اعتباریابی روش‌های چین پوستی و مقاومت بیوالکتریکی با روش مرجع هیدروستاتیک در تعیین درصد چربی بدن افراد فعال

علی برزگری*[۱]، دکتر سعید شاکریان[۲]، ایوب مهدی‌وند[۳]، لیلا ضامنی[۴]

۱- عضو هیأت علمی دانشگاه پیام نور بابل
۲- عضو هیات علمی دانشگاه شهید چمران اهواز
۳- مدرس دانشگاه پیام نور قائمشهر
۴- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری

تاریخ دریافت مقاله: ۸۸/۴/۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۸/۲۵

چکیده

هدف تحقیق: اندازه گیری درصد چربی بدن به طور گسترده‌ای برای ارزیابی وضعیت رشد، تغذیه‌ای و درمان بیماری‌ها به کار برده می‌شود. لذا هدف این مطالعه، اعتباریابی روش‌های چین پوستی و مقاومت بیوالکتریکی با روش مرجع هیدروستاتیک در تعیین درصد چربی بدن افراد فعال می‌باشد. **روش تحقیق**: از میان دانشجویان پسر دانشکده تربیت بدنی اهواز، ۴۰ نفر به صورت تصادفی با میانگین و انحراف استاندارد سن (۲۲/۲±۲/۷۳ سال)، قد (۱۷۶/۲۷±۶/۰۸ سانتی‌متر) و وزن (۷/۴۱ ±۶۹/۹۲ کیلوگرم) انتخاب گردید. در ابتدا اندازه چگالی بدن شرکت‌کنندگان به روش‌های هیدروستاتیک، چین پوستی (معادله هفت موضعی جکسون و پولاک) و تکنیک مقاومت بیوالکتریکی تعیین گردید. سپس اندازه درصد چربی زیر پوستی به وسیله رابطه "سایری و بروزک" برای هر سه روش برآورد گردید. در تجزیه و تحلیل آماری، از روش‌های برآورد خطای استاندارد، ضریب همبستگی پیرسون و آزمون t زوجی استفاده گردید (P<۰/۰۵). **نتایج:** نتایج این تحقیق نشان داد که معادله‌ی هفت موضعی جکسون و پولاک نسبت به روش هیدروستاتیک (وزن کشی زیر آب) اختلاف معنی‌داری داشته است(P<۰/۰۰۱ ، R=۰/۹۵۹، SEE=۰/۷۳). در صورتی که که اعتبار دستگاه مقاومت بیو الکتریکی نسبت به روش معیار مورد تایید قرار گرفت (P<۰/۰۸۳، R=۰/۹۴۶، SEE=۱/۷۵). **نتیجه‌گیری:** بر اساس یافته‌های این تحقیق می‌توان اظهار داشت زمانی‌که نمونه‌ی آماری از نژادها و قومیت‌های مختلف باشند، روش مقاومت بیوالکتریکی، روش مناسبی برای اندازه گیری درصد چربی بدن در افراد فعال محسوب می‌شود و می‌تواند جایگزین مناسبی برای روش پر هزینه هیدروستاتیک باشد.

واژه‌های کلیدی: اعتبار، روایی، هیدروستاتیک، مقاومت بیوالکتریکی و چین پوستی

Validation of two methods of skin fold and bioelectrical impedance with hydrostatic method for determining the body fat percent in active men

Abstract

Purpose: This study was conducted to determine the validity and reliability of skin fold and bioelectrical impedance methods in detecting body fat percent in comparison to the hydrostatic method. **Methods:** For this reason, 40 students of Shahid Chamran University of Ahvaz (age, 22.2±2.73 years; height, 176.27±6.08 cm; and weight, 69.92±7.41 kg) were randomly chosen. Body density (BD) was determined by using hydrostatic, skin fold (seven site equation of Jackson & Pollock) and bioelectrical impedance (BIA) methods. Thereafter, body fat percent (BF%) was calculated for all methods using the Siri's equation. Statistical analyses were performed using Pearson's correlation coefficient and paired t-test at P<0.05. **Results:** Data analysis showed a significant difference between skin fold method and hydrostatic method (R=0.959, P<0.001). The validity of BIA machine in comparison with criterion method was confirmed (R=0.946, P<0.05). **Conclusions:** Based on the findings of this investigation, it could be concluded that the BIA method is suitable method for determining body fat percent in active men and it could be a good replacement for the expensive hydrostatic method.

Key words: Validity, body fat percent, bioelectrical impedance, skin fold

* **آدرس نویسنده مسئول:** علی برزگری
بابل، جاده قائمشهر، کوی اویس قرنی، دانشگاه پیام نور مرکز بابل، صندوق پستی: ۴۷۱۶۶-۵۴۸۴۹
E-mail: ali_barzegari@pnu.ac.ir

مقدمه

اندازه‌گیری درصد چربی بدن به طور گسترده‌ای برای ارزیابی وضعیت رشد و تغذیه در انسان ها به کار برده می‌شود (۱،۲). نه تنها دستیابی به اطلاعات ترکیب بدنی، کاربرد فراوانی در امور پزشکی دارد که مهمترین آن کمک به درمان بسیاری از بیماری هاست، بلکه همچنین اندازه گیری ترکیب بدن برای ارزیابی میزان آمادگی جسمانی ورزشکاران نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد (۳،۴،۵،۶). شواهد علمی حاکی از آن است که چاقی با آسیب عضلات اسکلتی، عدم تداوم تمرینات ورزشی، کاهش فعالیت ورزشی و بسیاری مشکلات جسمانی دیگر وابسته است (۷). به بیان دقیق تر، توده چربی بیش از حد بدن با عوارض جسمانی، مثل فشارخون بالا، دیابت، افسردگی، افزایش چربی خون و بیماری‌های قلبی عروقی همراه است. از طرف دیگر در بسیاری از مسابقات ورزشی، ورزشکاران باید به سرعت و با مهارت بالایی حرکات را انجام دهند. بنابراین تجمع چربی بدن می‌تواند مانع سرعت دو و قابلیت پرش و نیز اجرای استقامت شود (۸).

روش‌های زیادی برای اندازه گیری ترکیب بدن به کار برده می‌شود که از این میان، روش وزن کشی زیرآب به عنوان روش استاندارد طلایی شناخته شده است (۹) و روش‌های جابجایی هوا و جذب اشعه ایکس نیز به عنوان روش‌های مرجع مورد استفاده قرار می‌گیرند (۱۱،۱۰). استفاده از روش‌های فوق محدود می‌باشد، زیرا هم دسترسی به آن مشکل است و هم هزینه زیادی به دنبال دارد. بنابراین روش‌های ساده تری نظیر روش مقاومت بیوالکتریکی(BIA)[1] و روش چین پوستی هنوز هم در مطالعات میدانی استفاده می‌شود (۱۳،۱۲). هر چند روش مقاومت بیوالکتریکی کاربرد گسترده‌ای در طب ورزشی و برنامه‌های کاهش وزن دارد (۱۴،۱۵)، اما مطالعات گسترده‌ای که جهت پیش بینی درصد چربی از طریق روش اندازه گیری چین پوستی و مقاومت بیوالکتریکی نسبت به روش‌های مرجع انجام گرفته است نتایج ضد و نقیضی را نشان می‌دهند. (۱۸،۱۷،۱۶،۱۵).

در مطالعه اروین و همکاران (۱۹) که دقت پیش بینی معادلات چین پوستی با طرح‌های لوهمن مورد ارزیابی قرارگرفت، مشخص شد که ضریب اعتبار از ۰/۸۳ در معادله عمومی تا ۰/۸۷ در معادله هفت موضعی متغیر است. خطای معیار تخمینی از ۰/۰۰۷۶ در معادله مربوط به سنین خاص تا ۰/۰۱۲۲ درمعادله وانگ متغیر است. خطای کل هم از ۰/۰۱۰۳ در معادله هفت موضعی تا ۰/۰۴۷۸ در معادله وانگ متغیر است. مقایسه دقت پیش بینی این ۵ معادله نشان داد که معادله هفت موضعی جکسون و پولاک بیشترین اعتبار را دارد. نتایج حاصل از این تحقیق استفاده از معادله هفت موضعی جکسون و پولاک را در دستیابی به ترکیب بدنی و درصد چربی بدن زنان آفریقایی- آمریکایی توصیه نموده است.

کلری و همکاران (۲۰) نیز چهار معادله پیشگوی مقاومت بیوالکتریکی را که در گذشته برای تعیین درصد چربی کودکان چاق و دارای اضافه وزن به کار برده می‌شد، اعتبار یابی نمودند. نتایج نشان دادند، میانگین در صد چربی اندازه‌گیری شده به وسیله روش معیار اشعه ایکس برای رده سنی کودکان، ۴۰/۷۹ درصد می‌باشد که در قیاس با معادلات پیش گوی مقاومت بیوالکتریک، تنها معادلعه شفر با میانگین ۴۱/۹۸ درصد، نزدیک ترین میانگین را داشته و تنها معادله‌ای بوده که با روش معیار اشعه ایکس هیچ گونه اختلاف معنی‌داری نداشته است (۲۰). حال با توجه به اینکه پیش بینی درصد چربی بدن برای گروه‌های خاص بر پایه سن و جنس اعتبار سازی شده است (۲۱)، این مطالعه به منظور مقایسه اندازه درصد چربی اندازه گیری شده توسط روش‌های چین پوستی و مقاومت بیوالکتریکی با روش وزن کشی زیر آب در افراد فعال با نژادهای مختلف انجام شد.

روش تحقیق

نمونه‌ها

جامعه آماری تحقیق حاضر را دانشجویان پسر دانشکده تربیت بدنی دانشگاه شهید چمران اهواز که حداقل ۳ جلسه در هفته تمرینات منظم داشته اند، تشکیل دادند. بدین صورت که ۴۰ نفر از دانشجویان جامعه آماری فوق، با میانگین سن (۲/۷۳ ± ۲۲/۲ سال)، قد (۶/۰۸ ± ۱۷۶/۲۷ سانتی متر) و وزن (۷/۴۱ ± ۶۹/۹۲ کیلوگرم) از هر یک از

1. Bio Electrical Impedance

ورودی‌های ۸۱، ۸۲، ۸۳ و۸۴ به صورت تصادفی، ۱۰ نفر انتخاب شده و نمونه آماری تحقیق حاضر را تشکیل داد اند.

پروتکل تحقیق

پس از توضیح اهداف به آزمودنی ها؛ مشخصات جمعیت شناختی همچون سن، قد، وزن، میزان فعالیت و ... آزمودنی ها در پرسش نامه جمعیت شناختی ثبت و درصد چربی بدن با روش‌های اندازه گیری چین پوستی، مقاومت بیوالکتریکی و هیدروستاتیک مورد اندازه گیری قرار گرفت.

روش‌های آزمایشگاهی

روش چین پوستی

در این روش ضخامت پوست شامل لایه پوستی و لایه زیر جلدی مورد اندازه گیری قرار گرفت. اندازه‌گیری این چین پوستی با استفاده از کالیپر هارپندن و فشار۱۰gms/mm و طبق روش استاندارد در هفت موضع که شامل نواحی سینه، زیر بغل، شکم، فوق خاصره، ران، تحت کتفی و سه سر می‌باشد، انجام گرفت (۲۲). سپس برای محاسبه چگالی بدن از معادله هفت موضعی جکسون و پولاک استفاده گشت (۲۳).

معادله ۷ موضعی جکسون و پولاک عبارت است از:

(فوق خاصره + تحت کتف + زیربغل + شکم+ سه سر+ قدام ران+ سینه ای=x)

(سن) $BD = ۱/۱۱۲ - ۰/۰۰۰۴۳۴۹۹(x) + (۰/۰۰۰۰۰۰۵۵(x^۲)) - ۰/۰۰۰۲۸۸۲۶$ [1]

بعد از محاسبه مقدار چگالی بدن، برای به دست آوردن درصد چربی بدن از فرمول "سایری" استفاده گردید (۲۴).

$$\%BF = \left[\left(\frac{۴/۹۵}{BD}\right) - ۴/۵\right] \times ۱۰۰$$ [2]

روش مقاومت بیوالکتریکی

در روش مقاومت بیو الکتریکی، ابتدا اندازه دور کمر، قد و وزن برای هر فرد اندازه گیری شد. اندازه گیری دور کمر در قسمت فوقانی استخوان ران و با استفاده از نوار پلاستیکی در سطح فوقانی ستیغ ایلیاک انجام شد. همچنین اندازه گیری در پایان یک بازدم معمولی صورت گرفت (۲۵). قد هر آزمودنی توسط قد سنج اندازه گیری شد. وزن هر آزمودنی توسط دستگاه آنالیزور ترکیب بدن تانیتا[4] اندازه گیری شد. برای اطمینان از اندازه گیری صحیح روش مقاومت بیو الکتریکی، آزمودنی ها را نسبت به رعایت نکاتی توصیه نمودیم. آزمودنی ها می‌بایست ۴ ساعت قبل از اجرای آزمون از خوردن و آشامیدن، ۱۲ ساعت قبل از اجرای آزمون از مصرف کافئین و الکل؛ و ۱۲ ساعت قبل از اجرای آزمون از انجام فعالیت سنگین خودداری کنند برای محاسبه درصد چربی بدن به روش مقاومت بیوالکتریکی، از مدل BF-۵۵۶ تانیتا با معادله شفر استفاده شد. آزمودنی ها با پاهای برهنه به شکل صاف و مستقیم روی صفحه فلزی دستگاه قرار گرفته و سپس از آنها خواسته شد تا میزان سطح فعالیت بدنی را به آزمونگر گزارش دهند. مقدار و نوع فعالیت بدنی ثبت گردید. مدل آنالیزور تانیتا، سطح فعالیت را بدین صورت طبقه بندی می‌نماید: غیر فعال (فعالیت بدنی کم یا هیچ)، فعال نسبی (فعالیت نا منظم و با شدت کم) و فعال (فعالیت منظم) و ورزشکار (فعالیت با شدت زیاد). در ادامه هر یک از آزمودنی ها میزان فعالیت بدنی، قد و سن خود را به آزمونگر گزارش داده تا در آنالیزور تانیتا ثبت گردد. در صد چربی بدن با معادله برنامه ریزی شده در آنالیزور تانیتا که شامل قد، وزن، جنس و سن می‌باشد، محاسبه شد.

روش هیدروستاتیک

در این روش اندازه گیری، تجهیزات لازم برای سنجش چگالی بدن، شامل یک حوضچه به ابعاد ۱/۲× ۱/۲×۱/۵ متر و صندلی از جنس P.V.C می‌باشد. قبل از آغاز سنجش، دمای آب حوضچه از طریق دماسنج سیالات برآورد شد (۳۲-۳۰ درجه سانتی گراد). دمای هوای محیط آزمایشگاه حدود ۲۷ تا ۳۰ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی محیط نیز بین ۴۰ تا ۴۵ درصد تنظیم شد. از آزمودنی ها خواسته شد که ۱۲ ساعت قبل از آزمون از خوردن هرگونه غذا (بجز آب آشامیدنی) و هرگونه فعالیت ورزشی خودداری کنند. همچنین قبل از ورود به آب نسبت به دفع مزاج و تخلیه مثانه اقدام نمایند. بعد از رعایت نکات فوق، چگونگی اجرای مطلوب وزن کشی زیر آب و خطرات احتمالی به ویژه هنگام مانور تخلیه بازدم درون حوضچه، به آزمودنی‌ها

1. Body density 2. Body fat percent

4. Tanita Body composition Analyzer

آموزش داده شد. سپس به آرامی و بدون اینکه موجی در سطح آب ایجاد شود، آزمودنی وارد حوضچه شده و روی صندلی می‌نشست. در ادامه از آزمودنی خواسته شد که ۴ تا ۵ دم عمیق انجام داده و بعد از آن یک بازدم کامل و آهسته انجام دهد، بطوریکه ۹۰ درصد بازدم در بیرون از آب و ۱۰ درصد باقی مانده، با فرو بردن سر در زیر آب انجام گیرد. در این مرحله از آزمودنی خواسته شد که تمام هوای داخل ریه را خارج نماید. سپس در این شرایط به مدت ۳ تا ۵ ثانیه در زیرآب غوطه ور می‌ماند. با اعلام فرمان"تمام"، آزمودنی به آرامی سرخود را از زیر آب بیرون آورده و آزمونگر وزن زیر آب را که بر روی ترازوی دیجیتالی نمایش داده می‌شد تا سه رقم اعشار ثبت می‌نمود. برای محاسبه چگالی بدن آزمودنی ها از معادله گولدمن و بوسکیرک استفاده شد (۲۶).

$$BD=\frac{W_a}{\frac{W_a-W_w}{D_w}-(RV+۱۰۰)}$$

چگالی آب $=D_w$ ، وزن زیر آب $=W_b$ ، وزن در خشکی $=W_a$

در پژوهش حاضر جهت برآورد حجم باقی مانده از دستگاه اسپیرومتر استفاده گشت. چون مقدارRV[1] برابر با ۲۴ درصد VC[2] می‌باشد(۲۲)، بنابراین دقت لازم در اندازه‌گیری را انجام داده است. در نهایت پس از محاسبه چگالی بدن، با استفاده از معادله سایری و بروزک مقدار درصد چربی آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد (۲۴).

تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده، از آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. در بخش آمار توصیفی شاخص‌های مرکزی و پراکندگی مربوط به ویژگی‌های شرکت کنندگان مشخص شدند و در بخش آمار استنباطی سطح معنی‌داری جهت آزمون فرضیه ها ($P\leq ۰/۰۵$) تعیین شد. به منظور سنجش اختلاف میانگین شاخص در صد چربی بدن به روش‌های چین پوستی و مقاومت بیو الکتریکی در برابر روش هیدروستاتیک از آزمون t جفت شده استفاده شده است.

نتایج

با توجه به اطلاعات توصیفی آزمودنی ها در جدول ۱، معادله هفت موضعی جکسون و پولاک $(\alpha \leq ۰/۰۵)$نسبت به روش معیار، علی رغم همبستگی بالا $(r=۰/۹۶)$، تفاوت معنی‌داری داشته $(P=۰/۰۰۱)$، درحالیکه در روش مقاومت بیو الکتریکی نسبت به روش معیار، هیچ گونه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت $(P=۰/۰۸۳)$ و همبستگی بین آنها مورد تایید بود $(r=۰/۹۵)$(جداول ۲و۳).

جدول۱. مشخصات توصیفی و شاخص‌های مورد بررسی

آماره / متغیر	میانگین	برآورد خطای استاندارد	انحراف استاندارد	واریانس
سن	۲۲/۲۵	۰/۴۳	۲/۷۳	۷/۴۷
قد	۱۷۶/۲۷	۰/۹۶	۶/۰۸	۳۷/۰۲
وزن	۶۹/۹۲	۱/۱۷	۷/۴۱	۵۴/۹۶
اندازه درصد چربی از طریق معادله هفت موضعی جکسون و پولاک(روش چین پوستی)	۱۳/۰۸	۰/۷۳	۴/۶۷	۲۱/۸۷
اندازه درصد چربی از طریق روش مقاومت بیو الکتریکی	۱۴/۷۵	۰/۸۱	۵/۱۲	۲۸/۴۸
اندازه درصد چربی از طریق روش هیدروستاتیک	۱۵/۲۴	۰/۸۴	۵/۳۳	۲۶/۲۷

1. Residual volume. 2. Vital capacity

جدول۲. همبستگی معادله هفت موضعی چین پوستی و روش مقاومت بیو الکتریکی با روش وزن کشی زیر آب

آماره / متغیر	معادله هفت موضعی جکسون و پولاک			روش مقاومت بیو الکتریکی		
	r	r^2	SEE(درصد)	r	r^2	SEE(درصد)
روش وزن کشی زیر آب	۰/۹۶	۰/۹۲۰	۱/۵۲	۰/۹۵	۰/۸۹۵	۱/۷۵

جدول۳. مقایسه میانگین اندازه درصد چربی میان معادله هفت موضعی جکسون و پولاک و روش مقاومت بیو الکتریکی با روش وزن کشی زیر آب

متغیر / آماره	حداقل درصد	حداکثر درصد	میانگین درصد	انحراف استاندارد	t_{test}	P
معادله هفت موضعی جکسون و پولاک (روش چین پوستی)	۴/۳۲	۲۲/۰۵	۱۳/۰۸	۴/۶۷	-۸/۷۱۸	۰/۰۰۱
مقاومت بیو الکتریکی	۶/۲۰	۲۴/۷۴	۱۴/۷۵	۵/۱۲	۱/۷۸۱	۰/۰۸۳
وزن کشی زیر آب	۶/۶۶	۲۴/۸۸	۱۵/۲۴	۵/۳۳		

بحث و نتیجه گیری

ممکن است انتظار رود، پیش بینی درصد چربی به روش جکسون و پولاک در برآورد چربی به روش معیار (هیدروستاتیک) نزدیک باشد. زیرا این معادله قبلاً اعتباریابی شده است. با این حال تفاوت‌های بیولوژیکی آزمودنی ها از جمله تفاوت در توزیع چربی بدن می‌تواند در برآورد درصد چربی موثر باشد. بنابراین علی رغم همبستگی بالای میان درصد چربی به دست آمده از طریق معادله هفت موضعی جکسون و پولاک با روش معیار یا برخورداری از آماره‌های خطا سنج CE، TE، SEE اندک، که نشان دهنده صحت و درستی این معادله می‌باشد، نمی‌توان به پیشگو بودن این معادله اعتماد کرد. زیرا ضرایب به کار رفته شده در این معادله رگرسیونی قابل تعمیم به جامعه مورد پژوهش نمی‌باشد. همچنین نتایج تحقیق پترسون و همکاران (۲۷) نیز نشان داد که میانگین درصد چربی به دست آمده در معادله جکسون و پولاک، کمتر از مقدار واقعی آن است. ممکن است که اندازه گیری که درصد چربی توسط معادله هفت موضعی جکسون و پولاک نزدیک به روش معیار باشد، زیرا قبلاً این معادلات اعتبار یابی شده اند. با این حال لوهمن (۸) برخی از خطاهای مربوط به اندازه گیری درصد چربی به روش چین پوستی را در خطای تکنیکی آزمونگر ها و همچنین تفاوت بیولوژیکی آزمودنی ها موثر دانسته است. اروین و همکاران (۱۹)، یانگ و همکاران (۲۸) و هاوش و همکاران (۲۹) اظهار داشتند که تفاوت‌های نژادی و قومی و ژنتیکی در ضخامت چربی زیر پوست نیز رخ می‌دهد. بدین معنی که حتی یک معادله پیش گوی فراگیر و عمومی ممکن است برای همه گروه‌های نژادی و قومی کاربرد نداشته باشد. لازم به ذکر است که جفری و همکاران (۳۰) نیز به این نتیجه رسیدند که نمی‌توان برای اندازه گیری لایه‌های چربی زیر پوستی در هر جمعیتی از یک معادله خاص استفاده نمود.

در تحقیق حاضر نیز، برآورد خطای استاندارد (SEE) به روش مقاومت بیو الکتریکی با روش معیار در حد ایمن تولرانس سنجش قرار دارد و لذا با توجه به همبستگی بالا (r=۰/۹۵) و معنی‌دار نبودن (P=۰/۸۳) آنها می‌توان اذعان کرد که مقاومت بیو الکتریکی روش مناسبی برای برآورد درصد چربی جامعه مورد تحقیق می‌باشد که با نتایج تحقیقات بوچهولز و همکاران (۱۵)، لوکاسکی و همکاران (۱۷)، گیراندولا و کانترسی (۳۱) نیز همخوانی دارد.

نونز و همکاران (۳۲) نیز برای تعیین اعتبار و روایی روش‌های هیدروستاتیک و مقاومت بیو الکتریکی، ۲۳۱ آزمودنی ۱۸ تا ۷۹ سال را تحت بررسی قرار دادند که

ارتباط معنی‌داری میان اندازه‌های به دست آمده میان این دو روش دیده شد(r=۰/۸۹). همچنین به طور مشابه نتایج به دست آمده از زنان پس از دوره یائسگی نشان داد ارتباط معنی‌داری (P <۰/۰۱ و r=۰/۶۶) میان درصد چربی به دست آمده از روش‌های مقاومت بیو الکتریکی (آنالیزور تانیتا) و روش معیار اشعه ایکس وجود دارد (۳۳). در مطالعه‌ای دیگر، همبستگی میان درصد چربی به دست آمده از روش‌های مقاومت بیو الکتریکی(آنالیزور تانیتا) و هیدروستاتیک در بیماران مرد قلبی - عروقی (P<۰/۰۵ و r=۰/۷۶) به دست آمد. کلارک و همکاران (۳۵)، جهت تعیین در صد چربی بدن از سه روش مختلف اندازه گیری چین پوستی، مقاومت بیوالکتریکی و وزن کشی زیر آب استفاده کردند و نشان دادندکه ضریب همبستگی پیرسون بین روش هیدروستاتیک و روش چین پوستی (r=۰/۹۳) و ضریب همبستگی پیرسون بین روش هیدروستاتیک و روش مقاومت بیوالکتریکی (r=۰/۷۸) بوده است. در تحقیقی دیگر که توسط جفری و همکاران (۳۰) انجام شد، ۱۲ معادله میدانی چین پوستی جهت بر آورد درصد چربی مورد بررسی قرار گرفت که بیشترین همبستگی نسبت به روش معیار از طریق معادله بولیو[1] به دست آمد و نتایج این پژوهش نشان داد که تمامی این معادلات از اعتبار بالایی نسبت به روش هیدروستاتیک برخوردارند.

در این مطالعه دریافتیم استفاده از مدل مقاومت بیو الکتریکی تانیتا با معادله شیفر، می‌تواند معادله پیشگوی معتبری برای اندازه گیری درصد چربی بدن باشد. سایر مدل‌های مقاومت بیو الکتریکی با معادلات دیگر در نمونه‌های متفاوت از نظر ژنتیکی و قومیتی باید اعتباریابی گردد (۳۸،۳۷،۳۶). با این حال استفاده از نتایج روش مقاومت بیو الکتریکی اعتباریابی شده در کاربردهای پزشکی نیاز به تفسیر بیشتری دارد. با علم بر اینکه این روش، اندازه‌گیری دقیقی را به دنبال نخواهد داشت و مقداری تغییر پذیری میان روش‌های مقاومت بیو الکتریکی و معیار وجود خواهد داشت، باید حساسیت پذیری معادله شفر نسبت به بافت چربی در نمونه‌های تحقیق مورد آزمایش و بررسی قرار گیرد. به طور کلی تحقیق حاضر استفاده از معادلات پیش بینی برای برآورد درصد چربی را محتاطانه می‌نگرد و برای صحت اندازه گیری BD و BF٪ در جوامع آماری با دهش‌های ژنتیکی و قومی و تیپ بدنی مختلف، روش معیار (هیدروستاتیک) را مورد علاقه می‌داند و مطالعات آینده باید به اعتباریابی روش مقاومت بیو الکتریکی در میان نمونه‌های متغیر دیگر از نظر سنی و نمونه‌هایی که برای بیماری مزمن خود نیازمند رژیم غذایی خاصی هستند، معطوف گردد.

---

1. Bollio

منابع

1. Sawaya AL, Martins P, Hoffman D, Roberts SB. (2003). The link between childhood under nutrition and risk of chronic diseases in adulthood: a case study of Brazil. Nutr Rev.61:168 –75.
2. Wells JC. (2003). Body composition in childhood: effects of normal growth and disease. Proc Nutr. 62(2):521-8.
3. Palmieri V, Bella JN, Arnett DK, et al. (2003). Associations of aortic and mitral regurgitation with body composition and myocardial energy expenditure in adults with hypertension: the Hypertension Genetic Epidemiology Network study. Am Heart J. 145(6): 1071-7.
4. Corcoran C, Anderson EJ, Burrows B, Stanley T, Walsh M, Poulos AM, Grinspoon S. (2000). Comparison of total body potassium with other techniques for measuring lean body mass in men and women with AIDS wasting. Am J Clin Nutr.72(4):1053-1058.
5. Tsunawake N, Tahara Y, Moji K, Muraki S, Minowa K, Yukawa K. (2003). Body composition and physical fitness of female volleyball and basketball players of the Japan

inter-high school championship teams. J Physiol Anthropol Appl Human Sci. 22(4): 195-201.

6. Zanker CL, Osborne C, Cooke CB, Oldroyd B, Truscott JG. (2004). Bone density, body composition and menstrual history of sedentary female former gymnasts, aged 20–32 years. Osteoporos Int. 15(2):145-54.
7. Bray, G.A. Complications of obesity. (1985). Annals of internal Medicine.103, 1052-1062.
8. Lohman, T.G. (1992). Advances in body composition assessment. Champaign, IL: Human Kinetics. 12, 124-135.
9. Katch FI. (1969). Practice curves and errors of measurement in estimating underwater weight by hydrostatic weighing. Med Sci Sports.1(4):212–6.
10. Dempster P, Aitkens S. (1995). A new air displacement method for the determination of human body composition. Med Sci Sports Exer. 27(12):1692-7.
11. Prior BM, Cureton KJ, Modlesky CM, Evans EM, Sloniger MA, Saunders M. (1997). In vivo validation of whole body composition estimates from dual-energy X ray absorptionary. J Apply Physiol. 83(2):623-30.
12. Tsai AC, Sandretto A, Chung YC. (2003). more effective in reducing fat during the early phase of a weight-reducing program in healthy humans. J Nutr Biochem. 14(9):541-9.
13. Mirza NM, Kadow K, Palmer M, Solano H, Rosche C, Yanovski JA. (2004). Prevalence of overweight among inner city Hispanic-American children and adolescents. Obes Res. 12(8):1298-310.
14. Lukaski HC. (2000). Assessing regional muscle mass with measurements of bioelectrical impedance in obese women during weight loss. Ann N Y Acad Sci.90(4):154–158.
15. Buchholz AC, Bartok C, Schoeller DA. (2004). The validity of bioelectrical impedance models in clinical populations. Nutr Clin Pract.19(5):433-446.
16. Tyrrell VJ, Richards G, Hofman P, Robinson E, Cutfield WS . (2001). Foot-to-foot bioelectrical impedance analysis: a valuable tool for measurement of body composition in children. Int J Obes Relat Metab Disord. 25(2):273-278.
17. Lukaski HC, Siders WA. (2003). Validity of regional bioelectrical impedance devices to determine whole-body fatness. Nutrition. 19(10):851-857.
18. Barbosa-Silva MC, Barros AJ. (2005). Bioelectrical impedance analysis in clinical practice: a new perspective on its use beyond body composition equations. Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 8(3):311-7.
19. Irwin ML, Ainworth BE, Stolarczyk LM, Heyward VH. (1998). Predictive Accuracy of skinfold equations for estimating body density of African-American men. Medicine &Science in sport & Exercise. 30: 1654-1658
20. Cleary A, Daniells S, Okely AD, Batterham M, Nicholls J. (2008). Predictive Validity of Four Bioelectrical Impedance Equations in Determining Percent Fat Mass in Overweight and Obese Children. Am Diet Assoc. 108(1):136-139.
21. Shakeiyan S. (2003). validation of non invasive skinfold, oltrasonic and body density in male student of Iran university. Iranian Journal of harekat. 3(14). 56-64.
22. Edvard F, Matios D.(2002). Exercise physiology. Tehran university publication. 222-278.
23. Jackson AS, Pollock ML. (1978). Generalized

equations for prediction body density of men. British Journal of Nutrition. 40: 497-504.

24. Siri WE, Brozek IJ. (1993). Body composition from fluid spaces and density. Washington, DC: National Academy of Science. 9(5): 480-91
25. Bethesda M. (2000). National Institutes of Health, The Practical Guide—Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults, National Institutes of Health. NIH Publication: 400-408.
26. Goldman RF, Buskirk ER. (1961). Body volume measurement by underwater weighting: Description of techniques for measuring body composition. National academy of science. 78-89.
27. Peterson MJ, Czerwinski SA, Siervogel RM. (2003). Development and Validation of Skinfold-Thickness prediction Equations with a 4-compartment model. Am J Clin Nutr. 77(5):1186-1191.
28. Young HM, Porcari J, Terry L, Brice G. (1998). Validity of body composition Assessment Methods for older men with Cardiac disease. Journal of Cardiopulmunary Rehabilitation. (3): 221-227.
29. Housh TJ, Johnson GO, Housh DJ, Eckerson JM, Stout JR. (1996). Validity of Skin fold Estimates of percent fat in high school Female Gymnasts .Medicine &Science in Sports & Exercise. 28(10): 1331-1335.
30. Jeffrey R, Terry J, Glen O, Johnson M, Dona J. (1995). Validation of skin fold measurement by underwater weighting. Journal of applied Phisiology. 37: 94-102.
31. Girandola, R.N., Contarsy, S.A. (1998). The Validity of Bioelectrical Impedance to predict Body Composition. Department of Exercise Science University of Southern California. 2: 78-84.
32. Nuñez C, Gallagher D, Visser M, Pi-Sunyer FX, Wang Z, Heymsfield SB. (1997). Bioimpedance analysis: Evaluation of leg-to-leg system based on pressure contact foot-pad electrodes. Med Sci Sports Exerc. 29(4):524-31.
33. Xie X, Lothoff N, Barenholt O, Nielsen SP. (1999). Validation of a leg-to-leg bioimpedance analysis system in assessing body composition in postmenopausal women, Int J Obes. 23(10): 1079-1084.
34. Lukaski HC, Bolonchuck WW, Hall CB, Siders WA. (1986). Validation of Tetrapolar Bioelectrical Impedance method to assess human body composition .Journal of applied Phisiology. 60(4): 1327-1332.
35. Clark RR, Jacqueliner MK, Sulivan JC. (1994). Lipid measurement in athletic. Research quarterly for exercise and sport.1: 21-39.
36. Houtkooper LB, Lohman TG, Going SB, Hall MC. (1989). Validity of bioelectrical impedance for body composition assessment in children. J Appl Physiol. 66(2): 814-821.
37. Horlick M, Arpadi SM, Bethel J, Wang J, Moye J, Cuff JR, et al. (2002). 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. 76(5): 991-999.
38. Wabitsch M, Braun U, Heinze E, Muche R. (1996). Body composition in 5-18-y-old obese children and adolescents before and after weight reduction as assessed by deuterium dilution and bioelectrical impedance analysis. Am J Clin Nutr. 64(1):1-6.