دی‌اکسیدکربن بالاتر می‌شوند. از جمله یافته‌های دیگر این مطالعه، وجود ارتباط مثبت معنادار بین چگالی انرژی غذایی بالا و ضریب تنفس بود که باعث افزایش ضریب تنفس شد. هم‌چنین با توجه به این مطالعه، مواد غذایی با چگالی انرژی

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.16834844.1397.20.5.4.5]

غذایی بالا شامل چربی‌های حیوانی، غلات تصفیه شده و گوشت فرآوری شده هستند و ضریب تنفس را افزایش می‌دهند.[۴۹] ضریب تنفس بالاتر نشان‌دهنده‌ی مصرف بالای انرژی، سنتز چربی در بدن و مصرف بالای کربوهیدرات‌ها است.[۵۰] هم‌چنین در این بررسی مشخص شد که مصرف بیش از حد چای و قهوه در رژیم غذایی، چگالی انرژی غذایی را بالا می‌برد. چای و قهوه متابولیسم را تحریک کرده و میزان متابولیسم استراحت را به این طریق افزایش می‌دهد.[۵۱] رژیم‌های غذایی با چگالی انرژی غذایی پایین عبارتند از غلات کامل، سبزیجات، میوه‌ها، لبنیات کم چرب و گوشت گاو و رژیم‌های غذایی با چگالی انرژی غذایی بالا شامل دانه‌های تصفیه شده، چربی و گوشت فرآوری شده می‌باشند.[۴،۵،۸]

با توجه به مطالعات انجام شده، افرادی که غذاهای با چگالی بالاتری مصرف می‌کنند، وزن بالاتر، چاقی شکمی و اندازه دور کمر بیشتری دارند.[۸،۲۳] مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۵ در جنوب غربی چین بر روی ۱۹۳۳ نفر انجام شد. نتایج این مطالعه نشان داد که ارتباط مثبتی بین چگالی انرژی غذایی با نمایه‌ی توده‌ی بدنی، نمایه‌ی توده‌ی چربی، نمایه‌ی توده‌ی بدون چربی وجود دارد، اما این ارتباط در مورد اندازه دور کمر دیده نشد.[۵۲]

اگرچه نتایج برخی مطالعات نشان می‌دهند که بین چگالی انرژی غذایی و چاقی رابطه معناداری وجود دارد،[۵۱] در این مطالعه بین چگالی انرژی غذایی با وزن، نمایه‌ی توده‌ی بدنی، توده‌ی چربی، توده‌ی بدون چربی، اندازه دور کمر، نسبت اندازه دور کمر به دور باسن ارتباط معناداری مشاهده نشد که این امر ممکن است به دلیل حجم کم نمونه باشد. هم‌چنین در این مطالعه فقط افراد چاق و دارای اضافه وزن بررسی شدند.

نتایج حاصل از بررسی‌های انجام شده نشان داده است که متوسط چگالی انرژی غذایی، با احتساب نوشیدنی‌ها ۰/۹۴ کیلوکالری در روز می‌باشد[۴۳] که عدد به دست آمده در این مطالعه نیز نزدیک به همین مقدار بوده است. در مطالعه‌ی کوهورت انجام شده بر روی ۸۹۴۳۲ نفر از ۵ کشور اروپایی با میانگین سنی ۵۳ سال مشخص شد که چگالی انرژی غذایی پایین از افزایش وزن پیشگیری نمی‌کند اما یک اثر بالقوه در جلوگیری از افزایش چاقی شکمی یا اندازه دور کمر دارد.[۵۳] هم‌چنین در مطالعه‌ای که بر روی ۱۴۵۱ فرد بزرگسال انگلیسی انجام شد، بین چگالی انرژی غذایی با افزایش اندازه دور کمر در مردان و نمایه‌ی توده‌ی بدنی در زنان ارتباطی معنادار دیده شد.[۵۴] نتایج یک مطالعه‌ی مروری و متاآنالیز تا سال ۲۰۱۵ که شامل بررسی ۳۷ مطالعه بود، نشان داد که مصرف رژیم غذایی با چگالی بالا، باعث افزایش چاقی شکمی و نمایه‌ی توده‌ی بدنی می‌شود.[۵۵] نتایج این مطالعه نشان داد که بین چگالی انرژی غذایی با نمایه‌ی آدیپوسیتی ارتباط معناداری وجود ندارد. به نظر می‌رسد این امر به علت مقطعی بودن این مطالعه یا تعداد کم افراد مورد بررسی باشد.

نقاط ضعف و قوت مطالعه

محدودیت مطالعه حاضر نوع مطالعه بود که به صورت مقطعی انجام گردید و رابطه علت و معلول در این نوع مطالعه قابل شناسایی نیست. پیشنهاد می‌شود جهت بررسی‌های بیشتر مطالعات آزمایشگاهی بالینی انجام گردد. یکی دیگر از محدودیت‌های مطالعه تعداد نسبتا کم نمونه بود. علاوه بر این، ارزیابی فقط بر زنان چاق و دارای اضافه وزن متمرکز بود.

بر اساس دانسته‌های ما این مطالعه برای اولین بار رابطه بین نمایه‌ی آدیپوسیتی، میزان متابولیسم استراحت و ضریب تنفس با چگالی انرژی رژیم غذایی را در زنان چاق و دارای اضافه وزن ارزیابی می‌کند که از نقاط قوت این مطالعه به شمار می‌رود.

سپاسگزاری: منابع بودجـــــه‌ی این مطالعه، با کمک و پشتیبانـــی دانشگاه علوم پزشکی تهران، با شماره کد اخلاق (IR.TUMS.VCR.REC.1397.065) تامین شده است. از مسئولین محترم آزمایشگاه تغذیه و رژیم‌شناسی دانشگاه علوم پزشکی تهران برای تامین بودجه مورد نیاز این طرح و نیز افراد شرکت‌کننده در این مطالعه تشکر و قدردانی می‌شود.

اعلام تعارض منافع:

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافعی در پژوهش حاضر وجود ندارد.

References

1. Karl JP, Roberts SB. Energy density, energy intake, and body weight regulation in adults. Adv Nutr 2014; 5: 835-50.
2. Tan C, Battaglino R, Doherty A, Gupta R, Lazzari A, Garshick E, et al. Adiponectin is associated with bone strength and fracture history in paralyzed men with spinal cord injury. Osteoporos Int 2014; 25: 2599-607.
3. Karimi G, Azadbakht L, Haghighatdoost F, Esmaillzadeh A. Low energy density diet, weight loss maintenance, and risk of cardiovascular disease following a

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.16834844.1397.20.5.4.5]

recent weight reduction program: A randomized control trial. J Res Med Sci 2016; 21: 32.
4. Vasan RS, Pencina MJ, Cobain M, Freiberg MS, D'Agostino RB. Estimated risks for developing obesity in the Framingham Heart Study. Ann Inter Med 2005; 143: 473-80.
5. Popkin BM. The nutrition transition and its health implications in lower-income countries. Public Health Nutr 1998; 1: 5-21.
6. Zhang Y, Liu J, Yao J, Ji G, Qian L, Wang J, et al. Obesity: pathophysiology and intervention. Nutrients 2014; 6: 5153-83.
7. Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A, Murray CJ. Comparative quantification of health risks: global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors; 2004.
8. Behboudi-Gandevani S, Tehrani FR, Cheraghi L, Azizi F. Could "a body shape index" and "waist to height ratio" predict insulin resistance and metabolic syndrome in polycystic ovary syndrome? Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol 2016; 205: 110-4.
9. Bibbins-Domingo K, Chertow GM, Coxson PG, Moran A, Lightwood JM, Pletcher MJ, et al. Projected effect of dietary salt reductions on future cardiovascular disease. N Engl J Med 2010; 362: 590-9.
10. Solomon CG, Manson JE. Obesity and mortality: a review of the epidemiologic data. Am J Clin Nutr 1997; 66: 1044S-50S.
11. Janssen I, Katzmarzyk PT, Ross R. Body mass index is inversely related to mortality in older people after adjustment for waist circumference. J Am Geriatr Soc 2005; 53: 2112-8.
12. Stelmach-Mardas M, Rodacki T, Dobrowolska-Iwanek J, Brzozowska A, Walkowiak J, Wojtanowska-Krosniak A, et al. Link between Food Energy Density and Body Weight Changes in Obese Adults. Nutrients 2016; 8: 229.
13. Amato M, Guarnotta V, Giordano C. Body composition assessment for the definition of cardiometabolic risk. J Endocrinol Invest 2013; 36: 537-43.
14. Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, Sumner AE, Reynolds JC, Sebring NG, et al. A better index of body adiposity. Obesity 2011; 19: 1083-9.
15. Caudwell P, Finlayson G, Gibbons C, Hopkins M, King N, Näslund E, et al. Resting metabolic rate is associated with hunger, self-determined meal size, and daily energy intake and may represent a marker for appetite. Am J Clin Nutr 2012; 97: 7-14.
16. Ramírez-Vélez R, Correa-Bautista JE, González-Ruíz K, Tordecilla-Sanders A, García-Hermoso A, Schmidt-RioValle J, et al. The Role of Body Adiposity Index in Determining Body Fat Percentage in Colombian Adults with Overweight or Obesity. Int J Environ Res Public Health 2017; 14: 1093.
17. Ramírez-Vélez R, Correa-Bautista JE, González-Ruíz K, Vivas A, García-Hermoso A, Triana-Reina HR. Predictive validity of the body adiposity index in overweight and obese adults using dual-energy X-ray absorptiometry. Nutrients 2016; 8: 737.
18. Geliebter A, Atalayer D, Flancbaum L, Gibson CD. Comparison of body adiposity index (BAI) and BMI with estimations of% body fat in clinically severe obese women. Obesity (Silver Spring) 2013; 21: 493-8.
19. Bernhard A, Scabim V, Serafim M, Gadducci A, Santo M, Cleva Rd. Modified body adiposity index for body fat estimation in severe obesity. J Hum Nutr Diet 2017; 30: 177-84.
20. Pem D P, Jeewon R. Fruit and vegetable intake: Benefits and progress of nutrition education interventions-narrative review article. Iran J Public Health 2015; 44: 1309-21.
21. Ledikwe JH, Blanck HM, Khan LK, Serdula MK, Seymour JD, Tohill BC, et al. Dietary energy density is associated with energy intake and weight status in US adults. Am J Clin Nutr 2006; 83: 1362-8.
22. Karimi G, Sabran MR, Jamaluddin R, Parvaneh K, Mohtarrudin N, Ahmad Z, et al. The anti-obesity effects of Lactobacillus casei strain Shirota versus Orlistat on high fat diet-induced obese rats. Food Nutr Res 2015; 59: 29273.
23. Du H, van der A DL, Ginder V, Jebb SA, Forouhi NG, Wareham NJ, Halkjær J, et al. Dietary energy density in relation to subsequent changes of weight and waist circumference in European men and women. PLoS One 2009; 4: e5339.
24. Owen OE. Resting metabolic requirements of men and women. Mayo Clin Proc 1988; 63: 503-10.
25. Abete I, Arriola L, Etxezarreta N, Mozo I, Moreno-Iribas C, Amiano P, et al. Association between different obesity measures and the risk of stroke in the EPIC Spanish cohort. Eur J Nutr 2015; 54: 365-75.
26. Caudwell P, Gibbons C, Hopkins M, Naslund E, King N, Finlayson G, et al. The influence of physical activity on appetite control: an experimental system to understand the relationship between exercise-induced energy expenditure and energy intake. Proc Nutr Soc 2011; 70: 171-80.
27. Moradi S, Mirzaei K, Abdurahman AA, Keshavarz SA, Hossein-nezhad A. Mediatory effect of circulating vaspin on resting metabolic rate in obese individuals. Eur J Nutr 2016; 55: 1297-305.
28. Loos RJ, Yeo GS. The bigger picture of FTO: the first GWAS-identified obesity gene. Nat Rev Endocrinol 2014; 10: 51-61.
29. Johnstone AM, Murison SD, Duncan JS, Rance KA, Speakman JR. Factors influencing variation in basal metabolic rate include fat-free mass, fat mass, age, and circulating thyroxine but not sex, circulating leptin, or triiodothyronine. Am J Clin Nutr 2005; 82: 941-8.
30. Ruige JB, Ballaux DP, Funahashi T, Mertens IL, Matsuzawa Y, Van Gaal LF. Resting metabolic rate is an important predictor of serum adiponectin concentrations: potential implications for obesity-related disorders. Am J Clin Nutr 2005; 82: 21-5.
31. Byrne NM, Weinsier RL, Hunter GR, Desmond R, Patterson MA, Darnell BE, et al. Influence of distribution of lean body mass on resting metabolic rate after weight loss and weight regain: comparison of responses in white and black women. Am J Clin Nutr 2003; 77: 1368-73.
32. Shook R, Hand G, Paluch A, Wang X, Moran R, Hebert J, et al. High respiratory quotient is associated with increases in body weight and fat mass in young adults. Eur J Clin Nutr 2016; 70: 1197.
33. Ellis AC, Hyatt TC, Hunter GR, Gower BA. Respiratory quotient predicts fat mass gain in premenopausal women. Obesity (Silver Spring) 2010; 18: 2255-9.
34. Organization WH. Obesity: preventing and managing the global epidemic: World Health Organ Tech Rep Ser 2000; 894: i-xii, 1-253.
35. Hinnouho G-M, Czernichow S, Dugravot A, Batty GD, Kivimaki M, Singh-Manoux A. Metabolically healthy obesity and risk of mortality: does the definition of metabolic health matter? Diabetes Care 2013; 36: 2294-300.

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.16834844.1397.20.5.4.5]

36. Weir JB. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. J Physiol 1949; 109: 1-9.
37. Brehm M-A, Harlaar J, Groepenhof H. Validation of the portable VmaxST system for oxygen-uptake measurement. Gait Posture 2004; 20: 67-73.
38. Vogler AJ, Rice AJ, Gore CJ. Validity and reliability of the Cortex MetaMax3B portable metabolic system. J Sports Sci 2010; 28: 733-42.
39. Prieur F, Castells J, Denis C. A methodology to assess the accuracy of a portable metabolic system (VmaxST). Med Sci Sports Exerc 2003; 35: 879-85.
40. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. Clin Nutr 2004; 23: 1430-53.
41. Patterson RE, Kristal AR, Tinker LF, Carter RA, Bolton MP, Agurs-Collins T. Measurement characteristics of the Women's Health Initiative food frequency questionnaire. Ann Epidemiol 1999; 9: 178-87.
42. Ledikwe JH, Blanck HM, Khan LK, Serdula MK, Seymour JD, Tohill BC, et al. Dietary energy density determined by eight calculation methods in a nationally representative United States population. J Nutr 2005; 135: 273-8.
43. Bassett DR Jr. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. Med Sci Sports Exerc 2003; 35: 1396.
44. Lafrenière J, Prud'homme D, Brochu M, Rabasa-Lhoret R, Lavoie J-M, Doucet É. Energy Density is Not a Consistent Correlate of Adiposity in Women During the Menopausal Transition. Can J Diet Pract Res 2016; 78: 20-5.
45. van Sluijs EM, Sharp SJ, Ambrosini GL, Cassidy A, Griffin SJ, Ekelund U. The independent prospective associations of activity intensity and dietary energy density with adiposity in young adolescents. Br J Nutr 2016; 115: 921-9.
46. Rouhani MH, Haghighatdoost F, Surkan PJ, Azadbakht L. Associations between dietary energy density and obesity: A systematic review and meta-analysis of observational studies. Nutrition 2016; 32: 1037-47.
47. Zanchi D, Depoorter A, Egloff L, Haller S, Mählmann L, Lang UE, et al. The impact of gut hormones on the neural circuit of appetite and satiety: A systematic review. Neurosci Biobehav Rev 2017; 80: 457-75.
48. Feng R, Li Y, Wang C, Luo C, Liu L, Chuo F, et al. Higher vaspin levels in subjects with obesity and type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis. Diabetes Res Clin Pract 2014; 106: 88-94.
49. Nsatimba PA, Pathak K, Soares M. Ethnic differences in resting metabolic rate, respiratory quotient and body temperature: a comparison of Africans and European Australians. Eur J Nutr 2016; 55: 1831-8.
50. Mahan LK, Raymond JL. Krause's Food & the Nutrition Care Process-E-Book: Elsevier Health Sciences; 2016.
51. Haidari F, Samadi M, Mohammadshahi M, Jalali MT, Engali KA. Energy restriction combined with green coffee bean extract affects serum adipocytokines and the body composition in obese women. Asia Pac J Clin Nutr 2017; 26: 1048-54.
52. Yin J, Xue H-m, Chen Y-y, Zhang X, Quan L-m, Gong Y-h, et al. Dietary energy density is positively associated with body composition of adults in Southwest China. Public Health Nutr 2018; 21: 1827-34.
53. Du H, van der A DL, Ginder V, Jebb SA, Forouhi NG, Wareham NJ, et al. Dietary energy density in relation to subsequent changes of weight and waist circumference in European men and women. PLOS One 2009; 4: e5339.
54. Murakami K, Livingstone MB. Energy density of meals and snacks in the British diet in relation to overall diet quality, BMI and waist circumference: findings from the National Diet and Nutrition Survey. Br J Nutr 2016; 116: 1479-89.
55. Rouhani MH, Haghighatdoost F, Surkan PJ, Azadbakht L. Associations between dietary energy density and obesity: A systematic review and meta-analysis of observational studies. Nutrition 2016; 32: 1037-47.

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.16834844.1397.20.5.4.5]

Original Article

Association of Dietary Energy Density with Adiposity Index, Resting Metabolic Rate, and Respiratory Quotient in Overweight and Obese Women

Rasaei N[1], Sajjadi F[1], Mirzababaei A[1], Pooyan S[1], Rashidbeygi E[1], Yekaninejad S[2], Imani H[3], Mirzaei Kh[1]

[1]Department of Community Nutrition, School of Nutritional Sciences and Dietetics, Tehran University of Medical Sciences (TUMS),Tehran, Iran, [2]Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran, [3]Department of Clinical Nutrition, School of Nutritional Sciences and Dietetics, Tehran University of Medical Sciences (TUMS),Tehran, I.R. Iran.

e-mail: mirzaei_kh@tums.ac.ir

Received: 26/06/2018 **Accepted**: 22/10/2018

Abstract

Introduction: Dietary Energy Density (DED), defined as the energy content of foods (kJ or kcal) per unit weight of foods (g) has an important effect on the regulation of energy intake and some health-related factors, including adiposity index(AI), weight reduction and weight maintenance; however its function on the regulation of resting metabolic rate (RMR) is less understood. Therefore, the aim of this study was to investigate the association of DED with AI, RMR, respiratory quotient (RQ) and anthropometric indices in overweight and obese women. Materials and Methods: A total of 301 overweight and obese women were included in this comparative, cross-sectional study. Body composition was measured using the body composition analyzer. RMR was measured by means of indirect calorimetry. Usual food intakes of subjects over the past year were evaluated through the use of a semi-quantitative food frequency questionnaire. Results: There was a significant difference between DED and age, CO2 production, RMR, RMR per kg of weight and the RQ (P<0.05). After adjusting the data for age, lean mass and physical activity, the relationship between DED and RMR per kilogram of body weight and RQ was still meaningful (P<0.0001). There was no significant relationship between DED and AI (P=0.55). Conclusion: Based on the findings of this research, one unit increase in DED causes a 0.89 unit increase in the RMR per kilogram and 0.18 unit increase in RQ, whereas no relationship was observed between AI and DED.

Keywords: Dietary energy density, Adiposity index, Resting metabolic rate, Respiratory quotient, Overweight, Obesity

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.16834844.1397.20.5.4.5]