

بررسی ارتباط مصرف میوه‌ها و سبزیجات قرمز، نارنجی و زرد رنگ با خطر بروز مقاومت به انسولین در بزرگسالان: مطالعه‌ی قند و لیپید تهران

سجاد خلیلی مقدم^۱، زهرا بهادران^۱، دکتر پروین میرمیران^۱، دکتر فریدون عزیزی^۲

- (۱) مرکز تحقیقات تغذیه و غدد درون‌ریز، پژوهشکده علوم غدد درون‌ریز و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
 (۲) مرکز تحقیقات غدد درون‌ریز، پژوهشکده علوم غدد درون‌ریز و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران، نشانی مکاتبه‌ی نویسنده‌ی مسئول: تهران، مرکز تحقیقات تغذیه و غدد درون‌ریز، پژوهشکده علوم غدد درون‌ریز و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دکتر پروین میرمیران؛ e-mail: mirmiran@endocrine.ac.ir

چکیده

مقدمه: مطالعات پیشین ارتباط بین انواع مختلف سبزیجات و میوه‌ها با دیابت را بررسی و ارتباط معکوسی بین دریافت کاروتونوئیدها و فلاونوئیدها و مقاومت به انسولین را گزارش کرده‌اند، اما در سطح جامعه مطالعه‌ای در ارتباط با انواع مختلف میوه‌ها و سبزیجات رنگی و مقاومت به انسولین انجام نگرفته است. مطالعه‌ی حاضر با هدف بررسی ارتباط بین سبزیجات و میوه‌جات قرمز، نارنجی و زرد رنگ با خطر مقاومت انسولین در بزرگسالان تهرانی طراحی شد. مواد و روش‌ها: این مطالعه طولی در قالب مرحله ۳ تا مرحله ۴ مطالعه‌ی قند و لیپید تهران بر روی ۹۴۰ بزرگسال بالاتر از ۱۹ سال انجام گرفت. ارزیابی دریافت‌های غذایی با استفاده از یک پرسشنامه‌ی نیمه‌کمی بسامدخوارک جمع‌آوری شد. در شروع مطالعه و پس از ۳ سال پی‌گیری، قند ناشتای سرم و انسولین سرم اندازه‌گیری شدند. از آزمون لجستک رگرسیون برای بررسی ارتباط زیر مجموعه‌ی میوه‌ها و سبزیجات با بروز مقاومت به انسولین استفاده شد. یافته‌ها: میانگین سن و نمایمی توده‌ی بدنه افراد شرکت‌کننده در مطالعه به ترتیب ۱۲/۱ ± ۱۲/۳ سال و ۴۰/۳ ± ۴/۴ کیلوگرم بر مترمربع بود. میانگین مصرف زیر مجموعه‌های میوه‌ها و سبزیجات به رنگ قرمز، صورتی، زرد، سبز، نارنجی و سفید، به ترتیب ۵۰/۳، ۱۷۲، ۱۰۸، ۱۰۴ و ۱۶ گرم در روز بود. بعد از ۳ سال پی‌گیری، مصرف بالای کل سبزیجات و میوه‌ها در مقایسه با مصرف پایین، با کاهش خطر مقاومت به انسولین همراه بود ($P=0/018$: $P=0/051$ =نسبت شانس). همچنین در بین زیرمجموعه‌های سبزیجات و میوه‌ها، زیرمجموعه‌های قرمز/صورتی ($P=0/048$: $P=0/011$: $P=0/047$ =نسبت شانس)، نارنجی ($P=0/001$: $P=0/034$ =نسبت شانس) و زرد ($P=0/011$: $P=0/047$ =نسبت شانس) با کاهش معنی‌دار خطر مقاومت به انسولین همراه بودند. نتیجه‌گیری: مصرف بیشتر میوه‌جات و سبزیجات قرمز/صورتی، زرد و نارنجی رنگ با کاهش خطر مقاومت به انسولین همراه است.

واژگان کلیدی: انسولین، شاخص مقاومت به انسولین، میوه‌ها، سبزیجات

دریافت مقاله: ۹۴/۱۰/۲۰ - دریافت اصلاحیه: ۹۵/۲/۵ - پذیرش مقاله: ۹۵/۳/۱۰

عادت‌های رژیم غذایی از مهم‌ترین عوامل خطر در پیشرفت مقاومت به انسولین می‌باشند. یافته‌ها نشان داده‌اند برخی عوامل رژیم غذایی مانند کربوهیدرات، فیبر، چربی و ریزمغذی‌ها ممکن است در بروز و گسترش مقاومت به انسولین نقش داشته باشند، با این وجود شواهد در این زمینه محدود است.^{۱-۳} الگوی رژیم غذایی سالم غنی از میوه‌ها و

مقدمه

مقاومت به انسولین و اختلال عملکرد سلول‌های بتا از عوامل مهم و موثر در پاتوژن بیماری‌های مزمن، نظری سندرومتابولیک، دیابت نوع ۲ و بیماری‌های قلبی و عروقی، شناخته شده‌اند.^{۱-۳} عوامل مربوط به سبک زندگی، به ویژه

(۱۳۹۰) مطالعه‌ی قند و لیپید تهران با داده‌های کامل تغذیه، تن‌سنگی، فعالیت فیزیکی و ارزیابی‌های بیوشیمیایی برای تحلیل انتخاب شدند. در این مطالعه، ۱۱۲۳ فرد که غلظت انسولین آن‌ها اندازه‌گیری شده بود انتخاب شدند، سپس برای اندازه‌گیری بروز مقاومت به انسولین، افرادی که در شروع مطالعه (مرحله سوم مطالعه قند و لیپید تهران) دارای مقاومت به انسولین بودند (۱۲۸ نفر) از مطالعه کنار گذاشته شدند. بنابراین، ۹۸۵ فرد بزرگسال بالای ۱۸ سال و بدون مقاومت به انسولین که در مرحله سوم، مطالعه‌ی قند و لیپید تهران شرکت کرده بودند، وارد مطالعه شدند. افرادی که کم‌گزارش‌دهی رژیم غذایی (انرژی دریافتی گزارش شده کمتر از ۸۰۰ یا بیشتر از ۴۲۰۰ کیلوکالری در روز)^{۱۰} (۲۸ نفر) داشتند یا فاقد اطلاعات تغذیه‌ای، تن‌سنگی و بیوشیمیایی بودند (۱۷ نفر)، از مطالعه خارج شدند. در پایان، اطلاعات مربوط به ۹۴۰ نفر وارد تحلیل شد.

اندازه‌گیری‌های دموگرافیک، شیوه‌ی زندگی و تن‌سنگی اطلاعات دموگرافیک (سن و جنس) در ابتدای مطالعه و پس از سه سال پی‌گیری توسط مصاحبه‌گرهای ماهر، به وسیله‌ی پرسشنامه‌های اعتبارسنگی مورد بررسی قرار گرفت. مصرف سیگار افراد با استفاده از مصاحبه به دست آمد، به این صورت که افراد اگر روزانه یا گاهی اوقات استعمال سیگار داشتند، به عنوان سیگاری و اگر سیگار نمی‌کشیدند به عنوان غیرسیگاری در نظر گرفته شدند. فعالیت بدنی با استفاده از پرسشنامه‌ای، شامل فهرستی از فعالیت‌های معمول روزانه‌ی زندگی، فراوانی، و زمان صرف شده در هر هفته برای فعالیت‌های سبک، متوسط، باشدت بالا و با شدت خیلی بالا، طی ۱۲ ماه گذشته ارزیابی شد. سطح فعالیت بدنی به صورت معادل متابولیک در دقیقه در هفته بیان شد. پایایی بالا و روایی نسبی برای پرسشنامه‌ی ترجمه شده به فارسی (MAQ^{۱۱}) در بزرگسالان تهرانی گزارش شد.^{۱۲}

وزن با استفاده از ترازوی دیجیتال و با محدوده ۱۰۰ گرم، در حالی که افراد دارای حداقل لباس و بدون کفش بودند و قد با استفاده از متر با محدوده ۵/۰ سانتی‌متر در حالت ایستاده و بدون کفش اندازه‌گیری شد. نمایه‌ی توده‌ی بدنی (BMI)، با استفاده از تقسیم وزن (کیلوگرم) بر محدوده قد (متر مربع) محاسبه شد. دور کمر در ناحیه‌ی دور ناف، با

سبزیجات مانند رژیم غذایی مدیترانه‌ای و رژیم (DASH)^{۱۳} ممکن است منجر به کاهش مقاومت به انسولین و بهبود اختلالات متابولیک شود.^{۱۴} همچنین رژیم غنی از فیبر، A، C، E، بتا کاروتین و لیکوپن موجود در میوه‌ها و سبزیجات نقش عمده‌ای در پیشگیری از مقاومت به انسولین و دیابت نوع ۲ دارد.^{۱۵} میوه‌ها و سبزیجات بر اساس رنگشان، دارای مقادیر متنوعی از کاروتونوئیدها، فلاونوئیدها، فیتوکمیکال‌ها و ویتامین‌ها می‌باشند.^{۱۶} بنابراین مطالعات جدید بیشتر بر روی پیامدهای سلامتی بخش بر اساس زیرمجموعه‌های میوه‌ها و سبزیجات تمرکز دارند.^{۱۷-۱۹} مطالعات پیشین نشان داده‌اند که میوه‌ها و سبزیجات سبز و سفید به طور معکوس با چاقی در مردان ارتباط دارند. و همچنین مجموعه‌های قرمز/صورتی منجر به کاهش وزن، گلوكز سرم و کلسترول تام در زنان می‌شوند.^{۲۰} بروز دیابت نوع ۲ که از مهمترین علل آن مقاومت به انسولین است، با افزایش مصرف میوه‌ها و سبزیجات، کاهش یافته بود.^{۲۱}

با توجه به اینکه مطالعه‌ای ارتباط بین زیرمجموعه‌های رنگی میوه‌ها و سبزیجات را با مقاومت به انسولین بررسی نکرده است، مطالعه‌ی حاضر با هدف بررسی ارتباط بین رنگ سبزیجات و میوه‌ها با خطر بروز مقاومت به انسولین با طول مدت ۳ سال پی‌گیری در بزرگسالان تهرانی طراحی شد.

مواد و روش‌ها

افراد مورد مطالعه

پژوهش حاضر توسط کمیته اخلاق پژوهشکده علوم غدد درون‌ریز و متابولیسم دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تأیید و با شماره SBMU.RIES.REC.۱۳۹۴/۲۷ ثبت رسیده است.

مطالعه‌ی کوهورت حاضر، در قالب مطالعه‌ی قند و لیپید تهران صورت گرفته است. مطالعه‌ی قند و لیپید تهران، مطالعه‌ای آینده‌نگر بر پایه‌ی جمعیت است که به منظور بررسی و پیشگیری از بیماری‌های غیر واگیر در منطقه‌ی ۱۳ تهران بر روی افراد با سن ۳ سال به بالا با فاصله‌ی تقریبی هر ۳ سال در حال اجرا است.^{۲۲}

در مطالعه‌ی حاضر، افراد بزرگسال (زن و مرد) شرکت‌کننده در مرحله سوم (۱۳۸۷-۱۳۸۴) و چهارم (۱۳۸۸-

ارزیابی قرار گرفته است.^۴ تکرر مصرف هر یک از مواد غذایی در طی سال گذشته به صورت روزانه، هفتگی، ماهانه و یا سالانه از افراد مورد مطالعه پرسش شد. به علت کامل نبودن جدول ترکیبات غذایی ایرانی، جدول ترکیبات مواد غذایی سازمان کشاورزی آمریکا (United State Department of Agriculture: USDA) جهت ارزیابی دریافت انرژی و مواد مغذی، مورد استفاده قرار گرفت.^۵

دسته‌بندی میوه‌ها و سبزیجات

دسته‌بندی‌های مختلفی برای مجموعه‌های سبزیجات و میوه‌های رنگی ارائه شده است.^{۱۲۶} در مطالعه حاضر، براساس رنگ سهم قابل خوردن موارد غذایی پرسشنامه بسامد خوراک، سبزیجات و میوه‌ها را به ۳ زیر گروه رنگی تقسیم کردیم. مجموعه‌ی قرمز و صورتی رنگ که شامل گوجه‌فرنگی، انار، پیاز قرمز، کلم قرمز، هندوانه، گیلاس، انجیر قرمز، انگور قرمز، گریپ‌فروت قرمز، انواع توت‌ها، توت فرنگی و آلو قرمز است. مجموعه‌ی نارنجی رنگ، شامل کدوتبل، هویج، میوه‌های خانواده مرکبات، گریپ‌فروت، طالبی، هلو، و آب پرتقال طبیعی است. مجموعه‌ی زرد رنگ شامل خربزه، سیب، آب طبیعی سیب، لیمو، گلابی، موز، زرد آلو، انگور و آلو است.^۶

تحلیل آماری داده‌ها

از نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۲۰ برای انجام تحلیل‌های آماری استفاده شد. میزان مصرف مجموعه‌های مختلف میوه‌ها و سبزیجات برای انرژی تعديل شد.^۷ مصرف مجموعه‌های سبزیجات و میوه‌ها، زیر گروه‌های قرمز/صورتی، نارنجی و زرد سه هکبندی شد. برای ارزیابی ویژگی‌های جمعیتی، اندازه‌گیری‌های تن‌سنجدی و بیوشیمیابی و همچنین دریافت غذایی افراد در دو گروه دارای مقاومت به انسولین و بدون مقاومت انسولینی، از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه (one-way analysis of variance) برای متغیرهای کمی و از آزمون کای‌دو برای متغیرهای کیفی استفاده شد. نسبت شانس (OR) و فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای مقاومت به انسولین با استفاده از آزمون رگرسیون لجستیک در سه هکهای دریافت مصرف مجموعه‌های سبزیجات و میوه‌ها، مجموعه‌های قرمز/صورتی، نارنجی و زرد با تعديل متغیرهای مخدوش‌گر، سن، جنس، نمایه‌ی

استفاده از متر با محدوده‌ی ۱/۰ سانتی‌متر بدون هیچ فشاری بر شکم و با حداقل لباس پوشیده، اندازه‌گیری شد.

ارزیابی‌های بیوشیمیابی

قد خون افراد شرکت‌کننده در مطالعه، پس از ۱۲-۱۴ ساعت ناشتاًی با استفاده از نمونه‌ی خون سیاهرگی، در ابتدای مطالعه (فاز سوم) و پس از ۳ سال پی‌گیری (فاز چهارم) اندازه‌گیری شد. نمونه‌های خون با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند و در همان روز با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر سلکترا ۲ (Vital scientific, Spanker, Netherlands) قرار گرفتند. قند خون ناشتا با استفاده از رنگ‌سنجدی آنژیمی و روش گلوکز اکسیداز اندازه‌گیری شد. همچنین غلظت انسولین سرم به وسیله‌ی روش الیزا در ابتدای مطالعه (فاز سوم) و پس از ۳ سال پی‌گیری (فاز چهارم) اندازه‌گیری شد. غلظت انسولین سرم به وسیله‌ی روش الیزا اندازه‌گیری شد. سپس نمایه‌ی مقاومت به انسولین (homeostatic model assessment of insulin resistance; HOMA-IR) با استفاده از تساوی

انسولین ناشتا (میکرومول بر میلی‌لیتر) × گلوکز ناشتا (میلی‌مول بر لیتر)

۲۲/۵

و نمایه‌ی عملکرد سلول‌های بتا-پانکراس (homeostatic model; assessment of beta cell function; HOMA-B) با استفاده از تساوی

انسولین (میکرومول بر میلی‌لیتر)

- ۳/۵ گلوکز ناشتا (میلی‌مول بر لیتر)

محاسبه شد.^{۱۲۷} در مطالعه حاضر، افرادی که در آن‌ها نمایه‌ی مقاومت به انسولین $\geq ۲/۲$ بود، به عنوان افراد دیابتی مقاوم به انسولین شناخته شدند.^۸

ارزیابی دریافت‌های غذایی

اطلاعات رژیم غذایی افراد، به وسیله‌ی یک پرسشنامه‌ی نیمه‌کهتی بسامد خوراک که حاوی ۱۶۸ ماده غذایی بود، توسط کارشناس تغذیه جمع‌آوری شد. روایی و پایایی پرسشنامه‌ی بسامد خوراک به کار رفته برای دریافت مجموعه‌های غذایی در جمعیت بزرگ سال ایرانی مورد

پی‌گیری به ترتیب ۱/۸۷ کیلوگرم بود. پس از تعديل کردن دریافت انرژی کل، میانگین دریافت کل سبزیجات و میوه‌ها، در مجموعه‌ی قرمز/صورتی، تارنجی و زرد رنگ به ترتیب برابر ۵، ۰۳، ۱۷۲، ۱۰۴ و ۱۰۴ گرم در روز برآورد شد.

در جدول ۱ اندازه‌گیری‌های جمعیتی، تن‌سنگی و بیوشیمیابی گزارش شده است. افراد دارای مقاومت به انسولین در ابتدای مطالعه و پس از ۳ سال پی‌گیری با احتمال بیشتری دارای سن و وزن بالاتری بودند ($P < 0.05$). همچنین میانگین غلظت قند سرم ناشتا، انسولین ناشستای سرم و نمایه‌ی مقاومت به انسولین در افراد دارای مقاومت به انسولین در ابتدای مطالعه و پس از ۳ سال پی‌گیری به طور معنی‌داری بیشتر بودند ($P < 0.05$).

توده‌ی بدنی، دور کمر (سانتی‌متر)، استعمال سیگار (استعمال سیگار، عدم استعمال)، فعالیت فیزیکی (معادل متابولیک- ساعت/هفته)، غلظت قند خون ناشتا، انسولین و انرژی دریافتی (بر حسب کیلوکالری در روز) محاسبه شد. برای محاسبه، ارزش p برای روند، ابتدا میانه‌ی هر سه‌هک محاسبه و سپس به صورت متغیر کمی در رگرسیون لجستیک قرار داده شد و ارزش p کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار تعریف شد.

یافته‌ها

میانگین سن و نمایه‌ی توده‌ی بدنی افراد در ابتدای مطالعه به ترتیب ۴۰/۳ کیلوگرم و ۲۶/۴ مترمربع، و همچنین میانگین افزایش وزن در طول مدت ۳ سال

جدول ۱- ویژگی‌های کلی افراد براساس ویژگی مقاومت به انسولین

متغیرها	بدون مقاومت به انسولین (۸۰۶ نفر)	دارای مقاومت به انسولین (۱۱۹ نفر)	مقدار P
سن (سال)	۴۰/۲ ± ۰/۴۲	۴۲/۰ ± ۰/۱	۰/۰۱۲
مرد (درصد)	۴۵/۲	۴۷/۵	۰/۶۴۵
فعالیت فیزیکی (معادل متابولیک در ساعت در هفته)	۴۷/۲ ± ۲۴/۳	۶۳/۵ ± ۲۳/۲	۰/۰۴۱
استعمال سیگار (درصد)	۱۲/۶	۹/۲	۰/۱۹۲
نمایه‌ی توده‌ی بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۶/۱ ± ۰/۲	۲۸/۹ ± ۰/۴	۰/۰۰۱
وزن (کیلوگرم)	۷۰/۷ ± ۰/۴	۷۷/۱ ± ۱/۰۷	۰/۰۰۱
در ابتدا	۷۲/۳ ± ۰/۴	۸۰/۱ ± ۱/۱	۰/۰۰۱
پس از ۳ سال	در ابتدا	۹۱/۲ ± ۱/۲	۰/۰۰۱
غلظت قند سرم (میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر)	۸۶/۸ ± ۰/۵	۱۰/۹ ± ۱/۶	۰/۰۰۱
در ابتدا	۹۲/۶ ± ۰/۶	۷۰/۱ ± ۰/۵	۰/۰۰۱
پس از ۳ سال	در ابتدا	۹/۸ ± ۰/۲	۰/۰۰۱
غلظت انسولین سرم (میکرومول بر میلی‌لیتر)	۷/۲ ± ۰/۱	۱۰/۷ ± ۰/۷	۰/۰۰۱
در ابتدا	۷/۵ ± ۰/۳	۲/۱ ± ۰/۰۵	۰/۰۰۱
پس از ۳ سال	در ابتدا	۴/۳ ± ۰/۷	۰/۰۰۱
HOMA-IR	۱/۵ ± ۰/۰۲	۱/۷ ± ۰/۰۲	
پس از ۳ سال	پس از ۳ سال		

داده‌ها به صورت میانگین±انحراف معیار هستند، به جز داده‌هایی که درصد آن‌ها ذکر شده است. از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه (one-way analysis of variance) برای متغیرهای کمی با تعديل سن، و از آزمون کایدو برای متغیرهای کیفی استفاده شد

انسولین یافت نشد. همبستگی بین دریافت برخی ویتامین‌ها و فیتوکمیکال‌ها با زیر گروه‌های مختلف میوه‌ها و سبزیجات در جدول ۳ گزارش شده است.

دربیافت غذایی افراد براساس بروز مقاومت به انسولین در جدول ۲ گزارش شد. تفاوت معنی‌داری بین دریافت غذایی افراد دارای مقاومت به انسولین با افراد قادر مقاومت به

جدول ۲- مصرف مواد غذایی افراد مبتلا و غیر مبتلا به مقاومت به انسولین

متغیرها	بدون مقاومت به انسولین (۸۰۶ نفر)	دارای مقاومت به انسولین (۱۱۹ نفر)	مقدار P
			مقدار
انرژی دریافتی (کیلوکالری در روز)	$2285 \pm 25/0$	$2271 \pm 64/0$.۰/۸۴۱
کربوهیدرات (درصد از انرژی)	$57/5 \pm 0/2$	$58/7 \pm 0/6$.۰/۰۶۲
پروتئین (درصد از انرژی)	$13/6 \pm 0/1$	$13/9 \pm 0/2$.۰/۱۳۱
چربی (درصد از انرژی)	$21/5 \pm 0/2$	$29/9 \pm 0/6$.۰/۰۵۰
میوه‌ها (گرم در روز)	$366 \pm 9/4$	$328 \pm 24/7$.۰/۱۴۰
سبزیجات (گرم در روز)	$275 \pm 6/5$	$220 \pm 7/1$.۰/۱۵۲
گروه قرمز/صورتی (گرم در روز)	$171 \pm 0/2$	163 ± 13	.۰/۵۷۱
گروه نارنجی (گرم در روز)	105 ± 13	$95 \pm 9/4$.۰/۲۸۱
گروه زرد (گرم در روز)	$105 \pm 3/7$	$91 \pm 9/7$.۰/۱۵۰
فیبر (گرم در روز)	$38/7 \pm 0/7$	$42/8 \pm 2/1$.۰/۶۲۶

داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار هستند. مقدار $P < 0.05$ از نظر آماری معنی دار است.

جدول ۳- ارتباط میوه‌ها و سبزیجات بر اساس رنگ آن‌ها با بعضی ریز مغذي‌ها

ضریب همبستگی (PV) (PV)	ضریب همبستگی (PV) (PV)	ضریب همبستگی (PV) (PV)	مجموعه‌ی قرمز/صورتی الفا کاروتون
.۰/۱۴(.۰/۰۰۱)	.۰/۴۷(.۰/۰۰۱)	.۰/۲۵(.۰/۰۰۱)	بتا کاروتون
.۰/۲۷(.۰/۰۰۱)	.۰/۷۲(.۰/۰۰۱)	.۰/۴۸(.۰/۰۰۱)	لیکوپن
.۰/۲۴(.۰/۰۰۱)	.۰/۴۲(.۰/۰۰۱)	.۰/۷۵(.۰/۰۰۱)	ویتامین A
.۰/۱۹(.۰/۰۰۱)	.۰/۴۶(.۰/۰۰۱)	.۰/۵۴(.۰/۰۰۱)	ویتامین C
.۰/۵۹(.۰/۰۰۱)	.۰/۷۱(.۰/۰۰۱)	.۰/۲۸(.۰/۰۰۱)	آزمون Pearson correlation استفاده شد.

صرف مجموعه‌ی قرمز/صورتی بودند، در مقایسه با سه‌هک پایین، ۵۲ درصد کاهش در خطر مقاومت به انسولین را پس از ۳ سال پی‌گیری نشان دادند ($P = 0/01$, $P = 0/۲۷ - 0/۸۴ = 0/۰۲$). حدود اطمینان ۹۵٪، $0/۴۸ = 0/۰۱$ (نسبت شانس)، همچنین دریافت بالای مجموعه زرد ($P = 0/۰۱$, $P = 0/۸۲ - 0/۲۷ = 0/۰۵$)، حدود اطمینان ۹۵٪، $0/۴۷ = 0/۰۱$ (نسبت شانس) و نارنجی ($P = 0/۰۰۱$, $P = 0/۸۹ - 0/۲۹ = 0/۰۱$)، حدود اطمینان ۹۵٪، $0/۵۱ = 0/۰۱$ (نسبت شانس). رنگ با کاهش خطر مقاومت به انسولین همراه بود.

بین دریافت مجموعه‌ی قرمز با لیکوپن، مجموعه زرد با ویتامین ث و مجموعه نارنجی با بتاکاروتون و ویتامین ث همبستگی بالایی پیدا شد. ارتباط بین میوه‌ها و سبزیجات براساس گروه‌های رنگی با مقاومت به انسولین پس از ۳ سال پیگیری در جدول ۴ گزارش شد. پس از تعديل متغیرهای مخدوشگر، دریافت بالای کل میوه‌ها و سبزیجات در مقایسه با دریافت پایین آن‌ها با کاهش خطر مقاومت به انسولین همراه بود ($P = 0/۰۱۸$, $P = 0/۸۹ - 0/۲۹ = 0/۰۰۱$). حدود اطمینان ۹۵٪، $0/۵۱ = 0/۰۱$ (نسبت شانس). افرادی که در سه‌هک بالایی از

جدول ۴- نسبت شانس و فاصله‌ی اطمینان ۹۵ درصد برای ارزیابی ارتباط مصرف میوه‌ها و سبزیجات بر اساس رنگ با مقاومت به انسولین

P	سه‌مک سوم (۳۱۳ نفر)	سه‌مک دوم (۳۱۲ نفر)	سه‌مک اول (۳۱۳ نفر)	میوه‌ها و سبزیجات (گرم در روز)
	≥۵۸۶	۳۳۲-۵۸۶	<۳۳۲	مجموعه قرمز/صورتی (گرم در روز)
۰/۱۷۱	۰/۷۱ (۰/۴۳-۱/۱۶)	۰/۹۱ (۰/۵۵-۱/۴۶)	۱	مدل ۱
۰/۰۱۸	۰/۵۱ (۰/۲۹-۰/۸۹)	۰/۷۵ (۰/۴۴-۱/۲۸)	۱	مدل ۲
	≥۱۹۰	۱۰۴-۱۹۰	<۱۰۴	مجموعه نارنجی (گرم در روز)
۰/۲۱۰	۰/۷۳ (۰/۴۴-۱/۱۹)	۰/۸۷ (۰/۵۴-۱/۴۰)	۱	مدل ۱
۰/۰۱۲	۰/۴۸ (۰/۲۷-۰/۸۴)	۰/۶۷ (۰/۳۹-۱/۱۵)	۱	مدل ۲
	≥۱۲۰	۵۲/۹-۱۲۰	<۵۲/۹	مجموعه زرد (گرم در روز)
۰/۰۰۲	۰/۴۴ (۰/۲۶-۰/۷۱)	۰/۵۹ (۰/۳۷-۰/۹۳)	۱	مدل ۱
۰/۰۰۱	۰/۳۴ (۰/۱۹-۰/۶۰)	۰/۴۶ (۰/۳۷-۰/۷۹)	۱	مدل ۲
	≥۱۲۱	۴۷/۹-۱۲۱	<۴۷/۹	
۰/۰۴۲	۰/۵۹ (۰/۳۶-۰/۹۵)	۰/۷۰ (۰/۴۴-۱/۱۲)	۱	مدل ۱
۰/۰۱۱	۰/۴۷ (۰/۲۷-۰/۸۲)	۰/۶۰ (۰/۳۴-۱/۰۷)	۱	مدل ۲

مدل ۱: رگرسیون لجستیک با تعدیل برای سن و جنس. مدل ۲: همراه با تعدیل برای فعالیت جسمانی، وضعیت استعمال سیگار، نمایه‌ی توده‌ی بدنی، دور کم، انرژی دریافتی

همچنین به ازای ۰/۰ افزایش در مصرف سبزیجات برگ سبز، خطر نسبی دیابت نوع ۲ برابر با (۰/۸۱-۰/۹۳٪ CI=۰/۹۵٪) بود.^{۷۸} همچنین در یک بررسی برای پیشگیری از فشار خون، رژیم غنی از میوه و سبزی با افزایش حساسیت انسولین همراه بود.^{۷۹} یافته‌های حاصل از مطالعه‌ای آینده‌نگر بر روی جمعت بزرگسال آمریکایی نشان داد که میوه‌ها اثرات مختلفی بر دیابت نوع ۲ دارند. در این مطالعه، ارتباطی معکوس بین مصرف انگور، موز، سیب و گریپ فروت و خطر دیابت نوع ۲ گزارش شد.^{۸۰} مکانیسم احتمالی که میوه و سبزیجات ممکن است در هموستانز گلوکز و انسولین نقش داشته باشند به طور کامل شناخته نشده است. یافته‌های ما نشان داد که مصرف مجموعه‌های مختلف میوه و سبزیجات با ویتامین و فیتوکمیکال‌های مختلفی همبستگی دارد، که ممکن است ارتباط بین مجموعه‌های میوه و سبزیجات را با مقاومت انسولین نشان دهد. پیشنهاد شده است که محتوای بالای ویتامین‌های C و E، و کاروتونوئیدها در میوه‌ها و سبزیجات ممکن است در بهبود حساسیت انسولینی و هموستانز گلوکز نقش داشته باشند، همچنین سایر ترکیبات، شامل فیتات، لیگنین، و ایزوکللان‌ها ممکن است اثر هم افزایی روی کاهش

بحث

در مطالعه‌ی حاضر که بر روی جمعیت بزرگسال تهرانی انجام شد، مصرف زیاد میوه‌ها و سبزیجات با کاهش خطر روز مقاومت انسولینی همراه بود. همچنین در این مطالعه، ارتباطی بین مجموعه‌های رنگی میوه‌ها و سبزیجات با بروز مقاومت به انسولین یافت شد. به طوری که مجموعه‌های قرمز/صورتی، نارنجی و زرد رنگ به طور معنی‌داری با کاهش خطر بروز مقاومت به انسولین در طول مدت ۳ سال پی‌گیری همراه بودند.

اثر محافظتی مصرف بالای میوه‌ها و سبزیجات در برابر گسترش دیابت نوع ۲ در مطالعات پیشین به اثبات رسیده است، اما یافته‌ها در مورد ارتباط مصرف میوه‌ها و سبزیجات با هموستانز انسولین محدود است. یافته‌های حاصل از یک متانالیز که شامل ۱۰ مطالعه بود، ارتباط خطی و معکوسی را بین مصرف میوه‌ها و سبزیجات برگ سبز با خطر دیابت نوع ۲ نشان داد، به طوری که خطر نسبی (relative risk) به ازای افزایش هر واحد مصرف میوه‌ها و سبزیجات در روز برای خطر دیابت نوع ۲ به ترتیب ۰/۹۰٪ CI=۰/۸۸-۰/۹۹٪ و ۰/۹۳٪ CI=۰/۸۰-۱/۰۱٪

بودن مطالعه، جمعیت بزرگ و مدت بالای پیگیری است. با این وجود، مطالعه‌ی حاضر دارای تعدادی محدودیت مشخص بود: ۱) ارزیابی دریافت غذایی افراد صرفاً در ابتدای مطالعه بود، در صورتی که چندین ارزیابی از دریافت غذایی افراد می‌توانست اعتبار نتایج را افزایش دهد، و ۲) استفاده از جدول ترکیبات مواد مغذی USDA به جای استفاده از جدول ترکیبات مواد مغذی ایرانی که از محدودیت‌های مطالعه حاضر است.

از یافته‌های این مطالعه نتیجه‌گیری می‌شود که در طول ۳ سال پیگیری، دریافت بالای میوه‌ها و سبزیجات با کاهش خطر دیابت نوع ۲ همراه است. همچنین ما مشاهده کردیم که مجموعه‌های مختلف میوه‌ها و سبزیجات رنگی هم می‌توانند مانند دریافت کل میوه‌ها و سبزیجات، بر روی مقاومت به انسولین اثر داشته باشند، به طوری که مجموعه‌ها با رنگ قرمز/صورتی، نارنجی، و زرد ارتباط معکوس و معنی‌داری با مقاومت به انسولین دارند. بر اساس نتایج این مطالعه و یافته‌های پیشین، دریافت رژیم غذایی غنی از سبزیجات و میوه‌جات، به ویژه مجموعه‌های رنگی قرمز/صورتی، زرد و نارنجی رنگ به نظر می‌رسد اثرات مفید و سودمندی در افزایش سلامتی و پیشگیری از بیماری‌ها داشته باشد.

مقاومت انسولینی و دیابت نوع ۲ داشته باشند.^{۳۱} در مطالعه‌ی حاضر، همبستگی بالایی بین مصرف مجموعه با رنگ قرمز با لیکوپن و مجموعه رنگ نارنجی با بتا کاروتون یافت شد، که اثر محافظتی این مجموعه میوه‌ها و سبزیجات می‌تواند ناشی از اثر آنتی‌اکسیدانی این کاروتینوئیدها باشد، به طوری که برخی مطالعات اثر محافظتی بتاکاروتون بر مقاومت به انسولین را نشان دادند.^{۳۲} بتاکاروتون که در بافت چربی تجمع پیدا می‌کند، از طریق مهار استرس اکسیداتیو، همچنین با TNF α : Tumour Necrosis Factor α (Necrosis Factor α)، که این عامل در کاهش بیان ژن‌های مرتبط با افزایش حساسیت به انسولین از جمله آدیپونکتین نقش دارد، می‌تواند در کاهش مقاومت به انسولین موثر باشد.^{۳۳} لیکوپن همانند بتاکاروتون دارای اثرات آنتی‌اکسیدانی و ضد استرس اکسیداتیو است، که از این طریق لیکوپن می‌تواند دارای اثر محافظتی در برابر ابتلا به دیابت، از طریق کاهش سطح قند خون باشد.^{۳۴}

بر اساس یافته‌ها، مطالعه‌ی حاضر یکی از اولین بررسی‌هایی است که ارتباط بین مجموعه‌های میوه‌ها و سبزیجات رنگی با مقاومت به انسولین را گزارش کرده است. مطالعه‌ی حاضر دارای برخی نقاط قوت، شامل استفاده از پرسشنامه‌ی بسامد خوراک اعتبارسنجی شده، کوهورت

References

1. Sears DD, Hsiao G, Hsiao A, Yu JG, Courtney CH, Ofrecio JM, et al. Mechanisms of human insulin resistance and thiazolidinedione-mediated insulin sensitization. Proc Natl Acad Sci U S A 2009; 106: 18745-50.
2. Morimoto A, Tatsumi Y, Soyano F, Miyamatsu N, Sonoda N, Godai K, et al. Increase in homeostasis model assessment of insulin resistance (HOMA-IR) had a strong impact on the development of type 2 diabetes in Japanese individuals with impaired insulin secretion: the Saku study. PLoS One 2014; 9: e105827.
3. Badawi A, Sayegh S, Sadoun E, Al-Thani M, Arora P, Haddad PS. Relationship between insulin resistance and plasma vitamin D in adults. Diabetes Metab Syndr Obes 2014; 7: 297-303.
4. Feskens EJ, Loeber JG, Kromhout D. Diet and physical activity as determinants of hyperinsulinemia: the Zutphen Elderly Study. Am J Epidemiol 1994; 140: 350-60.
5. Parillo M, Riccardi G. Diet composition and the risk of type 2 diabetes: epidemiological and clinical evidence. Br J Nutr 2004; 92: 7-19.
6. Salas-Salvadó J, Bulló M, Babio N, Martínez-González MA, Ibarrola-Jurado N, Basora J, et al. Reduction in the Incidence of Type 2 Diabetes With the Mediterranean Diet: Results of the PREDIMED-Reus nutrition intervention randomized trial. Diabetes Care 2011; 34: 14-9.
7. Azadbakht L, Mirmiran P, Esmaillzadeh A, Azizi T, Azizi F. Beneficial effects of a Dietary Approaches to Stop Hypertension eating plan on features of the metabolic syndrome. Diabetes Care 2005; 28: 2823-31.
8. Park S, HamJO, Lee BK. Effects of total vitamin A, vitamin C, and fruit intake on risk for metabolic syndrome in Korean women and men. Nutrition 2015; 31: 111-8.
9. Ylonen K, Alfthan G, Groop L, Saloranta C, Aro A, Virtanen SM. Dietary intakes and plasma concentrations of carotenoids and tocopherols in relation to glucose metabolism in subjects at high risk of type 2 diabetes: the Botnia Dietary Study. Am J Clin Nutr 2003; 77: 1434-41.
10. Cooper AJ, Forouhi NG, Ye Z, Buijsse B, Arriola L, Balkau B, et al. Fruit and vegetable intake and type 2 diabetes: EPIC-InterAct prospective study and meta-analysis. Eur J Clin Nutr 2012; 66: 1082-92.
11. Mirmiran P, Khalili Moghadam S, Bahadoran Z, Tohidi M, Azizi F. Association of dietary carotenoids and the incidence of insulin resistance in adults: Tehran Lipid and Glucose Study. Nutrition and Dietetics 2016.
12. Pennington JA, Fisher RA. Food component profiles for fruit and vegetable subgroups Journal of Food Composition and Analysis 2010; 23: 411-8.
13. Oude Griep LM, Verschuren WM, Kromhout D, Ocke MC, Geleijnse JM. Colors of fruit and vegetables and 10-year incidence of stroke. Stroke 2011; 42: 3190-5.

14. Oude Griep LM, Verschuren WM, Kromhout D, Ocke MC, Geleijnse JM. Colours of fruit and vegetables and 10-year incidence of CHD. *Br J Nutr* 2011; 106: 1562-9.
15. Oude Griep LM, Verschuren WM, Kromhout D, Ocke MC, Geleijnse JM. Variety in fruit and vegetable consumption and 10-year incidence of CHD and stroke. *Public Health Nutr* 2012; 15: 2280-6.
16. Mirmiran P, Bahadoran Z, Moslehi N, Bastan S, Azizi F. Colors of fruits and vegetables and 3-year changes of cardiometabolic risk factors in adults: Tehran lipid and glucose study. *Eur J Clin Nutr* 2015; 69: 1215-9.
17. Montonen J, Jarvinen R, Heliovaara M, Reunanan A, Aromaa A, Knekt P. Food consumption and the incidence of type II diabetes mellitus. *Eur J Clin Nutr* 2005; 59: 441-8.
18. Azizi F, Rahmani M, Emami H, Mirmiran P, Hajipour R, Madjid M, et al. Cardiovascular risk factors in an Iranian urban population: Tehranlipid and glucose study (phase 1). *Soz Praventivmed* 2002; 47: 408-26.
19. Bahadoran Z, Mirmiran P, Tahmasebinejad Z, Azizi F. Dietary L-arginine intake and the incidence of coronary heart disease: Tehran lipid and glucose study. *Nutr Metab (Lond)* 2016; 13: 23.
20. Delshad M, Ghanbarian A, Ghaleh NR, Amirshekari G, Askari S, Azizi F. Reliability and validity of the modifiable activity questionnaire for an Iranian urban adolescent population. *Int J Prev Med* 2015; 6: 3.
21. Borai A, Livingstone C, Kaddam I, Ferns G. Selection of the appropriate method for the assessment of insulin resistance. *BMC Med Res Methodol* 2011; 11: 158.
22. Muniyappa R, Lee S, Chen H, Quon MJ. Current approaches for assessing insulin sensitivity and resistance *in vivo*: advantages, limitations, and appropriate usage. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2008; 294: E15-26.
23. Ghasemi A, Tohidi M, Derakhshan A, Hasheminia M, Azizi F, Hadaegh F. Cut-off points of homeostasis model assessment of insulin resistance, beta-cell function, and fasting serum insulin to identify future type 2 diabetes: Tehran Lipid and Glucose Study. *Acta Diabetol* 2015; 52: 905-15.
24. Esfahani FH, Asghari G, Mirmiran P, Azizi F. Reproducibility and relative validity of food group intake in a food frequency questionnaire developed for the Tehran Lipid and Glucose Study. *J Epidemiol* 2010; 20: 150-8.
25. Hosseini-Esfahani F, Jessri M, Mirmiran P, Bastan S, Azizi F. Adherence to dietary recommendations and risk of metabolic syndrome: Tehran Lipid and Glucose Study. *Metabolism* 2010; 59: 1833-42.
26. Pennington JA, Fisher RA. Classification of fruits and vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis* 2009; 22: S23-S31.
27. Willett W, Stampfer MJ. Total energy intake: implications for epidemiologic analyses. *Am J Epidemiol* 1986; 124: 17-27.
28. Li M, Fan Y, Zhang X, Hou W, Tang Z. Fruit and vegetable intake and risk of type 2 diabetes mellitus: meta-analysis of prospective cohort studies. *BMJ Open* 2014; 4: e005497.
29. Ard JD, Grambow SC, Liu D, Slentz CA, Kraus WE, Svetkey LP. The effect of the PREMIER interventions on insulin sensitivity. *Diabetes Care* 2004; 27: 340-7.
30. Muraki I, Imamura F, Manson JE, Hu FB, Willett WC, van Dam RM, et al. Fruit consumption and risk of type 2 diabetes: results from three prospective longitudinal cohort studies *BMJ* 2013; 347: f5001.
31. Villegas R, Shu XO, Gao YT, Yang G, Elasy T, Li H, et al. Vegetable but not fruit consumption reduces the risk of type 2 diabetes in Chinese women. *J Nutr* 2008; 138: 574-80.
32. Kameji H, Mochizuki K, Miyoshi N, Goda T. beta-Carotene accumulation in 3T3-L1 adipocytes inhibits the elevation of reactive oxygen species and the suppression of genes related to insulin sensitivity induced by tumor necrosis factor-alpha. *Nutrition* 2010; 26: 1151-6.
33. Naz A, Butt MS, Sultan MT, Qayyum MM, Niaz RS. Watermelon lycopene and allied health claims. *EXCLI J* 2014; 13: 650-60.

Original Article

The Association of Red, Orange and Yellow Fruits and Vegetables with The Incidence of Insulin Resistance in Adults: Tehran Lipid and Glucose Study

Khalili Moghadam S¹, Bahadoran Z¹, Mirmiran P¹, Azizi F²

¹Nutrition and Endocrine Research Center, & ²Endocrine Research Center, Research Institute for Endocrine Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, I.R. Iran

e-mail: mirmiran@endocrine.ac.ir

Received: 10/01/2016 Accepted: 30/05/2016

Abstract

Introduction: Although previous studies report the relationship of diabetes with various groups of fruits and vegetables, and also an inverse association between insulin resistance with dietary carotenoids and flavonoids, no studies have yet examined the effect of (Fruit and Vegetable) FV subgroups on insulin resistance. The aim of this study was to investigate the association of red, orange and yellow FV, with the 3-year incidence of insulin resistance in adults. **Materials and Methods:** In this longitudinal study, 940 men and women, aged>19 years were selected from among participants of the Tehran Lipid and Glucose Study. Dietary intakes of fruits and vegetables (FV) were determined using a valid and reliable food frequency questionnaire. Fasting serum glucose and insulin were measured at baseline and again after a 3-year of follow up. Logistic regression models were used to estimate the occurrence of IR across tertiles of color subgroups of FV with adjustment for potential confounding variables. **Results:** The mean age and body mass index (BMI) of participants were 40.34 ± 12.1 years and 26.4 ± 4.4 kg/m² respectively. Mean residual energy adjusted total intakes of FV, red/purple, orange and yellow FV were 503g/d, 172, 108and 104g/d, respectively. Total intake of FV was inversely associated with IR after 3 years of follow up ($OR=0.511$ P for trend= 0.018). and also an inverse association was found between red/purple ($OR=0.48$ P for trend= 0.012), orange ($OR=0.34$ P for trend= 0.001) and yellow ($OR=0.34$ P for trend= 0.011) groups and the occurrence of IR. **Conclusion:** Results of this longitudinal study, found an inverse association between dietary intakes of FV, red/purple, orange and yellow groups and the risk of IR in adults.

Keywords: Insulin, Insulin resistance index, Fruits, Vegetables