

Determining the Accuracy of Body Mass Index: Body Composition Using Bioelectrical Impedance Analysis (BIA)

Alireza Shahab Jahanlou^{1*}, Kamyar Kouzekanani²

1- Department of Social Medicine, Hormozgan University of Medical Sciences, Bandar Abbas, Iran.

2- Department of Educational Leadership, Curriculum & Instruction, Texas A&M University, Corpus Christi, USA

Received: 11 Oct 2014, Accepted: 25 Feb 2015

Abstract

Background: Body Mass Index (BMI) is commonly used to determine overweightness and obesity in epidemiological studies regardless of the sex and age of the subjects. Golden Standards were presented by the World Health Organization to estimate obesity by measuring body fat percentiles. The primary purpose of this study was to estimate the accuracy of the BMI by Cut-points of gold standard.

Materials and Methods: This is a cross-sectional and descriptive study. Measuring body composition was done by Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) method. Accuracy of the BIA method is documented in comparison with more complicated methods. Diagnosis performance to estimate the accuracy of Body Mass Index was based on measuring specificity, sensitivity, percentile of the power of positive anticipation, and percentile of the power of negative anticipation to diagnose obesity, with due attention to the cut-points of world health organization gold standards and according to sex and age ranking. Data analysis was performed by T-test, Chi-Square and Roc curve. Two Roc curves were compared by Honely formule and regression analysis.

Results: According to the cut-point of gold standard, statistical findings showed that the amounts of sensitivity and specificity were 66% and 90.5% for all persons, respectively. With due attention to data analysis, the level of sensitivity was 50.2% to 73.3% in males and 28.9% to 69.7% in females. Also, with respect to age ranking, percentile of the power of negative anticipation was reported between 26.7% to 63.6% in males and between 28.9% to 69.7% in females.

Conclusion: Body Mass Index could not accurately classify people in obesity and overweightness groups. The power of BMI for classifying obese and overweight people decreases with increasing age. Overall, comparing BMI and the cut-points of gold standard showed the medium effect of this index in classifying obese and overweight persons. The appropriate cut-point to diagnose obesity was 27.8.

Keywords: Accuracy, Body Compositions, Bioelectrical Impedance, Body Mass Index, Fat Body, Obesity

*Corresponding Author:

Address: Department of Educational Management and Curriculum, Texas A&M University, Corpus Christi, Texas, USA.

Email: Alireza.Jahanlou@tamucc.edu

تعیین دقت شاخص توده بدنی: اندازه گیری ترکیبات بدن به روش آنالیز امپدانس بیوالکتریک (BIA)

علیرضا شهاب جهانلو^{۱*}، کامیار کوزه کنانی^۲

۱- استادیار، گروه پزشکی اجتماعی، دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان، بندرعباس، ایران.

۲- پرفسور سیستم های تحقیقاتی، گروه مدیریت آموزشی، برنامه ریزی درسی و تعلیم دانشگاه ای اند ام تگزاس، کورپس کریستی، تگزاس، امریکا

تاریخ دریافت: ۹۳/۷/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۶

چکیده

زمینه و هدف: استفاده از شاخص توده بدنی (BMI) در مطالعات اپیدمیولوژیک برای تشخیص اضافه وزن و چاقی بسیار رایج می باشد. این شاخص تفاوتی بین سن و جنس قائل نیست. استاندارد طلایی سازمان بهداشت جهانی چاقی را بر اساس میزان درصد چربی بدن تعریف نموده است. هدف اصلی این بررسی اندازه گیری دقت شاخص توده بدنی با استفاده از نقاط برش استاندارد طلایی می باشد.

مواد و روش ها: این مطالعه به صورت توصیفی- مقطعی می باشد. اندازه گیری ترکیبات بدن به روش آنالیز امپدانس بیوالکتریک (Bioelectrical Impedance Analysis) انجام گرفت. دقت این روش در مقایسه با سایر روش های پیچیده تأیید شده است. عملکرد تشخیصی برای تعیین میزان دقت شاخص توده بدنی بر اساس تعیین ویژگی، حساسیت، درصد قدرت پیش بینی مثبت و درصد قدرت پیش بینی منفی برای تشخیص چاقی با توجه به نقاط برش استاندارد طلایی سازمان بهداشت جهانی به تفکیک جنس و دسته بندی سنی انجام گرفت. تحلیل داده ها به روش تی تست، کای مربع، منحنی راک و مقایسه دو منحنی راک بر اساس فرمول هانلی و تحلیل رگرسیون انجام گرفت.

یافته ها: نتایج آماری بر اساس نقطه برش استاندارد طلایی نشان داد که در کل افراد مورد بررسی میزان حساسیت برابر با ۶۶ و میزان ویژگی برابر با ۹۰/۵ درصد می باشد. تحلیل داده ها، میزان حساسیت در مردان را بین ۵۰/۲ تا ۷۳/۳ و در زنان بین ۲۸/۹ تا ۶۹/۷ درصد نشان داد. همچنین با توجه به دسته بندی سنی، میزان قدرت پیش بینی منفی در مردان بین ۲۶/۷ تا ۶۳/۶ درصد و در زنان بین ۲۸/۹ تا ۶۹/۷ درصد به دست آمد.

نتیجه گیری: شاخص توده بدنی نمی تواند به طور دقیق افراد را بر اساس اضافه وزن و چاقی دسته بندی کند. قدرت این شاخص در تفکیک افراد چاق و دارای اضافه وزن با افزایش سن کاهش می یابد که این کاهش در مردان بیشتر از زنان دیده می شود. به طور کلی، مقایسه این شاخص با نقاط برش استاندارد طلایی نشان داد که این شاخص دارای یک اثر معتدل در تفکیک افراد چاق و لاغر است. نقطه برش مناسب برای شاخص توده بدنی جهت تشخیص چاقی، ۲۷/۸ مشخص گردید.

واژگان کلیدی: دقت، ترکیبات بدن، امپدانس بیوالکتریک، شاخص توده بدنی، چربی بدن، چاقی

* نویسنده مسئول: امریکا، تگزاس، کورپس کریستی، دانشگاه ای اند ام تگزاس، گروه مدیریت آموزشی و برنامه ریزی درسی

Email: jahanlu@gmail.com

مقدمه

جهت دقت این شاخص در ایران صورت نگرفته است، هدف اول این مطالعه، اندازه گیری دقت شاخص توده بدنی با استفاده از نقاط برش استاندارد طلایی سازمان بهداشت جهانی و هدف دوم، تعیین بهترین نقطه برش برای تشخیص چاقی می باشد. برای رسیدن به این اهداف از اندازه گیری به روش BIA استفاده شد. قابل ذکر است که تاکنون مطالعه ای در این حجم نمونه با استفاده از این روش برای تعیین دقت شاخص توده بدنی در ایران انجام نشده است.

مواد و روش ها

این مطالعه توصیفی-مقطعی از سال ۸۸ آغاز شده است و هم اکنون به صورت مشترک بین دانشگاه ای اند ام تگزاس و دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان در حال اجرا می باشد. جمع آوری نمونه ها بین سال های ۸۸ تا ۹۳ در مرکز مشاوره تغذیه و سلامت بندرعباس انجام گرفت. رضایت بیماران در بدو ورود به طرح اخذ گردید، توضیحات مربوط به دستگاه در چهار نقطه مرکز به صورت پوستر به همراه بروشور رایگان در اختیار مراجعه کنندگان قرار گرفت و در صورت داشتن سوال در مورد نحوه کار دستگاه، اطلاعات لازم به صورت شفاهی توسط تکنسین مربوطه ارائه گردید. این دستگاه از امواج رادیویی استفاده می کند و کاملاً بی خطر است. استاندارد طلایی سازمان بهداشت جهانی به عنوان نقاط برش برای تعیین میزان دقت BMI در تشخیص چاقی استفاده شد. با توجه به این که این استاندارد برای تشخیص افراد چاق می باشد، فقط افرادی به این بررسی وارد شدند که بر اساس شاخص توده بدنی در رده افراد دارای اضافه وزن و چاق دسته بندی می شدند، از این نظر افراد دارای وزن نرمال و کم وزن از بررسی حذف شدند.

دو شاخص استاندارد طلایی و شاخص توده بدنی برای افراد ۱۸ سال به بالا در نظر گرفته شد. برای تعیین میزان دقت بیشتر BMI، افراد کمتر از ۱۸ سال، زنان باردار، افراد با سابقه بستری در سه ماهه گذشته و کسانی که دارای دستگاه ضربان ساز قلبی بودند، نیز حذف گردیدند. بدین ترتیب از بین ۲۳۳۰۳ نفر مراجعه کننده به مرکز، تعداد ۱۳۸۹۰ نفر به روش سرشماری انتخاب شدند. افراد بر اساس دسته بندی سنی گالاگر به پنج گروه سنی ۱۸، ۱۹، ۲۰ تا ۳۹، ۴۰ تا ۵۹

شاخص توده بدنی (BMI) یک روش اندازه گیری غیر مستقیم ترکیبات بدن می باشد که برای اولین بار در نیمه دوم قرن ۱۸ میلادی تعریف گردید (۱). در سی سال اخیر، از این شاخص در بسیاری از مطالعات اپیدمیولوژیک برای تشخیص اضافه وزن و چاقی استفاده شده است (۲، ۳). BMI دارای چهار سطح مختلف می باشد: سطح کمتر از ۱۸/۵ برای افراد کم وزن، سطح بین ۱۸/۵ تا ۲۵ برای افراد نرمال، سطح بین ۲۵ تا ۳۰ برای افراد دارای اضافه وزن و سطح بیشتر از ۳۰ برای افراد چاق (۳۰ تا ۳۵، چاق و بیشتر از ۳۵، چاق مرضی) (۴)، از ایرادات این شاخص این است که افراد دارای توده عضلانی بالا را در رده افراد چاق دسته بندی می کند (مانند ورزشکاران) و هیچ گونه تفاوتی بین سن، جنس و نژاد قائل نیست (۵). بنا به این دلایل، دقیق بودن این شاخص در مطالعات مختلف با تردید همراه بوده است (۶).

در سال های اخیر روش های اندازه گیری ترکیبات بدن انسان با ابداع دستگاه های جدید متحول شده است؛ روش هایی مانند تصویر برداری تشدید مغناطیسی (MRI)، اندازه گیری به کمک اشعه ایکس و روش های مبتنی بر امواج رادیویی آنالیز امپدانس بیوالکتریک (BIA) (۷). BIA نسبت به سایر روش های اندازه گیری ترکیبات بدن، یک روش ارزان قیمت، بدون خطر با قابلیت حمل و نقل و کار بری آسان می باشد که به سرعت در حال گسترش است. BIA می تواند به سرعت میزان آب بدن، میزان کل چربی بدن (TF)، درصد چربی بدن (PBF)، توده چربی اضافه بدن (MBF) و توده بافت نرم بدن (SLM) را اندازه گیری نماید. دقت اندازه گیری به روش BIA در مقایسه با سایر روش های پیچیده تأیید است (۸، ۹).

سازمان بهداشت جهانی بر اساس اندازه گیری میزان درصد چربی بدن، چاقی را بیشتر از ۲۵ درصد چربی (نسبت به وزن فرد) در مردان و ۳۵ درصد در زنان تعریف نموده است. به این شاخص، استاندارد طلایی گفته می شود (۱۰). با توجه به این که شاخص توده بدنی بر اساس مطالعات انجام شده در کشورهای اروپایی و آمریکایی تعریف شده است و تاکنون مطالعه ای با حجم نمونه بالا

۴۰۱۵ مرد (۲۸/۹ درصد) مورد بررسی قرار گرفتند (حداقل ۱۸ سال و حداکثر ۸۵ سال). مقایسه میانگین \pm انحراف معیار بر اساس جنس نشان داد که میانگین قد، وزن، SLM و MBF در زن‌ها کمتر از مردها است و دو گروه دارای اختلاف معنی داری می‌باشند ($p < 0/001$). میانگین PBF در زن‌ها بیشتر از مردها و معنی دار است ($p < 0/001$). هیچ گونه اختلاف معنی داری بین میانگین سن و شاخص توده بدنی بین دو گروه دیده نشد (جدول ۱).

جدول ۱. مقایسه میانگین سن، قد، وزن BMI و MBF، PBF و TF در بین زن و مرد

| Sig (2-tailed) | انحراف معیار | میانگین | تعداد | جنس | |
|----------------|--------------|---------|-------|-----|-----|
| ۰/۹۸۵ | ۱۰/۷ | ۳۵/۴۳ | ۹۸۷۵ | زن | سن |
| | ۱۰/۶ | ۳۵/۴۴ | ۴۰۱۵ | مرد | |
| ۰/۰۰۱ | ۵/۹ | ۱۵۹/۵۰ | ۹۸۷۵ | زن | قد |
| | ۶/۶ | ۱۷۴/۱۷ | ۴۰۱۵ | مرد | |
| ۰/۰۰۱ | ۱۳/۰۷ | ۷۹/۲۷ | ۹۸۷۵ | زن | وزن |
| | ۱۶/۸۶ | ۹۴/۵۳ | ۴۰۱۵ | مرد | |
| ۰/۶۹۴ | ۴/۷۱ | ۳۱/۱۴ | ۹۸۷۵ | زن | BMI |
| | ۴/۹۳ | ۳۱/۱۰ | ۴۰۱۵ | مرد | |
| * ۰/۰۰۱ | ۳/۷۸ | ۳۷/۴۰ | ۹۸۷۵ | زن | PBF |
| | ۴/۹۷ | ۲۸/۵۱ | ۴۰۱۵ | مرد | |
| * ۰/۰۰۱ | ۷/۴۹ | ۱۳/۱۹ | ۹۸۷۵ | زن | MBF |
| | ۸/۷۹ | ۱۴/۰۷ | ۴۰۱۵ | مرد | |

* دارای اهمیت آماری

نتایج آماری نشان داد که بر اساس شاخص توده بدنی، تعداد ۶۷۸۵ نفر (۴۷۸۸ زن و ۱۹۹۷ مرد) دارای اضافه وزن و ۷۱۰۵ نفر (۵۰۸۷ زن و ۲۰۱۸ مرد) چاق می‌باشند. در حالی که بر اساس استاندارد طلایی، ۳۶۵۳ نفر (۲۷۷۲ زن و ۸۸۱ مرد) دارای اضافه وزن و ۱۰۲۳۷ نفر (۷۱۰۳ زن و ۳۱۳۴ مرد) چاق می‌باشند. که این مقادیر تفاوت فاحش افراد را از لحاظ دسته‌بندی بر اساس شاخص توده بدنی و شاخص استاندارد طلایی سازمان بهداشت جهانی نشان داد.

نتایج آماری مربوط به کل افراد از لحاظ نقطه برش استاندارد طلایی در زن و مرد نشان داد که حساسیت شاخص توده بدنی در افراد چاق معادل ۶۶ درصد و ویژگی آن برابر با ۹۰/۵ درصد می‌باشد. افراد را به دو گروه زن و مرد تقسیم نمودیم. حساسیت شاخص توده بدنی در تشخیص زنان چاق به میزان ۶۹ درصد و در تشخیص مردان

و ۶۰ سال به بالا دسته‌بندی شدند (۱۱). سپس عملکرد تشخیصی جهت تعیین میزان دقت BMI بر اساس تعیین ویژگی و حساسیت برای تشخیص افراد چاق ($BMI \geq 30$) از افراد دارای اضافه وزن ($29 \leq BMI \leq 25$) با توجه به نقاط برش استاندارد طلایی به تفکیک جنس و دسته‌بندی سنی انجام گرفت. با توجه به این که حساسیت یک تست به خودی خود ارزش چندانی ندارد، در این بررسی ارزش یا قدرت پیش‌بینی مثبت (نسبت افراد چاق که صحیح تشخیص داده شده‌اند) و قدرت پیش‌بینی منفی (نسبت افرادی که واقعاً چاق نیستند و درست تشخیص داده شده‌اند) را نیز محاسبه نمودیم. باید به این نکته دقت کنیم که در یک منطقه جغرافیایی یکسان، میزان ارزش‌های پیش‌بینی مثبت و منفی بر اساس موقعیت‌های مختلف، متفاوت خواهد بود و به میزان شیوع بیماری (در این بررسی، اضافه وزن و چاقی) در جمعیت آزمون بستگی دارد (۱۴-۱۲). در این بررسی شیوع اضافه وزن و چاقی در جمعیت مورد بررسی بر اساس شاخص توده بدنی و استاندارد طلایی بالا می‌باشد، به همین علت نتایج حاصل برای میزان ارزش پیش‌بینی مثبت و منفی نیز بالا است.

برای اندازه‌گیری ترکیبات بدن از دستگاه Plusavis 303 استفاده شد. این دستگاه ترکیبات بدن مانند WHR، PBF، MBF، BMI TF، SLM و BIA را به روش این روش در مقایسه با روش‌های پیچیده مانند اشعه ایکس در مطالعات قبلی تأیید شده بود (۱۷-۱۵).

میزان BMI بر اساس تقسیم وزن (کیلوگرم) بر مجذور قد (سانتی‌متر) به دست آمد. تجزیه و تحلیل‌ها از طریق نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ و به روش تی تست انجام گرفت. محاسبه حساسیت و ویژگی با استفاده از آزمون کای مربع صورت گرفت. تحلیل رگرسیون برای تعیین همبستگی بین متغیر مستقل و وابسته، منحنی راک برای به دست آوردن مناسب‌ترین نقطه برش و فرمول هانلی برای مقایسه‌ی دو منحنی راک (۱۸) استفاده شد.

یافته‌ها

۱۳۸۹۰ نفر شامل ۹۸۷۵ نفر زن (۷۱/۱ درصد) و

چاق برابر با ۵۹/۲ درصد به دست آمد. برای دقت بیشتر، افراد را از نظر دسته بندی سنی گالاگر در دو گروه زن و مرد مورد بررسی قرار دادیم. عملکرد تشخیصی شاخص توده بدنی در تشخیص چاقی با استفاده از نقاط برش استاندارد طلایی نشان داد که بیشترین حساسیت در تشخیص مردان چاق بین سن ۱۸ تا ۲۰ سال و در زنان ۱۸ سال می باشد. با افزایش سن میزان حساسیت شاخص توده بدنی در هر دو گروه زن و مرد کاهش می یابد، هر چند این شاخص در مردان بالای شصت سال نسبت به مردان بین ۴۰ تا ۵۹ سال با کمی افزایش همراه است (جدول ۲).

جدول ۲. حساسیت و ویژگی شاخص توده بدنی با استفاده از نقاط برش استاندارد طلایی به تفکیک جنس و سن بر اساس دسته بندی سنی

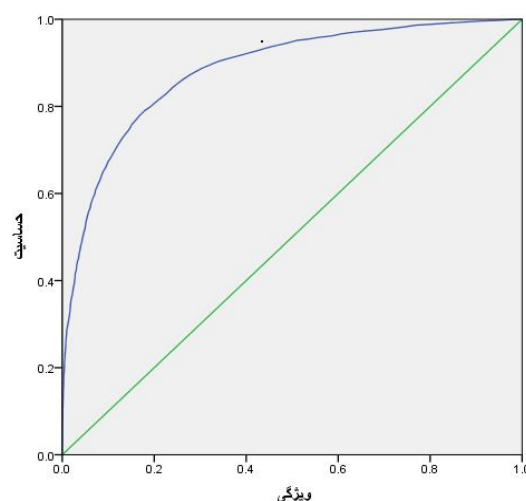
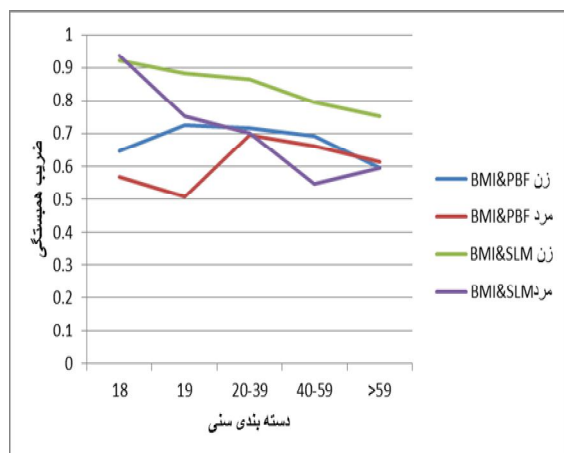
| | تعداد | حساسیت | | ویژگی | |
|-----|--------------|--------|-------|-------|------|
| | | حساسیت | ویژگی | NPV | PPV |
| مرد | ۱۸ سال | ۴۱ | ۷۰/۳ | ۱۰۰ | ۲۶/۷ |
| | ۱۹ سال | ۴۵ | ۷۳/۳ | ۹۳/۳ | ۶۳/۶ |
| | ۲۰ تا ۳۹ سال | ۲۶۸۶ | ۶۲/۷ | ۸۰/۹ | ۳۶/۶ |
| | ۴۰ تا ۵۹ سال | ۱۱۲۴ | ۵۰/۲ | ۸۲/۴ | ۳۴/۶ |
| زن | ۶۰ به بالا | ۱۱۹ | ۵۳/۲ | ۷۶ | ۳۰/۲ |
| | ۱۸ سال | ۱۲۳ | ۷۴ | ۱۰۰ | ۶۹/۷ |
| | ۱۹ سال | ۱۴۷ | ۶۷/۷ | ۹۶/۱ | ۶۱/۳ |
| | ۲۰ تا ۳۹ سال | ۶۴۶۸ | ۶۹/۷ | ۹۴/۴ | ۵۸/۴ |
| | ۴۰ تا ۵۹ سال | ۲۹۱۴ | ۶۷/۸ | ۸۹/۶ | ۴۳/۷ |
| | ۶۰ به بالا | ۲۲۳ | ۶۷ | ۸۹/۷ | ۲۸/۹ |

حدود نقاط برش بین ۲۶/۵ تا ۲۸/۹ و در زنان بین ۲۸ تا ۲۹ مشخص گردید. نقاط برش به دست آمده در گروه زنان به نقطه برش شاخص توده بدنی نزدیک تر می باشد. نمودار ۱ سطح زیر منحنی راک را برای درصد چربی بدن کل افراد مورد بررسی نشان می دهد.

تحلیل داده ها بر اساس منحنی راک نشان داد که بهترین نقطه برش برای شاخص توده بدنی در شناسایی افراد چاق کل افراد مورد بررسی برابر با ۲۷/۸ می باشد. این نقطه برش در زنان برابر با ۲۸/۵ و در مردان برابر با ۲۸/۷ محاسبه گردید. جدول ۳ بهترین نقطه برش به دست آمده را به تفکیک جنس و دسته بندی سنی نشان می دهد. در مردان

جدول ۳. سطح زیر منحنی راک و بهترین نقطه برش برای شاخص توده بدنی در شناسایی افراد چاق به تفکیک جنس و دسته بندی سنی

| گروه سنی | موارد مثبت | موارد منفی | سطح زیر منحنی | کمترین | بیشترین | بهترین نقطه برش |
|----------------|------------|------------|---------------|--------|---------|-----------------|
| | | | | | | |
| همه سنین | ۱۰۲۳۷ | ۳۶۵۳ | ۰/۸۸۳ | ۰/۸۷۷ | ۰/۸۸۹ | ۲۷/۸ |
| همه سنین | ۳۱۳۴ | ۸۸۱ | ۰/۷۸۶ | ۰/۷۷ | ۰/۸۰۲ | ۲۸/۷ |
| همه سنین | ۷۱۰۳ | ۲۷۷۲ | ۰/۹۱۸ | ۰/۹۱۲ | ۰/۹۲۴ | ۲۸/۵ |
| ۱۸ سال | ۳۷ | ۴ | ۰/۹۹۷ | ۰/۹۸۳ | ۱ | ۲۶/۵ |
| ۱۹ سال | ۳۰ | ۱۵ | ۰/۹۳۹ | ۰/۸۵۶ | ۱ | ۲۸/۸ |
| ۲۰ تا ۳۹ سال | ۲۱۲۱ | ۵۶۵ | ۰/۸۰۴ | ۰/۷۸۵ | ۰/۸۲۲ | ۲۸/۹ |
| ۴۰ تا ۵۹ سال | ۸۵۲ | ۲۷۲ | ۰/۷۳۵ | ۰/۷۰۲ | ۰/۷۶۷ | ۲۸/۵ |
| ۶۰ سال به بالا | ۹۵ | ۲۵ | ۰/۷۴۴ | ۰/۶۳۴ | ۰/۸۵۴ | ۲۸/۵ |
| ۱۸ سال | ۷۷ | ۴۶ | ۰/۹۵۲ | ۰/۹۱۸ | ۰/۹۸۷ | ۲۹ |
| ۱۹ سال | ۹۶ | ۵۱ | ۰/۹۴۳ | ۰/۹۰۵ | ۰/۹۸ | ۲۸/۵ |
| ۲۰ تا ۳۹ سال | ۴۴۵۷ | ۲۰۱۱ | ۰/۹۲۸ | ۰/۹۲۱ | ۰/۹۳۴ | ۲۸/۵ |
| ۴۰ تا ۵۹ سال | ۲۲۷۹ | ۶۳۵ | ۰/۸۹۴ | ۰/۸۸ | ۰/۹۰۹ | ۲۸/۵ |
| ۶۰ سال به بالا | ۱۹۴ | ۲۹ | ۰/۹۱۹ | ۰/۸۷۲ | ۰/۹۶۵ | ۲۸ |



نمودار ۲. نمایش همبستگی بین شاخص توده بدنی و درصد چربی بدن و همبستگی بین شاخص توده بدنی و میزان بافت نرم بدن به تفکیک جنس و دسته بندی سنی

نتایج آماری حاکی از یک تفاوت بین مردان زیر

۲۰ سال و سایر گروه‌های مورد بررسی است. در این گروه، مردان با سن ۱۸ سال دارای کمترین و مردان با سن ۱۹ سال دارای بیشترین ارزش اخباری منفی در بین گروه‌های سنی مردان می‌باشند (این مسله در گروه زنان مشاهده نمی‌شود). مقایسه دو گروه نشان داد که میزان درصد چربی و میزان کل چربی بدن در گروه سنی ۱۸ سال بیشتر از گروه سنی ۱۹ سال است و این اختلاف معنی‌دار است، ولی اختلافی از نظر قد، وزن، میزان بافت نرم بدن در بین دو گروه مشاهده نشد. مقایسه سطح زیر منحنی راک با استفاده از فرمول هانلی نیز تفاوتی را بین دو گروه نشان نداد. مردان گروه سنی ۱۸ سال را با سایر مردان گروه‌های سنی بیشتر از ۱۹ سال از لحاظ آماری مقایسه نمودیم. نتایج نشان داد که میزان درصد چربی بدن، وزن، قد و کل چربی بدن در این گروه بیشتر از مردان بالاتر از ۲۰ سال است و این اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($p < 0.001$) که علت تفاوت این گروه با مردان در سایر گروه‌های سنی را نشان می‌دهد.

با توجه به این که بالاترین ارزش اخباری منفی در

مردان گروه سنی ۱۹ سال می‌باشد، این گروه را با سایر گروه‌های سنی مردان مورد بررسی قرار دادیم. نتایج نشان داد که میزان درصد چربی و میزان قد در این گروه از سایر گروه‌های سنی کمتر و معنی‌دار می‌باشد. هیچ‌گونه

نمودار ۱. منحنی راک برای چاقی در کلیه افراد مورد بررسی با استفاده از شاخص توده بدنی و میزان چربی بدن، اندازه گیری شده به وسیله روش امپدانس بیوالکتریک. خط وسط نمایان گر میزان تغییرات به عنوان تست تشخیصی می باشد. (AUC=0.5)

تحلیل داده‌ها نشان داد که همبستگی بین میزان شاخص توده بدنی و میزان SLM ($r=0/44$, $p<0/001$) و همبستگی بین شاخص توده بدنی و میزان درصد چربی بدن در کل افراد مورد بررسی مثبت و معنی‌دار است ($r=0/56$, $p<0/001$). همبستگی بین شاخص توده بدنی و درصد چربی بدن و همبستگی بین شاخص توده بدنی و بافت نرم بدن را به تفکیک جنس و دسته‌بندی سنی تعیین نمودیم. تحلیل آماری نشان داد که میزان همبستگی بین شاخص توده بدنی و میزان بافت نرم در گروه زنان با افزایش سن کاهش می‌یابد. در مردان بیشترین همبستگی بین این دو متغیر تا سن ۴۰ سالگی دیده می‌شود. همبستگی بین درصد چربی بدن و شاخص توده بدنی در مردان بالای ۶۰ سال نسبت به گروه سنی ۴۰ تا ۵۹ سال با کمی افزایش همراه می‌باشد (نمودار ۲).

تفاوت آماری بین میزان BMI گروه سنی ۱۹ سال و سایر گروه‌های سنی بالاتر از ۱۹ سال مشاهده نشد.

بحث

مطالعات کتابخانه‌های نشان داد که تاکنون هیچ‌گونه بررسی در این سطح جمعیتی برای اندازه‌گیری ترکیبات بدن به روش BIA در ایران انجام نگرفته است. نتایج نشان می‌دهند که مناسب‌ترین نقطه برش برای تشخیص چاقی در جمعیت مورد بررسی کمتر از نقطه برش پیشنهادی در شاخص توده بدنی ($BMI \geq 30$) می‌باشد. در هر دو گروه زن و مرد، میزان ویژگی، ارزش اخباری مثبت و ارزش اخباری منفی با افزایش سن کاهش می‌یابد (به جز مردان با سن ۱۸ سال) و این نشان می‌دهد که با افزایش سن شاخص توده بدنی به خوبی نمی‌تواند افراد دارای اضافه وزن و چاق را از یکدیگر تفکیک کند.

کمترین میزان نقطه برش و ارزش اخباری منفی در گروه مردان با سن ۱۸ سال می‌باشد. میزان درصد چربی و بافت چربی در این گروه نسبت به مردان سایر گروه‌های سنی بیشتر است. میزان BMI این گروه سنی با گروه سنی نزدیک‌تر (۱۹ سال و ۲۰ تا ۳۹ سال) اختلافی را نشان نداد. به عبارت ساده‌تر، با وجود یکسان بودن شاخص توده بدنی و بیشتر بودن میزان درصد چربی و بافت چربی نسبت به دو گروه فوق، شاخص توده بدنی $73/3$ درصد از افراد چاق این گروه را به اشتباه در گروه دارای اضافه وزن دسته‌بندی نموده است. نتایج بیان‌گر این فرضیه است که این شاخص فاقد قدرت لازم برای دسته‌بندی افراد چاق می‌باشد.

برای درستی این فرضیه، نتایج مربوط به بررسی مردان بین گروه سنی ۱۹ سال و گروه نزدیک‌تر یعنی ۲۰ تا ۳۹ سال را مورد توجه قرار می‌دهیم. هم‌چنین هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری از نظر BMI بین دو گروه دیده نمی‌شود، ولی میزان درصد بافت چربی و میزان کل چربی بدن در گروه سنی ۱۹ سال، بیشتر از گروه سنی ۲۰ تا ۳۹ سال مردان است. به عبارت ساده‌تر، دو گروه از نظر ترکیبات بدن متفاوت هستند، ولی از نظر شاخص توده بدنی یکسان می‌باشند. شاخص توده بدنی، $36/4$ درصد از افراد

چاق با سن ۱۹ سال و $64/4$ درصد از افراد چاق بین ۲۰ تا ۳۹ سال را به اشتباه در گروه دارای اضافه وزن دسته‌بندی نموده است. بررسی کتابخانه‌های، مطالعه‌ای را در این خصوص نشان نداد.

در کل افراد مورد بررسی حساسیت شاخص توده بدنی برای تشخیص چاقی برابر با ۶۶ درصد و ارزش اخباری منفی آن برابر با $48/7$ درصد می‌باشد. به عبارت ساده‌تر این شاخص 3478 نفر از افراد چاق (۳۴ درصد از کل افراد چاق) را به اشتباه در گروه دارای اضافه وزن دسته‌بندی نموده است. در مجموع، این نتایج نشان می‌دهند که قدرت تشخیصی BMI در تشخیص افراد چاق در حد متوسط می‌باشد که با نتایج به دست آمده توسط کارول (۱۹) و همکاران مطابقت دارد.

شاخص توده بدنی دارای حساسیت بالاتری در تشخیص چاقی زنان نسبت به مردان است، علت این مسئله بالاتر بودن میزان بافت چربی و کمتر بودن بافت نرم در زنان نسبت به مردان است. مطالعات کاله (۲۰) و آدامز نشان داد که زنان جوان، همبستگی بهتری بین شاخص توده بدنی با درصد چربی بدن، نسبت به همبستگی بین شاخص توده بدنی و میزان بافت نرم بدن نشان می‌دهند که با نتایج به دست آمده در این بررسی مغایرت دارد. میزان همبستگی بین متغیرهای فوق در کل افراد مورد بررسی و به تفکیک جنس و دسته‌بندی سنی در تمام موارد بالا می‌باشد، ولی بهترین همبستگی بین بافت نرم و شاخص توده بدنی در مردان و زنان جوان در سن ۱۸ سالگی به دست آمد که میزان ضریب همبستگی بین این دو متغیر از میزان ضریب همبستگی بین شاخص توده بدنی و میزان درصد چربی بالاتر بود. بهترین ضریب همبستگی بین BMI و درصد چربی بدن در سن ۲۰ تا ۳۹ سالگی دیده می‌شود. در مردان بعد از سن ۱۸ سالگی، میزان همبستگی بین شاخص توده بدنی با بافت نرم بدن کاهش می‌یابد. علت مغایرت نتایج این بررسی با مطالعات کاله می‌تواند اندازه جمعیت مورد بررسی در این مطالعه و تفاوت‌های نژادی از نظر ترکیبات بدنی در اقوام مختلف باشد.

اطلاعات به دست آمده از تحلیل داده‌ها نشان داد

affluent adolescent girls in Bangalore City. *Indian pediatrics*. 2007; 44(8):587.

3. Friedl K, DeLuca JP, Marchitelli L, Vogel JA. Reliability of body-fat estimations from a four-compartment model by using density, body water, and bone mineral measurements. *The American journal of clinical nutrition*. 1992; 55(4): 764-70.

4. De Schutter A, Lavie CJ, Milani RV. The impact of obesity on risk factors and prevalence and prognosis of coronary heart disease—the obesity paradox. *Progress in cardiovascular diseases*. 2014; 56(4):401-8.

5. Rahman M, Berenson AB. Accuracy of current body mass index obesity classification for white, black and Hispanic reproductive-age women. *Obstetrics and gynecology*. 2010; 115(5): 982.

6. Suchanek P, Kralova Lesna I, Mengerova O, Mrazkova J, Lanska V, Stavek P. Which index best correlates with body fat mass: BAI, BMI, waist or WHR. *Neuro Endocrinol Lett*. 2012; 33(Suppl 2): 78-82.

7. Del Consuelo Velazquez-Alva M, Irigoyen-Camacho ME, Huerta-Huerta R, Delgadillo-Velazquez J. A comparison of dual energy X-ray absorptiometry and two bioelectrical impedance analyzers to measure body fat percentage and fat-free mass index in a group of Mexican young women. *Nutricion hospitalaria*. 2014; 5(29): 1038-46.

8. Leahy S, O'Neill C, Sohun R, Jakeman P. A comparison of dual energy X-ray absorptiometry and bioelectrical impedance analysis to measure total and segmental body composition in healthy young adults. *European journal of applied physiology*. 2012; 112(2): 589-95.

9. Wilson JP, Strauss BJ, Fan B, Duewer FW, Shepherd JA. Improved 4-compartment body-composition model for a clinically accessible measure of total body protein. *The American journal of clinical nutrition*. 2013; 97(3):497-504.

10. WHO. Physical status: The use of and interpretation of anthropometry, Report of a WHO Expert Committee. 1995; 854: 1-452.

11. Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. Healthy percentage body fat ranges: an approach for

که در مردان میزان همبستگی بین شاخص توده بدنی و بافت نرم بدن بعد از سن ۱۸ سالگی کاهش می‌یابد. بالاترین میزان همبستگی بین BMI و میزان درصد چربی بدن در هر دو جنس در سنین ۲۰ تا ۳۹ سالگی دیده می‌شود که با مطالعات هیکسون مطابقت دارد (۲۱).

نتیجه گیری

شاخص توده بدنی نمی‌تواند به طور دقیق افراد چاق را دسته‌بندی کند و با افزایش سن، میزان دقت این شاخص کاهش می‌یابد. شاخص توده بدنی دارای کارایی کمتری در مردان نسبت به زنان است که علت آن کمتر بودن بافت چربی در مردان و بیشتر بودن بافت نرم در این گروه می‌باشد. این شاخص در زنان ۱۸ تا ۴۰ سال دارای کارایی بالاتری نسبت به سایر سنین است و تفاوت فاحشی با دسته‌بندی بر اساس استاندارد طلایی دارد. با افزایش سن، میزان تشخیص قدرت منفی در هر دو جنس بین ۳۲ تا ۳۳ درصد کاهش می‌یابد. این مسئله به معنای آن است که با افزایش سن، قابلیت این شاخص در دسته‌بندی صحیح افراد دارای اضافه وزن و چاق کمتر می‌شود. مناسب‌ترین نقطه برش BMI در تشخیص چاقی برابر با ۲۷/۸ به دست آمد.

تشکر و قدردانی

این بررسی با مساعدت دانشگاه ای اند ام تگزاس واقع در کورپس کریستی به صورت همکاری مستقیم با دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان در سال ۲۰۱۴ انجام گرفته است. از کلیه مسئولین دو دانشگاه اعم از معاونین پژوهشی، آموزشی، روسای دانشکده‌ها و سایر عزیزانی که امکانات لازم را برای انجام این طرح فراهم نموده‌اند، کمال تشکر را داریم.

منابع

1. Rothman KJ. BMI-related errors in the measurement of obesity. *International journal of obesity*. 2008; 32: S56-S9.
2. Sood A, Sundararaj P, Sharma S, Kurpad AV, Muthayya S. BMI and body fat percent:

- developing guidelines based on body mass index. *The American journal of clinical nutrition*. 2000; 72(3):694-701.
12. Cotter K, Peipert JF. Can you handle the truth (and know it when you see it)? Understanding sensitivity, specificity, predictive values, and ROC curves. *Journal of minimally invasive gynecology*. 2005; 12(5):385-90.
13. Kendall PC, Butcher JN, Holmbeck GN. *Handbook of research methods in clinical psychology*. 2003.
14. Akobeng AK. Understanding diagnostic tests 1: sensitivity, specificity and predictive values. *Acta paediatrica*. 2007; 96(3):338-41.
15. Hannan W, Cowen S, Plester C, Fearon K, DeBeau A. Comparison of bioimpedance spectroscopy and multi-frequency bioimpedance analysis for the assessment of extracellular and total body water in surgical patients. *Clin Sci*. 1995; 89:651-8.
16. Earthman CP, Matthie JR, Reid PM, Harper IT, Ravussin E, Howell WH. A comparison of bioimpedance methods for detection of body cell mass change in HIV infection. *Journal of applied physiology*. 2000; 88(3):944-56.
17. Beshyah SA, Freemantle C, Thomas E, Johnston D. Comparison of measurements of body composition by total body potassium, bioimpedance analysis, and dual-energy X-ray absorptiometry in hypopituitary adults before and during growth hormone treatment. *The American journal of clinical nutrition*. 1995; 61(6): 1186-94.
18. Hanley JA, McNeil BJ. The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiology*. 1982; 143(1): 29-36.
19. Romero-Corral A, Somers VK, Sierra-Johnson J, Thomas RJ, Collazo-Clavell M, Korinek J, et al. Accuracy of body mass index in diagnosing obesity in the adult general population. *International journal of obesity*. 2008; 32(6): 959-66.
20. Calle EE, Rodriguez C, Walker-Thurmond K, Thun MJ. Overweight, obesity, and mortality from cancer in a prospectively studied cohort of US adults. *New England Journal of Medicine*. 2003; 348(17):1625-38.
21. Hickson M. Malnutrition and ageing. *Postgraduate Medical Journal*. 2006; 82(963):2-8.