

مقایسه درصد چربی بدن با شاخص‌های تن سنجی برای شناسایی سندروم متابولیک در نوجوانان تهرانی

منصوره رضایی خیرآبادی (MSc)^۱، گلاله اصغری (MSc)^۲، پروین میرمیران (PhD)^{۳*}، یداله محرابی (PhD)^۳، فریدون عزیزی (MD)^۳

- ۱- گروه تغذیه بالینی و رژیم درمانی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، انسستیتو تحقیقات تغذیه و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
- ۲- مرکز تحقیقات تغذیه و غدد درون ریز، پژوهشکده علوم غدد درون ریز و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
- ۳- گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

دریافت: ۹۲/۷/۲۸، اصلاح: ۹۲/۸/۱۵، پذیرش: ۹۲/۱۰/۱۵

خلاصه

سابقه و هدف: چاقی و سندروم متابولیک دوران نوجوانی به عنوان مجموعه‌ای از عوامل خطرساز بیماریهای قلبی عروقی با افزایش خطر دیابت نوع دو و بیماری قلبی عروقی در دوران بزرگسالی همراه است. هدف از این مطالعه مقایسه درصد چربی بدن و شاخص‌های تن سنجی برای شناسایی سندروم متابولیک و اجزاء آن در نوجوانان ۱۰ تا ۱۸ ساله تهرانی می‌باشد.

مواد و روشهای: این مطالعه مقطعی بر روی ۱۳۱ نوجوان از مراکز بهداشتی درمانی شهر تهران صورت گرفت. فشارخون، شاخص‌های بیوشیمیایی تری گلیسیرید، قند خون ناشتا و سطوح لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL-C)، درصد چربی بدن و شاخص‌های تن سنجی شامل قد، وزن، دورکمر، نمایه توده بدنی و نسبت دورکمر به قد مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: میانگین سن ۱۴.۵ ± ۲.۳ و ۱۳ ± ۲.۹ سال ($P=0.001$) و شیوع سندروم متابولیک $۳۲/۳$ و $۶/۵$ ٪ ($P=0.001$) به ترتیب در پسرها و دخترها بود. بعد از تعديل جنس و فعالیت بدنی بیشترین ارتباط برای سندروم متابولیک و هیپرتری گلیسیریدمی مربوط به دورکمر به ترتیب با ($CI=0.95$: $RR=6/27$) و $3/14$ ٪ ($P<0.05$: $CI=0.87-5/27$) و برای HDL-C پایین و پرفشاری خون مربوط به نمایه توده بدنی به ترتیب با نسبت شانس ($CI=0.95$: $RR=6/26$) و $1/27-4/0.2$ ٪ ($P<0.05$: $CI=0.87-4/0.2$) بود. با توجه به سطح زیر منحنی ROC، دورکمر بیشترین سطح زیر منحنی را برای سندروم متابولیک ($AUC=0.89$) و هیپرتری گلیسیریدمی ($AUC=0.88$) نشان داد، نمایه توده بدنی بیشترین سطح زیر منحنی را برای پرفشاری خون متابولیک ($AUC=0.78$) را نشان داد. دورکمر و نمایه توده بدنی هر دو بیشترین سطح زیر منحنی را برای HDL-C پایین نشان دادند متابولیک ($AUC=0.78$).

نتیجه گیری: مطالعه نشان داد که دورکمر و نمایه توده بدنی به همراه یکدیگر شاخص مناسبی برای شناسایی خطر سندروم متابولیک و اجزای آن در نوجوانان ۱۰ تا ۱۸ ساله می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: درصد چربی بدن، نمایه توده بدن، سندروم متابولیک، نوجوانان.

مقدمه

عروقی شامل چاقی، پرفشاری خون، تری گلیسیرید بالا و HDL-C پایین با مراحل اولیه آترواسکلروز عروق کرونر مرتبط است (عو5). در حالیکه برآوردهای اخیر شیوع ۲ تا ۹٪ سندروم متابولیک در میان نوجوانان آمریکایی را نشان می‌دهد (۷). در مطالعه قد و لبید تهران شیوع سندروم متابولیک تا ۳۰٪ در نوجوانان ایرانی گزارش شده است (۶). شیوع اضافه وزن در دانش آموزان ایرانی از ۱۲/۳٪ تا ۲۱/۹٪ گزارش شده است (۲۸). شواهد قابل توجهی در ارزیابی ارتباط بین چاقی و عوامل خطر متابولیکی شامل چاقی شکمی، اختلال در تنظیم قند

سندروم متابولیک، مجموعه‌ای از عوامل خطرساز بیماریهای قلبی عروقی، شامل پرفشاری خون، اختلالات چربی، افزایش قدخون و چاقی شکمی است (۱). سندروم متابولیک یک عامل خطر برای ابتلا به دیابت نوع دو و بیماریهای قلبی عروقی در افراد بالغ و همچنین در کودکان و نوجوانان است (۲). افزایش شیوع چاقی در کودکان با افزایش خطر بیماری‌های ناشی از چاقی در بزرگسالی از جمله بیماری‌های قلبی عروقی، دیابت، فشارخون و اختلال چربی خون همراه است (۳و۴). مطالعات در جوانان نشان داده است که عوامل خطر بیماریهای قلبی

۱- این مقاله حاصل پایان نامه منصوره رضایی خیرآبادی دانشجو رشته علوم تغذیه و طرح تحقیقاتی به شماره ۱۹۶ دانشگاه شهید بهشتی تهران می‌باشد.

* مسئول مقاله: دکتر پروین میرمیران

۲- تهران، اوین، جنب بیمارستان طالقانی، پلاک ۲۴، مرکز تحقیقات تغذیه و غدد درون ریز، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تلفن: ۰۲۱-۲۲۴۳۲۴۸۴

e-mail:mirmiran@endocrine.ac.ir

۱۱۳ محاسبه شده است که با در نظر گرفتن ۱۵ درصد ریزش نمونه معادل ۱۳۰ نفر به دست آمد (۲۱). در این مطالعه از اطلاعات ۱۳۴ نوجوان (۶۶ پسر و ۶۸ دختر) استفاده شد، و در نهایت ۱۳۱ نفر تمامی مرافق لازم مطالعه را طی نمودند که از این تعداد ۶۶ نفر پسر و ۶۵ نفر دختر بودند.

وزن با استفاده از ترازوی دیجیتال سکا ۷/۷ با دقت ۱/۰ کیلوگرم با حداقل پوشش اندازه گیری شد. قد با استفاده از متر نواری در وضعیت ایستاده، بدون کفش در حالیکه شانه ها در وضعیت عادی هستند با دقت ۱/۰ سانتی متر اندازه گیری شد. نمایه توده بدنی از طریق نسبت وزن به کیلوگرم به مربع قد بر حسب متر محاسبه شد. نسبت دورکمر به قد از تقسیم دورکمر به قد بر حسب سانتی متر به دست آمد. دورکمر با استفاده از متر نواری قابل ارجاع، در باریک ترین ناحیه با حداقل لباس و بدون هیچگونه فشار به سطح بدن با دقت ۱ سانتی متر اندازه گیری و ثبت شد. درصد چربی بدن به روش امپانس بیوالکتریکی (Bio-impedance Analysis (BIA)) Bodystat شرکت WC انجام ۱۵۰۰ توسط نرم افزار QuadScan ۴۰۰۰ و BIA بعد از ۵ ساعت ناشتابی شبانه با مثانه خالی اندازه گیری شد. در این روش، از افراد خواسته شد که هیچ گونه وسیله فازی و جواهرآلات همراه نداشته باشند و به مدت ۵ دقیقه قلی از شروع اندازه گیریها به حالت طاق باز بخوابند. دستگاه شامل چهار الکترود با سروپوش های قرمز و سیاه رنگ می باشد. اندازه گیریها از دست راست و پای راست انجام شد. الکترود با سروپوش سیاه رنگ به پشت زند زیرین در قسمت روی مچ دست وصل می شود و الکترود با سروپوش قرمز رنگ پشت دو انگشت وسط دست وصل شده و همچنین روی پا دو الکترود به ترتیب الکترود سیاه رنگ روی قوزک پا و الکترود قرمز رنگ پشت پنجه های پا وصل شد. مقاومت (Ω) (BFP) (Hertz) در این دستگاه ۵۰ بود و اندازه گیری های درصد چربی بدن (Body Fat Percent) ثبت شد. برای اندازه گیری فشارخون فرد مورد بررسی برای ۱۵ دقیقه در حالت نشسته بود، سپس پزشک کارآزموده فشارخون او را اندازه گیری نمود. برای این کار از دستگاه فشارسنج جیوه ای استاندارد که توسط انتستیوی استاندارد و تحقیقات صنعتی مدرج شده بود، استفاده شد. کاف فشارسنج بر بازوی راست و در راستای قلب قرار گرفته، فشار آن از زمان قطع صدای نیص رادیال ۳۰ میلی لیتر جیوه بالاتر برده شد. حداقل زمان بین این دو اندازه گیری ۳۰ ثانیه بوده و میانگین این دو فشارخون به عنوان فشارخون نهایی ثبت شد. فشارخون سیستولیک با شنیدن اولین صدا (فاز اول کرتکوف) تعیین شد و فشارخون دیاستولیک با ناپدید شدن این صدا (فاز پنجم کرتکوف) مشخص شد. نمونه خون سیاهرگی پس از ۱۲ تا ۱۴ ساعت ناشتابی، جهت اندازه گیری سطح گلوکز ناشتابی سرم (Fasting Plasma Glucose) (FPG) و لیپیدهای سرم شامل: تری گلیسرید (TGs) (Triglycerides) و HDL-C جمع آوری شد و نمونه های خونی پس از ۳۰ تا ۴۵ دقیقه از زمان جمع آوری سانتریفوژ شد. همه اندازه گیری های مربوط به چربی ها و گلوکز سرم در روز نمونه گیری با استفاده از اتوآنالیزور سلکترا ۲ و کیت های TGs و FPG (پارس آزمون، ایران) انجام شد. تری گلیسرید با استفاده از آزمون های رنگ سنجی آنزیمی با گلیسرول فسفات اکسیداز، FPG با استفاده از روش کالریمتریک آنزیماتیک و با تکیک گلوکز اکسیداز و HDL-C بعد از رسوب آپولیپوپروتئین B100 دارای لیپوپروتئین با فسفوتونگستیک اسید اندازه گیری شد. ضریب تعییرات درونی و بیرونی به ترتیب برای گلوکز سرم برای هر دو مورد ۲/۲، برای HDL-C ۲/۰ معادل

خون، اختلال لپید و پرفشاری خون در کودکان وجود دارد (۱۰۱-۹۰). تنها ۸/۸-۳/۶٪ از نوجوانان اروپایی فاقد هرگونه عامل خطر برای سندروم متابولیک هستند و ۳۵/۳-۲۰/۳٪ از آنها دارای سه عامل خطر یا بیشتر هستند (۱۱). علاوه بر این، افزایش نمایه توده بدنی در نوجوانان با دیابت نوع ۲ و بروز بیماری قلبی عروقی در بزرگسالان به طور جداگانه رابطه دارد (۱۴-۱۲ و ۱۶). با این حال مطالعات انجام شده در ارتباط با درصد چربی بدن به عنوان شاخص چاقی با عوامل خطر بیماریهای قلبی و عروقی محدود است (۱۶-۱۵).

مطالعه ای در سال ۲۰۰۶ نشان داد که میتوان به جای ارزیابی BMI به عنوان چاقی شکمی اضافی از اندازه گیری WC که شاخص بهتری از خطر اختلالات متابولیکی در کودکان در تمام سنین است، استفاده کرد (۱۷)، در صورتیکه در مطالعه دیگری BMI بهترین قدرت پیشگویی را برای شناسایی سندروم متابولیک و اجزاء آن نشان داد (۱۸). Barzin و همکاران نشان دادند که WC بهترین قدرت پیشگویی سندروم متابولیک دارد (۱۹)، در حالیکه اندازه گیریهای چاقی شکمی شامل WC و WHtR به BMI نسبت به پیشگویی کننده بهتری از سندروم متابولیک دوران بزرگسالی در نوجوانان پسر تهرانی می باشد (۲۰). نکته قابل توجه این است که اندازه گیری درصد چربی بدن به ترتیب برای پیشگویی چاقی شکمی، سندروم متابولیک، هیپertری گلیسیریدمی و HDL-C پایین اهمیت دارد (۲۱). با توجه به اینکه مطالعات در ارتباط با ارزش کاربرد شاخص های تن سنجی برای شناسایی سندروم متابولیک نتایج ضد و نقیضی را نشان داده است و شیوع سندروم متابولیک و عوامل خطرساز مرتبط با آن بالا است، مطالعه ای که بطور همزمان کاربرد درصد چربی بدن در کنار شاخص های تن سنجی برای شناسایی سندروم متابولیک در ایران بر روی نوجوانان را نشان دهد انجام نشده است، لذا این مطالعه به منظور بررسی ارتباط بین درصد چربی بدن، نمایه توده بدنی، دورکمر و نسبت دورکمر به قد با سندروم متابولیک و اجزاء آن در نوجوانان ۱۰ تا ۱۸ ساله انجام شد.

مواد و روشها

طی این مطالعه مقطعی نوجوانان مورد بررسی از میان خانوارهای زیر نظر مراکز بهداشتی درمانی شرق تهران (منطقه ۱۳) حوزه دانشگاه علوم پزشکی شهرید بهشتی که به این مراکز مراجعه می کردند و با هماهنگی و رضایت از والدین آنها در خصوص همکاری و شرکت نوجوان آنها در مطالعه که سن بین ۱۰ تا ۱۸ سال داشتند به صورت داوطلبانه انتخاب شده اند. نمونه ها در صورت رضایت به همکاری و دارا بودن سن بین ۱۰ تا ۱۸ سال کامل، عدم مصرف داروی تغییر دهنده متابولیسم قند و لپید و وجود بیماری مزمن با تشخیص پزشک از جمله بیماریهای قلبی عروقی، دیابت و پرفشاری خون وارد مطالعه شدند. شرکت کنندگان توسط پزشک آموزش دیده تحت معاینه فیزیکی قرار گرفتند تا افرادیکه دارای مشکل سلامتی هستند حذف شوند. افرادیکه دارای سایهه پزشکی اختلالات مزمن از جمله بیماریهای قلبی عروقی، کلیوی و مادرزادی بودند از مطالعه حذف شدند. پروتکل این مطالعه توسط کمیته اخلاق پژوهشکده علوم غدد درون ریز و متابولیسم وابسته به دانشگاه شهید بهشتی مورد تأیید قرار گرفت از والدین شرکت کنندگان رضایت نامه کتبی گرفته شد. با در نظر گرفتن فرمول زیر و جایگذاری $n=3$ ضریب همبستگی میان غلظت تری گلیسیرید و دورکمر میزان $HDL-C$ معادل

کای دو و آزمون دقیق فیشر استفاده شده است. از رگرسیون لجستیک برای بررسی ارتباط درصد چربی بدن، نمایه توده بدنی، دورکمر و نسبت دورکمر به قد با وجود سندروم متابولیک استفاده شد. از نسبت شانس و فاصله اطمینان ٪۹۵ برای گزارش ارتباط شاخص های تن سنجی و درصد چربی بدن با سندروم متابولیک و اجزاء آن استفاده شد. فاکتورهای مخدوشگر جنس و فعالیت بدنی در مدل ها تعدیل شدند. از منحنی های (ROC) جهت تعیین بیشترین قدرت تمایز بین شاخص های تن سنجی و درصد چربی بدن در ارتباط با سندروم متابولیک و اجزاء آن استفاده شد. داده ها توسط SPSS20 آنالیز و معنی دار در نظر گرفته شد. در صورت تشخیص سندروم متابولیک در نمونه ها به والدین آنها گزارش شد.

یافته ها

میانگین \pm انحراف معیار سن برای پسرها و دخترها به ترتیب 14.5 ± 2.3 و 13.0 ± 2.9 سال بود ($P=0.001$). به طور کلی میانگین فشار خون سیستولیک، فشار خون دیاستولیک، گلوکز سرم ناشتا، نسبت دورکمر به قد و فعالیت بدنی در پسرها بالاتر از دخترها بود ($P<0.05$), در حالیکه میانگین درصد چربی بدن و HDL-C در دخترها بالاتر بود ($P<0.05$). شیوع سندروم متابولیک در پسرها بیشتر از دخترها بود (32% در مقابل 25%). بر اساس طبقه بندی نمایه توده بدنی، پسرها چاق تر بودند (37% در مقابل 14%) در حالیکه دخترها بیشتر از اضافه وزن (وزن 18% در مقابل 14%) بودند (جدول ۱).

۰/۵ درصد و برای تری گلیسیرید سرم $1/6$ و $0/6$ درصد بود. نوجوانان توسط پژوهش فوق تخصص غدد و متابولیسم برای تعیین مرحله بلوغ معاینه فیزیکی شدند. از معیار Tanner برای درجه بندی بلوغ از یک تا پنج استفاده شد. به این صورت که درجه یک فنوتیپ کودکی (قبل از بلوغ) و درجه پنج فنوتیپ بزرگسالی می باشد (۲۲). بر اساس مطالعه Cook و همکاران (۲۳)، تشخیص سندروم متابولیک با حضور حداقل سه شاخص از شاخص های TG ناشتا بزرگتر یا HDL-C مساوی ۱۱۰ میلی گرم بر دسی لیتر ($1/34$ میلی مول بر لیتر)، دورکمر کوچکتر یا مساوی ۴۰ میلی گرم بر دسی لیتر ($1/04$ میلی مول بر لیتر)، دورکمر بزرگتر یا مساوی ۹۰ برای سن و جنس بر اساس منحنی های مرجع ملی (۲۴)، فشارخون سیستولیک و یا دیاستولیک بزرگتر یا مساوی صدک ۹۰ برای جنس، سن و قد بر اساس منحنی های مرجع ملی (۲۵) و FPG مساوی ۱۰۰ میلی گرم بر دسی لیتر ($5/55$ میلی مول بر لیتر)، بر اساس توصیه های انجمن دیابت آمریکا (۲۶). اضافه وزن بر اساس منحنی های استاندارد کودکان و نوجوانان ایرانی، نمایه توده بدنی بزرگتر یا مساوی صدک ۹۵ برای سن و جنس، در معرض خطر اضافه وزن نمایه توده بدنی بزرگتر یا مساوی صدک ۸۵ و کوچکتر از صدک ۹۵ برای سن و جنس، وزن طبیعی نمایه توده بدنی کوچکتر از صدک ۸۵ برای سن و جنس تعریف شد (۲۷).

از تست کولموگروف اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) برای نحوه توزیع متغیرها استفاده شد. جهت مقایسه بین دو جنس برای متغیرهای کمی با توزیع نرمال از آزمون تی و برای متغیرها با توزیع غیر نرمال از آزمون من ویتنی استفاده شد. جهت بررسی خصوصیات افراد شرکت کننده بین دو جنس از آزمون

جدول ۱. شاخص های تن سنجی و اجزای سندروم متابولیک در نوجوانان

P value	Dختر (n=۶۵) پسر (n=۶۶)	مشخصات
.۰۰۱	(۲۲/۳)۲۱	سندروم متابولیک (%)
.۰۱۳	(۵۴/۵)۳۶	هیپرتری گلیسیریدمی (%)
.۰۰۱	$14.6/9.4 \pm 12.9/2$	فشارخون سیستولیک (میلی متر جوہ)
.۰۰۱	$64/37 \pm 8/54$	فشارخون دیاستولیک (میلی متر جوہ)
.۰۴۸	(۲۱/۵)۱۴	برفشاری خون (%)
.۰۱۰	$90/25 \pm 8/4$	گلوکز سرم (میلی گرم بر دسی لیتر)
.۰۱۳	(۱۲/۱)۸	گلوکز سرم بالا (%)
.۰۰۱	$43/13 \pm 9/35$	HDL-C (میلی گرم بر دسی لیتر)
.۰۱۵	(۳۹/۴)۲۶	HDL-C پایین (%)
.۰۰۱	$24/34 \pm 5/20$	نمایه توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)
	(۴۲/۹)۲۹	وزن طبیعی (%)
.۰۰۶	(۱۸/۲)۱۲	اضافه وزن (%)
	(۳۷/۹)۲۵	چاق (%)
.۰۰۳	$26/6.0 \pm 8/97$	درصد چربی بدن (کیلوگرم)
.۰۶۳۱	(۶۰/۰)۳۹	درصد چربی بدن بالا (%)
.۰۰۷	$0/49 \pm 0/06$	نسبت دورکمر به قد
.۰۰۵۶	(۴۷/۰)۳۱	نسبت دورکمر به قد بالا
.۰۰۱	$40/35 \pm 38/24$	فعالیت بدنی (MET-hr/week)

MetS = metabolic syndrome; HDL-C = high-density lipoprotein cholesterol.

داده ها بر اساس درصد یا میانگین \pm یک انحراف معیار گزارش شده اند.

قبل از تعديل عوامل مخدوشگر سطح زیر منحنی (%) فاصله اطمینان) برای درصد چربی بدن با HDL-C پایین (۰/۰۶۲، ۰/۹۵٪ فاصله اطمینان: ۰/۵۱–۰/۷۲) و بعد از تعديل عوامل مخدوشگر (۰/۷۴، ۰/۹۵٪ فاصله اطمینان: ۰/۵۱–۰/۸۳) گزارش شد. قبل از تعديل عوامل مخدوشگر، دورکمر بیشترین سطح زیر منحنی را برای HDL-C پایین (P=۰/۰۰۱) و بعد از تعديل عوامل مخدوشگر، نمایه توده بدنی بیشترین سطح زیر منحنی را برای HDL-C پایین (P=۰/۰۰۱) نشان داد.

سطح زیر منحنی های ROC و ۹۵٪ فاصله اطمینان برای درصد چربی بدن، شاخص های تن سنجی و سندروم متابولیک و اجزاء آن در شکل ۱ نشان داده شده است.

بعد از تعديل جنس و فعالیت بدنی، دورکمر بیشترین سطح زیر منحنی را برای سندروم متابولیک (۰/۰۸۹) و هیپرتی گلیسیریدمی (۰/۰۸۸) داشت. نمایه توده بدنی بیشترین سطح زیر منحنی را برای پرفشاری خون (۰/۰۷۸) داشت. نمایه توده بدنی و دورکمر هر دو بیشترین سطح زیر منحنی را برای HDL-C پایین (P=۰/۰۷۸) داشتند (جدول ۳).

بعد از تعديل جنس و فعالیت بدنی نسبت شانس (۹۵٪ فاصله اطمینان) برای خطر سندروم متابولیک با درصد چربی بدن (۳/۶۹٪ ۹۵٪ فاصله اطمینان: ۰/۸۱–۰/۷۵) و برای هیپرتی گلیسیریدمی با درصد چربی بدن (۵/۵۷٪ ۹۵٪ فاصله اطمینان: ۰/۶۰–۰/۴۱) گزارش شد. خطر سندروم متابولیک (۲/۲۷٪ ۹۵٪ فاصله اطمینان: ۰/۱۴–۰/۹۴) و هیپرتی گلیسیریدمی (۳/۱۴٪ ۹۵٪ فاصله اطمینان: ۰/۲۷–۰/۵۷) در افراد با چاقی شکمی نسبت به افراد با دورکمر طبیعی افزایش یافت. هم چنین، بعد از تعديل جنس و فعالیت بدنی نسبت شانس (۹۵٪ ۹۵٪ فاصله اطمینان) برای خطر HDL-C پایین با درصد چربی بدن (۱/۹۵٪ ۹۵٪ فاصله اطمینان: ۰/۱۳–۰/۱۳) و برای پرفشاری خون با درصد چربی بدن (۱/۷۷٪ ۹۵٪ فاصله اطمینان: ۰/۰۰–۰/۱۳) گزارش شد. خطر HDL-C پایین (۲/۹۱٪ ۹۵٪ فاصله اطمینان: ۰/۱۷۳–۰/۴۹) و پرفشاری خون (۰/۲۶٪ ۹۵٪ فاصله اطمینان: ۰/۱۲۷–۰/۴۰) در افراد چاق نسبت به افراد با نمایه توده بدنی طبیعی افزایش یافت (جدول ۲). قبل و بعد از تعديل جنس و فعالیت بدنی، دورکمر بیشترین سطح زیر منحنی را برای سندروم متابولیک و هیپرتی گلیسیریدمی نشان داد (P=۰/۰۰۱).

جدول ۲. نسبت شانس (۹۵٪ فاصله اطمینان) برای شاخص های تن سنجی و درصد چربی بدن با سندروم متابولیک و اجزاء آن

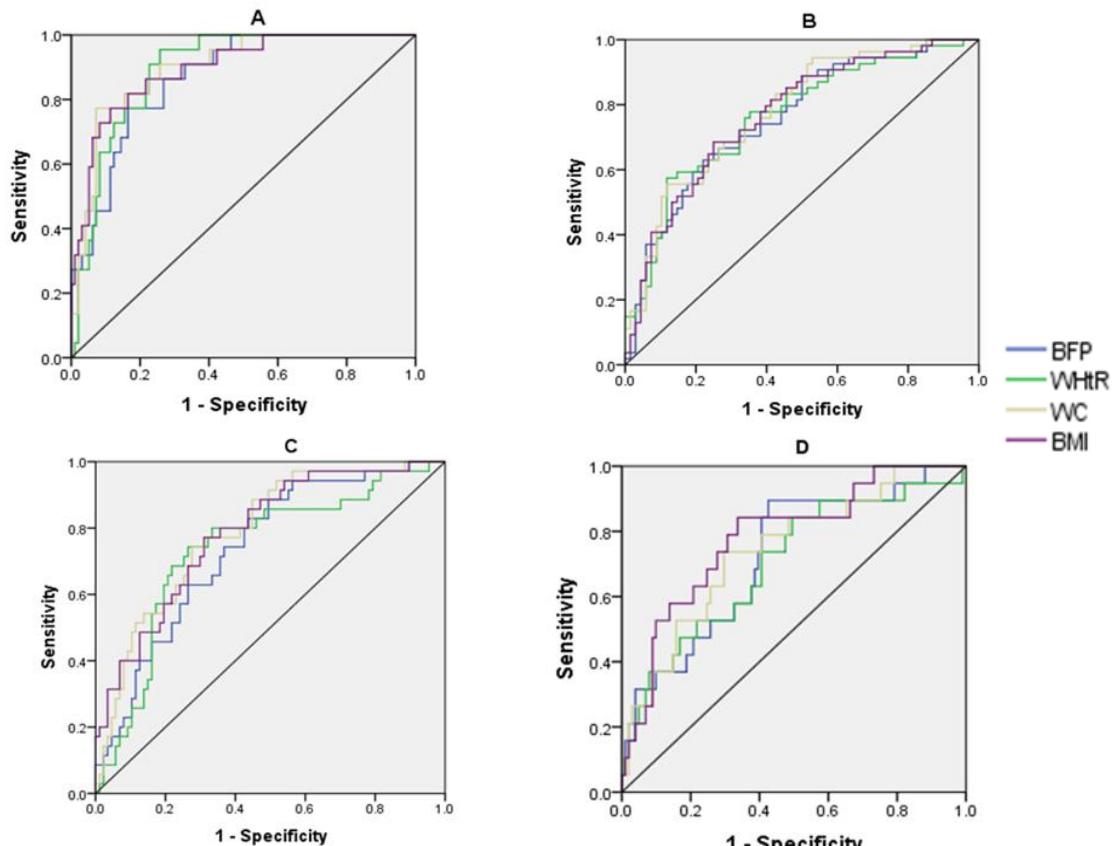
مشخصات	درصد چربی بدن	نسبت دورکمر به قد	دورکمر	نمایه توده بدنی	
سندروم متابولیک					
مدل ۱	۶/۲۷(۲/۸۴–۱۳/۸۲)	۷/۲۸(۳/۱۷–۱۶/۶۸)	۴/۱۶(۲/۲۰–۷/۸۶)	۲/۴۲(۱/۳۳–۴/۳۸)	
p-value	.۰۰۱	.۰۰۱	.۰۰۱	.۰۰۴	
مدل ۲	۵/۶۳(۲/۹۸–۱۲/۷۵)	۶/۲۷(۲/۶۳–۱۴/۹۴)	۳/۸۱(۱/۹۵–۷/۴۶)	۳/۶۹(۱/۸۱–۷/۵۱)	
p-value	.۰۰۱	.۰۰۱	.۰۰۱	.۰۰۱	
هیپرتی گلیسیریدمی					
مدل ۱	۲/۶۶(۱/۷۱–۴/۱۲)	۳/۱۰(۱/۹۲–۴/۹۹)	۲/۸۶(۱/۸۲–۴/۴۹)	۲/۰۷(۱/۳۵–۳/۱۵)	
P-value	.۰۰۱	.۰۰۱	.۰۰۱	.۰۰۱	
مدل ۲	۲/۵۷(۱/۶۳–۴/۰۷)	۳/۱۴(۱/۸۷–۵/۲۷)	۲/۷۰(۱/۷۰–۴/۲۹)	۲/۵۷(۱/۶۰–۴/۱۴)	
P-value	.۰۰۱	.۰۰۱	.۰۰۱	.۰۰۱	
HDL-C پایین					
مدل ۱	۳/۰۴(۱/۸۴–۵/۰۰)	۲/۹۷(۱/۸۱–۴/۸۷)	۱/۹۹(۱/۳۱–۳/۰۳)	۱/۷۰(۱/۰۹–۲/۶۶)	
P-value	.۰۰۱	.۰۰۱	.۰۰۱	.۰۰۱	
مدل ۲	۲/۹۱(۱/۷۳–۴/۹۰)	۲/۸۹(۱/۶۸–۴/۹۷)	۱/۷۸(۱/۱۶–۲/۷۳)	۱/۹۵(۱/۱۲–۳/۱۳)	
P-value	.۰۰۱	.۰۰۱	.۰۰۸	.۰۰۵	
قندخون ناشتاًی بالا					
مدل ۱	۰/۷۹(۰/۴۳–۱/۴۵)	۰/۸۷(۰/۴۸–۱/۵۹)	۰/۶۲(۰/۳۲–۱/۲۰)	۰/۷۷(۰/۴۳–۱/۳۸)	
P-value	.۰۴۵۵	.۰۶۶۹	.۰۱۵۸	.۰۳۹۴	
مدل ۲	۰/۷۳(۰/۳۹–۱/۳۹)	۰/۷۸(۰/۴۰–۱/۵۱)	۰/۵۹(۰/۳۰–۱/۱۳)	۰/۷۸(۰/۴۲–۱/۴۴)	
P-value	.۰۳۵۰	.۰۴۶۸	.۰۱۱۷	.۰۴۳۳	
پرفشاری خون					
مدل ۱	۲/۱۵(۱/۲۸–۳/۶۰)	۱/۹۰(۱/۱۵–۳/۱۱)	۱/۵۱(۰/۹۴–۲/۴۳)	۱/۳۴(۰/۸۰–۲/۲۶)	
P-value	.۰۰۴	.۰۱۱	.۰۰۸۲	.۰۲۶۳	
مدل ۲	۲/۲۶(۱/۲۷–۴/۰۲)	۱/۹۷(۱/۰۹–۳/۵۴)	۱/۵۸(۰/۹۳–۲/۶۸)	۱/۷۷(۰/۰۰–۳/۱۳)	
P-value	.۰۰۵	.۰۰۲۴	.۰۰۸۶	.۰۰۴۷	

HDL-C = high-density lipoprotein cholesterol; Model 1 = on adjusted for sex and physical activity; Model 2 = adjusted for sex and physical activity.

جدول ۳. سطح زیر منحنی ROC (٪ فاصله اطمینان) برای شاخص‌های تن سنجی و درصد چربی بدن با سندروم متابولیک و اجزاء آن

مشخصات				سندروم متابولیک	
درصد چربی بدن	نسبت دورکمر به قد	دورکمر	نمایه توده بدنی	Mdl ۱	P-value
•/۸۴۵(•/۷۷-•/۹۲)	•/۸۸۴(•/۸۲-•/۹۴)	•/۸۳۲(•/۷۵-•/۹۱)	•/۶۶۷(•/۵۴-•/۷۹)	•/۰۰۱	•/۰۰۱
•/۰۰۱	•/۰۰۱	•/۰۰۱	•/۰۰۱	•/۰۰۱	•/۰۰۱
•/۸۹۷(•/۸۲-•/۹۶)	•/۸۹۹(•/۸۳-•/۹۶)	•/۸۹۴(•/۸۳-•/۹۵)	•/۸۶۸(•/۷۹-•/۹۳)	•/۰۰۱	•/۰۰۱
•/۰۰۱	•/۰۰۱	•/۰۰۱	•/۰۰۱	•/۰۰۱	•/۰۰۱
هیپرتری گلیسیریدمی					
•/۷۴۷(•/۶۶-•/۸۳)	•/۷۷۰(•/۶۹-•/۸۵)	•/۷۵۱(•/۶۶-•/۸۳)	•/۶۶۶(•/۵۷-•/۷۶)	•/۰۰۱	•/۰۰۱
•/۰۰۱	•/۰۰۱	•/۰۰۱	•/۰۰۱	•/۰۰۱	•/۰۰۱
•/۷۷۰(•/۶۸-•/۸۵)	•/۸۸۱(•/۷۰-•/۸۶)	•/۷۶۶(•/۶۸-•/۸۵)	•/۷۵۹(•/۶۷-•/۸۴)	•/۰۰۱	•/۰۰۱
•/۰۰۱	•/۰۰۱	•/۰۰۱	•/۰۰۱	•/۰۰۱	•/۰۰۱
پایین HDL-C					
•/۷۴۹(•/۶۶-•/۸۳)	•/۷۵۹(•/۶۷-•/۸۴)	•/۶۹۳(•/۵۹-•/۷۸)	•/۶۱۹(•/۵۱-•/۷۲)	•/۰۰۱	•/۰۰۱
•/۰۰۱	•/۰۰۱	•/۰۰۱	•/۰۰۱	•/۰۰۱	•/۰۰۱
•/۷۸۸(•/۷۰-•/۸۷)	•/۷۸۹(•/۷۰-•/۸۷)	•/۷۳۷(•/۶۳-•/۸۳)	•/۷۳۸(•/۵۱-•/۸۳)	•/۰۰۱	•/۰۰۱
•/۰۰۱	•/۰۰۱	•/۰۰۱	•/۰۰۱	•/۰۰۱	•/۰۰۱
قندخون ناشتاپ بالا					
•/۵۵۱(•/۴۷-•/۷۲)	•/۵۳۵(•/۴۴-•/۷۲)	•/۶۰۳(•/۴۲-•/۷۷)	•/۶۰۵(•/۴۴-•/۷۶)	•/۰۰۱	•/۰۰۱
•/۰۴۵	•/۸۸۱	•/۲۲۵	•/۲۱۵	•/۰۰۱	•/۰۰۱
•/۵۹۱(•/۴۲-•/۷۵)	•/۵۷۷(•/۴۰-•/۷۵)	•/۶۱۹(•/۴۴-•/۷۹)	•/۵۸۵(•/۴۲-•/۷۴)	•/۰۰۲	•/۰۰۲
•/۳۰۲	•/۳۸۰	•/۱۷۵	•/۳۳۶	•/۰۰۲	•/۰۰۲
پرفشاری خون					
•/۷۲۴(•/۶۱-•/۸۲)	•/۷۱۸(•/۶۲-•/۸۱)	•/۶۳۴(•/۵۱-•/۷۵)	•/۵۷۶(•/۴۳-•/۷۲)	•/۰۰۱	•/۰۰۱
•/۰۰۱	•/۰۰۲	•/۰۵۷	•/۲۸۳	•/۰۰۱	•/۰۰۱
•/۷۸۰(•/۶۶-•/۸۹)	•/۷۳۹(•/۶۱-•/۸۶)	•/۷۰۱(•/۵۸-•/۸۳)	•/۷۲۲(•/۵۹-•/۸۴)	•/۰۰۱	•/۰۰۲
•/۰۰۱	•/۰۰۱	•/۰۰۶	•/۰۰۲	•/۰۰۱	•/۰۰۲

HDL-C = high-density lipoprotein cholesterol; Model 1 = on adjusted for sex and physical activity; Model 2 = adjusted for sex and physical activity



شکل ۱: منحنی های ROC برای درصد چربی بدن، نسبت دورکمر به قد، دورکمر و نمایه توده بدنی با سندروم متابولیک و اجزاء آن
 نمودار A : سندروم متابولیک، نمودار B : هیپرتری گلیسیریدمی، نمودار C : HDL-C پایین، نمودار D : پرفشاری خون

ارتباط با چاقی عمومی، دو مطالعه در ایران نشان داد که بین نمایه توده بدنی و تری گلیسیرید رابطه مستقیم وجود دارد (۴۱-۴۲). تری گلیسیرید افزایش یافته و دورکمر بیشترین ارتباط را با سندروم متابولیک نشان دادند (۴۰) که مشابه با یافته های این مطالعه می باشد. این یافته می تواند با این مکانیسم توجیه گردد که سطوح تری گلیسیرید پلاسمای در نوجوانان رابطه بسیار قوی با میزان چربی شکمی دارد (۴۳). تمام شاخص های تن سنجی رابطه بسیار قوی با سطوح پایین HDL-C نشان دادند (۴۲). اکثر مطالعات نشان داده اند که شاخص دورکمر در مقایسه با نمایه توده بدنی با HDL-C پایین ارتباط قویتر دارد (۴۸-۴۹). دور کمر و HDL-C پایین هر دو در کنار هم با سندروم متابولیک مرتبط هستند (۴۷). اگرچه Khosravi و همکاران گزارش کردند که بین نمایه توده بدنی و HDL-C رابطه معکوس وجود دارد (۴۱).

نتایج مذکور برای دور کمر مشابه یافته های این مطالعه است. در مورد پرفساری خون، نمایه توده بدنی بیشترین ارتباط را در این مطالعه نشان داده است. از میان شاخص های تن سنجی، Kaur و همکاران گزارش کردند که نمایه توده بدنی و دور کمر در ارتباط با فشارخون سیستولیک افزایش یافته مناسب تر هستند، در حالیکه نسبت دورکمر به قد در این زمینه کاربردی نیست (۴۴). در مقابل، در یک مطالعه متالیز، نسبت دورکمر به قد در دو جنس رابطه بسیار قوی با پرفساری خون نشان داد (۴۵). Zeelie و همکاران رابطه مثبت قابل توجهی را بین درصد چربی بدن و فشارخون سیستولیک گزارش کردند (۴۶). در کودکان چینی دورکمر رابطه قابل توجهی را با فشارخون نشان داد (۴۹). مشابه با مطالعه Menke و همکاران گزارش کردند که نمایه توده بدنی در مقایسه با دورکمر بیشترین ارتباط را با پرفساری خون دارد (۴۸). گزارش شده است که رابطه بین انسولین ناشتا و فشارخون تحت تأثیر اندازه بدن است که با نمایه توده بدنی مشخص می شود (۴۷). مقاومت به انسولین و هیپرأنسولینی در پاسخ به چاقی دوران کودکی در هر سنی ایجاد می شود (۴۸) و همچنین مقاومت به انسولین در ایجاد پرفساری خون نقش بسیار مهمی دارد (۴۹).

در این مطالعه امکان بررسی رابطه علت و معلوی بین شاخص های تن سنجی، درصد چربی بدن و سندروم متابولیک و اجزاء آن نبود. همچنین میزان اعتبار دستگاه BIA سنجیده و ارتباط سایر شاخص های تن سنجی مانند نسبت دورکمر به باسن با سندروم متابولیک بررسی نشد. از نقاط قوت این مطالعه می توان به بررسی رابطه همزمان شاخص های تن سنجی و درصد چربی بدن و همبستگی آن با سندروم متابولیک در نوجوانان به عنوان اولین مطالعه اشاره نمود. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که به کارگیری شاخص های دورکمر و نمایه توده بدنی با یکدیگر نسبت به استفاده جدایگانه آنها برای شناسایی خطر سندروم متابولیک و اجزاء آن در نوجوانان ۱۰ تا ۱۸ ساله مفیدتر باشد.

تقدیر و تشکر

بدینویسیله از افراد شرکت کننده در بررسی و پرسنل پژوهشکده علوم غدد درون ریز و متابولیسم دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تقدیر و تشکر می گردد.

بحث و نتیجه گیری

یافته های این مطالعه نشان داد که دورکمر بیشترین رابطه را با سندروم متابولیک و هیپرتری گلیسیریدی، نمایه توده بدنی بیشترین رابطه را با پرفشاری خون و نمایه توده بدنی و دورکمر هر دو با HDL-C پایین دارند. لذا نمایه توده بدنی و دورکمر هر دو در شناسایی خطر سندروم متابولیک و اجزاء آن در نوجوانان ۱۰ تا ۱۸ ساله مناسب است.

مطالعات مختلف نشان داده است که چاقی شکمی در کودکان و نوجوانان با میزان ابتلا به بیماری های مزمن رابطه دارد (۲۰-۲۸). در مطالعه حاضر دورکمر بیشترین رابطه را با سندروم متابولیک داشت. هم سو با مطالعه کتونی، اندازه گیری چاقی شکمی شامل نسبت دورکمر به قد و یا دورکمر به طور قابل توجهی با افزایش خطر اختلال لیپیدها، پرفشاری خون و هیپرگلیسمی در دختران و پسران نوجوان همراه بوده است (۲۸-۳۰). هم چنین در مطالعه قلبی، در نوجوانان پسر تهرانی ۱۱ تا ۱۸ ساله نسبت دورکمر به قد و دورکمر پیشگویی بهتری برای خطر سندروم متابولیک بزرگسالی نسبت به نمایه توده بدنی داشتند (۲۰). همچنین در مطالعه ای نشان داده شده که دورکمر در مقایسه با نسبت دورکمر به قد و نمایه توده بدنی رابطه قوی تری با عوامل خطر بیماری قلبی Elizondo-Montemayor و عروقی در کودکان یونانی دارد (۲۹). همکاران نیز گزارش کرده اند که شاخص دورکمر بیشترین ارتباط را با سندروم متابولیک نشان داده است (۳۰). مطالعه ای بر روی نوجوانان چاق نشان داد که عوامل خطر بیماری قلبی عروقی شامل HDL-C پایین و فشار خون سیستولیک بطور مستقیم با میزان چربی شکمی ارتباط دارد (۳۱). در مقابل، Jung و همکاران گزارش کردند که نمایه توده بدنی ارتباط بسیار قوی تری با سندروم متابولیک دارد (۳۲).

Lee و همکارانش گزارش کردند که شاخص های تن سنجی جهت شناسایی خطر سندروم متابولیک نسبت به اندازه گیری مستقیم چربی بدن مناسب تر است (۳۳). اندازه گیری چربی بدن توسط دستگاه آنالیز امپدانس بیوالکتریک میتواند به عنوان ابزاری مناسب در کلینیک ها جهت تعیین میزان چربی احتشامی ذخیره شده همراه با سندروم متابولیک مورد استفاده قرار گیرد (۳۴). Bhat و همکاران گزارش کردند که استفاده از دستگاه آنالیز امپدانس بیوالکتریک کالبیره شده جهت ارزیابی خطر بیماریهای مزمن در هندی ها نسبت به نمایه توده بدنی مناسب تر است (۳۵). Amani طی مطالعه خود نشان داده است که درصد چربی بدن و نمایه توده بدنی همبستگی بالایی با هم دارند (۳۶). گزارش شده است که حساسیت به انسولین و عوامل خطر بیماری قلبی عروقی با افزایش روند چاقی وخیم تر می شود بدون در نظر گرفتن اینکه کدام شاخص دور کمر یا نمایه توده بدنی برای شناسایی چاقی استفاده می شوند (۳۷).

هیپرتری گلیسیریدی با شاخص دورکمر بیشترین ارتباط را نشان داد. مشابه با یافته های مطالعه حاضر، Menke و همکاران نشان Sung می کنند که دور کمر در مقایسه با نمایه توده بدنی سندروم متابولیک را بهتر پیشگویی می کند (۴۸-۴۹). از میان شاخص های تن سنجی، نسبت دورکمر به قد رابطه قابل توجهی را با تری گلیسیرید در میان دانش آموزان ژاپنی نشان داد (۴۰). در

Comparison of Body Fat Percentage with Anthropometric Indices for Identification of Metabolic Syndrome in Tehranian Adolescents

M. Rezaei Kheirabadi (MSc)¹, G. Asghari (PhD)², P. Mirmiran (PhD)^{2*}, Y. Mehrabi (PhD)³, F. Azizi (MD)²

1. Department of Clinical Nutrition and Dietetic, Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
 2. Nutrition and Endocrine Research Center, Research Institute for Endocrine Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
 3. Department of Epidemiology, School of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
-

J Babol Univ Med Sci; 16(4); Apr 2014; pp: 25-34

Received: Oct 20th 2013, Revised: Nov 6th 2013, Accepted: Jan 5th 2014.

ABSTRACT

BACKGROUND AND OBJECTIVE: Adolescent obesity and metabolic syndrome (MetS) as a clustering of cardiovascular disease (CVD) are associated with adulthood type 2 diabetes mellitus and CVD. The aim of this study was to compare body fat percent (BFP) and anthropometric indices for identification of MetS and its components in Tehranian adolescents aged 10-18 years old.

METHODS: This cross-sectional study was conducted on 131 adolescents from Medical Health Centers of Tehran, Iran. Blood pressure, biochemical measurements including triglycerides (TGs), fasting plasma glucose (FPG) and high-density lipoprotein (HDL), BFP, and anthropometrics indices including height, weight, waist circumference (WC), body mass index (BMI), and waist to height ratio (WHtR) were evaluated.

FINDINGS: The mean \pm SD was 14.5 ± 2.3 and 13.0 ± 2.9 , ($p=0.001$) and the prevalence of MetS was %32.3 and %6.5, ($p=0.001$) in boys and girls, respectively. The highest odds ratio (OR) (95% CI) for MetS and hypertriglyceridemia after adjusting sex and physical activity were for WC, 6.27 (2.63-14.94; $p<0.05$) and 3.14 (1.87-5.27; $p<0.05$), respectively, and for low HDL-C and hypertension were for BMI, 2.91 (1.73-4.90; $p<0.05$) and 2.26 (1.27-4.02; $p=0.05$), respectively. Regarding area under ROC (Receiver Operating Characteristic) curve, WC had the highest for MetS (AUC=0.89) and hypertriglyceridemia (AUC=0.88); BMI had the highest for hypertension (AUC=0.78), and WC and BMI were both had the highest for low HDL-C (AUC=0.78).

CONCLUSION: It seems that both WC and BMI are appropriate indices to identify the risk of MetS and its components in adolescents aged 10 to 18 years old.

KEY WORDS: *Body fat percentage, Body mass index, Metabolic syndrome, Adolescents.*

Please cite this article as follows:

Rezaei Kheirabadi M, Asghari G, Mirmiran P, Mehrabi Y, Azizi F. Comparison of body fat percentage with anthropometric indices for identification of metabolic syndrome in Tehranian adolescents. J Babol Univ Med Sci 2014;16(4): 25-34.

* Corresponding Author; P. Mirmiran (PhD)

Address: No. 24, Nutrition and Endocrine Research Center of Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Talghani Hospital, Evin St., Tehran, Iran

Tel: + 98 21 22432484

E-mail: mirmiran@endocrine.ac.ir

References

1. Executive Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, And Treatment of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA* 2001;285(19):2486-97.
2. Salem Z, Vazirinejad R. Prevalence of the metabolic syndrome components among 7-11 year-old children in Rafsanjan, 2008. *Iran J Nutr Sci Food Technol* 2010;5(2):63-71. [in Persian]
3. Morrison JA, Friedman LA, Gray-McGuire C. Metabolic syndrome in childhood predicts adult cardiovascular disease 25 years later: the Princeton Lipid Research Clinics Follow-up Study. *Pediatrics* 2007;120(2):340-5.
4. Morrison JA, Friedman LA, Wang P, Glueck CJ. Metabolic syndrome in childhood predicts adult metabolic syndrome and type 2 diabetes mellitus 25 to 30 years later. *J Pediatr* 2008;152(2):201-6.
5. Dekkers JC, Podolsky RH, Treiber FA, Barbeau P, Gutin B, Snieder H. Development of general and central obesity from childhood into early adulthood in African American and European American males and females with a family history of cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr* 2004;79(4):661-8.
6. Esmaillzadeh A, Mirmiran P, Azadbakht L, Etemadi A, Azizi F. High prevalence of the metabolic syndrome in Iranian adolescents. *Obesity (Silver Spring)* 2012;14(3):377-82.
7. Cook S, Auinger P, Li C, Ford ES. Metabolic syndrome rates in United States adolescents, from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2002. *J Pediatr* 2008;152(2):165-70.
8. Hajian KO, Sajadi P, Rezvani A. prevalence of overweight and underweight among primary school children aged 7-12 years (Babol; 2006). *JBUMS* 2008;10(3):1-12.
9. Garnett SP, Baur LA, Srinivasan S, Lee JW, Cowell CT. Body mass index and waist circumference in midchildhood and adverse cardiovascular disease risk clustering in adolescence. *Am J Clin Nutr* 2007;86(3):549-55.
10. Agirbasli M, Agaoglu NB, Ergonul O, Yagmur I, Aydogar H, Oneri T, et al. Comparison of anthropometric indices in predicting metabolic syndrome components in children. *Metab Syndr Relat Disord* 2011;9(6):453-9.
11. Nadeau KJ, Maahs DM, Daniels SR, Eckel RH. Childhood obesity and cardiovascular disease: links and prevention strategies. *Nat Rev Cardiol* 2011;8(9):513-25.
12. Franks PW, Hanson RL, Knowler WC, Sievers ML, Bennett PH, Looker HC. Childhood obesity, other cardiovascular risk factors, and premature death. *N Engl J Med* 2010;362(6):485-93.
13. Baker JL, Olsen LW, Sørensen TIA. Childhood body-mass index and the risk of coronary heart disease in adulthood. *N Engl J Med*. 2007;357(23):2329-37.
14. Verbeeten K, Elks C, Daneman D, Ong K. Association between childhood obesity and subsequent Type 1 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Diabet Med* 2011;28(1):10-8.
15. Kehoe SH, Krishnaveni GV, Lubree HG, et al. Prediction of body-fat percentage from skinfold and bio-impedance measurements in Indian school children. *Eur J Clin Nutr* 2011;65(12):1263-70.
16. Kobayashi J, Murano S, Kawamura I, et al .The relationship of percent body fat by bioelectrical impedance analysis with blood pressure, and glucose and lipid parameters. *J Atheroscler Thromb* 2006;13(5):221-6.
17. McCarthy HD. Body fat measurements in children as predictors for the metabolic syndrome: focus on waist circumference. *Proc Nutr Soc* 2006;65(4):385-92.
18. Jung C, Fischer N, Fritzenwanger M, Figulla HR. Anthropometric indices as predictors of the metabolic syndrome and its components in adolescents. *Pediatr Int* 2009;52(3):402-9.
19. Barzin M, Hosseinpah F, Fekri S, Azizi F. Predictive value of body mass index and waist circumference for metabolic syndrome in 6-12-year-olds. *Acta Paediatr* 2011;100(5):722-7.

20. Barzin M, Asghari G, Hosseinpanah F, Mirmiran P, Azizi F. The association of anthropometric indices in adolescence with the occurrence of the metabolic syndrome in early adulthood: Tehran Lipid and Glucose Study (TLGS). *Pediatr Obes* 2013;8(3):170-7.
21. Knowles KM, Paiva LL, Sanchez SE, et al. Waist circumference, body mass index, and other measures of adiposity in predicting cardiovascular disease risk factors among peruvian adults. *Int J Hypertens* 2011;931402.
22. Tanner JM. Growth at adolescence: with a general consideration of the effects of hereditary and environmental factors upon growth and maturation from birth to maturity. 2nd ed. Oxford, England: Blackwell 1962; p: 325.
23. Cook S, Weitzman M, Auinger P, Nguyen M, Dietz WH. Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2003;157(8):821-7.
24. Kelishadi R, Gouya MM, Ardalani G, et al. First reference curves of waist and hip circumferences in an Asian population of youths: CASPIAN study. *J Trop Pediatr* 2007;53(3):158-64.
25. Kelishadi R, Ardalani G, Gheiratmand R, et al. Blood pressure and its influencing factors in a national representative sample of Iranian children and adolescents: the CASPIAN Study. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2006;13(6):956-63.
26. Genuth S, Alberti KG, Bennett P, et al. Follow-up report on the diagnosis of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2003;26(11):3160.
27. Kelishadi R, Ardalani G, Gheiratmand R, Adeli K, Delavari A, Majdzadeh R. Paediatric metabolic syndrome and associated anthropometric indices: the CASPIAN Study. *Acta Paediatr* 2006;95(12):1625-34.
28. Schwandt P, Bertsch T, Haas GM. Anthropometric screening for silent cardiovascular risk factors in adolescents: The PEP Family Heart Study. *Atherosclerosis* 2010;211(2):667-71.
29. Freedman DS, Kahn HS, Mei Z, et al. Relation of body mass index and waist-to-height ratio to cardiovascular disease risk factors in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr* 2007;86(1):33-40.
30. Elizondo-Montemayor L, Serrano-González M, Ugalde-Casas PA, Cuello-García C, Borbolla-Escobosa JR. Metabolic syndrome risk factors among a sample of overweight and obese Mexican children. *J Clin Hypertens (Greenwich)* 2010;12(5):380-7.
31. Caprio S, Hyman LD, McCarthy S, Lange R, Bronson M, Tamborlane WV. Fat distribution and cardiovascular risk factors in obese adolescent girls: importance of the intraabdominal fat depot. *Am J Clin Nutr* 1996;64(1):12-7.
32. Jung C, Fischer N, Fritzenwanger M, Figulla H. Anthropometric indices as predictors of the metabolic syndrome and its components in adolescents. *Pediatr Int* 2010;52(3):402-9.
33. Lee K, Song YM, Sung J. Which obesity indicators are better predictors of metabolic risk? Healthy twin study. *Obesity* 2008;16(4):834-40.
34. Ryo M, Maeda K, Onda T, et al. A new simple method for the measurement of visceral fat accumulation by bioelectrical impedance. *Diab Care* 2005;28(2):451-53.
35. Bhat DS, Yajnik CS, Sayyad MG, et al. Body fat measurement in Indian men: comparison of three methods based on a two-compartment model. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2005;29(7):842-8.
36. Amani R. Comparison between bioelectrical impedance analysis and body mass index methods in determination of obesity prevalence in Ahvazi women. *Eur J Clin Nutr* 2007;61:478-82.
37. Farin HM, Abbasi F, Reaven GM. Comparison of body mass index versus waist circumference with the metabolic changes that increase the risk of cardiovascular disease in insulin-resistant individuals. *Am J Cardiol* 2006;98(8):1053-6.
38. Menke A, Muntner P, Wildman RP, Reynolds K, He J. Measures of adiposity and cardiovascular disease risk factors. *Obesity* 2012;15(3):785-95.

- 39.Sung RY, Yu CC, Choi KC, et al. Waist circumference and body mass index in Chinese children: cutoff values for predicting cardiovascular risk factors. *Int J Obes (Lond)* 2007;31(3):550-8.
- 40.Hara M, Saitou E, Iwata F, Okada T, Harada K. Waist-to-height ratio is the best predictor of cardiovascular disease risk factors in Japanese schoolchildren. *J Atheroscler Thromb* 2002;9(3):127-32.
- 41.Khosravi AR, Akhavan TA, Golshadi I, et al. The relationship between weight and CVD risk factors in a sample population of central part of Iran (based on IHHP). *ARYA Atheroscler* 2012 Summer;8(2):82-9
- 42.Ghangerechi R, Razzaghy AM. Prevalence of metabolic syndrome in obese children and adolescents dole scents. *Med J Tabriz Univ Med Sci* 2010;32(3):57-61. [in Persian]
- 43.Syme C, Abrahamowicz M, Leonard GT, et al. Intra-abdominal adiposity and individual components of the metabolic syndrome in adolescence: sex differences and underlying mechanisms. *Arch Pediatr Adolescent Med* 2008;162(5):453-61.
- 44.Kaur P, Radhakrishnan E, Sankarasubbayan S, et al. A comparison of anthropometric indices for predicting hypertension and type 2 diabetes in a male industrial population of Chennai, South India. *Ethn Dis* 2008;18(1):31-6.
- 45.Lee CM, Huxley RR, Wildman RP, Woodward M. Indices of abdominal obesity are better discriminators of cardiovascular risk factors than BMI: a meta-analysis. *J Clin Epidemiol* 2008;61(7):646-53.
- 46.Zeelie A, Moss SJ, Kruger HS. The relationship between body composition and selected metabolic syndrome markers in black adolescents in South Africa: The PLAY study. *Nutrition* 2010;26(11-12):1059-64.
- 47.Cruz ML, Huang TT, Johnson MS, Gower BA, Goran MI. Insulin sensitivity and blood pressure in black and white children. *Hypertension* 2002;40(1):18-22.
- 48.Gower BA, Nagy TR, Goran MI. Visceral fat, insulin sensitivity, and lipids in prepubertal children. *Diabetes* 1999;48(8):1515-21.
- 49.He J, Klag MJ, Caballero B, Appel LJ, Charleston J, Whelton PK. Plasma insulin levels and incidence of hypertension in African Americans and whites. *Arch Intern Med* 1999;159(5):498-503.