

بررسی ارتباط شاخص گلیسمی و بار گلیسمی با پروفایل چربی های خون و تغییرات آنها

آتوسا سعیدپور^۱، پروین میرمیران^{۱*}، فیروزه حسینی اصفهانی^۱، سمیه حسین پور نیازی^۱، دکتر فریدون عزیزی^۳

چکیده

مقدمه: رژیم‌های غذایی دارای شاخص گلیسمی (GI=Glycemic Index) و بار گلیسمی (GL=Glycemic Load) بالا ممکن است افزایش دریافت انرژی و خطر بروز بیماری‌های قلبی- عروقی را به دنبال داشته باشند. هدف از این مطالعه، بررسی ارتباط GI و GL با پروفایل چربی‌های خون و تغییرات آنها بود.

روش‌ها: نمونه‌های خون و یادآمد ۲۴ ساعته تغذیه‌ای، در یک مطالعه آینده‌نگر با پیگیری ۶۷ ساله از ۱۲۰ فرد بالای ۴۰ سال جمع‌آوری گردید. ارتباط بین لیپیدهای سرم با GI و GL توسط مدل رگرسیون خطی و تنظیم شده (برای عوامل خطر ساز شناخته شده مرتبط با لیپیدهای سرم) در شروع مطالعه ارزیابی شد.

یافته‌ها: دریافت بالاتر GI به طور مثبت با سطح کلسترول تام سرم (۱/۵۸، ۰/۲۲، CI=۹۵٪)، کلسترول LDL (لیپوپروتئین با چگالی پایین) (۱/۸۳، ۰/۳۷، CI=۹۵٪)، نسبت کلسترول LDL/HDL (۰/۰۶، ۰، CI=۹۵٪) و تغییرات نسبت کلسترول LDL/HDL (۰/۵۲، ۰/۱۵، CI=۹۵٪) و به طور منفی با کلسترول HDL (لیپوپروتئین با چگالی بالا) (۰/۷۵، ۰/۴۷، CI=۹۵٪) ارتباط داشت؛ حال آن که GL به طور مثبت با سطح کلسترول تام (۰/۷۴، ۰/۳۸، CI=۹۵٪)، کلسترول LDL (۰/۳۳، ۰/۱۲، CI=۹۵٪)، نسبت کلسترول LDL/HDL (۰/۰۱، ۰، CI=۹۵٪) تغییرات کلسترول تام (۰/۰۵، ۰، CI=۹۵٪)، کلسترول LDL (۰/۱۶، ۰/۱۲، CI=۹۵٪) و نسبت کلسترول LDL/HDL (۰/۵۰، ۰/۱۴، CI=۹۵٪) در ارتباط بود.

نتیجه‌گیری: یافته‌های مطالعه حاضر، نشان دادند که دریافت بالای GI و GL اثر نامطلوب هم بر سطح لیپیدهای سرم و هم بر تغییرات آنها دارند.

واژگان کلیدی: شاخص گلیسمی، بار گلیسمی، لیپوپروتئین‌ها، کلسترول تام

۱- مرکز تحقیقات پیشگیری و درمان چاقی، پژوهشکده علوم غدد درون‌ریز و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۲- دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۳- پژوهشکده علوم غدد درون‌ریز و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

* نشانی: تهران، اوین، جنب بیمارستان طالقانی، پلاک ۲۴، مرکز تحقیقات پیشگیری و درمان چاقی، پژوهشکده علوم غدد درون‌ریز و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تلفن: ۰۲۱-۲۲۴۳۲۵۰۰-۲۲۴۰۲۴۶۳، پست الکترونیک: mirmiran@endocrine.ac.ir

مقدمه

پژوهش‌های اولیه در زمینه فرضیه‌های مربوط به رژیم غذایی و سلامت قلب، تقریباً بر چربی‌های رژیمی متمرکز بوده‌اند [۱]، به گونه‌ای که یافته‌های تحقیقات حیوانی [۲]، مطالعات مقطعی [۳] و مطالعات متابولیک [۴]، چربی‌های رژیمی را با لیپیدهای سرم مرتبط دانسته و پیشنهاد کرده‌اند که رژیم غنی از چربی‌های اشباع و کلسترول، خطر بیماری‌های قلبی-عروقی را افزایش می‌دهد. این مشاهده‌ها، منجر به توصیه‌هایی مبنی بر جایگزینی چربی رژیمی با کربوهیدرات گردید [۵]؛ حال آنکه دریافت کربوهیدرات می‌تواند غلظت تری‌آسیل‌گلیسرول ناشتای پلاسما را افزایش [۶و۱] و غلظت کلسترول HDL را کاهش دهد [۷و۱] و احتمال ایجاد پروفایل لیپیدی افزایش دهنده خطر بیماری‌های قلبی-عروقی را بیشتر کند [۸]. کربوهیدرات‌ها با اشکال فیزیکی، ساختارهای شیمیایی، اندازه اجزا و محتویات فیبر مختلف، موجب پاسخ‌های متفاوت گلوکز و انسولین سرم می‌شوند [۹]. بنابراین، کربوهیدرات‌ها برحسب پاسخ‌های گلوکز سرم بعد از غذا، نسبت به گلوکز یا نان سفید که پاسخ‌شان ۱۰۰ در نظر گرفته می‌شود، طبقه‌بندی شده‌اند که به طور مرسوم برحسب "شاخص گلیسمی" نمایش داده می‌شوند [۹]. شاخص گلیسمی، کیفیت کربوهیدرات رژیمی و بار گلیسمی، مقدار کربوهیدرات خورده شده (کمیت) را منعکس می‌کنند [۱۰]. این احتمال وجود دارد که شاخص گلیسمی و بار گلیسمی با اثر نامطلوب بر لیپیدهای خون و التهاب فراگیر، بیماری‌هایی مانند بیماری‌های قلبی-عروقی، سکته و دیابت نوع ۲ را به ویژه در افراد چاق و دارای اضافه وزن افزایش دهند [۱۱]. تعداد محدودی از مطالعات مشاهده‌ای اخیر، آشکار ساخته‌اند رژیم‌های رژیمی که شاخص گلیسمی یا بار گلیسمی پایین و یا هر دو را داشته باشد، اثر سودمند بر عوامل خطر ساز متابولیک بیماری‌های قلبی-عروقی و دیابت نوع ۲ مانند نمایه توده بدن [۱۲]، کلسترول HDL [۱۳]، تری‌آسیل‌گلیسرول [۱۴] و هموگلوبین گلیکوزیله [۱۵] دارند. در یک مطالعه وسیع مقطعی نیز نشان داده شد که بار گلیسمی در پیشگویی عوامل خطر ساز بیماری‌های قلبی-عروقی مانند کلسترول HDL و نسبت کلسترول LDL/HDL در مقایسه با شاخص

گلیسمی، قوی‌تر عمل می‌کند. از طرف دیگر شاخص گلیسمی در پیشگویی کلسترول LDL بهتر عمل می‌کند [۱۶]. از آنجا که مطالعات در این زمینه اغلب به صورت مقطعی و در کشورهای غربی انجام شده‌اند و یافته‌های ضد و نقیضی به همراه داشته‌اند و نیز هیچ یک به تغییر غلظت سرمی چربی‌ها توجه نکرده‌اند، بر آن شدیم تا ارتباط شاخص گلیسمی و بار گلیسمی را با پروفایل لیپیدی و تغییرات آن در یک مطالعه کوهورت بررسی کنیم.

روش‌ها

این مطالعه در قالب "مطالعه قند و لیپید تهران"، که مطالعه‌ای آینده‌نگر با هدف تعیین شیوع عوامل خطر ساز بیماری‌های غیرواگیر و بهبود شیوه زندگی به منظور پیشگیری و حذف این عوامل خطر ساز در منطقه ۱۳ تهران بود، انجام شد [۱۷]. لازم به ذکر است که در مرحله اول مطالعه، ۱۵۰۰۵ فرد بالای ۳ سال ساکن در منطقه ۱۳ تهران با روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چند مرحله‌ای به طور تصادفی در سال‌های ۸۰-۱۳۷۸ وارد مطالعه شدند. مراحل دوم (۸۴-۱۳۸۱) و سوم (۸۷-۱۳۸۴) مطالعه، کوهورت هستند [۱۸]. از مجموع افراد شرکت کننده، تنها ۱۴۷۶ نفر دارای یادآمد تغذیه‌ای ۲۴ ساعته در فاز اول مطالعه بودند که از بین آنها، ۱۲۰ نفر از افراد ۴۰ سال و بالاتر که دارای اطلاعات کامل از نظر شاخص‌های تن‌سنجی، اطلاعات تغذیه‌ای و دیگر متغیرها در شروع و زمان پیگیری مطالعه (مرحله سوم) بودند، بررسی شدند. نمونه‌ها به طور میانگین برای ۶۷ سال پیگیری شدند. از تمام افراد رضایت‌نامه کتبی دریافت و این پروژه در کمیته اخلاق پژوهشکده علوم غدد درون‌ریز و متابولیسم دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تصویب شد. جزئیات مطالعه قند و لیپید تهران و تمام روش‌های آزمایشگاهی آن در مقالات قبلی منتشر شده‌اند [۱۹ و ۲۰]. اندازه‌گیری وزن با ترازوی دیجیتال (Seca 707, Hanover MD) با دقت ۱۰۰ گرم در حالی انجام شد که نمونه‌ها حداقل لباس را بدون کفش به تن داشتند. قد در حالت ایستاده، بدون کفش و با متر نواری در حالتی که شانه‌ها در وضعیت طبیعی بودند اندازه‌گیری شد (Seca 208 Portable Body Meter Measuring Device, Hanover MD). نمایه توده بدن (BMI)

از تقسیم وزن به کیلوگرم بر مجذور قد به مترمربع به دست آمد. دور کمر به موازات دور ناف و دور باسن در پهن‌ترین قسمت در حالی که افراد پوشش نازکی به تن داشتند، بدون اعمال هیچ فشاری به سطح بدن با متر نواری غیرکشی که تا ۰/۱ سانتیمتر را گزارش می‌کرد، اندازه‌گیری شد [۲۱] و نسبت دور کمر به دور باسن محاسبه گردید [۲۲]. برای کاهش خطای فردی، اندازه‌گیری‌ها توسط یک نفر در مورد مردان و یک نفر در مورد زنان انجام شد. میزان فعالیت بدنی با استفاده از پرسشنامه (LRC) [۲۳]، سنجیده شد. این پرسشنامه مشتمل بر ۴ سوال است و آموزش خاصی برای تکمیل آن لازم نیست. فعالیت بدنی افراد مطابق این پرسشنامه به ۳ گروه کم (کمتر از یک بار در هفته)، متوسط (حدافل یک بار در هفته) و شدید (حدافل ۳ بار در هفته)، تقسیم‌بندی شد. نمونه خون ناشتا برای اندازه‌گیری قند و چربی سرم پس از ۱۰ تا ۱۲ ساعت ناشتایی گرفته شد. گلوکز سرم در روز جمع‌آوری نمونه خون و با استفاده از روش کالریتری آنزیمی و با گلوکز اکسیداز اندازه‌گیری شد. وضعیت تحمل گلوکز مطابق با معیارهای سازمان بهداشت جهانی به صورت تحمل گلوکز نرمال (NGT)، تحمل گلوکز مختل (IGT) و دیابت طبقه‌بندی شد [۲۴]. اندازه‌گیری کلسترول (TC) و تری‌گلیسرید (TG) به ترتیب به روش کالریتری آنزیمی با کلسترول اکسیداز با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون انجام شد. اندازه‌گیری HDL-C بعد از رسوب دهی محلول آپولیپو پروتئین‌ها با اسید فسفوتنسیتیک صورت گرفت. LDL-C به وسیله فرمول فریدوالد محاسبه گردید [۲۵]؛ به جز زمانی که غلظت TG بیش از ۴۰۰ mg/dl بود. به منظور کنترل کیفیت آزمایش‌ها، هر جا امکان‌پذیر بود، هر ۲۰ آزمون برای چربی‌ها با محدوده طبیعی و پاتولوژیک ارزیابی می‌شد. لیپید استاندارد (Boehringer Mannheim, C.F.as؛ شماره ۷۵۹۳۵۰) برای کالیبره کردن دستگاه اتوآنالیزور، سلکترا-۲ در همه روزهای کار آزمایشگاه استفاده شد. تمام نمونه‌ها از نظر کنترل کیفیت داخلی معیارهای قابل قبولی داشتند. ضریب ارزیابی درونی و بیرونی ۰/۵٪ و ۰/۲٪ برای کلسترول تام و ۰/۶٪ و ۱/۶٪ برای تری‌گلیسرید بود. این ارزیابی‌ها هر ۳ سال یک بار پیگیری می‌شوند.

پرسشنامه یادآمد ۲۴ ساعته توسط کارشناسان تغذیه ۲ بار به صورت مصاحبه چهره به چهره پر شد. اولین یادآمد در خانه افراد و یادآمد دوم در مراکز ارایه دهنده مراقبت‌های بهداشتی بعد از گذشت ۱ تا ۳ روز از ملاقات اول گرفته شد. از افراد درخواست شد همه غذاها و آشامیدنی‌هایی را که در طول ۲۴ ساعت پیش مصرف کرده بودند، ذکر کنند و برای یادآوری دقیق‌تر از ظروف پیمانه خانگی استفاده شد. جداول استاندارد راهنمای مقیاس‌های خانگی برای تبدیل میزان غذاهای خورده شده به گرم به کار رفت و داده‌های جمع‌آوری شده وارد نرم افزار Nutritionist III (NIII) و میزان کل انرژی و متوسط درشت مغذی‌ها و ریز مغذی‌های مصرفی هر فرد اندازه‌گیری شد. شاخص گلیسمی و بار گلیسمی با استفاده از یادآمد ۲ روزه غذایی محاسبه گردید. شاخص گلیسمی، اندازه‌گیری کیفیت کربوهیدرات در غذاها و پاسخ گلیسمی می‌باشد. فرمول‌های توصیه شده [۲۶] برای محاسبه شاخص گلیسمی کلی و بار گلیسمی رژیم در فرمول زیر آورده شده است:

$$= \sum G_{Li} \times CHO_i \times G_{Li} / \sum CHO_i \quad (i=1 \text{ through } n)$$

شاخص گلیسمی رژیمی کلی

$$= \sum G_{Li} \times CHO_i \quad (i=1 \text{ through } n)$$

G_{Li} شاخص گلیسمی برای غذای i محتوای کربوهیدرات در غذای i (g/day) و n تعداد غذاهای خورده شده در هر روز است. برای تعیین شاخص گلیسمی، هر آیتام غذایی از یادآمد ۲ روزه به طور مستقیم با جدول بین‌المللی شاخص گلیسمی [۲۷] تطبیق داده شد. نان سفید به عنوان مرجع در نظر گرفته شد. اگر غذایی در یاد آمد دو روزه وجود داشت که در جدول بین‌المللی شاخص گلیسمی یافت نمی‌شد، با استفاده از "نمایه گلیسمی مواد غذایی ایرانی" [۲۸] تطبیق داده شد. سپس شاخص گلیسمی و بار گلیسمی ارزیابی شد. محتوای کربوهیدرات در هر جزء غذا و در هر سروینگ، با استفاده از جدول USDA ارزیابی گردید. غذاهای با محتوای کربوهیدرات بسیار پایین از مطالعه خارج شدند زیرا مقدار شاخص گلیسمی آنها نمی‌توانست ارزیابی شود. نقطه برش برای خروج غذاها، ۳/۵ گرم در هر سروینگ بود [۲۹]. غذاهای مخلوط نیز با جمع‌آوری چند روش پخت محلی و تهیه میانگین اجزای تشکیل دهنده آنها، به اجزای تشکیل دهنده آن غذا تجزیه شد. در ابتدا میانگین و انحراف معیار یا درصد کوواریانتهای دموگرافیک، شیوه زندگی و رژیمی به

شاخص گلیسمی در زنان ۷۷/۴ و بار گلیسمی ۲۰۶/۲۹ و در مردان به ترتیب ۷۵/۲۹ و ۱/۳۹ بود. خصوصیات نمونه‌ها بین طبقات پنجک شاخص گلیسمی و بار گلیسمی در جدول ۱ نشان داده شدند. شاخص گلیسمی و بار گلیسمی به طور معنی داری با کالری، پروتئین و کربوهیدرات دریافتی ارتباط داشتند. افراد با دریافت بالاتر شاخص گلیسمی و بار گلیسمی، نمایه توده بدن بالاتری داشتند. شاخص گلیسمی و بار گلیسمی با یکدیگر همبستگی داشتند ($P=0/001$, $r=0/55$). همچنین، شاخص گلیسمی با دریافت کربوهیدرات نیز همبستگی داشت ($P=0/001$, $R=0/512$) و البته، همبستگی با بار گلیسمی در حد کوچکی بالاتر بود ($R=0/529$ ، $P=0/001$). دریافت بالای شاخص گلیسمی و بار گلیسمی، هیچ روند معنی داری بین افراد دارای فعالیت‌های فیزیکی شدید یا متوسط نسبت به افراد با دریافت کم شاخص و بار گلیسمی نداشت (جدول ۱). همین مطلب در مورد سیگار کشیدن نیز صادق بود. افرادی که دریافت بالاتر شاخص گلیسمی و بار گلیسمی داشتند، نسبت به افراد با دریافت پایین‌تر، میانگین دریافت انرژی، کربوهیدرات و پروتئین بالاتری را نشان دادند. در آنالیز رگرسیون خطی تنظیم شده چند متغیره، شاخص گلیسمی با تغییرات و سطح کلسترول تام، کلسترول HDL، کلسترول LDL و نسبت کلسترول LDL/HDL و بار گلیسمی با تغییرات کلسترول تام، کلسترول LDL و نسبت کلسترول LDL/HDL، به طور معنی داری ارتباط داشتند (جدول‌های ۲ و ۳)؛ به گونه‌ای که بار گلیسمی مسؤول ۴۹ درصد از تغییرات کلسترول LDL، ۵۱ درصد از تغییرات نسبت کلسترول LDL به کلسترول HDL و ۴۶ درصد از تغییرات کلسترول تام و شاخص گلیسمی مسؤول ۴۴/۸ درصد از تغییرات کلسترول LDL، ۴۸/۳ درصد از تغییرات نسبت کلسترول LDL به کلسترول HDL، ۴۴ درصد از تغییرات کلسترول تام و ۵۸/۴ درصد از تغییرات کلسترول HDL بودند. به این ترتیب می‌توان بیان کرد که در رگرسیون خطی تنظیم شده چند متغیره، شاخص گلیسمی و بار گلیسمی به ترتیب، تغییرات کلسترول HDL و نسبت کلسترول LDL/HDL را در بین دیگر سطوح پروفایل لیپیدی، قوی‌تر پیشگویی کردند.

وسیله پنجک‌های شاخص گلیسمی و بار گلیسمی محاسبه شد. توزیع نرمال در تمام متغیرهای پاسخ، ارزیابی شد و در مورد تری‌گلیسرید، از لگاریتم آن استفاده شد. با استفاده از Partial correlation، میانگین تغییرات کلسترول تام، تری‌گلیسرید، کلسترول HDL، کلسترول LDL و نسبت کلسترول LDL/HDL در فاز سوم با کنترل برای همین شاخص‌ها در فاز اول مورد بررسی قرار گرفتند. سپس، متغیرهای پاسخی که Partial correlation معنی دار داشتند، هر یک در رگرسیون خطی به عنوان متغیر پاسخ و شاخص گلیسمی و بار گلیسمی به عنوان متغیر مستقل مورد آنالیز قرار گرفتند. رگرسیون خطی در ۲ مدل انجام شد، به این صورت که در یک مدل (مدل ۱)، رگرسیون برای جنس، فعالیت فیزیکی، سیگار، دریافت فیبر و نمایه توده بدن در ابتدا تنظیم شد و در مدل دیگر (مدل ۲)، رگرسیون با تمام متغیرهای ذکر شده در مدل ۱ به علاوه انرژی، پروتئین، چربی اشباع، چربی غیر اشباع تک و چربی غیر اشباع چند زنجیره و کلسترول تنظیم گردید. در ضمن، برای محاسبه تغییرات پروفایل لیپید، هنگام انجام رگرسیون، هر یک از پروفایل‌های لیپیدی در فاز ۱ به عنوان کواریانت وارد شد. شاخص گلیسمی و بار گلیسمی در فاز اول، دوم و سوم مورد بررسی قرار گرفتند و با استفاده از Error bar و Pair-t-test مشخص شد که هیچ اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند و سپس شاخص گلیسمی و بار گلیسمی فاز اول به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در این مطالعه، ۶۵ مرد و ۵۵ زن شرکت کردند. میانگین سن مردان ۵۱ سال و زنان ۴۹/۹ سال بود. نمونه‌های مورد بررسی سالم بودند. ۷/۱ درصد از مردان و ۳ درصد از زنان تحصیلات بالای دیپلم داشتند. ۹۵ درصد از زنان و ۴۵ درصد از مردان سیگار نمی‌کشیدند و ۲۵/۵ درصد از مردان و ۲۶/۷ درصد از زنان فعالیت فیزیکی شدید داشتند. ۷۹/۲ درصد از زنان و ۷۵/۶ از مردان در این جمعیت دارای اضافه وزن بودند (BMI مساوی و بیشتر از ۲۵ kg/m²) که در انجام رگرسیون اثر نمایه توده بدن در مدل‌ها تعدیل شد. متوسط دریافت

جدول ۲- فاصله اطمینان‌های تنظیم شده چند متغیره سطوح پروفایل لیپیدی در بین طبقات شاخص گلیسمی و بار گلیسمی

بار گلیسمی (تعداد=۱۲۰)			شاخص گلیسمی (تعداد=۱۲۰)			
R ²	فاصله اطمینان	B	R ²	فاصله اطمینان	B**	
HDL-C						
۰/۵۳	-۰/۰۱، -۰/۰۴	-۰/۰۱۴	۰/۵۴	۰، -۰/۳۱	-۰/۱۶	مدل ۱*
۰/۵۶	-۰/۴۳، ۰	-۰/۱۹	۰/۵۸	۰/۴۷، ۰/۷۵	-۰/۱۷	مدل ۲†
LDL-C						
۰/۴۵	۰/۱۱، ۰/۳۲	۰/۲۲	۰/۴۰	۰/۳۱، ۱/۷۰	۱/۰۱	مدل ۱
۰/۴۶	۰/۱۲، ۰/۳۳	۰/۶۲	۰/۴۹	۰/۳۷، ۱/۸۳	۱/۱۰	مدل ۲
LDL-C/HDL-C						
۰/۴۹	۰، ۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۴۶	۰، ۰/۰۶	۰/۰۴	مدل ۱
۰/۵۲	۰، ۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۴۸	۰، ۰/۰۶	۰/۰۴	مدل ۲
کلسترول						
۰/۴۳	۰/۰۶، ۰/۲۸	۰/۱۵	۰/۴۱	۰/۲۲، ۱/۵۸	۰/۹۰	مدل ۱
۰/۴۷	۰/۳۸، ۰/۷۴	۰/۱۶	۰/۴۴	۰/۲۲، ۱/۴۶	۰/۷۴	مدل ۲

*تعدیل شده برای جنس، فعالیت فیزیکی (شدید، متوسط، سبک)، سیگار کشیدن (هر روز، در گذشته، هرگز)، دریافت فیبر، BMI و مقادیر پایه برای هر متغیر

†تعدیل شده برای مدل ۱ به همراه دریافت انرژی، پروتئین، اسیدهای چرب اشباع، اسیدهای چربی غیر اشباع پلی و مونو و کلسترول

**unstandardized coefficient

‡ روش آماری مورد استفاده رگرسیون خطی می باشد، نوع مطالعه کوهورت آینده نگر است و حجم نمونه ۱۲۰ نفر می باشد

جدول ۳. فاصله اطمینان‌های تنظیم شده چند متغیره سطوح پروفایل لیپیدی در بین طبقات تغییرات شاخص گلیسمی و بار گلیسمی

بار گلیسمی (تعداد=۱۲۰)			شاخص گلیسمی (تعداد=۱۲۰)			
R ²	فاصله اطمینان	B	R ²	فاصله اطمینان	B**	
تغییرات HDL-C						
۰/۰۷	-۰/۵۹، -۰/۰۵	-۰/۰۳	۰/۰۵	-۰/۰۱، -۰/۰۵	-۰/۰۲	مدل ۱*
۰/۲۲	-۰/۰۶، ۰	-۰/۰۳	۰/۲۰	۰/۰۶، ۰	-۰/۰۲	مدل ۲†
تغییرات LDL-C						
۰/۰۸	۰/۰۲، ۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۰۶، ۰/۱۰	۰/۰۲	مدل ۱
۰/۱۶	۰/۱۲، ۰/۱۶	۰/۸۰	۰/۱۱	۰/۰۷، ۰/۰۹	۰/۰۱	مدل ۲
تغییرات LDL-C/HDL-C						
۰/۲۲	۰/۱۶، ۰/۵۰	۰/۳۳	۰/۲۳	۰/۰۱، ۰/۰۶	۰/۳۵	مدل ۱
۰/۲۵	۰/۱۴، ۰/۵۰	۰/۳۲	۰/۲۵	۰/۱۵، ۰/۵۲	۰/۳۴	مدل ۲
تغییرات کلسترول						
۰/۲۱	۰، ۰/۵۳	۰/۰۳	۰/۱۵	۰/۰۱، ۰/۰۴	۰/۰۱	مدل ۱
۰/۲۶	۰، ۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۲۱	-۰/۰۱، ۰/۰۴	۰/۰۱	مدل ۲

*تعدیل شده برای جنس، فعالیت فیزیکی، سیگار کشیدن، دریافت فیبر، BMI و مقادیر پایه برای هر متغیر

†تعدیل شده برای مدل ۱ به همراه دریافت انرژی، پروتئین، اسیدهای چرب اشباع، اسیدهای چربی غیر اشباع پلی و مونو و کلسترول

**unstandardized coefficient

‡ روش آماری مورد استفاده رگرسیون خطی می باشد، نوع مطالعه کوهورت آینده نگر است و حجم نمونه ۱۲۰ نفر می باشد

بحث

یافته‌های این مطالعه با گذشت حدود ۶ سال پیگیری نشان دادند که شاخص گلیسمی بالاتر با سطح کلسترول HDL پایین‌تر، کلسترول LDL و نسبت کلسترول LDL به کلسترول HDL بالاتر در ارتباط است؛ در ضمن، شاخص گلیسمی با تغییرات افزایشی نسبت کلسترول LDL به کلسترول HDL در ارتباط است. از طرف دیگر، بار گلیسمی بالاتر با سطح کلسترول LDL، نسبت کلسترول LDL به کلسترول HDL و کلسترول تام بالاتر و با تغییرات افزایشی کلسترول LDL، نسبت کلسترول LDL به کلسترول HDL و کلسترول تام ارتباط دارد.

چند مطالعه مقطعی در جمعیت معمول، ارتباط شاخص گلیسمی و بار گلیسمی را با لیپیدهای خون مورد بررسی قرار داده‌اند؛ اگرچه در تمام این مطالعه‌ها ارتباط معنی‌دار میان شاخص و بار گلیسمی با لیپیدهای خون یافت نشد [۲۴]، در اغلب مطالعات شاخص گلیسمی و بار گلیسمی بالا با کلسترول HDL پایین [۱۳، ۱۴، ۲۸]، غلظت تری‌گلیسرید بالاتر [۱۴، ۲۸] ارتباط داشت [۲۷]. ۴ مورد از ۵ مطالعه اپیدمیولوژی مقطعی که از داده‌های مطالعه سلامت پرستاران و بررسی NHANESIII استفاده کردند، نشان دادند که در میان افراد در پایین‌ترین طبقه بار گلیسمی و شاخص گلیسمی در مقایسه با بالاترین طبقه آن، سطح کلسترول HDL سرم بالاتر و تری‌آسیل‌گلیسرول پایین‌تر است [۲۶ و ۲۷]. دو مورد از این مطالعات، شاخص گلیسمی و بار گلیسمی را به طور مستقیم با غلظت‌های لیپید سرم مقایسه کردند و یکی از آنها گزارش کرد که بار گلیسمی اثر بیشتری دارد [۲۸]، در حالی که در دیگری شاخص گلیسمی و بار گلیسمی هر دو، اثر مشابهی داشتند [۲۶]. در مطالعه‌ای مشاهده‌ای، ارتباط معنی‌داری بین شاخص گلیسمی و عوامل خطر ساز متابولیک برای بیماری‌های قلبی-عروقی یافت نشد [۲۴]. در مطالعه‌ای سیستمی و مروری از ۱۵ مطالعه RCT برای مداخله با رژیم دارای شاخص گلیسمی پایین، ارتباط کمی بین شاخص گلیسمی و لیپیدهای سرم یافت شد [۳۰]. در مقابل مطالعه‌های مقطعی، ارتباط بسیار کمتری در مطالعات طولی مشاهده شده است: فقط یک افزایش معنی‌دار در کلسترول تام و کلسترول

LDL سرم مرتبط با افزایش بار گلیسمی در یک مطالعه یافت شد [۳۱، ۳۲].

در مطالعه حاضر، دیده شد که اگر شاخص گلیسمی ۱ واحد کاهش یابد، کلسترول LDL ۱ درصد، نسبت کلسترول LDL به کلسترول HDL ۰/۳ درصد و کلسترول تام ۰/۷۴ درصد کاهش می‌یابد؛ و اگر بار گلیسمی ۱ واحد کاهش یابد، کلسترول HDL ۰/۱۹ درصد افزایش، کلسترول LDL ۶ درصد و نسبت کلسترول LDL به کلسترول HDL ۰/۰۷ درصد و کلسترول تام ۰/۱۶ درصد کاهش می‌یابد. از آنجا که کلسترول LDL و کلسترول HDL معیارهای اصلی راهنمای برنامه آموزش کلسترول ملی ایالات متحده (NCEP) می‌باشد [۳۳]، این یافته‌ها بسیار دارای اهمیت است، زیرا در مطالعات قبلی مانند مطالعه Ma و همکاران [۱۲] گزارش شد که ۱۰ واحد افزایش در شاخص گلیسمی، با ۱/۶ mg/dl کاهش در HDL-C همراه است که منجر به ۵/۱ درصد افزایش در خطر بروز بیماری‌های قلبی-عروقی می‌شود. به علاوه، براساس یافته‌های مطالعه فرامینگهام، برای هر ۱ mg/dl کاهش در کلسترول HDL، خطر بیماری قلبی-عروقی تا ۳ درصد در زنان و تا ۲ درصد در مردان افزایش می‌یابد [۳۴]. در مطالعه Murakami و همکاران [۳۵] نیز آشکار گردید که بار گلیسمی با کلسترول HDL ارتباط دارد. در مطالعه ما نیز شاخص گلیسمی اثر معکوس تقریباً قوی با کلسترول HDL داشت اما در ارتباط با بار گلیسمی هیچ ارتباطی مشاهده نشد. در رابطه با کلسترول LDL نیز می‌توان اشاره‌ای به مطالعات قبلی داشت که ۱۰ mg/dl تغییر در کلسترول LDL پس از ۱۴ سال را با ۵ تا ۷ درصد تغییر در خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی مستقل از دیگر عوامل خطر ساز بیماری‌های قلبی-عروقی عمده، مرتبط دانسته‌اند [۱۲]. بنابراین، شاخص گلیسمی و بار گلیسمی ممکن است با تاثیر بر کلسترول LDL و کلسترول HDL، بر خطر بروز بیماری‌های قلبی-عروقی تاثیر داشته باشند. هر چند اثر بلند مدت دریافت کربوهیدرات رژیمی به طور عام بر بیماری‌های قلبی-عروقی کمتر آشکار گردیده است، در این مطالعه نشان داده شد که شاخص گلیسمی پیشگویی کننده مستقل و با اهمیتی برای کلسترول HDL، کلسترول LDL و نسبت کلسترول LDL به کلسترول HDL؛ و بار گلیسمی نیز پیشگویی کننده مستقل و

بالا نیست که بتوان از این داده‌ها به راحتی برای تطبیق با عموم جامعه استفاده کرد، اما این یافته‌ها می‌تواند هشدار برای افرادی باشد که با کاهش میزان دریافت چربی خود، به افزایش دریافت کربوهیدرات‌ها با شاخص گلیسمی پایین روی آورده‌اند.

از داده‌های این مطالعه آینده‌نگر، آشکار شد که دریافت بالای شاخص گلیسمی، تاثیرات نامطلوبی بر کلسترول LDL، نسبت کلسترول LDL به کلسترول HDL، کلسترول تام، کلسترول HDL و تغییرات نسبت کلسترول LDL به کلسترول HDL (مسئول حدود ۳۰ درصد از تغییرات افزایشی این کلسترول) می‌گذارد و از طرف دیگر، دریافت بالای بار گلیسمی به طور نامطلوبی بر کلسترول LDL، نسبت کلسترول LDL به کلسترول HDL، کلسترول تام، تغییرات کلسترول LDL (مسئول حدود ۸ درصد از تغییرات افزایشی این کلسترول)، تغییرات نسبت کلسترول LDL به کلسترول HDL (مسئول حدود ۳۱ درصد از تغییرات کاهش‌ی این کلسترول) و تغییرات کلسترول تام (مسئول ۳ درصد از تغییرات افزایشی آن) اثر می‌گذارد. با توجه به این اثرات نامطلوب مشاهده شده بر سطح لیپیدهای سرم و بر تغییرات آنها، به نظر می‌رسد که توجه به دریافت صحیح شاخص گلیسمی و بار گلیسمی در رژیم غذایی از طریق مدیریت و یا حتی درمان سطوح لیپیدی، بتواند از بیماری‌های قلبی-عروقی، سندرم متابولیک و دیابت پیشگیری کند. هرچند که مطالعات بیشتر، با تعداد نمونه بیشتر و از نوع کارآزمایی بالینی کنترل شده تصادفی لازم است تا این ارتباطها دقیق‌تر بررسی شوند.

سپاسگزاری

این پژوهش با تأمین مالی طرح ملی تحقیقات (مطالعه قند و لیپید تهران) شماره ۱۲۱ و توسط پژوهشکده علوم غدد درون ریز و متابولیسم دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی انجام شد. از تمامی کارکنان این پژوهشکده به ویژه کارشناسان مجرب تغذیه و شرکت کنندگان این طرح پژوهشی به دلیل همکاری صمیمانه سپاسگزاری می‌نمایم.

با اهمیتی از کلسترول HDL، کلسترول LDL، نسبت کلسترول LDL به کلسترول HDL و کلسترول HDL است. همچنین در مطالعه ما دیده شد که شاخص گلیسمی به طور میانگین، مسئول حدود ۴۰ درصد و بار گلیسمی مسئول حدود ۵۰ درصد تغییرات در سطح لیپیدهای سرم به حساب می‌آیند. در نهایت، به نظر می‌رسد بار گلیسمی نسبت به شاخص گلیسمی در مورد کلسترول LDL، پیشگویی کننده قوی‌تری باشد.

از نقاط قوت این مطالعه می‌توان به استفاده از یادآمد ۲ روزه غذایی که نسبت به تخمین میانگین FFQ، شاخص دقیق‌تری از انواع و کمیت‌های غذای خورده شده به دست می‌دهد، اشاره کرد [۱۳] زیرا یادآمد غذایی، انواع مختلف غذاها، اندازه سهم، نحوه پخت و دیگر روش‌های آماده‌سازی را بهتر و اختصاصی‌تر از FFQ اندازه‌گیری می‌کند که فقط حدود ۱۰۰ نوع غذا را فهرست می‌کند و متکی بر تعداد کوچکی از مقایسه‌ها با اندازه‌ی سهم استاندارد است. همچنین، بومی‌سازی ارزیابی دریافت‌ها با جمع‌آوری حدود ۳۰ منوی غذایی مربوط به هر غذای مخلوط ایرانی و تهیه میانگینی از این ۳۰ منو، از جمله نقاط قوت دیگر این مطالعه است. دیگر آن که در این مطالعه بیشتر عوامل مداخله‌گر ممکن جمع‌آوری و برای انجام آنالیز کنترل شدند. همچنین، در بیشتر مطالعات طولی قبلی، در ابتدا شاخص گلیسمی و بار گلیسمی بررسی شده‌اند، اما در این مطالعه، در هر ۳ فاز شاخص گلیسمی و بار گلیسمی ارزیابی شدند و از آنجا که تفاوت معنی‌داری نداشتند، شاخص گلیسمی و بار گلیسمی در فاز اول مورد آنالیز قرار گرفت.

از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به این مورد اشاره کرد که بسیاری از اقلام غذایی دارای مقادیر شاخص گلیسمی نیستند و تخمین برای غذاهای ناشناخته، بر اساس غذاهای مشابهی که مقادیر شاخص گلیسمی آنها شناخته شده بود، انجام شد. دوم این که در کشور ایران، فقط تعداد محدودی از غذاهای مورد بررسی از نظر شاخص گلیسمی ارزیابی شده‌اند و این عدم بومی‌سازی نه تنها در محاسبه شاخص گلیسمی، بلکه در محاسبه مقدار کربوهیدرات موجود در غذاها نیز وجود دارد. در نهایت آن که تعداد افراد تحت پیگیری چندان

مأخذ

1. Grundy S, Deneke M. Dietary influences on serum lipids and lipoproteins. *J Lipid Res* 1990; 31: 1149-72.
2. Dawber TR, Nickerson RJ, Brand FN, Pool J. Eggs, serum cholesterol, and coronary artery disease. *Am J Clin Nutr* 1982; 36:617-25.
3. Keys A. Seven countries: a multivariate analysis of death and coronary artery disease. Cambridge. MA: Harvard University Press, 1980.
4. Hegsted DM, Ausman LK, Johnson JA, Dallal GE. Dietary fat and serum lipids: an evaluation of the experimental data. *Am J Clin Nutr* 1993; 57:875-83.
5. American Heart Association. Dietary guidelines for healthy American adults. *Circulation* 1996; 94:1795-800.
6. Parks EJ, Hellerstein MK. Carbohydrate-induced hypertriglycerolemia: historical perspective and review of biological mechanisms. *Am J Clin Nutr* 2000; 71:412-33.
7. Mensink RP, Katan MB. Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoproteins: a meta-analysis of 27 trials. *Arteriosclerosis Thrombosis* 1992; 12:909-11.
8. Stampfer MJ, Krauss RM, Ma J, Blanche PJ, Holl LG, Sacks FM, et al. A prospective study of triglyceride level, low-density lipoprotein particle diameter and risk of myocardial infarction. *JAMA* 1996; 276:882-8.
9. Jenkins DJ, Wolever TM, Taylor RH, et al. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr* 1981; 34:362-6.
10. Schakel SF, Sievert YA, Buzzard IM. Sources of data for developing and maintaining a nutrient database. *J Am Diet Assoc* 1988; 88:1268-71.
11. Liu S, Manson JE, Buring JE, Stampfer MJ, Willett WC, Ridker PM. Relation between a diet with a high glycemic load and plasma concentrations of high-sensitivity C-reactive protein in middle-aged women. *Am J Clin Nutr* 2007; 27:492-8.
12. Ma Y, Olendzki B, Chiriboga D, Hebert JR, Li Y, Li W, et al. Association between dietary carbohydrate and body weight. *Am J Epidemiol* 2005; 161:359-67.
13. Slyper A, Jurva J, Pleuss J, Hoffmann R, Gutterman D. Influence of glycemic load on HDL cholesterol in youth. *Am J Clin Nutr* 2005; 81:376-9.
14. Amano Y, Kawakubo K, Lee JS, Tang AC, Sugiyama M, Mori K. Correlation between dietary glycemic index and cardiovascular disease risk factors among Japanese women. *Eur J Clin Nutr* 2004; 58:1472-8.
15. Wolever TMS, Nguyen PM, Chiasson JL, Hunt JA, Josse RG, Palmason C, et al. Relationship between habitual diet and blood glucose and lipids in non-insulin dependent diabetes (NIDDM). *Nutrition Research* 1995; 15: 843-57.
16. Leitan EB, Cook NR, Stampfer MJ, Ridker PM, Rexrode KM, Buring GE, et al. Dietary glycemic index, dietary glycemic load, blood lipids, and C-reactive protein. *Metab Clin Experiment* 2008; 57:437-43.
17. Schurgin S Siegel RD: Pharmacotherapy of obesity: an update. *Nutr Clin Care* 2003; 6: 27-32.
18. Azizi F, Rahmani M, Emami H, Majid M. Tehran lipid and Glucose study: rational and design. *CVD Prevention* 2000; 3:242-7.
19. Mirmiran P, Esmailzade A, Azizi F. Detection of cardiovascular risk factors by anthropometric measures in Tehranian adults: receiver operating characteristic (ROC) curve analysis. *Eur J Clin Nutr* 2004; 58:1110-8.
20. Azizi F, Rahmani M, Ghanbarian A, Emami H, Salehi P, Mirmiran P, et al. Serum lipid levels in an Iranian adult's population: Tehran lipid and glucose study. *Eur J Epidemiol* 2003; 18:311-9.
21. Esmailzadeh A, Mirmiran P, Azizi F. Waist-to-hip ratio is a better screening measure for cardiovascular risk factors than other anthropometric indicators in Tehranian adult men. *Int J Obes (Lond)* 2004; 28:1325-32.
22. Azizi F, Ghanbarian A, Madjid M, Rahmani M. Distribution of blood pressure and prevalence of hypertension in Tehran adult population: Tehran Lipid and Glucose Study, 1999-2000. *J Hum Hypertens* 2002; 16: 305-12.
23. Ainsworth, B, E.; Jacobs, JR.; Leon, A. S. Validity and reliability of self-reported physical activity status: the Lipid Research Clinics questionnaire. *Med Sci Sports Exerc* 1993; 25:92-98.
24. Franz MJ. Medical nutrition therapy for diabetes mellitus and hypoglycemia of nondiabetic origin. In: Mahan LK, Stump SE (eds). Krause's Food, Nutrition and Diet Therapy. 11th ed Philadelphia. W.B.Saunders company;2004. P. 799.
25. Friedewald WT, Levy RI and Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 1972; 18, 499-502.
26. PI-Sunyer FX. Glycemic index and disease. *Am J Clin Nutr* 2002; 76:290s-8s. www.ajcn.org/cgi/content/full/76/1/290s.
27. Foster-Powell K, Holt SH, Brand-Miller JC. International of glycemic index and glycemic load values: 2002. *Am J Clin Nutr* 2002; 76:5-56. www.ajcn.org/cgi/content/full/76/1/5
28. Taleban FA, Eamayili M. Glycemic index of Iranian foods. Institute of Nutrition and food research, Shahid Beheshty University, 1999; P. 4-10.
29. Brand-Miller, Wolever TM, Foster-Powell K, Colagiuri Stephen. The new glucose revolution: the authoritative guide to the glycemic index-the dietary solution for lifelong health. New York,

- NY: Marlowe and Company, 2003. www.amazon.com/New-Glucose-Revolution-Authoritative-Glycemic/dp/B001L5T2F2
30. Kelly S, Frost G, Whittaker V, Summerbell C. Low glycaemic index diets for coronary heart disease. *Cochrane Database Systematic Review* 2004:CD004467.[PubMed:5846902]
 31. Hegsted DM, McGandy RB, Myers ML, Sare FJ. Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man. *Am J Clin Nutr* 1965; 17: 281-95.
 32. Key A. Serum cholesterol response to dietary cholesterol. *Am J Clin Nutr* 1984; 40:351-9.
 33. Gordon DJ, Probstfield JL, Garrison RJ, Neaton JD, Casetelli WP, Knoke JD, et al. High-density lipoprotein cholesterol and cardiovascular disease. Four prospective American studies. *Circulation* 1989; 79:8-15.
 34. Liu S, Willett WC, Stampfer MJ, Hu FB, Franz M, Sampson L, et al. A prospective study of dietary glycemic load, carbohydrate intake, and risk of coronary heart disease in US women. *Am J Clin Nutr* 2000; 71:1455-61.
 35. Murakami K, Sasaki S, Takahashi Y, Okubo H, Hosoi Y, Horiguchi H, et al. Dietary glycemic index and load in relation to metabolic risk factors in Japanese female farmers with traditional dietary habits. *Am J Clin Nutr* 2006; 83:1161-9.