مجله‌ی غدد درون‌ریز و متابولیسم ایران
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی شهید بهشتی
دوره‌ی بیست و سوم، شماره‌ی ۲، صفحه‌های ۱۲۱ ـ ۱۱۲ (خرداد ـ تیر ۱۴۰۰)

مقاله‌ی پژوهشی

ارتباط الگوی غذایی شناسایی شده به وسیله‌ی رگرسیون رتبه‌بندی کاهش یافته با شانس هایپرانسولینمی و مقاومت به انسولین در بزرگسالان: مطالعه‌ی قند و لیپید تهران

ابراهیم مختاری[۱]، فرشاد تیموری[۲]، حسین فرهاد نژاد[۲]، دکتر پروین میرمیران[۱]، دکتر فریدون عزیزی[۳]

۱) گروه تغذیه‌ی بالینی و رژیم درمانی، دانشکده‌ی علوم تغذیه و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران. ۲) مرکز تحقیقات تغذیه در بیماری‌های غدد درون‌ریز، پژوهشکده‌ی علوم غدد درون‌ریز و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران. ۳) مرکز تحقیقات غدد درون‌ریز، پژوهشکده‌ی علوم غدد درون‌ریز و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران. **نشانی مکاتبه‌ی نویسنده‌ی مسئول اول:** گروه تغذیه بالینی و رژیم درمانی، دانشکده‌ی علوم تغذیه و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران ، ایران. دکتر پروین میرمیران؛ **نشانی مکاتبه‌ی نویسنده‌ی مسئول دوم:** مرکز تحقیقات تغذیه در بیماری‌های غدد درون‌ریز، پژوهشکده‌ی علوم غدد درون‌ریز و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران ، ایران. فرشاد تیموری؛
e-mail: mirmiran@endocrine.ac.ir
e-mail: teymoori.f68@gmail.com

چکیده

مقدمه: این مطالعه با هدف شناسایی الگوی رژیم غذایی اختصاصی مرتبط با مقاومت به انسولین و هایپرانسولینمی در بزرگسالان تهرانی انجام گردید. مواد و روش‌ها: این مطالعه به صورت مقطعی در ۱۰۶۳ مرد و زن با سن بالای ۲۵ سال، شرکت‌کننده در فاز سوم مطالعه قند و لیپید تهران، انجام شد. الگوی رژیم غذایی به وسیله‌ی روش رگرسیون رتبه‌بندی کاهش یافته (**RRR**)، با استفاده از ۳۴ آیتم غذایی به عنوان پیش‌بینی‌کننده، و نیز غلظت انسولین سرم و شاخص هومئوستاتیک مقاومت به انسولین (**HOMA-IR**) به عنوان متغیرهای پاسخ شناسایی شد. ارتباط الگوی رژیم غذایی با خطر هایپرانسولینمی و مقاومت به انسولین بررسی و نسبت شانس (**OR**) و فاصله اطمینان (**CI**) ۹۵٪ گزارش شد. یافته‌ها: میانگین± انحراف معیار سن و شاخص توده‌ی بدنی (**BMI**) شرکت‌کنندگان در مطالعه به ترتیب ۱۲/۲±۴۳/۰ سال و ۴/۸±۲۷/۴ کیلوگرم/متر مربع بود. الگوی شناسایی شده شامل؛ دریافت بیشتر گوشت فرآوری شده، ماهی، دوغ، آب‌لیمو، ترشی، و سبزیجات برگ‌دار، و نیز دریافت کمتر سبزیجات نشاسته‌ای، سیر و پیاز، میوه‌های خشک، مغزها، گوشت قرمز، لبنیات پرچرب و قهوه بود. پیروی بالاتر از این الگو در مدل نهایی تعدیل اثر مخدوش‌گرهای احتمالی، با افزایش شانس هایپرانسولینمی (P_{trend}=۰/۰۰۵، **CI**=۱/۱۷–۲/۴۳ ۹۵٪، **OR**=۱/۶۹) و **IR** (P_{trend}=<۰/۰۰۱، **CI**=۱/۶۶–۵/۳۲ ۹۵٪، **OR**=۲/۹۷)، همراه بود. نتیجه‌گیری: در این مطالعه یک الگوی رژیم غذایی مرتبط با غلظت انسولین سرم و شاخص **HOMA-IR**، که به وسیله‌ی روش **RRR** شناسایی شده بود، با شانس بالاتر هایپرانسولینمی و مقاومت به انسولین همراه بود.

واژگان کلیدی: الگوی غذایی، مقاومت به انسولین، هایپرانسولینمی، HOMA-IR، رگرسیون رتبه‌بندی کاهش یافته

دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۶/۶ـ دریافت اصلاحیه: ۱۴۰۰/۸/۲۴ ـ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۹/۲۰

مقدمه

اختلال‌های مرتبط با عدم تعادل و سوء عملکرد هورمون انسولین در بدن؛ شامل هایپرانسولینمی و مقاومت به انسولین (IR)، دو عامل پیشگویی مهم برای ابتلا به بیماری‌های مزمن پیشرفته‌ای چون دیابت نوع ۲ (T2DM) می‌باشند.[۱] این دو اختلال افراد زیادی را در جهان و ایران تحت تأثیر قرار داده و روز به روز بر شیوع شان افزوده

می‌گردد. شیوع مقاومت به انسولین در کشورهای مختلف متفاوت بوده و از حدود ۱۶ تا ۴۷ درصد تخمین زده می‌شود.[۲] شیوع سندرم متابولیک (MetS[i])، که تظاهر بالینی و مستقیم مقاومت به انسولین به شمار می‌رود، در ایران ۳۵/۶ درصد گزارش گردیده است.[۳] با توجه به نقش تعیین‌کننده تغذیه در اختلال‌های مرتبط با انسولین، ارتباط عوامل خاص غذایی، گروه‌های غذایی و هم‌چنین الگوی رژیم غذایی با اختلال‌های انسولینی، در مطالعات پیشین بررسی شده است.[۴] عمده مطالعات پیشین شناسایی الگوی رژیم غذایی مرتبط با اختلال‌های انسولینی را با استفاده از آنالیز تحلیل مؤلفه‌ی اصلی (PCA[ii]) و نیز آنالیز تحلیل عاملی (FA[iii]) انجام داده‌اند. در این روش، الگوهای استخراج شده لزوما مختص اختلال‌های انسولینی نبوده و مستقیما بر اساس همبستگی غذاها با اختلال‌های انسولینی تعیین نشده‌اند. به منظور رفع این محدودیت‌ها، روشی جدید به نام رگرسیون رتبه‌بندی کاهش یافته (RRR[iv]) معرفی گردیده است که توابع خطی از ارتباط بین غذا و ماده مغذی با پیامد را مشتق می‌نماید و مشخصا الگوی رژیم غذایی مختص با پیامد مورد نظر را شناسایی می‌نماید.[۵]

بر خلاف روش‌های سنتی شناخته شده در زمینه تعیین الگوهای غذایی، مطالعات در زمینه‌ی ارتباط الگوی رژیم غذایی استخراج شده توسط روش RRR و اختلال های مرتبط با انسولین محدود می‌باشد. لی[۷] و همکاران، در یک مطالعه‌ی آینده‌نگر با استفاده از بیومارکرهای هموگلوبین گلیکوزیله (HbA1c[vi])، شاخص هومئوستاتیک برای ارزیابی مقاومت به انسولین (HOMA-IR) و قند خون ناشتا (FBS[vii])، یک الگوی رژیم غذایی استخراج و شناسایی کردند که با مصرف بیشتر گوشت، صدف و ماهی و مصرف کمتر میوه و سبزی، مشخص شده است.[۶] در این مطالعه و پژوهش‌های مشابه دیگر نشان داده شد که تبعیت بیشتر از این الگوها به طور معناداری با افزایش خطر دیابت همراه است. مطالعات دیگر از نشان‌گرهای مختلفی نظیر پروفایل لیپیدی، بیومارکرهای التهابی، مواد مغذی خاص، نمایه‌ی توده بدنی (BMI[viii])، و فشارخون برای استخراج الگوی رژیم غذایی مرتبط با دیابت و سندرم متابولیک استفاده نموده‌اند.[۷-۹]

با توجه به کمبود شواهد در مورد الگوی رژیم غذایی مختص اختلال‌های هومئوستاز انسولین و ارتباط این الگو ها با مقاومت به انسولین و هایپرانسولینمی، هدف ما در این مطالعه استفاده از روش RRR برای استخراج الگوی رژیم غذایی مرتبط با انسولین سرم و شاخص HOMA-IR در افراد بزرگسال شرکت‌کننده در مطالعه قند و لیپید تهران و بررسی ارتباط آن را با مقاومت به انسولین و هایپرانسولینمی بود.

مواد و روش‌ها

جمعیت مورد مطالعه:

پژوهش حاضر در چارچوب مطالعه قند و لیپید تهران (TLGS[ix])، یک مطالعه آینده‌نگر مبتنی بر جمعیت که از سال ۱۹۹۹ برای تعیین عوامل خطر بیماری‌های غیرواگیر در میان یک جمعیت نماینده شهری در تهران ، شامل ۱۵۰۰۵ شرکت‌کننده با سن ۳ ≤ اجرا شد، انجام گردیده است. داده‌های TLGS در فواصل ۳ ساله جمع‌آوری شده است. جزئیات مربوط به TLGS قبلا گزارش شده است.[۷]

در سومین فاز TLGS (۰۸-۲۰۰۶)، از ۱۲۵۲۳ شرکت‌کننده، ۳۵۶۸ نفر به طور تصادفی برای ارزیابی رژیم غذایی انتخاب شدند. برای مطالعه‌ی حاضر، ۱۲۸۶ زن و مرد با سن بالای ۲۵ سال، دارای اطلاعات کامل قند خون ناشتا، انسولین ناشتا، داده‌های تن‌سنجی و اطلاعات تغذیه‌ای، انتخاب شدند. افرادی که حداقل یکی از این معیارها را داشتند از مطالعه خارج شدند: سابقه سکته قلبی، سکته مغزی یا سرطان (۱۸ نفر)، بیماری دیابتی (۱۰۵ نفر)، مصرف انرژی روزانه خارج از محدوده ۴۲۰۰-۸۰۰ کیلوکالری در روز در مردان و ۵۰۰-۳۵۰۰ کیلوکالری در روز در زنان (۸۰ نفر) و بارداری یا شیردهی (۲۳ نفر). لازم به ذکر است که برخی از افراد در بیش از یک گروه قرار گرفتند. در نهایت، ۱۰۶۳ شرکت‌کننده برای بررسی نهایی باقی ماندند. این مطالعه برگرفته از طرح پژوهشی با کد پژوهان ۲۴۹۱۷ می‌باشد که مورد تایید کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

i- Metabolic Syndrome
ii -Principal Component Analysis
iii -Factor Analysis
iv -Reduced-rank Regression
v- Lee
vi- Hemoglobin A1C
vii- Fasting Blood Sugar
viii- Body Mass Index
ix - Tehran Lipid and Glucose Study

(کد اخلاق: IR.SBMU.NNFTRI.REC.1399.055) قرار گرفته است.

ارزیابی دریافت‌های غذایی

اطلاعات تغذیه‌ای افراد شرکت‌کننده در مطالعه توسط پرسش‌گران مجرب و آموزش دیده و با استفاده از پرسش‌نامه‌ی روا و پایای بسامد خوراک (FFQ[i]) ۱۶۸ موردی؛ اخذ گردید.[۱۱،۱۲] از افراد خواسته شد که بسامد مصرف خود را در مورد هر قلم غذایی پرسش‌نامه، در طول یک سال گذشته؛ بر حسب روز، هفته، ماه و یا سال گزارش کنند. با توجه به کامل نبودن جدول ترکیبات غذایی ایرانی از نظر تعداد اقلام غذایی و ریزمغذی‌ها، برای مشخص کردن میزان انرژی و مواد مغذی دریافتی، از جدول ترکیبات غذایی USDA[ii] استفاده شد، هم‌چنین برای غذاهای محلی که مخصوص ایران می‌باشد و در جدول ترکیبات USDA وجود نداشتند، مانند کشک، از جدول ترکیبات غذایی ایرانی استفاده شد. برای غذاهای ترکیبی (مانند پیتزا) نیز؛ مواد مغذی بر اساس جمع مواد مغذی اقلام غذایی تشکیل‌دهنده آن غذا محاسبه گردید.

ارزیابی ویژگی‌های جمعیت‌شناختی، تن‌سنجی و فعالیت فیزیکی

اطلاعات مربوط به سن، جنس، سابقه پزشکی، مصرف دارو و عادات سیگار کشیدن توسط یک مصاحبه‌گر آموزش‌دیده، با استفاده از یک پرسش‌نامه‌ی از قبل تست شده، جمع‌آوری شد. وزن، قد، و نمایه توده بدنی با روش‌های استاندارد، که در مطالعات قبلی به تفصیل آورده شده است، اندازه‌گیری شد.[۸] برای جمع‌آوری داده‌های مربوط به فعالیت بدنی از پرسش‌نامه فعالیت بدنی اصلاح شده (Modified activity questionnaire, MAQ) که قبلاً در میان جمعیت ایرانی به روز شده و مورد تأیید قرار گرفته است[۹] استفاده شد و فعالیت بدنی به صورت واحد معادل متابولیکی به ازای ساعت در هفته[iii] گزارش گردید.

ارزیابی بیوشیمیایی

نمونه‌های خون شرکت‌کنندگان پس از ۱۲ تا ۱۴ ساعت ناشتایی شبانه، بین ساعت ۷:۰۰ تا ۹:۰۰ صبح، جمع‌آوری و طی ۳۰-۴۵ دقیقه پس از نمونه‌گیری سانتریفیوژ شد. تمام نمونه‌ها در آزمایشگاه تحقیقاتی TLGS با استفاده از دستگاه آنالایزر خودکار سلکترا ۲[iv] (وایتال ساینتیفیک، اسپنکرن، هلند[v]) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. اندازه‌گیری گلوکز به روش کالریمتری آنزیمی با فناوری گلوکز اکسیداز و با استفاده از کیت‌های گلوکز (شرکت پارس آزمون، ایران) انجام شد. هر دو ضریب تغییرات درون و برون آزمونی برای گلوکز ۲/۲ درصد بود. انسولین با استفاده از روش الکتروکمی لومینسانس[vi] و با استفاده از کیت‌های تشخیصی روشه[vii] و دستگاه آنالایزر روشه/هیتاچی کوباس ای-۴۱۱ (Gmbh، منهیم، آلمان)[viii] اندازه‌گیری شد. ضریب تغییرات درون و برون آزمون برای انسولین به ترتیب ۱/۲ و ۳/۵ بود.

تشخیص پیامد

مقاومت به انسولین (IR[ix]): برای ارزیابی IR از مدل ارزیابی هومئوستاتیک مقاومت به انسولین (HOMA-IR) طبق فرمول زیر استفاده گردید:

$$\text{HOMA-IR} = \frac{\text{غلظت انسولین ناشتا (میلی‌لیتر/میکرویونیت)} \times \text{قند خون ناشتا (میلی‌مول/لیتر)}}{۲۲/۵}$$

مقدار HOMA-IR ≤ ۳/۲ به عنوان معیار IR به ترتیب تعیین شد.[۱۰]

هایپرانسولینمی: غلظت انسولین ناشتا ≤ ۹/۱۶ و ۱۱/۱۳ به عنوان معیارهای هایپرانسولینمی به ترتیب در مردان و زنان در نظر گرفته شد.[۱۰]

استخراج الگوی رژیم غذایی

الگوهای رژیم غذایی با استفاده از روش RRR، که توسط هافمن[x] و همکاران توصیف شده است، تعیین گردید.[۵] روش RRR فاکتورهایی را از داده‌های دریافت غذا تعیین می‌کند که حداکثر تغییرات را در سطوح یک شاخص حد واسط، که فرض می‌شود با پیامد مورد نظر مرتبط است، توضیح می‌دهد. در مطالعه‌ی حاضر، مقادیر کمی سطح انسولین ناشتا سرم و شاخص HOMA-IR به عنوان متغیر پاسخ انتخاب شدند. مطالعات قبلی نشان داده‌اند که HOMA-IR در مقایسه با روش‌های آزمایشگاهی که "استاندارد طلایی" اندازه‌گیری مقاومت به انسولین می‌باشند، عملکرد

i -Food Frequency Questionnair
ii -United States Department of Agriculture
iii MET-h /week

iv -Selectra 2
v -Vital Scientific, Spankern, Netherland
vi- Electrochemiluminescence Immunoassay
vii- Roche
viii- Roche/Hitachi Cobas e-411 (Gmbh,manhim, Germany)
ix- Insulin Resistance
x -Hoffmann

قابل قبولی ارائه می‌نماید.[۱۱] مطابق با پیشینه‌ی تحقیقاتی موجود، تمام گروه‌ها و زیرگروه‌های غذایی که مطالعات گذشته آن‌ها را به نوعی با اختلال‌های مرتبط با انسولین، مانند مقاومت به انسولین، هایپرانسولینمی، دیابت و سندرم متابولیک (به ویژه در مطالعات مربوط به ایران)، مرتبط دانسته‌اند استخراج شده، و میزان دریافت این گروه‌ها به صورت سهم روزانه به ازای مصرف هر ۱۰۰۰ کیلوکالری محاسبه شد. گروه غذایی و نوشیدنی مورد استفاده؛ شامل گوشت قرمز، گوشت فرآوری شده، گوشت مرغ، ماهی، تخم‌مرغ، گوشت اندام‌ها، لبنیات کم چرب، لبنیات پرچرب، دوغ، غلات تصفیه شده، غلات کامل، حبوبات، آجیل، میوه‌های خشک، آب میوه و سایر میوه‌ها، آب لیمو، سبزیجات نشاسته‌ای، گوجه‌فرنگی، ترشی، سبزیجات برگ‌دار، سیر و پیاز، سایر سبزیجات، سیب‌زمینی سرخ کرده، روغن جامد حیوانی، روغن مایع، کره، سس مایونز، زیتون، تنقلات شیرین، نوشیدنی‌های مصنوعی، چای، نمک و قهوه بودند.

انسولین ناشتای سرم و HOMA-IR قبل از تجزیه و تحلیل به امتیاز آماری Z[i] تبدیل گردید و یک الگوی رژیم غذایی غالب با استفاده از آنالیز RRR استخراج گردید. امتیاز الگوی رژیم غذایی استخراج شده توسط RRR مشابه امتیازات حاصل از آنالیز تحلیل عاملی (FA) است. هر یک از شرکت‌کنندگان امتیازی دریافت می‌کند که نشان‌دهنده مجموع متغیرهای دریافت غذایی است که با بارهای[ii] حاصل از آنالیز RRR وزن‌دهی می‌شود و نشان می‌دهد که میزان دریافت غذایی آن‌ها با الگوی استخراج شده چقدر مطابقت دارد. در حالی که همه غذاها برای محاسبه‌ی امتیاز الگوی رژیم غذایی وارد آنالیز شدند، از غذاهایی با بار عاملی مطلق[iii] > ۰/۲ برای تشکیل الگوی رژیم غذایی استفاده شد. بارهای عاملی، همبستگی هر گروه غذایی با الگوی رژیم غذایی را نشان می‌دهد.

تجزیه و تحلیل آماری

تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Stata (ویرایش ۱۴/۲) انجام شد. ارزیابی نرمال بودن داده‌ها به کمک رسم منحنی هیستوگرام و تست کلموگروف-اسمیرنوف بررسی گردید. متغیرهای جمعیت شناختی به صورت میانگین±انحراف معیار یا میانه (۷۵-۲۵) برای متغیرهای کمی و به صورت تعداد و درصد برای متغیرهای کیفی بیان شد. افراد شرکت‌کننده بر مبنای الگوی رژیم غذایی استخراج شده به سه گروه طبقه‌بندی شدند. برای بررسی معناداری آماری روند[iv] ویژگی‌های پایه و دریافت‌های غذایی افراد در بین سهک‌های الگوی رژیم غذایی از آزمون مجذور کای و آزمون رگرسیون خطی استفاده گردید. برای ارزیابی ارتباط الگوی رژیم غذایی استخراج شده با هایپرانسولینمی و مقاومت به انسولین از تجزیه و تحلیل رگرسیون لجستیک و با تعدیل اثر مخدوش‌گرهای سن، جنس، مصرف سیگار، فعالیت بدنی، دریافت انرژی و نمایه توده بدنی استفاده شد. نسبت شانس با ۹۵٪ فاصله اطمینان گزارش شده و P<۰/۰۵ به عنوان تفاوت معنادار از لحاظ آماری تعریف گردید.

یافته‌ها

در این مطالعه، یک الگوی رژیم غذایی مرتبط با غلظت انسولین ناشتای سرم و شاخص HOMA-IR، در بین شرکت‌کنندگان در فاز سوم مطالعه‌ی TLGS، با استفاده از روش RRR استخراج شد. برای استخراج این الگوی رژیمی، شش مؤلفه‌ی غذایی دارای ارتباط مثبت و هفت مؤلفه‌ی غذایی دارای ارتباط منفی با غلظت انسولین ناشتای سرم و شاخص HOMA-IR شناسایی شدند. مؤلفه‌های غذایی با ارتباط مثبت شامل؛ گوشت فرآوری شده، ماهی، دوغ، آب لیمو، ترشی و سبزیجات برگ‌دار و مؤلفه‌های غذایی با ارتباط منفی شامل؛ سبزیجات نشاسته‌ای، سیر و پیاز، میوه‌های خشک، آجیل، گوشت قرمز، لبنیات پرچرب قهوه بودند.

میانگین±انحراف معیار سن و BMI شرکت‌کنندگان در مطالعه به ترتیب برابر با ۱۲/۲±۴۳/۰ سال و ۴/۸±۲۷/۴ کیلوگرم بر متر مربع بود. بارهای عاملی، میزان تغییرات توضیح داده شده[v] و میزان دریافت مؤلفه غذایی در سهک‌های الگوی رژیمی مرتبط با غلظت انسولین ناشتای سرم و شاخص HOMA-IR در جدول ۱ نشان داده شده است.

i -Z-score
ii -Lodings
iii- Absolute Factor Loadings
iv- P-trend
v- Explained Variation

جدول ۱- بارهای عاملی*، تغییرات توضیح داده شده و دریافت گروه‌های رژیمی در الگوی رژیم غذایی مرتبط با انسولین و HOMA -IR با استفاده از روش RRR در بین شرکت‌کنندگان در سومین فاز مطالعه TLGS (۲۰۰۶ - ۲۰۰۸)†

گروه‌های غذایی	بارهای عاملی	سهک‌های الگوی رژیم غذایی			P- trend†
		سهک اول	سهک دوم	سهک سوم	
ارتباط مثبت					
گوشت فرآوری شده	۰/۲۰	۰/۰۹ (۰/۰۲ – ۰/۲۰)	۰/۱۱ (۰/۰۳ – ۰/۲٤)	۰/۱٤ (۰/۰٤ – ۰/۳۰)	<۰/۰۰۱
ماهی	۰/۳۹	۰/۲۱ (۰/۱۱ – ۰/۳۲)	۰/۲۱ (۰/۱۲ – ۰/٤۰)	۰/۲۷ (۰/۱٤ – ۰/۵۳)	<۰/۰۰۱
دوغ	۰/٤۳	۰/۰۸ (۰/۰٤ – ۰/۲۳)	۰/۰۹ (۰/۲٤ – ۰/۲۳)	۰/۱٦ (۰/۰٤ – ۰/۳۸)	<۰/۰۰۱
آبلیمو	۰/۵۵	۰/۰۸ (۰/۰۳ – ۰/۱۹)	۰/۱۰ (۰/۰۵ – ۰/۲٤)	۰/۱۳ (۰/۰۵ – ۰/۳۳)	<۰/۰۰۱
ترشی	۰/۲۱	۰/٤۸ ± ۰/۳۳	۰/۵۳ ± ۰/۳۹	۰/٦۷ ± ۰/۷٤	<۰/۰۰۱
سبزیجات برگ پهن	۰/۲٤	۰/۰۸ (۰/۰٤ – ۰/۲۰)	۰/۰۹ (۰/۰۸ – ۰/۱۹)	۰/۰۸ (۰/۰٤ – ۰/۲۱)	۰/۰۵۲
ارتباط منفی					
سبزیجات نشاسته‌ای	-۰/۲٦	۰/۲۰ (۰/۱۲ – ۰/۳۹)	۰/۲۰ (۰/۱۱ – ۰/۳۸)	۰/۱۹ (۰/۱۰ – ۰/۳۰)	<۰/۰۰۱
سیر و پیاز	-۰/۳۹	۰/۱۸ (۰/۱۰ – ۰/۳۷)	۰/۱۹ (۰/۱۰ – ۰/۳۵)	۰/۱۷ (۰/۰۸ – ۰/۳۰)	۰/۰۰۸
میوه‌های خشک	-۰/۲۲	۰/۰۲ (۰/۰۰ – ۰/۰۹)	۰/۰۲ (۰/۰۱ – ۰/۰٦)	۰/۰۱ (۰/۰۰ – ۰/۰٤)	۰/۰۰٦
مغزها	-۰/۲٤	۰/۱٦ (۰/۰۷ – ۰/۳٤)	۰/۱۳ (۰/۰۷ – ۰/۲٦)	۰/۱۱ (۰/۰۵ – ۰/۲٦)	<۰/۰۰۱
گوشت قرمز	-۰/۲۸	۰/۰۵ (۰/۲۵ – ۰/۹۷)	۰/٤۱ (۰/۲۳ – ۰/۷۳)	۰/۳۳ (۰/۱۸ – ۰/۵٦)	<۰/۰۰۱
لبنیات پرچرب	-۰/۲۰	۱/۸٦ ± ۱/۳	۱/۳۷ ± ۰/۸۱	۱/۰۸ ± ۰/۷٦	<۰/۰۰۱
قهوه	-۰/۵۵	۰/۰۰۳ (۰/۰۰ – ۰/۰۳۵)	۰/۰۰۳ (۰/۰۰ – ۰/۰۳۵)	۰/۰۰۳(۰/۰۰ – ۰/۰۲۳)	۰/۰۰۳
تغییرات توضیح داده شده در گروه‌های غذایی	۰/۰۲۸				
تغییرات توضیح داده شده در متغیرهای پاسخ					
انسولین سرم ناشتا	۰/۰٦۲				
HOMA-IR	۰/۰۵۸				
میانگین مجموع	۰/۰٦۰				

* گروه‌های غذایی با بار عاملی > |۰/۲۰| نمایش داده نشده‌اند. † داده‌های غذایی به صورت میانگین ± انحراف معیار یا به صورت میانه (محدوده بین چارکی) ارائه شده است. ‡ مقادیر احتمال روند با استفاده از آزمون مجذور کای (X^2) و رگرسیون خطی به ترتیب برای متغیر های کیفی و کمی به دست آمد.

در افراد دارای بالاترین امتیاز الگوی رژیم غذایی استخراج شده، دریافت تمام مؤلفه‌های غذایی دارای ارتباط مثبت بجز سبزیجات پهن برگ به طور معناداری بالاتر از افراد دارای پایین‌ترین امتیاز این الگوی رژیم غذایی بود. این درحالی است که افراد دارای بالاترین امتیاز الگوی رژیم غذایی مرتبط با شاخص‌های زیستی مذکور، مؤلفه‌های غذایی با ارتباط منفی را؛ کمتر از افراد دارای پایین‌ترین امتیاز این الگوی غذایی، دریافت کردند. میزان تغییرات توضیح داده شده به وسیله الگوی رژیم غذایی شناسایی شده برای مؤلفه‌های غذایی، ۲/۸ درصد بود. این الگوی رژیمی هم‌چنین توانست به ترتیب میزان ٦/۲، ۵/۸ و ٦/۰ درصد از تغییرات سطوح انسولین ناشتای سرم، HOMA-IR و مجموع این دو را، توضیح دهد.

در جدول ۲، اطلاعات مربوط به ویژگی‌های جمعیت‌شناختی، بیوشیمیایی و رژیم غذایی افراد شرکت‌کننده در مطالعه در سهک‌های امتیاز الگوی رژیم غذایی مرتبط با اختلال‌های هومئوستاز انسولین، ارائه شده است. با افزایش سهک امتیاز الگوی رژیم غذایی شناسایی شده، از سهک اول به سهک سوم، درصد مردان (P=۰/۰۲٦) و BMI افراد (P<۰/۰۰۱) افزایش یافت. هم‌چنین شرکت‌کنندگان در بالاترین سهک الگوی رژیم غذایی شناسایی شده نسبت به افراد در پایین‌ترین سهک آن، مقدار کربوهیدرات بیشتر و چربی کمتری دریافت نمودند (P<۰/۰۰۱). روند تغییرات سایر متغیرها شامل سن، وضعیت استعمال سیگار، فعالیت بدنی، FBS، دریافت انرژی و پروتئین طبق سهک‌های الگوی رژیم غذایی مذکور از لحاظ آماری معنادار نبود (P>۰/۰۵).

جدول ۲- ویژگی‌های عمومی و دریافت‌های رژیمی شرکت‌کنندگان در سهک‌های الگوی رژیم غذایی مرتبط با انسولین و HOMA-IR شناسایی شده با استفاده از روش RRR در بین شرکت‌کنندگان در سومین فاز مطالعه TLGS (۲۰۰۶-۲۰۰۸)*

	سهک‌های الگوی رژیم غذایی			P- trend†
	سهک اول	سهک دوم	سهک سوم	
سن (سال)	۴۳/۴ ± ۱۲/۵	۴۲/۷ ± ۱۲/۴	۴۲/۹ ± ۱۲/۰	۰/۵۹۳
مردان (درصد)	۴۳/۷	۳۷/۷	۵۲/۰	۰/۰۲۶
نمایه توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۶/۶ ± ۴/۴	۲۷/۵ ± ۵/۰	۲۸/۲ ± ۵/۱	<۰/۰۰۱
مصرف سیگار (درصد)	۱۴/۴	۱۰/۷	۱۵/۳	۰/۷۳۰
فعالیت بدنی ‡	۲۶/۸ (۱۱/۸-۵۳/۶)	۲۴/۶ (۱۰/۱ - ۶۰/۰۰)	۲۷/۲ (۱۱/۹ - ۵۳/۸)	۰/۶۷۷
داده‌های بیوشیمیایی				
انسولین سرم ناشتا (میکرویونیت/ میلی‌لیتر)	۷/۶ ± ۳/۵	۸/۹ ± ۴/۸	۱۰/۳ ± ۶/۱	<۰/۰۰۱
قند خون ناشتا (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	۸۶/۷ ± ۸/۶	۸۷/۰ ± ۸/۸	۸۷/۹ ± ۹/۱	۰/۰۵۸
HOMA-IR	۱/۶ ± ۰/۸	۲/۰۰ ± ۱/۱	۲/۳ ± ۱/۵	<۰/۰۰۱
دریافت‌های غذایی				
دریافت انرژی (کیلوکالری در روز)	۲۲۴۰ ± ۶۴۷	۲۱۹۰ ± ۶۶۷	۲۲۲۴ ± ۷۲۸	۰/۷۶۷
کربوهیدرات (درصد از انرژی)	۵۵/۸ ± ۷/۱	۵۸/۲ ± ۷/۳	۵۹/۷ ± ۷/۰	<۰/۰۰۱
پروتئین (درصد از انرژی)	۱۳/۸ ± ۲/۴	۱۳/۸ ± ۲/۴	۱۳/۵ ± ۲/۳	۰/۰۹۲
چربی (درصد از انرژی)	۳۳/۲ ± ۶/۷	۳۰/۹ ± ۷/۱	۲۹/۴ ± ۷/۰	<۰/۰۰۱

*داده‌ها به صورت میانگین±انحراف معیار یا به عنوان میانه (محدوده بین چارکی) برای متغیرهای پیوسته و به صورت درصد برای متغیرهای طبقه‌ای ارائه شده است. †مقادیر احتمال روند با استفاده از آزمون مجذور کای (X^2) و رگرسیون خطی به ترتیب برای متغیرهای کیفی و کمی به دست آمد. ‡ مقادیر فعالیت بدنی به معادل متابولیک در ساعت در هفته (MET-H/Wk.) گزارش کردیده است.

ارتباط بین تبعیت از الگوی رژیم غذایی مرتبط با اختلال‌های هومئوستاز انسولین با شانس ابتلا به هایپرانسولینمی و IR در فاز سوم مطالعه‌ی TLGS، در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- نسبت شانس (OR) و فاصله اطمینان ۹۵٪ (95% CI) ابتلا به هایپرانسولینمی و مقاومت به انسولین در بین شرکت‌کنندگان در سومین فاز مطالعه TLGS (۲۰۰۶ - ۲۰۰۸)*

	سهک‌های الگوی رژیم غذایی			P-trend
	سهک اول (۳۵۵ نفر)	سهک دوم (۳۵۴ نفر)	سهک سوم (۳۵۴ نفر)	
هایپرانسولینمی				
میانه‌ی امتیاز	-۰/۳۱	-۰/۱۱	۰/۱۰	
مورد/ کل	۷۷/ ۲۷۸	۱۰۴/ ۲۵۰	۱۴۱/ ۲۱۳	
مدل خام	۱/۰۰ (رفرنس)	۱/۴۷ (۱/۰۴ – ۲/۰۷)	۲/۳۶ (۱/۶۹ – ۳/۲۸)	<۰/۰۰۱
مدل اول*	۱/۰۰ (رفرنس)	۱/۵۲ (۱/۰۸ – ۲/۱۵)	۲/۲۶ (۱/۶۲ – ۳/۱۶)	<۰/۰۰۱
مدل دوم†	۱/۰۰ (رفرنس)	۱/۵۳ (۱/۰۸ – ۲/۱۶)	۲/۲۴ (۱/۶۰ – ۳/۱۳)	<۰/۰۰۱
مدل سوم‡	۱/۰۰ (رفرنس)	۱/۳۰ (۰/۸۹ – ۱/۸۹)	۱/۶۹ (۱/۱۷ – ۲/۴۳)	۰/۰۰۵
مقاومت به انسولین				
میانه‌ی امتیاز	-۰/۳۱	-۰/۱۱	۰/۱۰	
مورد/ کل	۱۸/ ۳۳۷	۴۱/ ۳۱۳	۶۵/ ۲۸۹	
مدل خام	۱/۰۰ (رفرنس)	۲/۳۹ (۱/۳۴ – ۴/۲۶)	۴/۲۰ (۲/۴۴ – ۷/۲۵)	<۰/۰۰۱
مدل اول*	۱/۰۰ (رفرنس)	۲/۴۱ (۱/۳۵ – ۴/۳۰)	۴/۱۱ (۲/۳۸ – ۷/۰۹)	<۰/۰۰۱
مدل دوم†	۱/۰۰ (رفرنس)	۲/۴۱ (۱/۳۵ – ۴/۳۰)	۴/۰۷ (۲/۳۶ – ۷/۰۴)	<۰/۰۰۱
مدل سوم‡	۱/۰۰ (رفرنس)	۱/۹۴ (۱/۰۵ – ۳/۶۰)	۲/۹۷ (۱/۶۶ – ۵/۳۲)	<۰/۰۰۱

* تعدیل شده برای سن و جنس، †تعدیل شده برای مدل اول و دریافت انرژی، استعمال سیگار و فعالیت بدنی، ‡تعدیل شده برای مدل دوم و BMI

در مدل خام، افراد شرکت‌کننده در بالاترین سهک امتیاز الگوی رژیمی شناسایی شده، به طور معناداری شانس بالاتری برای هایپرانسولینمی و IR نسبت به افراد در پایین‌ترین سهک داشتند. پس از تعدیل تجزیه و تحلیل‌های انجام شده برای متغیرهای مخدوش‌گر احتمالی؛ شامل سن، جنس، دریافت انرژی، استعمال سیگار و فعالیت بدنی و BMI، ارتباط بین الگوی رژیم غذایی مذکور با خطر هایپرانسولینمی و IR هم‌چنان معنادار باقی ماند. بدین ترتیب، در افراد با بالاترین امتیاز الگوی رژیم غذایی استخراج شده، نسبت به افراد دارای پایین‌ترین امتیاز این الگوی غذایی، شانس هایپرانسولینمی حدود ۱/۷ برابر (P_{trend}=۰/۰۰۵، ۲/۴۳ – ۱/۱۷= فاصله اطمینان ۹۵٪، OR=۱/۶۹) و شانس داشتن IR حدود سه برابر (P_{trend}=<۰/۰۰۱، ۵/۳۲ – ۱/۶۶= فاصله اطمینان ۹۵٪، OR=۲/۹۷) بود.

هم‌چنین، پس از کنار گذاشتن افراد با چاقی کشنده (نمایه توده بدنی بالاتر از ۴۰) نیز (حدود ۱/۷ ٪ از کل جمعیت مورد مطالعه)، نتایج مطالعه حاضر؛ چه از نظر تکرار الگوی رژیم غذایی و چه از نظر تکرار رابطه دیده شده بین الگوی رژیم غذایی با هایپرانسولینمی و مقاومت به انسولین، تایید گردید. به همین دلیل از کنار گذاشتن این افراد صرف نظر نمودیم تا تعمیم‌پذیری مطالعه کاهش پیدا نکند.

بحث

در مطالعه‌ی حاضر، یک الگوی رژیمی مرتبط با سطوح انسولین ناشتای سرم و شاخص HOMA-IR، به روش RRR شناسایی و استخراج شد. تبعیت بالاتر از این الگوی رژیم غذایی به معنی دریافت بیشتر گوشت فرآوری شده، ماهی، دوغ، آب لیمو، ترشی و سبزیجات برگ‌دار به همراه دریافت کمتر سبزیجات نشاسته‌ای، سیر و پیاز، میوه‌های خشک، آجیل، گوشت قرمز، لبنیات پرچرب و قهوه است که شانس هایپرانسولینمی و مقاومت به انسولین را به ترتیب حدود ۱/۷ برابر و ۳ برابر افزایش داده است.

در مطالعات بررسی‌کننده الگوی رژیم غذایی رویکردهای متفاوتی مورد توجه قرار گرفته است که هر کدام نقاط ضعف و قوت خاص خود را دارند. در بیشتر مطالعات قبلی که الگوی رژیم غذایی را در جمعیت‌ها استخراج نموده و ارتباط آن‌ها را با خطر رخداد پیامدهای مختلف بررسی کرده‌اند، الگوهای استخراج شده براساس همبستگی بین دریافت‌های غذایی تعیین شده‌اند.[۱۲] لذا این الگوی رژیم غذایی استخراج شده مختص و منحصر به یک پیامد خاص نبودند و میزان همبستگی و اختصاصی بودن این الگوی رژیم غذایی با پیامد مورد نظر، نامشخص و غیر قابل اندازه‌گیری بوده است. در روش RRR، الگوی رژیم غذایی به طور اختصاصی در ارتباط با یک پیامد مشخص شناسایی می‌گردند، بنابراین ایرادات وارده بر مطالعات قبلی را با به کارگیری روش جدید استخراج الگوی رژیم غذایی برطرف نموده‌اند.[۱۳] ما نیزدر مطالعه حاضر؛ براساس روش RRR، از میان همه گروه‌های غذایی مصرفی، گروه‌های غذایی که دارای همبستگی بالایی با سطوح انسولین سرمی و یا HOMA-IR بودند تعیین کردیم و یک الگوی رژیم غذایی براساس دریافت‌های غذایی با این روش استخراج نمودیم که به طور اختصاصی بیانگر اهمیت گروه‌های غذایی مرتبط با وضعیت همئوستاز انسولین در افراد مورد مطالعه بود. همراستا با مطالعات قبلی، مطالعه ما نشان داد که سطوح انسولین ناشتا و HOMA-IR با سبزیجات نشاسته‌ای، سیر و پیاز، میوه‌های خشک، آجیل، لبنیات پرچرب و قهوه همبستگی منفی و با گوشت‌های فرآوری شده همبستگی مثبت دارد.[۱۴-۱۸]

مزیت استفاده از الگوی رژیم غذایی به منظور بررسی ارتباط غذا–بیماری نسبت به مواد غذایی منفرد، این واقعیت است که الگوی رژیم غذایی با در نظر گرفتن تعاملات و تداخلات بین مواد غذایی در رژیم غذایی افراد، تصویری نزدیک به واقعیت از اثر نهایی غذاهای مختلف بر وضعیت سلامتی ارائه می‌دهد.[۱۹] بر این اساس، ممکن است که اثر نهایی مواد غذایی مختلف در قالب یک الگوی غذایی، نسبت به زمانی که به صورت منفرد مورد بررسی قرار می‌گیرند، متفاوت باشند. برای نمونه، در این مطالعه مشاهده شد که برخی مواد غذایی؛ مانند ماهی و سبزیجات پهن برگ که دارای خواص سلامتی بخش مخصوص به خود هستند، رابطه‌ی مثبتی در قالب الگوی رژیم غذایی استخراج شده برای افراد با سطوح انسولین ناشتا سرم و شاخص HOMA-IR نشان دادند. در حالی که، مصرف گوشت قرمز ازاجزاء منفی این الگوی رژیم غذایی و افزایش‌دهنده خطر مقاومت به انسولین و هایپرانسولینمی بود. در این رابطه، توجه به این نکته ضروری می‌باشد که چنین یافته‌ای به معنای آن نیست که مصرف بالاتر ماهی و سبزیجات پهن برگ به تنهایی موجب ابتلا به مقاومت به انسولین و هایپرانسولینمی می‌گردد، بلکه یافته‌های ما صرفا نشان می‌دهد در جمعیت مورد مطالعه‌ی ما، که یک جمعیت با سبک

زندگی شهرنشینی می‌باشند، افراد با سطوح انسولین ناشتا سرمی و HOMA-IR بالاتر از الگوی رژیم غذایی پیروی می‌کردند که در آن مصرف ماهی و سبزیجات نسبت به دیگر افراد بیشتر بوده است. در مطالعات دیگر نیز یافته‌های مشابه مشاهده شده است. در مطالعه‌ی تابونگ[i] و همکاران نشان داده شد که یک الگوی رژیم غذایی که با مصرف بالای ماهی، گوجه‌فرنگی، آب میوه‌ها، فلفل سبز، خیار، کرفس، قارچ و سبزی خوردن مخلوط مشخص می‌شد، با مقاومت به انسولین رابطه‌ی مستقیم داشت.[۱۴] هم‌چنین ما در دو مطالعه‌ی قبلی خود نشان دادیم که الگوی رژیم غذایی شناسایی شده در مطالعه‌ی فوق‌الذکر، با خطر بالاتر اختلال‌های مرتبط با انسولین، از جمله هایپرانسولینمی، مقاومت به انسولین و کاهش حساسیت به انسولین و نیز دیابت مرتبط است.[۱۳،۲۵] علاوه بر این، مطالعات دیگر نیز با استفاده از روش RRR ارتباط غیرمنتظره‌ای را با حبوبات و برخی سبزیجات شناسایی کرده‌اند.[۲۸-۲۶]

این نتایج نشان می‌دهد که در بررسی ارتباط یک الگوی رژیم غذایی با رخداد یک پیامد، صرفا پرداختن به ویژگی‌های منفرد اجزاء تعیین‌کننده آن الگو جهت تفسیر و توجیه نتایج کافی نیست. بدین منظور علاوه بر ماهیت فردی و ویژگی مخصوص هر جزء باید به موارد دیگری نیز توجه نمود؛ از جمله این موارد می‌توان به مقدار مصرف، برهم‌کنش و رابطه متقابل اجزاء غذایی در قالب یک الگوی غذایی، تاثیر مصرف یک جزء غذایی روی دریافت اجزای دیگر و هم‌چنین نحوه فرایند وآماده‌سازی یک مؤلفه غذایی اشاره نمود. بنابراین و به طور کلی، در بررسی و تفسیر رابطه‌ی یک الگوی غذایی، که دارای چندین مؤلفه غذایی مهم می باشد، با یک پیامد مورد هدف، ضروری است که به ابعاد مختلف و تعیین‌کننده‌ی ویژگی آن توجه گردد. اولین بعد؛ ماهیت فردی هر کدام از مؤلفه‌های غذایی است که براساس محتوی درشت‌مغذی‌ها، ریزمغذی‌ها و ترکیبات گوناگون دیگر در بافت آن‌ها تعیین می‌شود و با توجه به مقدار دریافتی از هر مؤلفه غذایی و در نظر گرفتن ترکیبات و مواد مغذی موجود در آن‌ها، تاثیر نهایی آن را به صورت منفرد روی پیامد مورد نظر که در مطالعه حاضر مقاومت به انسولین و هایپرانسولینمی است مشخص می‌شود. به عنوان مثال در مطالعه‌ی حاضر دریافت بالاتر گوشت‌های فرآیند شده و نیز دریافت پایین‌تر سبزیجات نشاسته‌ای، سیر و پیاز، میوه‌های خشک، آجیل و قهوه که با افزایش انرژی و چربی‌های ترانس و کاهش فیتوکمیکال‌ها، نشاسته‌ی مقاوم و فیبر دریافتی همراه است،[۳۴-۲۹] با افزایش سطوح انسولین ناشتای سرم و شاخص HOMA-IR مرتبط بود.

دومین نکته در تفسیر رابطه‌ی این الگوی رژیم غذایی استخراج شده با مقاومت به انسولین، توجه به این مساله است که برخی از مؤلفه‌های غذایی تعیین‌کننده الگوی رژیم غذایی استخراج شده شاخصی از دریافت دیگر مؤلفه‌های رژیم غذایی است. به عبارتی، تاثیر اجزاء این الگوی رژیم غذایی مربوط به مواد غذایی دیگری است که همراه با آن‌ها مصرف می‌شوند. به طور مثال؛ در فرهنگ غذایی ایرانی مؤلفه‌های غذایی مثل دوغ، آب‌لیمو، ترشی و سبزیجات برگ‌دار (کاهو در قالب سالاد) معمولا همراه با وعده‌های غذایی پر کربوهیدرات و پر کالری مصرف می‌گردند. از این رو مصرف بیشتر این موارد به طور غیر مستقیم نشان‌دهنده‌ی دریافت بالاتر انرژی و کربوهیدرات می‌باشد. در همین راستا یک مطالعه در استان مازندران نشان داد که تبعیت از یک الگوی رژیم غذایی سنتی ایرانی، که دوغ نیز یکی از اجزای آن بود، با شانس ابتلا به دیابت نوع ۲ رابطه‌ی مثبت دارد.[۲۰]

هم‌چنین با در نظر گرفتن وِزن‌های کلی الگوی رژیم غذایی استخراج شده در مطالعه، ممکن است برخی مؤلفه‌های غذایی مهم آن از بعد نحوه فرآوری، شیوه طبخ یا آماده شدن جهت مصرف، با توجه به فرایندهایی که روی آن‌ها انجام می‌شود، ویژگی‌های مثبت یا منفی به الگوی رژیم غذایی فرد بدهند. به عنوان مثال، در چند مطالعه‌ی آینده‌نگر بزرگ نشان داده شده است که گوشت قرمز فرایند نشده ارتباطی با افزایش خطر دیابت ندارد، در حالی که مصرف گوشت‌های فرایند شده به طور معناداری با خطر بالاتر دیابت همراه می‌باشد.[۳۸-۳۶] در فرهنگ غذایی جمعیت شهری ایران گوشت قرمز بیشتر به صورت پخته در قالب خورش و آبگوشت همراه با سبزیجات و حبوبات مصرف می‌گردد، در حالی که گوشت‌های فرایند شده یا ماهی معمولا به صورت سرخ شده در روغن و حرارت بالا مصرف می‌شوند. توجه به این مسأله بسیار مهم است، زیرا این امکان وجود دارد که اثرات مضر این شیوه‌ی طبخ نامناسب، شامل افزایش دریافت اسیدهای چرب ترانس و ترکیبات ایجاد شده در حرارت بالا بر خواص سلامتی فراوان موجود در ماهی به عنوان یک

i -Tabung

منبع پروتئین و چربی سالم غلبه نموده و آن‌ها را در حاشیه قرار دهد.

یافته‌های ما در این مطالعه نشان داد که پیروی بالاتر از الگوی رژیم غذایی مرتبط با سطوح بالاتر انسولین ناشتای سرم و شاخص HOMA-IR به طور معناداری با افزایش شانس ابتلا به هایپرانسولینمی و مقاومت به انسولین مرتبط است. این رابطه حتی پس از تعدیل برای متغیرهای مخدوش‌گر مهم احتمالی؛ هم‌چون سن، جنس، انرژی دریافتی، استعمال سیگار، فعالیت بدنی و BMI، معنادار باقی مانده و در نهایت مشخص شده که پیروی بالاتر از این الگوی رژیم غذایی با افزایش ٦٩ درصدی در شانس ابتلا به هایپرانسولینمی و نیز افزایش حدود سه برابری در شانس مقاومت به انسولین همراه است. چنین یافته‌ای نشانگر عملکرد مطلوب تحلیل رگرسیون رتبه‌بندی کاهش یافته در شناسایی الگوی رژیم غذایی مرتبط با شاخص‌های زیستی مذکور و اعتبار بالای نتایج حاصل از آن می‌باشد. این یافته همراستا با دیگر مطالعات انجام شده در این زمینه است. تا کنون چند مطالعه نشان داده‌اند که الگوی رژیم غذایی شناسایی شده توسط روش RRR، مرتبط با شاخص HOMA-IR، می‌توانند خطر دیابت را پیش‌بینی نماید.[٦،٣٩،٤٠] به عنوان مثال، لی[i] و همکاران، در یک مطالعه‌ی آینده‌نگر با استفاده از شاخص‌های زیستی HbA1c، شاخص HOMA-IR و FBS، یک الگوی رژیم غذایی شناسایی نمودند که با مصرف بیشتر گوشت، صدف و ماهی و مصرف کمتر میوه و سبزی مشخص شده است. آن‌ها نشان دادند که تبعیت بالاتر از این الگوی رژیم غذایی پس از حدود ۱۱ سال خطر بروز دیابت را ۳۱٪ افزایش می‌دهد.[٦] در مطالعه دیگری نیز نشان داده شده که یک الگوی رژیم غذایی مرتبط با شاخص HOMA-IR شناسایی شده با روش RRR، با افزایش خطر ابتلا به دیابت نوع ۲ مرتبط بوده است.[٢١]

مطالعه حاضر دارای نقاط قوت قابل توجهی ست. طبق دانش ما، این مطالعه اولین مطالعه‌ای است که با استفاده از روش رگرسیون رتبه‌بندی کاهش یافته یک الگوی رژیم غذایی مرتبط با اختلال هومئوستاز انسولین را در جمعیت ایرانی شناسایی کرده است. ما برای استخراج این الگو غذایی از غلظت انسولین ناشتای سرم و نیز شاخص HOMA-IR به عنوان دو شاخص زیستی تعیین‌کننده‌ی مستقیم وضعیت انسولین، با در نظر گرفتن حجم نمونه‌ای نسبتا قابل توجه، استفاده کردیم. شاخص HOMA-IR به علت همبستگی بالایی که با نتایج حاصل از سنجش‌های آزمایشگاهی دارد، به عنوان استاندارد طلایی تشخیص مقاومت به انسولین، شناخته می‌شود[١١] و به طور گسترده‌ای در مطالعات مختلف انجام شده، در طیف وسیعی از گروه‌های جمعیتی مورد استفاده قرار گرفته است.[٤١،٤٢]

این مطالعه هم‌چنین با محدودیت‌هایی مواجه بود. از جمله محدودیت‌ها این که؛ به علت نوع طراحی مقطعی، بررسی رابطه‌ی علیتی در این مطالعه امکان‌پذیر نبود. مقطعی بودن مطالعه احتمال ضعیفی از مشاهده رابطه علیت معکوس[ii] بین برخی از اجزای الگو، مانند دریافت ماهی و سبزیجات پهن برگ با هایپرانسولینمی و مقاومت انسولینی را ایجاد می‌کند و ممکن است برخی از افراد چاق یا مبتلا به پیش دیابت، مصرف این دو ماده غذایی را به علت اثرات سلامتی آن افزایش داده باشند. هم‌چنین با وجود پایایی و روایی پرسش‌نامه‌ی FFQ استفاده شده در این مطالعه، خطای ذاتی این ابزار، یعنی خطای یادآوری[iii] در ارزیابی دریافت‌های رژیمی اجتناب‌ناپذیر است. علاوه بر این، علی‌رغم این که ما ارتباط بین الگوی شناسایی شده با شانس اختلال های انسولینی را در مدل‌های آماری مختلف با تعدیل اثر مخدوش‌گرهای بالقوه بررسی کردیم، امکان اثرگذاری برخی متغیرهای مخدوش‌گر اندازه‌گیری نشده یا ناشناخته دیگر، از جمله سطوح درآمدی، فرهنگ و عادات غذایی موثر بر تعیین الگوی رژیم غذایی افراد مورد مطالعه در تجزیه و تحلیل آماری در این مطالعه، منتفی نمی‌باشد.

در مطالعه‌ی حاضر، با استفاده از روش رگرسیون رتبه‌بندی کاهش یافته، یک الگوی رژیم غذایی مرتبط با غلظت انسولین ناشتای سرم و شاخص HOMA-IR در جمعیت ایرانی شناسایی و استخراج شده است. این الگوی رژیم غذایی بر پایه دریافت بالای گوشت فرآوری شده، ماهی، دوغ، آب لیمو، ترشی، و سبزیجات برگ‌دار و نیز دریافت پایین سبزیجات نشاسته‌ای، سیر و پیاز، میوه‌های خشک، آجیل، گوشت قرمز، لبنیات پرچرب و قهوه مشخص شد که با شانس بالاتر ابتلا به هایپرانسولینمی و مقاومت به انسولین مرتبط بود. انجام مطالعات بیشتر به صورت مطالعات مشاهده‌ای آینده‌نگر با جمعیت بالا بخصوص در جمعیت

i -Lee

ii- Reverse Causality
iii -Recall Bias

متفاوت برای تایید نتایج حاصل از این پژوهش توصیه می‌شود.

سپاسگزاری: پژوهش حاضر برگرفته از پایان‌نامه با کد پژوهان ۲٤۹۱۷ و کد اخلاق IR.SBMU.NNFTRI.REC.1399.055، مصوب دانشکده‌ی تغذیه و صنایع غذایی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی می‌باشد و حمایت مالی انجام پژوهش حاضر توسط این دانشکده انجام گردیده است. هم‌چنین، بر خود لازم می‌دانیم که از شرکت‌کنندگان در مطالعه‌ی قند و لیپید تهران و سایر همکاران پژوهشکده‌ی علوم غدد درون‌ریز و متابولیسم تشکر نماییم.

تضاد منافع: تمامی نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافعی در پژوهش حاضر وجود ندارد.

References

1. Thomas DD, Corkey BE, Istfan NW, Apovian CM. Hyperinsulinemia: An Early Indicator of Metabolic Dysfunction. J Endocr Soc 2019; 3: 1727-47.
2. Fahed M, Abou Jaoudeh MG, Merhi S, Mosleh JMB, Ghadieh R, Al Hayek S, et al. Evaluation of risk factors for insulin resistance: a cross sectional study among employees at a private university in Lebanon. BMC Endocr Disord 2020; 20: 85.
3. Ostovar R, Kiani F, Sayehmiri F, Yasemi M, Mohsenzadeh Y, Mohsenzadeh Y. Prevalence of metabolic syndrome in Iran: A meta-analysis. Electron Physician 2017; 9: 5402-18.
4. Adeva-Andany MM, Gonzalez-Lucan M, Fernandez-Fernandez C, Carneiro-Freire N, Seco-Filgueira M, Pedre-Pineiro AM. Effect of diet composition on insulin sensitivity in humans. Clin Nutr ESPEN 2019; 33: 29-38.
5. Hoffmann K, Schulze MB, Schienkiewitz A, Nothlings U, Boeing H. Application of a new statistical method to derive dietary patterns in nutritional epidemiology. Am J Epidemiol 2004; 159: 935-44.
6. Lee HA, Son N, Lee WK. Association between dietary patterns derived by reduced rank regression and incident diabetes: From the korean genome epidemiology study. Clinical Nutrition 2018; 37: S97-S8.
7. Azizi F, Ghanbarian A, Momenan AA, Hadaegh F, Mirmiran P, Hedayati M, et al. Prevention of non-communicable disease in a population in nutrition transition: Tehran Lipid and Glucose Study phase II. Trials 2009; 10: 5.
8. Mokhtari E, Farhadnejad H, Teymoori F, Mirmiran P, Azizi F. The association of insulinemic potential of diet and lifestyle with the risk of insulin-related disorders: a prospective cohort study among participants of Tehran Lipid and Glucose Study. Diabetol Metab Syndr 2021; 13: 53.
9. Momenan AA, Delshad M, Sarbazi N, Rezaei Ghaleh N, Ghanbarian A, Azizi F. Reliability and validity of the Modifiable Activity Questionnaire (MAQ) in an Iranian urban adult population. Arch Iran Med 2012; 15: 279-82.
10. Asghari G, Farhadnejad H, Teymoori F, Mirmiran P, Tohidi M, Azizi F. High dietary intake of branched-chain amino acids is associated with an increased risk of insulin resistance in adults. J Diabetes 2018; 10: 357-64.
11. Sarafidis PA, Lasaridis AN, Nilsson PM, Pikilidou MI, Stafilas PC, Kanaki A, et al. Validity and reproducibility of HOMA-IR, 1/HOMA-IR, QUICKI and McAuley's indices in patients with hypertension and type II diabetes. J Hum Hypertens 2007; 21: 709-16.
12. Zhao J, Li Z, Gao Q, Zhao H, Chen S, Huang L, et al. A review of statistical methods for dietary pattern analysis. Nutr J 2021; 20: 37.
13. Weikert C, Schulze MB. Evaluating dietary patterns: the role of reduced rank regression. Curr Opin Clin Nutr Metab Care 2016; 19: 341-6.
14. Tabung FK, Wang W, Fung TT, Hu FB, Smith-Warner SA, Chavarro JE, et al. Development and validation of empirical indices to assess the insulinaemic potential of diet and lifestyle. Br J Nutr 2016; 116: 1-12.
15. Drehmer M, Pereira MA, Schmidt MI, Alvim S, Lotufo PA, Luft VC, et al. Total and Full-Fat, but Not Low-Fat, Dairy Product Intakes are Inversely Associated with Metabolic Syndrome in Adults. J Nutr 2016; 146: 81-9.
16. Li Z, Wang D, Ruiz-Narváez EA, Peterson KE, Campos H, Baylin A. Starchy Vegetables and Metabolic Syndrome in Costa Rica 2021; 13: 1639.
17. Micha R, Michas G, Mozaffarian DJCar. Unprocessed red and processed meats and risk of coronary artery disease and type 2 diabetes–an updated review of the evidence. Curr Atheroscler Rep 2012; 14: 515-24.
18. Bahadoran Z, Mirmiran P, Momenan AA, Azizi F. Allium vegetable intakes and the incidence of cardiovascular disease, hypertension, chronic kidney disease, and type 2 diabetes in adults: a longitudinal follow-up study. J Hypertens 2017; 35: 1909-16.
19. Tapsell LC, Neale EP, Satija A, Hu FB. Foods, Nutrients, and Dietary Patterns: Interconnections and Implications for Dietary Guidelines. Adv Nutr 2016; 7: 445-54.
20. Zaroudi M, Yazdani Charati J, Mehrabi S, Ghorbani E, Norouzkhani J, Shirashiani H, et al. Dietary Patterns Are Associated with Risk of Diabetes Type 2: A Population-Based Case-Control Study. Arch Iran Med 2016; 19: 166-72.
21. McNaughton SA, Mishra GD, Brunner EJ. Dietary patterns, insulin resistance, and incidence of type 2 diabetes in the Whitehall II Study. Diabetes Care 2008; 31: 1343-8.

Original Article

Relationship between a Dietary Pattern Derived by Reduced Ranking Regression and Odds of Hyperinsulinemia and Insulin Resistance in Adults: Tehran Lipid and Glucose Study

Mokhtari E[1], Teymoori F[2], Farhadnejad H[2], Mirmiran P[1], Azizi F[3]

[1]Department of Clinical Nutrition and Dietetics, 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, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran, [3]Endocrine Research Center, Research Institute for Endocrine Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, I.R. Iran

e-mail: mirmiran@endocrine.ac.ir
e-mail: teymoori.f68@gmail.com

Received: 28/08/2021 **Accepted**: 11/12/2021

Abstract

Introduction: This study aimed to identify a specific dietary pattern related to insulin resistance and hyperinsulinemia in Tehranian adults. Materials and Methods: This cross-sectional study was performed on 1063 men and women ≥25 years of age participating in the third phase of the Tehran Lipid and Glucose Study. The dietary pattern was derived by reduced ranking regression (RRR), using 34 food items as predictors and serum insulin concentration and homeostatic model assessment for insulin resistance (HOMA-IR) as response variables. The relationship between a dietary pattern and odds of hyperinsulinemia and insulin resistance (IR) was investigated, and the odds ratio (OR) and 95% confidence interval (CI) were reported. Results: The mean, standard deviation of age, and BMI of the participants was 43.0±12.2 years and 27.4±4.8 kg/m2. The derived patterns included higher consumption of processed meat, fish, drinkable yogurt, lemon juice, pickles, leafy vegetables, and lower consumption of starchy vegetables, garlic and onions, dried fruits, nuts, red meat, high-fat dairy, and coffee. After adjustment for potential confounding variables, a higher adherence to this pattern was associated with increased odds of hyperinsulinemia (OR=1.69, 95%CI=1.17-1.23, Ptrend=0.005) and IR (OR=2.97, 95%CI=1.66-5.32, Ptrend <0.001). Conclusion: In this study, an RRR-derived dietary pattern related to serum insulin and HOMA-IR was associated with a higher odds of hyperinsulinemia and IR.

Keywords: Dietary pattern, Insulin resistance, Hyperinsulinemia, HOMA-IR, Reduced Rank Regression