

## بررسی و مقایسه شاخص‌های ارزیابی چاقی در دانشجویان دانشگاه

### علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز

کسری چراغ‌پور<sup>۱</sup>، الهام احرام‌پوش<sup>۲</sup>، رقیه شهبازی<sup>۳</sup>، میثم عالیپور<sup>۴</sup>، متین قنواتی<sup>۵</sup>،  
بهنام خدادادی<sup>۶</sup>، سیدحسین داوودی<sup>۷</sup>، جلال‌الدین میرزای رزاز<sup>۸</sup>، رضا همایونفر<sup>۹\*</sup>

#### چکیده

زمینه و هدف: چاقی بیماری مزمن و پیچیده‌ای است که به‌صورت افزایش درصد چربی بدن تعریف می‌گردد. امروزه چاقی به یکی از مهم‌ترین معضلات سلامت عمومی در جهان تبدیل شده‌است؛ به‌طوری‌که با افزایش شیوع چاقی، شیوع عوارض نامطلوب مرتبط با چاقی نیز افزایش می‌یابد. آنچه بیشتر از وزن اهمیت دارد میزان چربی بدن است که به‌واسطه برخی روش‌های پیشرفته قادر به ارزیابی میزان چربی بدن هستیم، ولی دشواری و هزینه‌گران این روش‌ها، ضرورت یافتن روش قابل جایگزینی را یادآوری می‌نماید. روش بررسی: در این مطالعه مقطعی، ۲۷۲ نفر دانشجوی اهوازی به شیوه تصادفی طبقه‌ای انتخاب شدند و درصد چربی بدن با کمک دستگاه BIA و شاخص‌های آنتروپومتری آنها ارزیابی گردید.

یافته‌ها: همبستگی قوی بین BMI، AVI و WHtR در مردان و BAI، BMI و WHtR در زنان نسبت به درصد چربی بدن مشاهده گردید. مدل رگرسیون خطی برای پیشگویی درصد چربی بدن از متغیرهای آنتروپومتری ایجاد شد؛ به‌طوری‌که متغیرهای جنس، BMI و AVI، ۸۵ درصد از تفاوت‌های درصد چربی بدن را تشریح کردند. نتیجه‌گیری: نتیجه تحقیق نشان داد، مدل رگرسیونی، ما را در تخمین چربی بدن، بدون استفاده از آنالیزگرهای ترکیب بدن و فقط با استفاده از قدسنج و ترازو توانا می‌سازد.

کلید واژگان: چاقی، درصد چربی بدن، آنتروپومتری.

۱-دانشجوی پزشکی.

۲- استادیار تغذیه.

۳- کارشناسی ارشد علوم تغذیه.

۴- کارشناسی ارشد علوم تغذیه.

۵- دانشیار تغذیه بالینی.

۶- استادیار تغذیه.

۱- دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی

ایران، تهران، ایران.

۲- مرکز تحقیقات بیماری‌های غیر واگیر،

دانشگاه علوم پزشکی فسا، فسا، ایران.

۳- گروه علوم تغذیه، انستیتو تحقیقات

تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه

علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

۴- گروه تغذیه، دانشکده پیراپزشکی،

دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز،

اهواز، ایران.

۵- مرکز تحقیقات سرطان، دانشگاه علوم

پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

۶- گروه تغذیه جامعه، انستیتو تحقیقات

تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه

علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

\* نویسنده مسؤول:

رضا همایونفر؛ مرکز تحقیقات بیماری‌های

غیر واگیر، دانشگاه علوم پزشکی فسا،

فسا، ایران.

تلفن: ۰۷۱۵۳۳۱۴۰۶۸

Email:

r\_homayounfar@yahoo.com

## مقدمه

اما دارای محدودیت‌هایی نظیر گرانی و زمان اجرای بالا می‌باشد.

آنتروپومتری یا تن‌سنجی به معنای اندازه‌گیری بدن انسان بوده و هدف از آن یافتن تفاوت‌های فیزیکی انسان‌ها است. ویژگی‌های ساده، آسان و مؤثر روش‌های آنتروپومتری، آنها را تبدیل به اولین انتخاب در ارزیابی‌های تغذیه‌ای کرده است. ضمن اینکه شاخص‌های آنتروپومتری علاوه بر پیش‌بینی چاقی یا چربی بدن، قادر به تعیین تجمع چربی در ناحیه شکم نیز هستند که در بیشتر مطالعات، چربی شکمی به عنوان مهم‌ترین عامل پیدایش بیماری در نظر گرفته می‌شود.

در این مطالعه، ما برخی شاخص‌های آنتروپومتری متداول که تعدادی از آنها اخیراً معرفی شده‌اند، را در ارتباط با میزان چربی بدن در بین دانشجویان اهوازی بررسی کردیم. هدف از این بررسی، پاسخ به این پرسش بود که آیا شاخص‌های جدید از قبیل Abdominal Index و A Body Shape Index (ABSI) نسبت به شاخص‌های قدیمی نظیر BMI و WC در تعیین درصد چربی بدن مزیت بیشتری دارند یا خیر. سرانجام همه اندازه‌های آنتروپومتری در مدل رگرسیون برای ابداع مدلی که قابلیت بیشتری در زمینه پیش‌بینی درصد چربی بدن داشته باشد، وارد شدند. چنین مدلی محققان و پزشکان را در تخمین چربی بدن بدون استفاده از آنالیزگرهای ترکیب بدن و فقط با استفاده از قدسنج و ترازو توانا می‌سازد.

## روش بررسی

## افراد مورد مطالعه

این مطالعه به صورت مقطعی-توصیفی در سطح دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی شهر اهواز انجام گرفت.

چاقی بیماری مزمن و پیچیده‌ای است که به صورت افزایش درصد چربی بدن تعریف می‌گردد. امروزه چاقی به یکی از مهم‌ترین معضلات سلامت عمومی در جهان تبدیل شده است؛ به طوری که با افزایش شیوع چاقی، شیوع عوارض نامطلوب مرتبط با چاقی از قبیل بیماری‌های قلبی-عروقی (۱-۳)، دیابت (۴)، برخی از سرطان‌ها (۵)، پسیوریازیس (۶)، عوارض نامطلوب بارداری (۷)، مرگ و میر سالمندان (۸) و بسیاری از مشکلات سلامتی دیگر نیز افزایش می‌یابد. چاقی شکمی (چاقی مرکزی) که در آن بیشترین میزان چربی در ناحیه شکمی قرار دارد، خطرناک‌ترین شکل چاقی در نظر گرفته می‌شود (۹). اگرچه اثرات زیان‌بار چاقی شکمی بر سلامتی به خوبی شناخته شده است، اما بهترین راه ارزیابی آن هنوز بحث برانگیز باقی مانده است.

افزایش چربی بدن منجر به افزایش توده کل بدن در زنان و مردان می‌گردد. بنابراین وزن بدن عموماً به عنوان شاخصی برای تشخیص چاقی استفاده می‌شود (۱۰). چندین روش برای ارزیابی و یا تعیین چربی بدن یا چربی شکمی پیشنهاد شده است. این روش‌ها شامل نمایه توده بدن (BMI)، دور کمر (WC)، نسبت دور کمر به دور باسن (WHR)، نسبت دور کمر به قد (WHtR)، ضخامت چین پوستی، دانسیتومتری هیدرواستاتیک و جذب انرژی اشعه ایکس (DEXA) می‌باشند. به هر حال، تعدادی از این روش‌ها جهت اندازه‌گیری منظم و روتین چربی بدن، گران و پیچیده هستند. با معرفی روش بیوالکتریک ایمپدانس (BIA) گمان می‌رفت که بهبود قابل توجهی در ارزیابی چربی بدن رخ دهد. در حقیقت، BIA جایگزین معتبری برای اندازه‌گیری چربی بدن در نظر گرفته شده است، زیرا این روش تعدادی از محدودیت‌های سایر روش‌ها را ندارد و با روش‌های مرجع، اعتبارسنجی شده است (۱۱، ۱۲). اگرچه این روش یکی از بهترین روش‌ها جهت تعیین چاقی است،

محاسبه‌های آنتروپومتری توسط نرم‌افزار SPSS معادلات زیر انجام گرفت:

$$ABSI = \frac{WC}{BMI^{2/3} * height^{1/2}}$$

$$AVI = [2(WC)^2 + 0.7(waist/hip)^2] / 1000$$

$$BAI = \frac{Hip}{Height^{1.5}} - 18$$

$$Conicity = \frac{WC (m)}{0.109 \sqrt{\frac{Weight (kg)}{Height (m)}}}$$

درصد چربی بدن با استفاده از سیستم Polar Tetra (BF- (BIA) Bioelectrical Impedance Analysis 350, TanitaCorp, Tokyo, Japan) تعیین شد. افراد روی سطح فلزی با پای عریان قرار گرفته و به این صورت درصد چربی بدن اندازه‌گیری شد. این اندازه‌گیری دو بار تکرار شد و میانگین اندازه‌ها به‌دست آمد.

#### آنالیز آماری

تمامی داده‌ها از نظر توزیع نرمال بررسی شدند. نتایج به‌صورت میانگین و انحراف معیار (SD) بیان گردید؛ ضمن اینکه برحسب نیاز درصدها نیز گزارش شدند. آنالیز آزمون تی برای داده‌های جفت‌نشده به‌منظور ارزیابی تفاوت در ویژگی‌های آنتروپومتری بین دو جنس استفاده شد (جدول ۱). وجود همبستگی معنادار بین پارامترها از طریق ضریب همبستگی پیرسون تعیین شد.

قبل از ورود افراد به مطالعه، رضایت شخصی آنها مبنی بر شرکت در مطالعه اخذ شد و این اجازه به شرکت‌کنندگان داده شد تا در صورت عدم تمایل به همکاری از مطالعه خارج شوند.

#### یافته‌ها

سن و ویژگی‌های آنتروپومتری افراد شرکت‌کننده در مطالعه بر اساس جنس در جدول ۱ شماره نشان داده شده است. تفاوت معناداری از نظر برخی پارامترهای

جمع‌آوری داده‌ها از طریق مصاحبهٔ چهره به چهره و تکمیل اندازه‌گیری‌های مرتبط انجام شد. برای این منظور، دو کارشناس تغذیه در دو جلسه جهت فرایند مصاحبه، آموزش دیدند. نمونه‌گیری از بین دانشجویان به شیوهٔ نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای انجام گرفت. ۳۰۰ نفر دعوت به مطالعه شدند که ۲۷۲ نفر درخواست محققین را پذیرفتند. ۱۱۶ نفر از این تعداد، مرد (۴۲/۶ درصد) و ۱۵۶ نفر زن (۵۷/۳ درصد) بودند. میانگین سنی شرکت‌کنندگان در مطالعه ۲۱/۰۸ سال بود. این افراد از هدف مطالعه مطلع شدند.

#### اندازه‌گیری‌ها و محاسبات

اندازه‌های آنتروپومتری در زمان مشخصی از صبح (ساعت ۹ صبح)، بعد از ناشتایی و بر اساس توصیه‌های استانداردهای بین‌المللی برای ارزیابی آنتروپومتری (ISAK) انجام گرفت (۱۳). علاوه بر این، همهٔ اندازه‌گیری‌ها توسط کارشناسان آموزش‌دیده جهت به حداقل رساندن ضرایب واریانس به‌دست آمد. اندازه‌گیری‌ها ۳ بار تکرار و میانگین آنها محاسبه گردید. وزن و قد بر اساس توصیه‌های ISAK که در بالا ذکر شد، تعیین گردید. وزن بدن با تقریب ۰/۱ کیلوگرم با استفاده از ترازوی الکترونیکی (Seca769Scale, Seca gmbh, Hamburg) اندازه‌گیری شد. قد با تقریب ۰/۵ سانتی‌متر با استفاده از قدسنج (Seca769 Scale, Seca gmbh, Hamburg) تعیین شد. BMI به‌صورت وزن (کیلوگرم) به‌مجدور قد (متر) محاسبه شد. دور شکم و باسن با استفاده از متر پلاستیکی انعطاف‌پذیر سنجیده شد. WC در سطح ناف و بالای تاج خاصره اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری WC افراد در پایان بازدم طبیعی و در حالت ایستاده با پاهای جفت‌شده و قرارگیری دست‌ها به‌صورت آزادانه در طرفین، انجام گرفت. اندازهٔ دور باسن از طریق اندازه‌گیری بزرگترین قطر در ناحیه باسن به‌صورت عرضی و بدون فشردگی پوست به‌دست آمد.

WC به ترتیب همبستگی قوی با WHtR، AVI و BMI و وزن ( $r = 0/996, 0/936, 0/839, 0/830$ ) داشت.

شرکت‌کنندگان در مطالعه بر اساس جنس و همبستگی بین اندازه‌های آنتروپومتری و درصد چربی تعیین شده توسط BIA طبقه‌بندی شدند (جدول ۲ برای مردان و جدول ۳ برای زنان). تعدادی تغییرات در همبستگی بین متغیرها مشاهده شد. همبستگی قوی بین AVI، BMI و WHtR در مردان و BAI، BMI و WHtR در زنان نسبت به درصد چربی بدن مشاهده گردید. مدل رگرسیون خطی برای پیشگویی درصد چربی بدن از متغیرهای آنتروپومتری ایجاد شد. متغیرها گام به گام وارد مدل شدند؛ به طوری که متغیرهای جنس، BMI و AVI، ۸۵ درصد از تفاوت‌های درصد چربی بدن را تشریح کردند. معادله ۱ مدل رگرسیون را نشان می‌دهد.

معادله شماره ۱.  $(AVI) * 0/344 + (BMI) *$

$(Sex) + 0/501 * 12/920 - 8/129 =$  درصد چربی بدن

آنتروپومتری غیر از BMI، Conicity، ABSI، دور باسن و نسبت دور کمر به قد بین زنان و مردان مشاهده شد ( $P < 0/001$ ). همان‌طور که انتظار می‌رفت مردان، دارای قد بلندتر و وزن بیشتری نسبت به زنان بودند. در طبقه‌بندی BMI، تعداد افراد قرارگرفته در طبقه چاق در بین زنان نسبت به مردان به‌طور معناداری بیشتر بودند. با توجه به اندازه‌های به‌دست آمده با روش BIA، درصد چربی تعیین شده توسط این روش در زنان نسبت به مردان بیشتر بود.

ضرایب همبستگی میان اندازه‌های آنتروپومتری و درصد چربی تعیین شده توسط BIA محاسبه گردید. وقتی همه افراد شرکت‌کننده با یکدیگر مقایسه گردیدند، ارتباط معناداری در همه پارامترها به‌جز وزن و ABSI نسبت به درصد چربی بدن یافت شد. قوی‌ترین همبستگی با درصد چربی بدن به ترتیب برای BAI، قد و نسبت دور کمر به قد ( $r = 0/635, -0/601, 0/537$ ) مشاهده شد. شاخص مهم دیگر، دور کمر است که چربی شکمی را نشان می‌دهد.

جدول ۱: خصوصیات آنتروپومتریکی جمعیت مورد مطالعه

	کل نفرات (۲۷۲ نفر)	مرد (۱۱۶ نفر)	زن (۱۵۶ نفر)	P value
سن (سال)	۲۱/۰۸ (۱/۸۲)	۲۱/۰۴ (۱/۸۳)	۲۱/۱۱ (۱/۸۲)	۰/۷۳۲
وزن (کیلوگرم)	۷۲/۱۲ (۱۵/۸۹)	۷۹/۹۰ (۱۴/۸۴)	۶۶/۳۳ (۱۴/۱۰)	۰/۰۰۰۱
قد (سانتی‌متر)	۱۶۵/۵۵ (۹/۸۴)	۱۷۴/۱۰ (۷/۶۵)	۱۵۹/۲۰ (۵/۵۳)	۰/۰۰۰۱
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	۲۶/۲۸ (۵/۲۴)	۲۶/۳۹ (۴/۷۲)	۲۶/۲۰ (۵/۶۱)	۰/۷۶۵
گروه‌بندی بر مبنای BMI (%)				
کم‌وزن (BMI < 18.5 kg/m <sup>2</sup> )	۱۳ (۴/۸)	۶ (۵/۲)	۷ (۴/۵)	
وزن طبیعی (BMI 18.5- < 25 kg/m <sup>2</sup> )	۱۰۷ (۳۹/۳)	۳۶ (۳۱)	۷۱ (۴۵/۵)	
اضافه‌وزن (BMI 25- < 30 kg/m <sup>2</sup> )	۸۹ (۳۲/۷)	۵۰ (۴۳/۱)	۳۹ (۲۵)	
چاق (BMI ≥ 30 kg/m <sup>2</sup> )	۶۳ (۲۳/۲)	۲۴ (۲۰/۷)	۳۹ (۲۵)	
BAI (kg/m <sup>2</sup> )	۳۰/۱۲ (۶/۹۰)	۲۶/۳۸ (۶/۲۳)	۳۲/۹۰ (۶/۰۲)	۰/۰۰۰۱
ABSI (m <sup>11/6</sup> kg <sup>-2/3</sup> )	۰/۰۸ (۰/۰۱)	۰/۰۸ (۰/۰۱)	۰/۰۸ (۰/۰۱)	۰/۳۱۶
AVI	۱۶/۱۲ (۴/۸۸)	۱۷/۲۶ (۴/۸۷)	۱۵/۲۶ (۴/۷۱)	۰/۰۰۱
Conicity	۱/۲۴ (۰/۱۰)	۱/۲۵ (۰/۱۰)	۱/۲۳ (۰/۱۱)	۰/۲۴۱
دور باسن (سانتی‌متر)	۱۰۱/۸۳ (۱۱/۰۶)	۱۰۱/۶۰ (۱۱/۷۲)	۱۰۲/۰۰ (۱۰/۵۸)	۰/۷
دور کمر (سانتی‌متر)	۸۸/۷۲ (۱۳/۶۷)	۹۱/۹۲ (۱۳/۴۹)	۸۶/۳۴ (۱۳/۳۵)	۰/۰۰۱
نسبت دور کمر به دور باسن	۰/۸۷ (۰/۱۰)	۰/۹۱ (۰/۱۰)	۰/۸۴ (۰/۰۸)	۰/۰۰۰۱
نسبت دور کمر به قد	۰/۵۴ (۰/۰۸)	۰/۵۳ (۰/۰۸)	۰/۵۴ (۰/۰۹)	۰/۱۷۵
درصد چربی بدن	۳۰/۷۲ (۸/۷۶)	۲۳/۹۴ (۶/۵۷)	۳۶/۴۶ (۵/۷۶)	۰/۰۰۰۱

جدول ۲: ماتریکس همبستگی بین خصوصیات آنترپومتریک و درصد چربی در پسران

Correlations <sup>a</sup>	% fat	ABSI	AVI	BAI	BMI	Conicity	Height	Hip C	Waist C	Weight	W_Height	W_Hip
% fat	۱											
ABSI	۰/۲۹۱**	۱										
AVI	۰/۷۱۹**	۰/۵۷۵**	۱									
BAI	۰/۴۱۱**	۰/۲۷۰**	۰/۵۸۴**	۱								
BMI	۰/۷۱۴**	۰/۱۶۲	۰/۸۷۷**	۰/۶۶۶**	۱							
Conicity	۰/۵۲۱**	۰/۹۲۸**	۰/۸۲۹**	۰/۴۸۵**	۰/۵۱۶**	۱						
Height	-۰/۰۸۹	۰/۰۴۵	۰/۰۱۴	-۰/۴۶۹**	-۰/۲۰۵*	-۰/۰۴۲	۱					
Hip Circumference	۰/۴۴۶**	۰/۳۳۸**	۰/۷۱۱**	۰/۸۶۰**	۰/۶۸۳**	۰/۵۴۹**	۰/۰۳۵	۱				
Waist Circumference	۰/۷۱۲**	۰/۶۰۰**	۰/۹۹۶**	۰/۶۰۰**	۰/۸۷۱**	۰/۸۴۹**	۰/۰۰۳	۰/۷۲۲**	۱			
Weight	۰/۶۴۶**	۰/۱۷۳	۰/۸۶۲**	۰/۴۱۲**	۰/۸۷۸**	۰/۴۷۹**	۰/۲۸۴**	۰/۶۷۶**	۰/۸۵۱**	۱		
Waist to Height ratio	۰/۷۰۹**	۰/۵۶۳**	۰/۹۴۶**	۰/۷۲۳**	۰/۸۹۲**	۰/۸۲۵**	-۰/۲۹۷**	۰/۶۸۸**	۰/۹۵۳**	۰/۷۲۴**	۱	
Waist to Hip ratio	۰/۴۹۳**	۰/۴۲۹**	۰/۵۶۸**	-۰/۰۹۶	۰/۴۵۶**	۰/۵۴۷**	۰/۱۱۴	-۰/۱۳۳	۰/۵۶۳**	۰/۳۹۸**	۰/۵۶۴**	۱

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

جدول ۳: ماتریکس همبستگی بین خصوصیات آنترپومتریک و درصد چربی در دختران

Correlations <sup>a</sup>												
	% fat	ABSI	AVI	BAI	BMI	Conicity	Height	Hip C	Waist C	Weight	W_Height	W_Hip
% fat	۱											
ABSI	۰/۰۱۰	۱										
AVI	۰/۵۶۲**	۰/۴۲۱**	۱									
BAI	۰/۶۰۷**	۰/۰۱۵	۰/۷۱۷**	۱								
BMI	۰/۶۳۵**	-۰/۰۸۰	۰/۸۵۷**	۰/۸۳۵**	۱							
Conicity	۰/۲۶۲**	۰/۹۱۶**	۰/۷۴۴**	۰/۳۴۳**	۰/۳۲۳**	۱						
Height	-۰/۲۴۲**	-۰/۰۵۱	-۰/۰۵۸	-۰/۴۴۸**	-۰/۱۵۸*	-۰/۱۰۸	۱					
Hip Circumference	۰/۵۷۴**	-۰/۰۰۷	۰/۷۷۸**	۰/۸۹۹**	۰/۸۶۰**	۰/۳۳۴**	-۰/۰۱۳	۱				
Waist Circumference	۰/۵۵۶**	۰/۴۴۳**	۰/۹۹۶**	۰/۷۰۷**	۰/۸۴۷**	۰/۷۶۳**	-۰/۰۵۳	۰/۷۷۰**	۱			
Weight	۰/۵۶۰**	-۰/۰۹۳	۰/۸۳۷**	۰/۶۸۰**	۰/۹۴۶**	۰/۲۹۲**	۰/۱۶۴*	۰/۸۴۶**	۰/۸۳۰**	۱		
Waist to Height ratio	۰/۵۸۵**	۰/۴۳۸**	۰/۹۷۴**	۰/۷۸۳**	۰/۸۵۲**	۰/۷۵۸**	-۰/۲۶۵**	۰/۷۵۰**	۰/۹۷۶**	۰/۷۶۶**	۱	
Waist to Hip ratio	۰/۲۴۶**	۰/۶۹۸**	۰/۷۴۰**	۰/۱۸۰*	۰/۴۳۰**	۰/۸۴۱**	-۰/۰۷۴	۰/۱۷۲*	۰/۷۵۷**	۰/۴۱۷**	۰/۷۴۲**	۱

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

## بحث

ضعیف‌تر جریان الکتریکی است (۲۲). روش BIA بر این اساس است که جریان الکتریکی بسته به ترکیب بدن با سرعت‌های مختلفی از بدن عبور می‌کند؛ به طوری که ارتباط مستقیمی بین غلظت یون‌های یک محلول و هدایت جریان الکتریکی وجود دارد که بر این اساس می‌توان ترکیب بدن و میزان بافت چربی و عضلانی را پیش‌بینی کرد. روش BIA هم در افراد سالم (۲۳) و هم در بیماران (۲۴) قابل استفاده است.

یکی دیگر از ابزارهای ارزیابی عوامل خطر بیماری‌ها در شرایط بالینی، شاخص‌های آنتروپومتری هستند. این روش‌ها توانایی متفاوتی را در ارزیابی عوامل خطر بیماری‌های مرتبط با ترکیب بدن دارند، اما هیچ‌کدام از این شاخص‌ها وزن و قالب بدن را در نظر نمی‌گیرند. در شرایط بالینی، دستیابی به شاخصی که بتواند تا حد زیادی سایر پارامترها را توصیف کرده و قادر به توضیح عوامل خطر برای پزشکان باشد، ضروری است.

BMI شناخته‌شده‌ترین و پرکاربردترین شاخص جهت تخمین درصد چربی بدن است، اگرچه امروزه مشخص شده است که BMI نمی‌تواند به صورت دقیق درصد چربی بدن را نشان دهد (۲۵). علاوه بر این، BMI دارای محدودیت‌های مهمی از جمله رفتار متفاوت در زنان و مردان، کاربرد محدود در کودکان و ورزشکاران و ناتوانی در تخمین توزیع چربی بدن نیز است. میزان بافت عضلانی در افراد با قد یکسان ممکن است متفاوت باشد که BMI این تفاوت را در نظر نمی‌گیرد و این مسئله بزرگترین ضعف BMI به‌شمار می‌رود. مطالعات متعددی، ارتباط بین BMI و درصد چربی بدن را در گروه‌های مختلفی نظیر ورزشکاران (۲۶)، نظامیان (۲۷)، جوانان (۲۸) و افراد چاق (۲۹) بررسی کرده‌اند. به هر حال، اینکه آیا ارتباط بین BMI

چاقی، بیماری مزمن و پیچیده‌ای است که به صورت افزایش درصد چربی بدن تعریف می‌گردد. امروزه چاقی به یکی از جدی‌ترین معضلات جوامع در زمینه سلامت عمومی بدل شده است؛ به طوری که با افزایش چاقی، شیوع عوارض مرتبط با چاقی نیز در حال افزایش است. چندین مطالعه نشان داده‌اند که چربی بدن به‌خصوص مکان توزیع چربی در بدن، بر روی استعداد ابتلا به بیماری‌های مختلف اثرگذار است (۱۴-۱۷). افزایش چربی شکمی، خطر بیماری‌های قلبی-عروقی (۵، ۱۸) و دیابت (۱۹) را افزایش می‌دهد.

در حال حاضر از چندین روش برای ارزیابی درصد چربی بدن در شرایط تحت کنترل آزمایشگاه استفاده می‌شود. از جمله این روش‌ها دانسیتومتری (توزین زیر آب)، BIA، DEXA و تصویربرداری رزونانس مغناطیسی (MRI) می‌باشد، اما برخی از این روش‌ها از جمله دانسیتومتری، DEXA و MRI گران، پیچیده و نامناسب برای شرکت‌کنندگان به‌شمار می‌آیند. همچنین کاربرد این روش‌ها به دلیل نیاز به ابزار اختصاصی بزرگ و پیچیده مشکل است. BIA برخلاف این روش‌ها نسبتاً آسان، سریع (تنها به چند دقیقه زمان نیاز دارد) و غیرتهاجمی است؛ به طوری که ارزیابی معتبری را از ترکیب بدن با حداقل تغییرپذیری اندازه‌گیری‌ها فراهم می‌آورد (۲۰).

بدن عمدتاً ترکیبی از آب و یون‌ها است که می‌تواند جریان الکتریکی را هدایت کند. آب در بدن در دو بخش توزیع می‌گردد: آب خارج سلولی (تقریباً ۴۵ درصد) و آب درون سلولی (تقریباً ۵۵ درصد) (۲۱). از سوی دیگر، چربی بدن، ماده‌ای غیررسانا است که در برابر عبور جریان الکتریکی از خود مقاومت نشان می‌دهد. بافت چربی به‌طور قابل ملاحظه‌ای نسبت به عضله یا استخوان، هدایت‌کننده

به نتیجه نادرست و گمراه‌کننده شود. علاوه بر این، BMI اطلاعاتی را در زمینه ظاهر بدن و توزیع چربی ارائه نمی‌دهد. اخیراً مطالعات پیشنهاد می‌کنند که مکان تجمع چربی در بیماری‌های مزمن مهم‌تر است، بنابراین نمی‌توان BMI را مهم‌ترین عامل در ارزیابی خطر سندرم متابولیک و بیماری‌های قلبی-عروقی در نظر گرفت (۲، ۳۹، ۴۰). احتمالاً جایگزینی استانداردهای قدیمی با استانداردهای جدید که قابلیت بیشتری در تشخیص مکان تجمع چربی در بدن و چاقی شکمی دارند، توانایی محققان را در پیشگویی خطر بیماری‌ها ارتقا می‌بخشد.

شاخص آنتروپومتری دیگری که به صورت گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد اندازه دور کمر است. WC شاخص خوبی در تعیین چربی بدن و نیز ارزیابی چربی شکمی می‌باشد (۴۱). WC در مقایسه با BMI پیشگویی-کننده‌تری از خطر بیماری‌های قلبی-عروقی (۴۲)، دیابت نوع ۲ (در زنان) (۴، ۴۳، ۴۴)، و سندرم متابولیک (۳۳) است. مردان با WC بیشتر از ۹۴ (در آسیایی‌ها  $\leq 90$ ) و زنان با  $WC \leq 80$  در معرض خطر بالای بیماری‌های مرتبط با چاقی هستند (۳۸، ۴۵). WHO توصیه می‌کند که BMI و دور کمر در مقایسه با سایر شاخص‌ها خطر دیابت نوع ۲ و بیماری‌های قلبی-عروقی را بهتر پیشگویی می‌کنند (۳۸)؛ هرچند که در BMI بیشتر از ۳۵، WC شاخص مهمی در پیشگویی بیماری‌های مرتبط با چاقی در نظر گرفته نمی‌شود. این شاخص‌ها برای تشخیص سندرم متابولیک مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما کاربرد هر یک از این شاخص‌ها به‌تنهایی مسأله‌ساز است، زیرا آن‌ها روش یکسانی را جهت ارزیابی قالب بدن ندارند. افراد ورزشکار و بلندقد احتمالاً اندازه WC بیشتری دارند؛ در حالی‌که این افراد از لحاظ ترکیب بدن نرمال در نظر گرفته می‌شوند، ولی همین اندازه WC برای یک فرد با قد کوتاه، زیاد در نظر گرفته می‌شود. از سوی دیگر، WC ارتباط زیادی با برخی ویژگی‌های

و درصد چربی بدن، خطی (۲۵) یا منحنی (۳۰) می‌باشد هنوز به درستی مشخص نشده است. همچنین میزان افزایش چربی بدن با افزایش سن بعد از تعدیل کردن BMI (۳۰، ۳۱) و نیز اینکه آیا تغییرات وابسته به سن در چربی بدن در یک BMI معین در ارتباط با جنس می‌باشد یا خیر، نامشخص است. بنابراین استفاده از این شاخص در مطالعات اپیدمیولوژیک محدود می‌شود. حتی افرادی با BMI مناسب ممکن است میزان چربی بالایی داشته باشند. از سوی دیگر، برخی شواهد پیشنهاد می‌کنند که بین BMI بالاتر از ۲۵ و کاهش خطر بعضی از بیماری‌ها و نیز بین BMI بالاتر با طول عمر بیشتر ارتباط وجود دارد (۳۲، ۳۳). از این رو، تعیین محدوده مطلوب BMI برای تندرستی، امری مشکل است.

به دلیل اینکه BMI نمی‌تواند تفاوتی بین بافت چربی و عضلانی قایل شود، استفاده از آن به‌تنهایی، شاخص خوبی برای تخمین خطر بیماری‌های قلبی-عروقی نیست (۳۴). علاوه بر این، BMI قادر به توصیف نحوه توزیع چربی در بدن نیست، زیرا چربی شکمی و نه چربی زیرپوستی، با بیماری قلبی-عروقی ارتباط دارد (۱۷، ۳۴، ۳۵). مطالعات نشان داده چربی شکمی که معمولاً با افزایش WC همراه است، در مقایسه با BMI ارتباط بیشتری با افزایش خطر بیماری‌های قلبی-عروقی دارد (۳۶، ۳۷). WHO توصیه می‌کند که در کشورهای در حال توسعه، شاخص BMI باید با احتیاط استفاده گردد، زیرا مقادیر کم BMI با افزایش خطر بیماری‌های مرتبط با اضافه وزن همراه است (۳۸).

در مطالعه ما، BMI بیشترین همبستگی را با چربی بدن نشان داد، همچنین ارتباط زیادی با وزن، WC و WHtR داشت. BMI در مدل رگرسیون ما برای پیش‌بینی درصد چربی بدن نیز وارد شد. این موضوع پیشنهاد می‌کند که این شاخص هنوز برای مطالعه جمعیت‌ها معتبر است؛ اگرچه به دلیل وابستگی به وزن، این شاخص می‌تواند منجر



چاقی، توزیع چربی و عوامل خطر بیماری‌های مزمن (۴۸-۵۱) مناسب باشد و حتی برخی از مطالعات، این شاخص را نسبت به شاخص‌های دیگر مناسب‌تر معرفی کرده‌اند (۴۸، ۴۹). مطالعهٔ اینتره‌ارت (INTERHEART) بیان می‌کند که WHR در مقایسه با دیگر شاخص‌ها بیشترین ارتباط را با خطر انفارکتوس میوکارد دارد (۵۲)؛ به طوری که در هر دو جنس، همهٔ گروه‌های سنی، قومی، سیگاری و غیر سیگاری، افراد با یا بدون هایپرلیپیدمی، دیابت، فشار خون ارتباط معناداری مشاهده شد. از سوی دیگر، ارتباط BMI با انفارکتوس میوکارد ضعیف‌تر بود؛ به‌ویژه در افرادی که فشار خون بالا یا نسبت بالای ApoB/ApoA داشتند، BMI پیشگویی‌کنندهٔ خوبی به‌شمار نمی‌آید. علاوه بر این، افزایش WHR در مقایسه با افزایش BMI خطر بیماری را ۳ برابر افزایش می‌دهد. همچنین WC همانند دور باسن به‌طور مستقل با خطر انفارکتوس میوکارد ارتباط دارد. بنابراین هر دو شاخص ابزار مناسبی در مطالعات اپیدمیولوژیک در نظر گرفته می‌شوند. اما در این مطالعه، ما همبستگی بالایی بین درصد چربی بدن و WHR در مردان و زنان مشاهده نکردیم؛ در حالی که بین WHR با دیگر شاخص‌های آنتروپومتری همبستگی ضعیفی وجود داشت.

WHR از نظر تئوری می‌تواند شاخص مهمی از چربی بدن به‌شمار آید، زیرا قد بزرگسالان تغییر نمی‌کند. بنابراین کسری با مخرج ثابت جهت ارزیابی یک شاخص و پیگیری تغییرات آن می‌تواند راحت و قابل اعتماد باشد. با اندازه‌گیری قد تا حدودی می‌توان ضعف اندازه‌گیری WC را کاهش داد، زیرا در این صورت می‌توان تفاوت‌های ژنتیکی را حذف کرد. اشنايدر (Schneider) و همکارانش گزارش کردند که این شاخص نسبت به سایر شاخص‌های آنتروپومتری، خطر بیماری‌های قلبی-عروقی را بهتر پیشگویی می‌کند (۵۰). نشان داده شده است که شاخص WHR بیشترین همبستگی را با بیماری‌های قلبی-عروقی

ژنتیکی، سن و نژاد دارد. در تعریف سندرم متابولیک، WC مقادیر متفاوتی را در بین مردان و زنان شامل می‌شود (۴۵). علاوه بر این، پروتکل یکسانی جهت اندازه‌گیری WC وجود ندارد. هیتز (Hitz) و همکارانش گزارش کردند که غیر یکنواختی در ارزیابی WC، بر روی تشخیص سندرم متابولیک اثرگذار است (۴۶). پروتکل WHO بیان می‌کند که WC باید در فاصله بین بالاترین نقطهٔ استخوان لگن خاصره و پایین‌ترین نقطهٔ قفسهٔ سینه اندازه‌گیری شود، اما در پروتکل NIH، WC باید در بالاترین نقطهٔ لگن خاصره سنجش گردد. پارتی-پاریزین (Patty-Parisien) و همکارانش این دو پروتکل را با یکدیگر مقایسه کردند (شکل ۱) و مشخص شد که تفاوت معناداری بین نتایج دو پروتکل وجود دارد (۴۷).

در مطالعهٔ ما شاخص WC همبستگی قوی با درصد چربی بدن (۰/۷۱۲ و ۰/۵۵۶ به ترتیب در مردان و زنان) نشان داد. با توجه به بالاتر بودن این همبستگی در مردان می‌توان متوجه تمایل بیشتر بدن مردان به تجمع چربی در ناحیهٔ شکمی شد.

WHR، دیگر شاخص متداول مورد استفاده، مشکلات خاصی دارد. این شاخص، چاقی شکمی را در افراد با وزن بالا که اندازهٔ دور باسن بالایی دارند، کمتر از میزان واقعی و در افراد لاغر با WC بالا بیش از میزان واقعی تخمین می‌زند. مشکل اصلی کاربرد این شاخص این است که اندازهٔ دور باسن و کمر معمولاً به میزان زیادی با هم تغییر می‌کنند و به شیوهٔ یکسانی در زمان کاهش یا افزایش وزن، دچار تغییر می‌شوند. در هنگام افزایش وزن، هر دو مقیاس با یکدیگر افزایش می‌یابند، بنابراین ما اثر افزایش وزن بر این شاخص را کمتر از واقع تخمین می‌زنیم. از نظر تئوری، این شاخص جهت ارزیابی چاقی به‌خصوص تغییرات وزن و روند تغییرات مناسب نیست. اگرچه تعدادی از مطالعات گزارش کرده‌اند که این شاخص می‌تواند جهت ارزیابی

به‌دلیل ناتوانی BMI جهت تخمین قالب بدن و ارتباط بین WC و BMI، شاخص ABSI توسط کراکو (Krakau) و همکارانش به‌عنوان شاخص جدیدی که قادر به تطبیق WC با قد و وزن است، معرفی گردید (۵۴). این شاخص قادر به مقایسه WC برای وزن و قد است و نیز شاخص غیر مستقیمی جهت اندازه‌گیری چربی شکمی در نظر گرفته می‌شود. ABSI با قد، وزن و BMI همبستگی ضعیفی دارد؛ در حالی‌که با میزان مرگ و میر همبستگی قوی دارد. این مطالعه در جمعیت سفیدپوستان و آفریقایی-آمریکایی‌ها انجام شد و همان‌گونه که در مقاله اشاره شده، این توانایی در جمعیت مکزیکایی‌ها مشاهده نشد.

تاکنون تنها دو مطالعه این شاخص را بررسی کرده‌اند، در یکی از آن‌ها، دانکن (Duncan) و همکارانش گزارش کردند که این شاخص نسبت به BMI و WC همبستگی بهتری با فشار خون سیستولیک و دیاستولیک در نوجوانان پرتغالی دارد (۵۵). در مطالعه‌ای دیگر، هی (He) و همکارانش بیان کردند که ABSI در مقایسه با BMI و WC قدرت کمتری در پیشگویی خطر دیابت در جامعه چین دارد و معتقد بودند که WC و BMI شاخص‌های بهتری جهت پیشگویی خطر دیابت در این جمعیت هستند (۵۶).

در مطالعه ما، این شاخص، توانایی کمی در پیشگویی درصد چربی بدن (۲۹۱/۰ و ۰/۰۱ در مردان و زنان به-ترتیب) داشت، اما ارتباط بالایی با Conicity نشان داد. شاخص Conicity به‌عنوان یک معیار مناسب در نظر گرفته می‌شود؛ زیرا این شاخص بر اساس یک مدل حجمی تعریف می‌گردد. Conicity تمام اندازه‌های مربوط به ترکیب و قالب بدن از قبیل WC، قد و وزن را دربرمی‌گیرد و می‌تواند متداول‌ترین شاخص و معیار در ارزیابی چاقی در نظر گرفته شود. از سوی دیگر، شاخص Conicity به-دلیل اینکه به مدل چاقی زنانه حساس نمی‌باشد، مورد انتقاد است. این امر به‌دلیل مدل ریاضی این شاخص است که

دارد (۳۴). در این مطالعه، همبستگی بالایی بین WHtR و درصد چربی بدن مشاهده گردید.

برگمن (Bergman) و همکارانش، شاخص BAI را جهت جایگزینی با BMI معرفی کردند (۱۴)؛ اگرچه اخیراً پیشنهاد شده است که BAI نمی‌تواند محدودیت‌های BMI را کاهش دهد و تنها فایده آن عدم نیاز به اندازه‌گیری وزن بدن است (۵۳). تعدادی از مطالعات گزارش کرده‌اند که BAI ممکن است از فواید کمتری نسبت به BMI در ارزیابی عوامل خطر سندرم متابولیک برخوردار باشد (۱۶). این مطالعه بیان می‌کند که WC و WHtR شاخص‌های بهتری جهت ارزیابی عوامل خطر سندرم متابولیک به‌شمار می‌آیند. شاخص BAI توانایی تمایز مکان تجمع چربی بدن را ندارد. از طرف دیگر، BAI مانند BMI، WC را در نظر نمی‌گیرد. بنابراین می‌توان گفت که BAI همان محدودیت‌های BMI را دارا می‌باشد؛ به‌طوری‌که فریدمن (Freedman) و همکارانش بیان کرده‌اند که BAI در مقایسه با BMI یا WC ارتباط ضیف‌تری با خطر بیماری‌های قلبی-عروقی دارد (۳۶). BAI چربی بدن را در مردان بیش از میزان واقعی و در زنان کمتر از میزان واقعی تخمین می‌زند (۵۳).

در مطالعه ما، BAI در مقایسه با BMI، AVI، WC و WHtR همبستگی کمتری با درصد چربی بدن داشت؛ اگرچه همبستگی آن با درصد چربی بدن نسبت به دور باسن، وزن، WHR و Conicity بیشتر بود. علی‌رغم اینکه این شاخص از قد به‌عنوان یک اندازه ثابت استفاده و در نتیجه از ضعف سایر شاخص‌ها از قبیل WHR جلوگیری می‌کند، اما به‌دلیل اینکه اندازه دور باسن در صورت کسر قرار می‌گیرد و نیز به‌دلیل تفاوت‌های ژنتیکی و رفتار متفاوت در مردان و زنان، استفاده از آن بحث‌برانگیز می‌باشد.

نشان داد. AVI بیشترین همبستگی را با WC (۰/۹۹۶) در زنان و مردان) و WHtR (۰/۹۴۶ و ۰/۹۷۴) در مردان و زنان به ترتیب) نشان داد که مدرکی دیگر در جهت تأیید همبستگی این شاخص با چاقی شکمی می‌باشد. بنابراین ما می‌توانیم AVI را جایگزین دو شاخص دیگر کنیم؛ زیرا توانایی AVI در تعیین درصد چربی بدن از این دو شاخص بیشتر می‌باشد. از سوی دیگر، این شاخص به وزن بستگی ندارد. بنابراین AVI نامزد خوبی جهت جایگزینی BMI مخصوصاً در جمعیت‌هایی نظیر ورزشکاران می‌باشد. AVI در مدل رگرسیون جهت تعیین درصد چربی وارد شد.

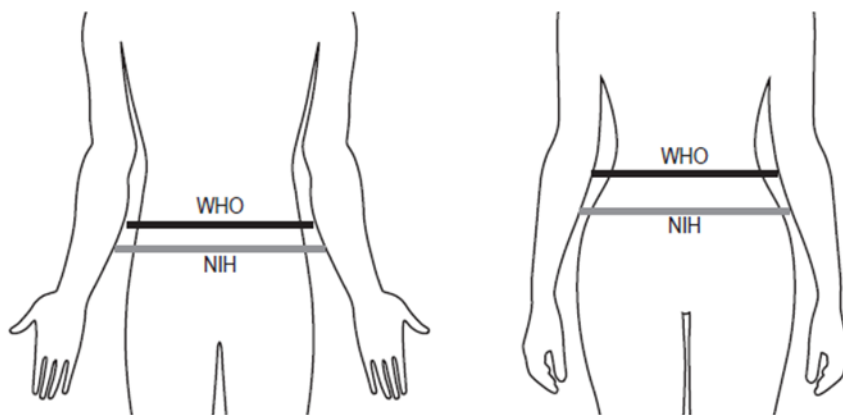
نتایج مطالعه ما نشان می‌دهد که تمامی شاخص‌ها با قدرت نسبتاً خوبی می‌توانند درصد چربی بدن را تعیین کنند، اما BMI، WHtR و AVI پیشگویی‌کننده‌های قوی‌تری به نظر می‌رسند. بر اساس یافته‌های این مطالعه، ما شاخص‌های AVI و WHtR را که نسبت به دیگر شاخص‌ها دقیق‌تر بوده و با مشکلات کمتری قادر به ارزیابی خطر بیماری‌های مزمن نظیر دیابت و بیماری‌های قلبی عروقی می‌باشند را پیشنهاد می‌کنیم، زیرا این بیماری‌ها عمدتاً با تجمع چربی در ناحیه شکمی ارتباط دارد و این دو شاخص از توانایی بیشتری جهت ارزیابی تجمع چربی در ناحیه شکمی برخوردار می‌باشند.

حالت استوانه تا مخروط دوتایی را شامل می‌شود (شکل ۲) که به مدل گلابی‌شکل چاقی زنانه حساس نمی‌باشد و چاقی زنانه را در قالب استوانه تخمین می‌زند. در زنانی که وزن بدن ایده‌آل دارند، مقدار این شاخص کمتر از یک می‌باشد؛ در صورتی که مقادیر تنوری آن بین ۱ تا ۱/۷۳ می‌باشد (۵۷).

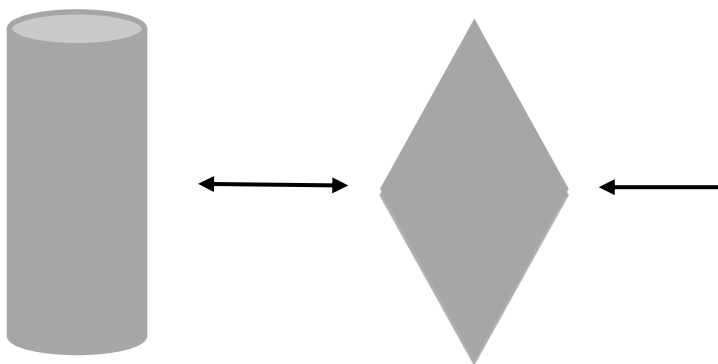
نتایج ما نشان داد که این شاخص، ارتباط بیشتری با درصد چربی در مردان نسبت به زنان دارد (۰/۵۲۱) در مقابل (۰/۲۶۲)؛ به طوری که Conicity شاخص دقیقی جهت تخمین درصد چربی در زنان در نظر گرفته نمی‌شود. از سوی دیگر، همبستگی کلی این شاخص با درصد چربی بدن پایین بود و بنابراین ما استفاده از آن را جهت ارزیابی چربی بدن توصیه نمی‌کنیم.

AVI یکی از بهترین شاخص‌ها جهت ارزیابی چاقی شکمی است؛ زیرا هدف از این مدل ریاضی ارزیابی تجمع چربی در این ناحیه از بدن است. معادله ریاضی این شاخص به صورت شماتیک در شکل ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود AVI می‌تواند به عنوان بهترین شاخص توزیع چربی بدن در ناحیه مرکزی در نظر گرفته شود (۵۸). AVI حجم شکم، و شاخص Conicity دور شکم را با توجه به حجم بدن تخمین می‌زند.

در مطالعه ما بعد از BMI، AVI بیشترین همبستگی را با درصد چربی (۰/۷۱۹ و ۰/۵۶۲) در مردان و زنان به ترتیب)



شکل ۱: محل‌های سنجش دور کمر به روایت سازمان‌های مختلف دخیل در سلامتی



شکل ۲: شکل شماتیک از مدل حجمی شاخص Conicity



شکل ۳: شکل شماتیک مدل حجمی شاخص AVI

## نتیجه‌گیری

از آنالیزگرهای ترکیب بدن و فقط با استفاده از قدسنج و ترازو توانا می‌سازد.

## قدردانی

این طرح با هزینه شخصی محققین انجام گرفت و نویسندگان مقاله از تمام دانشجویانی که حاضر به همکاری در طرح شدند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

به‌منظور تعیین روش مناسب جهت ارزیابی چربی بدن، شاخص‌های آنتروپومتری وارد مدل رگرسیون خطی گام به گام شدند. نتایج تحقیق نشان داد، سه متغیر جنس، BMI و AVI توانستند حدود ۸۵ درصد از تغییرات درصد چربی بدن را تشریح کنند. احتمالاً به‌دلیل حضور این پارامترها کنار یکدیگر و نیز قدرت پیشگویی معادله، می‌توان خطای این پارامترها را به حداقل رساند. بنابراین این مدل رگرسیونی، ما را در تخمین چربی بدن، بدون استفاده

## منابع

- 1-Gelber RP, Gaziano JM, Orav EJ, Manson JE, Buring JE, Kurth T. Measures of obesity and cardiovascular risk among men and women. *J Am Coll Cardiol* 2008Aug; 52(8): 605-15.
- 2-Van Gaal LF, Mertens IL, Christophe E. Mechanisms linking obesity with cardiovascular disease. *Nature* Dec 2006; 444(7121): 875-80.
- 3-Zalesin KC, Franklin BA, Miller WM, Peterson ED, McCullough PA. Impact of obesity on cardiovascular disease. *Med Clin North Am* 2011Sep; 95(5): 919-37.
- 4-Wang Y, Rimm EB, Stampfer MJ, Willett WC, Hu FB. Comparison of abdominal adiposity and overall obesity in predicting risk of type 2 diabetes among men. *Am J Clin Nutr* 2005Mar; 81(3): 555-63.
- 5-Zhang C, Rexrode KM, van Dam RM, Li TY, Hu FB. Abdominal obesity and the risk of all-cause, cardiovascular, and cancer mortality sixteen years of follow-up in US women. *Circulation* 2008 Apr; 117(13):1658-67.
- 6-Love TJ, Qureshi AA, Karlson EW, Gelfand JM, Choi HK. Prevalence of the metabolic syndrome in psoriasis: results from the National Health and Nutrition Examination Survey, 2003-2006. *Archiv Dermatol* Apr 2011; 147(4): 419.
- 7-Wendland EM, Duncan BB, Mengue SS, Nucci LB, Schmidt MI. Waist circumference in the prediction of obesity-related adverse pregnancy outcomes. *Cadernos de Saúde Pública* 2007 Feb; 23(2): 391-8.
- 8-Seidell J. Waist circumference and waist/hip ratio in relation to all-cause mortality, cancer and sleep apnea. *Eur j clin nut* 2009 Jan; 64(1): 35-41.
- 9-Cameron AJ, Dunstan DW, Owen N, Zimmet PZ, Barr E, Tonkin AM, "et al". Health and mortality consequences of abdominal obesity: evidence from the AusDiab study. *Med J Aust* 2009 Aug; 191(4): 202-8.
- 10-Shukla AP, Moreira M, Rubino F. Pathophysiology of Obesity. *Bariatric Endoscopy*: Springer; 2013. P. 11-7.
- 11-Antal M, Péter S, Biró L, Nagy K, Regöly-Mérei A, Arató G, "et al". Prevalence of underweight, overweight and obesity on the basis of body mass index and body fat percentage in Hungarian schoolchildren: representative survey in metropolitan elementary schools. *Ann Nutr Metab* 2009; 54(3): 171-6.
- 12-Horlick M, Arpadi SM, Bethel J, Wang J, Moye J, Cuff P, "et al". Bioelectrical impedance analysis models for prediction of total body water and fat-free mass in healthy and HIV-infected children and adolescents. *Am j clin nutr* 2002 Nov; 76(5): 991-9.

- 13-Ellis KJ, Bell SJ, Chertow GM, Chumlea WC, Knox TA, Kotler DP, "et al". Bioelectrical impedance methods in clinical research: a follow-up to the NIH Technology Assessment Conference. *Nutrition* 1999 Nov; 15(11): 874-80.
- 14-Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, Sumner AE, Reynolds JC, Sebring NG, "et al". A better index of body adiposity. *Obesity* 2011; 19(5): 1083-9.
- 15-Huxley R, Mendis S, Zheleznyakov E, Reddy S, Chan J. Body mass index, waist circumference and waist: hip ratio as predictors of cardiovascular risk—a review of the literature. *Eur j clin nutr* 2010Jan; 64(1):16-22.
- 16-Snijder MB, Nicolaou M, Valkengoed IG, Brewster LM, Stronks K. Newly proposed body adiposity index (bai) by Bergman et al. is not strongly related to cardiovascular health risk. *Obesity* 2012Jan; 20(6): 1138-9.
- 17-Yusuf S, Hawken S, Ôunpuu S, Bautista L, Franzosi MG, Commerford P, "et al". Obesity and the risk of myocardial infarction in 27 000 participants from 52 countries: a case-control study. *The Lancet* 2005Nov; 366(9497): 1640-9.
- 18-Snijder M, Van Dam R, Visser M, Seidell J. What aspects of body fat are particularly hazardous and how do we measure them? *Int J Epidemiology* 2006 Feb; 35(1): 83-92.
- 19-Caballero B. The global Epidemic of obesity: an overview. *Epidemiologic reviews* 2007; 29(1):1-5.
- 20-Diaz E, Villar J, Immink M, Gonzales T. Bioimpedance or anthropometry? *Eur J clin nutr* 1989 Feb; 43(2):129.
- 21-Coppini LZ, Waitzberg DL, Campos ACL. Limitations and validation of bioelectrical impedance analysis in morbidly obese patients. *Curr Opin Clin Nutr & Metab Care* 2005 May; 8(3): 329-32.
- 22-Ryo M, Maeda K, Onda T, Katashima M, Okumiya A, Nishida M, "et al". A new simple method for the measurement of visceral fat accumulation by bioelectrical impedance. *Diabetes Care* 2005; 28(2): 451-3.
- 23-Pecoraro P, Guida B, Caroli M, Trio R, Falconi C, Principato S, "et al". Body mass index and skinfold thickness versus bioimpedance analysis: fat mass prediction in children. *Acta diabetologica* 2003; 40(1): s278-s81.
- 24-Erselcan T, Candan F, Saruhan S, Ayca T. Comparison of body composition analysis methods in clinical routine. *Ann nutr metab* 2000; 44(5-6): 243-8.
- 25-Gallagher D, Visser M, Sepulveda D, Pierson RN, Harris T, Heymsfield SB. How useful is body mass index for comparison of body fatness across age, sex, and ethnic groups? *Am J Epidemiol* 1996 Feb; 143(3): 228-39.
- 26-Riewald S. Does the Body Mass Index Accurately Reflect Percent Body Fat in Athletes? *Strength & Cond J* 2008; 30(1): 80-1.
- 27-Mullie P, Vansant G, Hulens M, Clarys P, Degraeve E. Evaluation of Body Fat Estimated from Body Mass Index and Impedance in Belgian Male Military Candidates-Comparing Two Methods for Estimating Body Composition. *Mil med* 2008 Mar; 173(3): 266-70.
- 28-Brooks Y, Black DR, Coster DC, Blue CL, Abood DA, Gretebeck RJ. Body mass index and percentage body fat as health indicators for young adults. *Am J Health Behav* 2007 Nov-Dec; 31(6): 687-700.
- 29-Adams T, Heath E, LaMonte M, Gress R, Pendleton R, Strong M, "et al". The relationship between body mass index and per cent body fat in the severely obese. *Diabetes, Obes Metab* 2007 Jul; 9(4): 498-505.
- 30-Jackson AS, Stanforth PR, Gagnon J, Rankinen T, Leon AS, Rao DC, "et al". The effect of sex, age and race on estimating percentage body fat from body mass index: the Heritage Family Study. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2002 Jun; 26(6): 789-96.
- 31-Deurenberg P, Weststrate JA, Seidell JC. Body mass index as a measure of body fatness: age- and sex-specific prediction formulas. *Br J Nutr* 1991Mar; 65(2): 105-14.
- 32-Barrera G, Bunout D, Gattás V, de la Maza MP, Leiva L, Hirsch S. A high body mass index protects against femoral neck osteoporosis in healthy elderly subjects. *Nutrition* 2004Sep; 20(9): 769-71.
- 33-Bianchini F, Kaaks R, Vainio H. Overweight, obesity, and cancer risk. *lancet onco* 2002Sep; 3(9): 565-74.
- 34-Melmer A, Lamina C, Tschoner A, Röss C, Kaser S, Laimer M, "et al". Body Adiposity Index and other indexes of body composition in the SAPHIR study: association with cardiovascular risk factors. *Obesity* 2013Apr; 21(4): 775-81.
- 35-Pischon T, Boeing H, Hoffmann K, Bergmann M, Schulze M, Overvad K, "et al". General and abdominal adiposity and risk of death in Europe. *N Engl J Med* 2008; 359(20): 2105-20.

- 36-Freedman DS, Thornton JC, Pi-Sunyer FX, Heymsfield SB, Wang J, Pierson RN, "et al". The body adiposity index (hip circumference height<sup>1.5</sup>) is not a more accurate measure of adiposity than is BMI, waist circumference, or hip circumference. *Obesity* 2012 Dec; 20(12): 2438-44.
- 37-Lima JG, Nóbrega LH, Souza AB. Body adiposity index indicates only total adiposity, not risk. *Obesity* 2012 Jun; 20(6):1140.
- 38- Obesity: preventing and managing the global epidemic. World Health Organization technical report series 2000; 894: 1-253.
- 39-Carr DB, Utzschneider KM, Hull RL, Kodama K, Retzlaff BM, Brunzell JD, "et al". Intra-abdominal fat is a major determinant of the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III criteria for the metabolic syndrome. *Diabetes* 2004 Aug; 53(8): 2087-94.
- 40-Rosito GA, Massaro JM, Hoffmann U, Ruberg FL, Mahabadi AA, Vasan RS, "et al". Pericardial fat, visceral abdominal fat, cardiovascular disease risk factors, and vascular calcification in a community-based sample the framingham heart study. *Circulation* 2008 Feb; 117(5): 605-13.
- 41-Han TS, Leer EM, Seidell JC, Lean ME. Waist circumference as a screening tool for cardiovascular risk factors: evaluation of receiver operating characteristics (ROC). *Obesity Res* 1996 Nov; 4(6): 533-47.
- 42-Magnus A. Economic evaluation of NVDPA CVD risk management guidelines [Melbourne, Vic.]: National Vascular Disease Prevention Alliance; 2012. P. 129-53.
- 43-Carey VJ, Walters EE, Colditz GA, Solomon CG, Willet WC, Rosner BA, "et al". Body Fat Distribution and Risk of Non-Insulin-dependent Diabetes Mellitus in Women The Nurses' Health Study. *Am J Epidemiol* 1997 Apr; 145(7): 614-9.
- 44-Schulze MB, Heidemann C, Schienkiewitz A, Bergmann MM, Hoffmann K, Boeing H. Comparison of anthropometric characteristics in predicting the incidence of type 2 diabetes in the EPIC-Potsdam study. *Diabetes Care* 2006 Aug; 29 (8): 1921-3.
- 45-Grundy SM, Brewer HB, Cleeman JI, Smith SC, Lenfant C. Definition of metabolic syndrome report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association Conference on scientific issues related to definition. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2004 Feb; 24(2):1-38.
- 46-Hitze B, Bösny-Westphal A, Bielfeldt F, Settler U, Mönig H, Müller MJ. Measurement of waist circumference at four different sites in children, adolescents, and young adults: concordance and correlation with nutritional status as well as cardiometabolic risk factors. *Obesity facts* 2008; 1(5): 243-9.
- 47-Patry-Parisien J, Shields M, Bryan S. Comparison of waist circumference using the World Health Organization and National Institutes of Health protocols. *Health Rep* 2012 Sep; 23(3): 53-60.
- 48-Dalton M, Cameron A, Zimmet P, Shaw J, Jolley D, Dunstan D, "et al". Waist circumference, waist-hip ratio and body mass index and their correlation with cardiovascular disease risk factors in Australian adults. *J Inter med* 2003 Dec; 254(6):555-63.
- 49-Esmailzadeh A, Mirmiran P, Azizi F. Waist-to-hip ratio is a better screening measure for cardiovascular risk factors than other anthropometric indicators in Tehranian adult men. *Inter J obesity* 2004; 28(10):1325-32.
- 50-Glaesmer H, Klotsche J, Böhler S, Lehnert H, Zeiher AM, "et al". Accuracy of anthropometric indicators of obesity to predict cardiovascular risk. *J Clin Endocrinol Metab* 2007 Feb; 92(2): 589-94.
- 51-Welborn T, Dhaliwal S. Preferred clinical measures of central obesity for predicting mortality. *Eur J Clin Nutr* 2007 Dec; 61(12): 1373-9.
- 52-de Koning L, Merchant AT, Pogue J, Anand SS. Waist circumference and waist-to-hip ratio as predictors of cardiovascular events: meta-regression analysis of prospective studies. *Euro heart J* 2007 Apr; 28(7): 850-6.
- 53-López AA, Cespedes ML, Vicente T, Tomas M, Bannasar-Veny M, Tauler P, "et al". Body adiposity index utilization in a Spanish Mediterranean population: comparison with the body mass index. *PLoS one* 2012; 7(4): e35281.
- 54-Krakauer NY, Krakauer JC. A new body shape index predicts mortality hazard independently of body mass index. *PLoS one* 2012 Jul; 7(7): e39504.
- 55-Duncan MJ, Mota J, Vale S, Santos MP, Ribeiro JC. Associations between body mass index, waist circumference and body shape index with resting blood pressure in Portuguese adolescents. *Ann Hum Biol* 2013 Mar; 40(2):163-7.

- 56-He S, Chen X. Could the new body shape index predict the new onset of diabetes mellitus in the chinese population? PloS one 2013; 8(1): e50573.
- 57-Valdez R. A simple model-based index of abdominal adiposity. J clin Epidemiol 1991; 44(9): 955-6.
- 58-Vuga M. Conceptual Review of Issues with Practical Abdominal Obesity Measures. Pittsburgh: University of Pittsburgh; 2009.



## Evaluation and Compare the Indices of Body Adiposity in Ahvaz University Students

Kasra Cheraghpoor<sup>1</sup>, Elham Ehrampoush<sup>2,5</sup>, Roghaye Shahbazi<sup>3</sup>, Meysam Alipour<sup>4</sup>,  
Matin Ghanavati<sup>3</sup>, Behnam Khodadadi<sup>3</sup>, Hosein Davoodi<sup>5</sup>,  
Jalaleddin Mirzay Razaz<sup>6</sup>, Reza Homayounfar<sup>2,5,\*</sup>

1-Student of Medicine.

2-Assistant Professor.

3-M. Sci of Nutrition.

4- M. Sci of Nutrition.

5-Associate Professor of Clinical Nutrition.

6-Assistant Professor.

1-Faculty of Medicine, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

2-Noncommunicable Diseases Research Center, Fasa University of Medical Sciences, Fasa, Iran.

3-National Nutrition and Food Technology Research Institute, Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

4-Faculty of Paramedicine, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

5-Cancer Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

6-Department of Community Nutrition, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

\*Corresponding author:

Reza Homayounfar;  
Noncommunicable Diseases  
Research Center, Fasa University  
of Medical Sciences, Fasa, Iran.

Tel: 07153314068

Email:

r\_homayounfar@yahoo.com

### Abstract

**Background and Objective:** Obesity is a complex chronic condition which is defined as an increase in body fat. Today obesity has become a major public health problem in the world, so with the increasing prevalence of obesity, the prevalence of adverse effects associated with obesity increases. The amount of body fat is more important than weight that due to some advanced techniques, we are able to assess it. But difficulty and high cost of these procedures, recalls the need to find an alternative method.

**Subjects and Methods:** In this study, 272 Ahvaz students were selected using stratified random sampling and body Fat Percentage by the Bioelectrical impedance analysis (BIA) devices and their anthropometric characteristics were assessed.

**Results:** Strong correlation between AVI, BMI and WHtR in men and BMI, BAI and WHtR in women with percentage of body fat have been observed. Linear regression models were created to predict percentage body fat from anthropometric variables so that the variables sex, BMI, AVI described 85% of body fat percentage differences.

**Conclusion:** Our regression model enables us in estimating body fat without using body composition techniques, using only height gauges and scales.

**Keywords:** Obesity, Body fat percentage, Anthropometry.

► Please cite this paper as:

Cheraghpoor K, Ehrampoush E, Shahbazi R, Alipour M, Ghanavati M, Khodadadi B, Davoodi H, Mirzay Razaz J, Homayounfar R. Evaluation and compare the indices of Body Adiposity in Ahvaz University Students. *Jundishapur Sci Med J* 2015;14(5):533-549.

Received: Oct 19, 2014

Revised: Nov 28, 2014

Accepted: June 17, 2015