

## A comparison between two methods of measuring total fat in the Iranian soldiers

J. Rahmani<sup>1</sup>, MS. Yekaninejad<sup>2</sup>, AR. Dorosty-Motlagh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Community Nutrition, School of Nutritional Sciences and Dietetics, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>2</sup>Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Corresponding Address: Ahmad Reza Dorosty Motlagh, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Tel: +98-21-88955569, Email: dorostim@tums.ac.ir

Received: 24 Aug 2016; Accepted: 1 Dec 2016

### \*Abstract

**Background:** Constant checkup and control of body fat mass is an important parameter for the health and efficiency of individuals in any society. This parameter is especially crucial in army soldiers since physical fitness is a key role in reaching high physical performance, health, and survival in war.

**Objective:** This study was designed to compare two methods of measuring fat, the method of circumference-based military equations (CBEs) to estimate body fat mass compared to the method of skinfold thickness-based equation (SBE) in Iranian soldiers.

**Methods:** This cross-sectional study was conducted on 246 Iranian soldiers were recruited in Tehran (2016). Height, waist, and neck circumference were measured and the total body fat mass was calculated using CBEs. Then, the results of using Pierson's correlation and Bland-Altman methods were compared with Jackson and Pollock's skinfold thickness measurement.

**Findings:** The total body fat mass of the soldiers using CBEs was  $18.94 \pm 6.30\%$  and using Jackson and Pollock's skinfold thickness formula was  $17.43 \pm 4.45\%$ . The correlation between the two methods was  $r=0.984$  and SEE was 1.1% ( $P<0.001$ ).

**Conclusion:** The more body fat makes the error waist circumference greater. The error is so much that don't use this method to measure fat.

**Keywords:** Body Fat, Skinfold thickness, Circumference-based military equations, Bland-Altman

**Citation:** Rahmani J, Yekaninejad M, Dorosty Motlagh A. A comparison between two methods of measuring total fat in the Iranian soldiers. J Qazvin Univ Med Sci. 2017; 21 (1): 53-60.

## مقایسه دو روش سنجش چربی در سربازان ایرانی

جمال رحمانی<sup>۱</sup>، دکتر میرسعید یکانی‌نژاد<sup>۲</sup>، دکتر احمدرضا درستی مطلق<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> دانشکده علوم تغذیه و رژیم‌شناسی دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

<sup>۲</sup> دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

آدرس نویسنده مسؤل: تهران، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تلفن ۸۸۹۵۵۹۷۵-۰۲۱  
تاریخ دریافت: ۹۵/۶/۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۹/۱۱

### \*چکیده

**مقدمه:** پایش میزان چربی بدن و کنترل آن، عاملی مهم در بررسی سلامت و کارایی افراد می‌باشد. این عامل در سربازان اهمیت ویژه‌ای می‌یابد چرا که تناسب جسمانی نقش کلیدی در عملکرد بهتر، سلامتی و حفظ جان آن‌ها در میدان نبرد دارد.

**هدف:** این مطالعه به منظور مقایسه دو روش سنجش چربی؛ روش مبتنی بر اندازه‌گیری محیطی ارتش (CBEs) برای برآورد چربی بدن و روش چین پوستی (SBE) در سربازان ایرانی انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** این مطالعه مقطعی-تحلیلی بر روی ۲۴۶ سرباز ایرانی در سال ۱۳۹۵ در تهران انجام شد. قد، دور کمر و دور گردن سربازان اندازه‌گیری و میزان چربی کل بدن آن‌ها به روش اندازه‌گیری محیطی ارتش محاسبه شد. سپس به روش همبستگی پیرسون و بلاند این مقادیر با مقادیر حاصل از اندازه‌گیری چین پوستی جکسون و پولاک مقایسه شد.

**یافته‌ها:** میزان چربی کل بدن در سربازان به روش مبتنی بر اندازه‌گیری محیطی ارتش  $18/94 \pm 6/30$  درصد که این میزان در روش چین پوستی سه نقطه‌ای جکسون و پولاک برابر  $17/43 \pm 4/45$  درصد بود. میزان همبستگی دو روش برابر  $r=984$  و میزان خطای استاندارد میانگین برابر  $1/1\%$  بود ( $P < 0/001$ ).

**نتیجه‌گیری:** هرچه میزان چربی بدن افراد بیش‌تر می‌شود میزان خطای روش دور کمر زیاده‌تر می‌گردد. خطا به‌حدی است که نمی‌شود از این روش برای سنجش چربی افراد استفاده کرد.

**کلیدواژه‌ها:** چربی بدن، چین پوستی، اندازه‌گیری محیطی ارتش، بلاند-آلمن

### \*مقدمه:

بیماری‌های عصبی و روانی و برخی از سرطان‌ها اشاره کرد.<sup>(۱-۱۴)</sup> این موضوع در سنین نوجوانی و جوانی بیش‌تر حائز اهمیت است؛ چرا که مطالعه‌ها بیان می‌کنند که بروز اضافه وزن و چاقی در این سنین با ۵۰ درصد از بروز چاقی و عوارض آن در بزرگسالی ارتباط مستقیم دارند.<sup>(۱۵-۲۰)</sup> از طرفی مبحث اضافه وزن و چاقی در نیروهای نظامی جایگاه ویژه‌ای دارد؛ زیرا علاوه بر

طی دهه‌های اخیر چاقی و اضافه وزن رو به افزایش بوده و سازمان جهانی بهداشت شیوع آن را در زنان کشورهای خاورمیانه ۵۴ درصد و در مردان ۳۱ درصد گزارش داده که سالانه باعث مرگ ۱۵۰۰۰۰ نفر می‌شود.<sup>(۱-۶)</sup> میزان اضافه وزن و چاقی در ایران نیز افزایش یافته است.<sup>(۷-۹)</sup> از عوارض چاقی و اضافه وزن می‌توان به دیابت نوع ۲، بیماری‌های قلبی-عروقی،

مکدونالد و همکاران در سال ۲۰۱۶ با بررسی ۸۲ مرد و ۶۶ زن به مقایسه سه روش بیوالکتریک، DEXA و روش اندازه‌گیری محیطی پرداختند و در پایان بیان کردند تمامی روش‌ها برای محاسبه چربی کل بدن مورد اطمینان و قابل استفاده می‌باشند، اما روش اندازه‌گیری محیطی میزان چربی کل را ممکن است ۰/۹۹ درصد نسبت به روش DEXA بیش‌تر تخمین بزند.<sup>(۲۷)</sup>

یکی از روش‌های مبتنی بر اندازه‌گیری محیطی، روشی است که توسط گروه دفاعی امریکا (DOD) فرمول‌نویسی و توسعه داده شد که براساس اندازه‌گیری قد، دور گردن و دور شکم به تخمین میزان چربی کل بدن می‌پردازد.<sup>(۲۸)</sup> این روش برای سربازان ارتش امریکا اعتبارسنجی شد. با توجه به تفاوت‌های نژادی، سبک زندگی و تأثیر آن بر ترکیب و تناسب بدنی افراد نیاز است تا این روش با روشی از قبل استاندارد شده در جامعه ایرانی مورد اعتبارسنجی قرار گیرد و در صورت اعتبار بتوان از آن در ارتش ایران بهره برد. هدف این مطالعه اعتبارسنجی روش مبتنی بر اندازه‌گیری محیطی با استفاده از سنجش ضخامت چین پوستی به عنوان روش معیار در سربازان ایرانی می‌باشد.

#### \*مواد و روش‌ها:

این مطالعه مقطعی - تحلیلی در اردیبهشت ماه ۱۳۹۵ بر روی ۲۴۶ سرباز مرد در یکی از پادگان‌های ارتش به صورت خوشه‌ای از گروهان‌ها انجام شد. وزن با دقت ۱۰۰ گرم با کمینه لباس، بدون کفش با استفاده از ترازوی سکا (ساخت آلمان) و قد بدون کفش در حالت ایستاده، در حالی که تمام بدن در یک راستا و نگاه به سمت جلو باشد با کمک قدسنج سکا با دقت ۰/۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری و ثبت شد.

برای محاسبه چربی کل بدن از نواحی دور گردن و دور شکم به وسیله متر استاندارد سکا و با دقت ۰/۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری به عمل آمد. اندازه‌گیری دور گردن نمونه‌ها از وسط ارتفاع گردن (بین مهره‌های گردن در

پيامدهای ذکر شده، تناسب اندام و آمادگی جسمانی یک نکته کلیدی برای داشتن کارایی بالا، چابکی و حفظ جان در میدان نبرد می‌باشد.<sup>(۲۱)</sup> تناسب اندام و ترکیب بدن در توانایی و کارایی نظامیان نقش مؤثری دارد.<sup>(۲۲)</sup> سازمان جهانی بهداشت براساس مطالعه‌ها، حداکثر و حداقل میزان چربی بدن را که سلامتی را به مخاطره نمی‌اندازد در مردان ۵ تا ۲۵ بیان کرده است. این میزان برای گروه سنی ۲۱ تا ۲۷ سال مردان در ارتش ۲۲ درصد در نظر گرفته شده است.<sup>(۲۳)</sup>

تاکنون راه‌های اندازه‌گیری مختلفی برای سنجش چربی کل بدن بیان شده که روش استاندارد آن، توزین وزن بدن در زیر آب در نظر گرفته شده است.<sup>(۲۲)</sup> روش‌هایی چون توزین زیر آب و سنجش تراکم استخوان (DEXA; Dual energy x-ray absorptiometry) به علت هزینه‌بر و زمان‌گیر بودن کم‌تر مورد استفاده قرار گرفته و در شرایط اپیدمیولوژیک کاربرد وسیعی ندارند.<sup>(۲۴)</sup> روش‌هایی مانند اندازه‌گیری ضخامت چین پوستی، روشی است که کاربرد نسبتاً وسیع‌تری یافته و جکسون و همکاران در سال ۱۹۸۵ ارایه کردند که نیاز به دقت زیادی در اندازه‌گیری داشته و وقت‌گیر می‌باشد. یکی از سریع‌ترین روش‌های اندازه‌گیری چربی بدن روش مبتنی بر اندازه‌گیری‌های محیطی می‌باشد. فرمول‌های متنوعی بر این اساس در مورد نژادها و جنسیت‌های مختلف تبیین و به مقایسه با دیگر روش‌ها پرداخته است. بابکوک و همکاران به اعتبارسنجی و مقایسه دو روش مبتنی بر اندازه‌گیری محیطی نیروی دریایی و نیروی هوایی امریکا در مقابل روش چین پوستی در ارتش پرداخته و مشاهده کردند که این روش‌ها میزان چربی کل بدن را بیش‌تر بیان می‌کند.<sup>(۲۵)</sup>

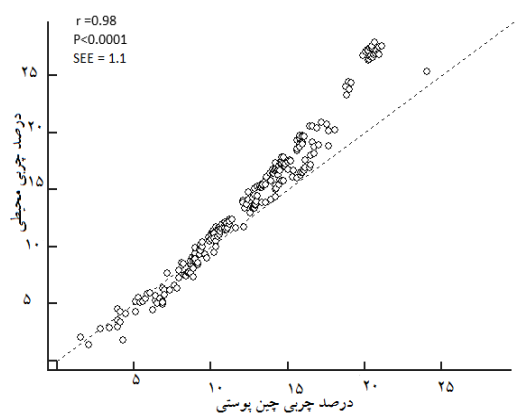
مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۵ با بررسی ۲۳ سرباز امریکایی و با مقایسه روش مبتنی بر دور کمر در مقابل روش DEXA، مشاهده کرد که میزان همبستگی دو روش بسیار منفی بوده و روش مبتنی بر اندازه‌گیری محیطی میزان چربی کلی بدن را بیش‌تر بیان می‌کند.<sup>(۲۶)</sup>

### جدول ۱- میانگین سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی سربازان (۲۴۶ نفر)

| متغیر                           | میانگین     |
|---------------------------------|-------------|
| سن (سال)                        | ۲۴±۱/۵۲     |
| قد (سانتی‌متر)                  | ۱۷۹/۱۱±۶/۴۲ |
| وزن (کیلوگرم)                   | ۷۶/۹۳       |
| شاخص توده بدنی (وزن / مجذور قد) | ۲۳/۹۳       |

در این مطالعه چربی کل بدن حاصل از روش چین پوستی ۱۷/۴۳ درصد برآورد شد که در روش اندازه‌گیری محیطی برابر ۱۸/۹۴ درصد بود. نمودار اسکاتر بیان‌گر میزان همبستگی بین چربی کل بدن اندازه‌گیری شده CBEs در برابر SBE می‌باشد. میزان همبستگی مثبت و برابر  $r=0/98$  بود که نشان‌دهنده رابطه معنی‌داری است ( $P<0/001$ ) (نمودار شماره ۱).

### نمودار ۱- مقایسه چربی کل بدن حاصل از اندازه‌گیری‌های محیطی و چین پوستی



میانگین حاصل از چربی کل محاسبه شده در دو روش در مقابل تفاوت اندازه‌گیری دو روش در نمودار بلاند التمن در مقابل هم رسم شد. در این نمودار محدوده ۹۵ درصد اطمینان با حد بالای ۲/۶ درصد و حد پایین ۵/۶- درصد مشخص گردید. این نمودار برای ۲۴۶ سرباز مورد مطالعه رسم و دارای بایاس ۱/۵۱- درصد می‌باشد. خطای ممکنه به روش (خطای ممکنه  $\pm$  انحراف معیار  $\times 2$ ) محاسبه شد (نمودار شماره ۲).

پشت تا زیر غده تیروئید در جلوی گردن) به طوری که متر مدرج عمود بر محور گردن و درست زیر برجستگی حنجره (سیب ادم) قرار گرفت و اندازه دور شکم نیز با استفاده از متر نواری غیرقابل ارتجاع و در وسط فاصله بین آخرین دنده و تاج استخوان خاخره انجام و سپس با استفاده از فرمول، چربی کل بدن محاسبه شد.

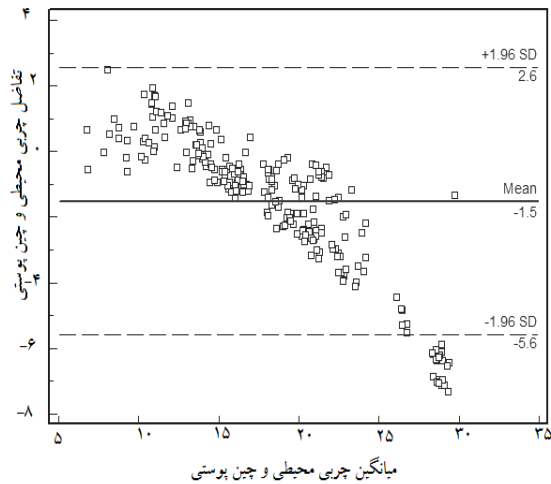
چین پوستی با استفاده از کالیپر استاندارد سکا با دقت ۰/۱ سانتی‌متر با رعایت اصول بیان شده توسط انجمن ورزشی پزشکی آمریکا اندازه‌گیری شد.<sup>(۲۹)</sup> سنجش چین پوستی در سه ناحیه شکم، عضله سه سر و سوپراپیلیاک مورد سنجش قرار گرفته و سپس با استفاده از فرمول سه نقطه‌ای جاستین پولاک چربی کل بدن محاسبه شد. این روش چربی زیرجلدی در ۳ ناحیه مشخص از بدن را اندازه‌گیری و با فرمول خاص و از پیش تعیین شده چربی بدن را محاسبه می‌کنند.

میزان همبستگی چربی کل بدن به روش اندازه‌گیری محیطی (CBEs) و ضخامت چین پوستی (SBE) با روش پیرسون محاسبه و مقادیر به دست آمده معنی‌دار بود ( $P<0/001$ ). میزان همبستگی به وسیله نمودار بلاند التمن مورد بررسی قرار گرفت. به طوری که میانگین مقادیر به دست آمده از دو روش در مقابل اختلاف این مقادیر رسم شد. در محاسبه توافق میزان حد اطمینان ۹۵ درصد و حد خطا ( $2 \times \text{خطا} \pm \text{انحراف معیار}$ ) در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS ۲۳ و آزمون بلاند التمن انجام گردید.

### \* یافته‌ها:

سن سربازان بین ۲۱ تا ۲۸ و با میانگین  $24 \pm 1/5$  سال بود. افراد دارای تحصیلات کارشناسی و کارشناسی ارشد بودند که میانگین اندازه‌گیری‌های حاصل از سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی ۲۴۶ سرباز مورد بررسی بیان شد (جدول شماره ۱).

## نمودار ۲- میانگین دو روش اندازه‌گیری شده چربی در مقابل میزان تفاوت این دو روش



از شاخص توده بدنی و دور کمر بوده، اما این روش‌ها همواره با کمبودهایی مواجه بوده‌اند از جمله این‌که هیچ‌کدام به ترکیب بدن و نقش چربی اضافی بدن در ایجاد بیماری‌ها توجه نکرده و نیاز است تا روشی مناسب و سریع جهت محاسبه چربی بدن اعتبارسنجی شود.

این مطالعه نشان داد روش مبتنی بر اندازه‌گیری محیطی می‌تواند میزان چربی کل بدن افراد را اضافه‌تر از آنچه واقعیت دارد نشان دهد و این روش برای اندازه‌گیری‌های چربی کل بدن مناسب نمی‌باشد. به‌خصوص در افراد با درصد چربی بالاتر، این روش اضافه گزارش بیش‌تری دارد.

در مطالعه‌ای مشابه در سربازان امریکایی با بررسی ۱۱۹۱ سرباز مرد، اضافه‌گویی و تخمین بالای چربی بدن توسط ۳ فرمول دیگر مبتنی بر اندازه‌گیری دور کمر در مقابل روش سنجش چین پوستی مشاهده و تأیید شد، البته جامعه مورد بررسی این مطالعه و مطالعه حاضر از لحاظ نژادی و سنی متفاوت بود.<sup>(۲۵)</sup> همچنین در مطالعه دیگری که توسط نامراتا در سال ۲۰۱۵ انجام گرفت با مقایسه روش مبتنی بر اندازه‌گیری دور کمر در برابر روش پلتیسموگرافی جابجایی هوا (ADP) مشاهده کرد که روش CBEs میزان چربی بدن را بیش‌تر گزارش می‌دهد که با نتایج ما همخوانی داشت، البته مطالعه آن‌ها با محدودیت شرکت‌کننده مواجه بود که این مشکل در مطالعه حاضر برطرف شد.<sup>(۳۰)</sup> علاوه بر این تخمین بیش‌تر و بالای میزان چربی بدن توسط روش مبتنی بر اندازه‌گیری محیطی، این روش در بیان میزان تغییرات درصد چربی کل بدن نیز دچار مشکل بوده، به طوری که جان اسپونا با مقایسه این روش با روش ADP مشاهده کرد که روش مبتنی بر اندازه‌گیری محیطی در اندازه‌گیری میزان تغییرات چربی بدن سربازان طی ۸ ماه فعالیت دچار تخمین بیش‌تر شده و میزان تغییرات چربی بدن را بیش از آنچه اتفاق افتاده بیان می‌دارد.<sup>(۳۱)</sup>

در مطالعه‌ای دیگر با بررسی ۱۴۸ نفر با محاسبه چربی بدنی افراد به سه روش بیوالکتریک، DEXA و

هرچه بر میزان درصد چربی سربازان افزوده می‌شود میزان اختلاف اندازه‌گیری دو روش هم افزایش می‌یابد. مطابق نمودار شماره ۲، به‌طور متوسط  $1/51 \pm$  درصد خطا در تخمین میزان چربی کل بدن در روش مبتنی بر اندازه‌گیری دور کمر دیده می‌شود. در محدوده ۹۵ درصدی توافق شاهد ۳ درصد خطا هستیم، این بدین معناست که وقتی روش اندازه‌گیری محیطی برای سنجش چربی سربازان انتخاب شود می‌توان انتظار ۳ درصد بیش‌تر و یا کم گزارش دهی داشت.

به طور کلی روش مبتنی بر اندازه‌گیری محیطی  $1/51 \pm 2/08$  درصد میزان چربی کل بدن را نسبت به روش چین پوستی بیش‌تر گزارش می‌کند. روش مبتنی بر اندازه‌گیری محیطی می‌تواند  $2/6$  درصد میزان چربی بدن را کم‌تر گزارش دهد (حد بالای نمودار) و یا می‌تواند میزان چربی کل بدن را  $5/6$  درصد بیش‌تر بیان نماید (حد پایین نمودار).

### \*بحث و نتیجه‌گیری:

بهترین روش پیش‌بینی خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی و سایر بیماری‌های ناشی از چاقی، استفاده

### \*سپاس‌گزاری:

بدین‌وسیله از دانشکده علوم تغذیه و رژیم‌شناسی دانشگاه علوم پزشکی تهران و نیروی زمینی ارتش جمهوری اسلامی ایران برای حمایت و کمک در انجام این تحقیق، تشکر و قدردانی می‌گردد. مجوز این طرح از کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی تهران اخذ گردید.

### \*مراجع:

1. Khatib O. Noncommunicable diseases: risk factors and regional strategies for prevention and care. *East Mediterr Health J* 2004; 10(6): 778-88.
2. Slevin E, Truesdale - Kennedy M, McConkey R, Livingstone B, Fleming P. Obesity and overweight in intellectual and non-intellectually disabled children. *J Intellect Disabil Res* 2014; 58(3): 211-20. doi: 10.1111/j.1365-2788.2012.01615.x.
3. World Health Organization. Obesity and overweight. Available at: [www.who.int](http://www.who.int) Updated in: 2013. Reference Source. 2014.
4. Devaux M, Sassi F. Social inequalities in obesity and overweight in 11 OECD countries. *Eur J Public Health* 2013; 23(3): 464-9. Doi: 10.1093/eurpub/ckr058.
5. Kelishadi R, Haghdoost AA, Sadeghirad B, Khajehkazemi R. Trend in the prevalence of obesity and overweight among Iranian children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Nutrition* 2014; 30(4): 393-400. doi: 10.1016/j.nut.2013.08.011.
6. Flegal KM, Carroll MD, Kit BK, Ogden CL. Prevalence of obesity and trends in the distribution of body mass index among US adults, 1999-2010. *JAMA* 2012; 307(5): 491-7. doi: 10.1001/jama.2012.39.
7. Esteghamati A, Etemad K, Koohpayehzadeh J, Abbasi M, Meysamie A, Noshad S, et al. Trends in the prevalence of

روش اندازه‌گیری محیطی مشاهده شد که اگرچه می‌توان از تمام روش‌ها بهره برد، اما روش اندازه‌گیری محیطی میزان چربی کل را ممکن است ۰/۹۹ درصد نسبت به روش DEXA اضافه تخمین بزند که تأییدکننده نتیجه مطالعه حاضر است.<sup>(۲۷)</sup>

روش اندازه‌گیری محیطی طی مطالعه حاضر دارای اختلافی بین ۲/۶ تا ۵/۶- در بیان میزان چربی واقعی بود که این میزان خطا ممکن است پیش‌بینی‌ها و برنامه‌ریزی‌های سلامت را دچار مشکل نماید به‌خصوص این که هر چه افراد مورد بررسی چاق‌تر بوده و میزان چربی بالاتری داشته باشند، روش اندازه‌گیری محیطی در محاسبه چربی آن‌ها بیش‌تر دچار خطا می‌گردد و میزان چربی و در ادامه خطر ابتلا به بیماری‌های مرتبط با چاقی را بیش‌تر تخمین می‌زند. از طرفی مطالعه‌های دفاع‌کننده از روش اندازه‌گیری‌های محیطی دلیل اصلی خود را سرعت و سهولت این روش می‌دانند و کم‌تر به دقت آن توجه کرده‌اند که باید توجه داشت که روش اندازه‌گیری علاوه بر سرعت نیازمند دقتی بالا می‌باشد، چرا که در غیر این صورت نتایج اشتباه و دور از واقعیت حاصل شده و دچار زیان‌های فراوان می‌گردد.<sup>(۳۲)</sup>

این مطالعه برای اولین بار در ایران انجام گرفته و از ویژگی‌های آن حجم نمونه مناسب و کافی، دقت زیاد در اندازه‌گیری‌ها و مقایسه روشی معتبر و استاندارد جهانی با روش اندازه‌گیری چربی بدن در نظامیان می‌باشد. از محدودیت‌های این مطالعه عدم اجازه استفاده از وسایل الکترونیکی و نوین چربی‌سنج در سطح محیط نظامی است. استفاده از روش مبتنی بر اندازه‌گیری محیطی در ارتش باعث می‌شود تعداد افراد زیادتری در رده افراد با درصد چربی بالا قرار گیرند و پیش‌بینی و برنامه‌ریزی‌های آینده را مختل نماید. بهتر است ارتش از روشی جایگزین مثل روش چین پوستی برای محاسبه چربی بدن سربازان خود استفاده کند که مطالعه‌های جدید و دقیق‌تر بیش‌تری می‌تواند این روابط را روشن‌تر نماید.

- diabetes and impaired fasting glucose in association with obesity in Iran: 2005-2011. *Diabetes Res Clin Pract* 2014; 103(2): 319-27. doi: 10.1016/j.diabres.2013.12.034.
8. Jafari-Adli S, Jouyandeh Z, Qorbani M, Soroush A, Larijani B, Hasani-Ranjbar S. Prevalence of obesity and overweight in adults and children in Iran; a systematic review. *J Diabetes Metab Disord* 2014; 13(1): 121. doi: 10.1186/s40200-014-0121-2.
9. Taheri F, Kazemi T, Chahkandi T, Namakin K, Zardast M, Bijari B. Prevalence of overweight, obesity and central obesity among elementary school children in Birjand, East of Iran, 2012. *J Res Health Sci* 2013; 13(2): 157-61.
10. Kanneganti TD, Dixit VD. Immunological complications of obesity. *Nature Immunol* 2012; 13(8): 707-12. doi: 10.1038/ni.2343.
11. Pedersen SD. Metabolic complications of obesity. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 2013; 27(2): 179-93. doi: 10.1016/j.beem.2013.02.004.
12. Tiwari S, Mishra M, Jadhav A, Gerger C, Lee P, Weber L, et al. The risk of heart failure and cardiometabolic complications in obesity may be masked by an apparent healthy status of normal blood glucose. *Oxid Med Cell Longev* 2013; 2013: 253657. doi: 10.1155/2013/253657.
13. Yezhelyev M, Duggal CS, Carlson GW, Losken A. Complications of latissimus dorsi flap breast reconstruction in overweight and obese patients. *Ann Plast Surg* 2013; 70(5): 557-62. doi: 10.1097/SAP.0b013e31827a2c02.
14. Black MH, Zhou H, Takayanagi M, Jacobsen SJ, Koebnick C. Increased asthma risk and asthma-related health care complications associated with childhood obesity. *Am J Epidemiol* 2013; 178(7): 1120-8. doi: 10.1093/aje/kwt093.
15. Mazur A, Matusik P, Revert K, Nyankovskyy S, Socha P, Binkowska-Bury M, et al. Childhood obesity: knowledge, attitudes, and practices of European pediatric care providers. *Pediatrics* 2013; 132(1): e100-8. doi: 10.1542/peds.2012-3239.
16. Dietz WH, Baur LA, Hall K, Puhl RM, Taveras EM, Uauy R, et al. Management of obesity: improvement of health-care training and systems for prevention and care. *Lancet* 2015; 385(9986): 2521-33. doi: 10.1016/S0140-6736(14)61748-7.
17. Mirmohammadi SJ, Hafezi R, Mehrparvar AH, Rezaeian B, Akbari H. Prevalence of overweight and obesity among Iranian school children in different ethnicities. *Iran J Pediatr* 2011; 21(4): 514-20.
18. Karnik S, Kanekar A. Childhood obesity: a global public health crisis. *Int J Prev Med* 2012; 3(1): 1-7.
19. Ek A. Early obesity: family-based risk factors and treatment interventions. Thesis 44-5, 2016.
20. Lobstein T, Jackson-Leach R, Moodie ML, Hall KD, Gortmaker SL, Swinburn BA, et al. Child and adolescent obesity: part of a bigger picture. *Lancet* 2015; 385(9986): 2510-20. doi: 10.1016/S0140-6736(14)61746-3.
21. Theus S. Factors influencing US army personnel meeting body mass index standards. 2011.
22. Okorodudu DO, Jumeau MF, Montori VM, Romero-Corral A, Somers VK, Erwin PJ, et al. Diagnostic performance of body mass index to identify obesity as defined by body adiposity: a systematic review and

- meta-analysis. *Int J Obes (Lond)* 2010; 34(5): 791-9. doi: 10.1038/ijo.2010.5.
23. Bathalon GP, McGraw SM, Sharp MA, Williamson DA. The effect of proposed improvements to the Army weight control program on female soldiers. *Mil Med.* 2006; 171(8): 800.
24. Morimoto A, Nishimura R, Sano H, Matsudaira T, Miyashita Y, Shirasawa T, et al. Gender differences in the relationship between percent body fat (%BF) and body mass index (BMI) in Japanese children. *Diabetes Res Clin Pract* 2007; 78(1): 123-5.
25. Babcock CJ, Kirby TE, McCarroll ML, Devor ST. A comparison of military circumference equations to skinfold-based equations to estimate body composition. *Mil Med* 2006; 171(1): 60-3.
26. Mitchell K. Agreement in the army's circumference measurements and dual-energy X-ray absorptiometry Thesis for MS degree, Central Washington University; 2015.
27. MacDonald EZ. Validity and reliability of a photographic method of assessing body composition. Thesis for MS degree, Brigham Young University; 2016.
28. Peterson DD. History of the U.S. navy body composition program. *Mil Med* 2015; 180(1): 91-6. doi: 10.7205/MILMED-D-14-00266.
29. Kaminsky LA, Medicine ACoS. ACSM's resource manual for guidelines for exercise testing and prescription1: Lippincott Williams & Wilkins; 2006. 224-7
30. Dave NJ. Body Composition of Reserve Officers Training Corps (ROTC) Cadets: a comparison across three techniques of measurement. Wright State University, Dayton, Ohio. 2015.
31. Schuna JM Jr, Hilgers SJ, Manikowske TL, Tucker JM, Liguori G. Evaluation of a Circumference-based Prediction Equation to Assess Body Composition Changes in Men. *Int J Exerc Sci* 2013; 6(3): 188-98.
32. Friedl KE. Body composition and military performance-Many things to many people. *J Strength Cond Res* 2012; 26 Suppl 2: S87-100. doi: 10.1519/JSC.0b013e31825ced6c.