

## ارتباط بین شاخص فیتوکمیکال رژیمی و عوامل تن سنجی با پیشرفت کبد چرب غیر الکلی در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲

سمیرا سلطانیه<sup>۱</sup>، ماریه صلواتی زاده<sup>۱</sup>، حسین پوستچی<sup>۲</sup>، زهرا یاری<sup>۳</sup>، آسیه منصور<sup>۴</sup>، محمد ابراهیم خمسه<sup>۴</sup>، مجتبی ملک<sup>۵</sup>، فریبا علانی شهیمیری<sup>۴</sup>، آریتا حکمت دوست<sup>۶</sup>

- ۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد تغذیه بالینی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
- ۲- مرکز تحقیقات بیماری‌های دستگاه گوارش و کبد، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
- ۳- دکترای علوم تغذیه، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
- ۴- مرکز تحقیقات غدد و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
- ۵- مرکز تحقیقات پیشگیری از بیماری‌های قلبی و عروقی، مرکز تحقیقات غدد و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
- ۶- نویسنده مسئول: استاد گروه تغذیه بالینی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران. پست الکترونیکی: a\_hekmat2000@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۹/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۸/۱

### چکیده

**سابقه و هدف:** با توجه به شیوع بالای کبد چرب غیر الکلی در بیماران دیابتی نوع ۲ و عوارض مخرب در کنار هم قرار گرفتن این دو بیماری، هدف این مطالعه ارزیابی ارتباط بین عوامل تغذیه ای مانند شاخص فیتوکمیکال رژیمی، عوامل تن سنجی مرتبط با چاقی شکمی و پیشرفت کبد چرب در بیماران دیابتی نوع ۲ می‌باشد.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه بیماران مبتلا به دیابت نوع دو با  $\text{CAP score} \leq 270$  (Controlled Attenuation Parameter)، اندازه‌گیری شده با روش الاستوگرافی گذرا (TE) در گروه NAFLD و بیماران دیابت نوع دو با  $\text{CAP score} > 270$  در گروه کنترل قرار گرفتند. شاخص فیتوکمیکال رژیمی (DPI) بر اساس داده‌های بدست آمده از پرسشنامه بسامد خوراکی ۱۴۷ آیتمی محاسبه گردیدند. هم چنین، اندازه‌گیری‌های تن سنجی و ترکیب بدن با استفاده از DEXA (Dual-energy X-ray absorptiometry) انجام گردید. نسبت شانس و فاصله اطمینان (OR, 95% CI) پیشرفت کبد چرب در بیماران دیابتی برای شاخص‌های ذکر شده در گروه‌های مختلف آن‌ها با استفاده از رگرسیون لجستیک و مدل‌های تعدیل شده بدست آمد.

**یافته‌ها:** گروه NAFLD متشکل از ۱۳۳ و گروه کنترل متشکل از ۶۷ شرکت کننده می‌باشند. افرادی که مصرف بالاتر از میانه شاخص فیتوکمیکال رژیمی (DPI) داشتند، پس از تعدیل همه مخدوشگرها به میزان ۶۵٪ خطر کمتری برای پیشرفت کبد چرب نشان دادند (OR = 0.35, 95% CI). پس از تعدیل مخدوشگرها و به طور مستقل از BMI، رابطه مستقیم معنی‌داری بین بالاترین سهک Trunk to Leg (OR = 0.12-0.98, P = 0.048) و Ratio (TLR) (OR = 7.99, 95% CI: 2.43-126.26, P = 0.001) و (OR = 4.55, 95% CI: Metabolic Score for Visceral Fat (METS-VF) و 1.46-14.2, P = 0.007) و پیشرفت کبد چرب یافت شد.

**نتیجه‌گیری:** عوامل فیتوکمیکالی رژیم غذایی دارای اثرات محافظتی بر پیشرفت NAFLD در بیماران دیابتی می‌باشد. هم چنین عوامل تن سنجی METS-VF و TLR به عنوان دو شاخص جدید اندازه‌گیری چاقی شکمی که عامل خطری برای پیشرفت NAFLD می‌باشد، معرفی شدند.

**واژگان کلیدی:** شاخص فیتوکمیکال رژیمی، دیابت نوع ۲، کبد چرب غیر الکلی، عوامل تن سنجی

### ● مقدمه

تری‌گلیسرید در کبد تعریف می‌شود که با عواملی به غیر از دلایل ثانویه کبد چرب ایجاد می‌شود. NAFLD معمولاً به

بیماری کبد چرب غیر الکلی (NAFLD non-alcoholic fatty liver disease) با تجمع غیرطبیعی چربی به طور خاص

مدیرانه ای شامل دریافت کم اسیدهای چرب اشباع و کلسترول، مصرف بالای اسیدهای چرب تک غیراشباع (Mono Unsaturated Fatty Acids) و کربوهیدرات پیچیده و فیبرها، نسبت متعادل امگا ۶ به امگا ۳، با میزان ابتلای کمتر به NAFLD مرتبط می‌باشند (۱۴، ۱۳). فیتوکیمال‌ها ترکیبات گیاهی می‌باشند که جز مواد مغذی ضروری در نظر گرفته می‌شوند و اجزایی مانند فلاونوئیدها، پلی فنول‌ها، کاروتنوئیدها، فنولیک اسید، لیگنان، آنتوسیانین و کاتچین‌ها را دارا می‌باشند. رژیم غذایی غنی از میوه‌ها، سبزیجات، غلات کامل، حبوبات و مغزها، یک رژیم سرشار از فیتوکیمال شناخته می‌شود (۱۵). فیتوکیمال‌ها دارای خواص آنتی اکسیدانی می‌باشند که می‌توانند رادیکال‌های آزاد را با مهار برخی آنزیم‌ها و شلاته کردن فلزات کمیاب دخیل در تولید رادیکال‌های آزاد، پاکسازی کنند (۱۶). مطالعه مورد-شاهدی منتشر شده در سال ۲۰۲۰ نشان داد که بالاترین ترتایل دریافت کل فلاونوئیدها و پلی فنولیک‌ها با شانس کمتر ابتلا به کبد چرب مرتبط بوده است (۱۷). در این مطالعه شانس ابتلا به کبد چرب در بالاترین ترتایل مصرف لیگنان ۶۶٪ کمتر از پایین ترین ترتایل بوده است (۱۷). مطالعه مروری سیستماتیک در سال ۲۰۱۶، ارتباط بین DPI بالاتر با BMI پایین تر، دور کمر و آدیپوسیتی کمتر را گزارش کرده است (۱۸).

با توجه به شیوع بالای بیماری کبد چرب غیرالکلی در بیماران دیابتی و اثرات نامطلوب آن بر کیفیت زندگی و پیشرفت آن به بیماری‌های تهدیدکننده حیات، بررسی عوامل مرتبط با پیشرفت آن در بیماران دیابتی از اهمیت بالایی برخوردار است. لذا مطالعه حاضر اولین مطالعه‌ای می‌باشد که به بررسی ارتباط بین شاخص فیتوکیمال رژیمی (dietary phytochemical index)، شاخص‌های تن سنجی مربوط به چاقی مرکزی و چربی احشایی (METS-VF, TLR) با پیشرفت کبد چرب غیرالکلی در بیماران دیابتی نوع ۲ می‌پردازد.

### • مواد و روش‌ها

جامعه مورد نظر برای پژوهش، بیماران مبتلا به دیابت نوع دو ۱۸-۷۰ سال بودند که به پژوهشکده غدد و متابولیسم دانشگاه علوم پزشکی ایران مراجعه کرده بودند. ۱۳۳ بیمار با درجه فیروز بالاتر از ۲۷۰ dB/m در گروه NAFLD و ۶۷ بیمار با درجه فیروز پایین تر از ۲۷۰ dB/m در گروه کنترل دسته بندی شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل (۱) نمایه توده بدنی (BMI) بیشتر از ۲۳، ۲ طول مدت ابتلا به دیابت بیشتر از ۲ سال، ۳ مصرف الکل در مردان کمتر از ۲۱ واحد و در زنان کمتر از ۱۴ واحد در هفته، ۴ عدم ابتلا به سایر بیماری‌ها و اختلالات مزمن و حاد کبدی (هپاتیت B، C، ...،

همراه چاقی، دیس لیپیدی و مقاومت به انسولین دیده می‌شود و یک گستره وسیع بالینی از یک التهاب درجه پایین (استئاتوز ساده) تا استئاتوهپاتیت غیر الکلی (NASH non-alcoholic steatohepatitis)، فیروز پیشرونده، سیروز و کارسینوما سلول‌های کبدی (Hepatocellular Carcinoma) را در بر می‌گیرد (۱، ۲). شیوع کبد چرب در گروه‌های با خطر بالا به طور خاص افراد چاق و دیابتی دو برابر جمعیت عادی است. نتایج یک مطالعه متاآنالیز جهانی نشان می‌دهد که چاقی در ۵۱٪ بیماران مبتلا به کبد چرب (NAFLD) و ۸۱٪ بیماران مبتلا به NASH وجود دارد، همچنین نتایج حاصل از یک متاآنالیز اخیر بر روی مطالعات مربوط به دیابت نوع ۲ (T2DM)، شیوع ۷۰-۸۰ درصدی NAFLD در این جمعیت را نشان داد (۳، ۴). دیابت نوع ۲ یکی از قوی ترین عوامل خطر برای پیشرفت NASH می‌باشد و بیماران مبتلا به NAFLD و T2DM بیشتر از بیماران مبتلا به NAFLD به تنهایی، آسیب‌های شدید بافتی مانند NASH، فیروز، سیروز و نهایتاً HCC را بروز می‌دهند و هم چنین منجر به پروفایل متابولیکی بدتر، دیس لیپیدی آتروژنیک مانند هایپرتری گلیسیریدمی و کاهش HDL و افزایش LDL و نهایتاً خطرات قلبی و عروقی بیشتری می‌گردد (۵). چاقی نیز با خطر NAFLD در ارتباط است، یک مطالعه متاآنالیز نشان داده است که چاقی مرکزی به نسبت چاقی جنرال پیش بینی کننده بهتری برای اختلالات متابولیک می‌باشد (۶). همچنین در مطالعه ای دیگر مشخص شد که مبتلایان به NAFLD به طور معنی‌داری چربی احشایی و دور کمر بیشتری در مقایسه با گروه کنترل adjusted BMI داشتند (۷). علی‌رغم اینکه مطالعات پیشین از Body Mass Index و دور کمر به عنوان یک ابزار آسان و کم هزینه برای ارزیابی درصد کل چربی بدن و چاقی شکمی به ترتیب استفاده کرده اند، اما این روش‌ها ترکیب و شکل بدن را به درستی و دقت نمایان نمی‌کنند (۸). لذا در نظر گرفتن توزیع چربی بدن با استفاده از روش DEXA به صورت شاخص TLR در ارزیابی آدیپوسیتی و ارتباط با اختلالات متابولیک مفید واقع می‌گردد (۹-۱۱). یافته‌های یک مطالعه مقطعی نشان می‌دهد که رابطه مثبت و مستقل معنی‌داری بین چربی تنه (Trunk Fat Mass) و آنزیم‌های کبدی و رابطه منفی و مستقل معنی‌داری بین چربی پا (Leg Fat Mass) و آنزیم‌های کبدی وجود دارد (۱۲). تغذیه یکی از عوامل مؤثر در بروز و پیشرفت کبد چرب شناخته می‌شود. در تحقیقات پیشین نشان داده شده است که رژیم غذایی غربی که با مصرف بالای فست فودها، شیرینی‌ها، غلات تصفیه شده، گوشت قرمز و فرآوری شده، محصولات لبنی پرچرب شناخته می‌شود با شیوع بیشتر NAFLD و رژیم غذایی

میوه ها، سبزیجات به جز سیب زمینی، حبوبات و غلات کامل، مغزها، فرآورده های سویا، روغن زیتون، زیتون، آب طبیعی میوه ها و سبزیجات همچین سس گوجه فرنگی به عنوان مواد غذایی سرشار از فیتوکمیکال در نظر گرفته شده اند. نسبت توده چربی ناحیه شکم به پا (TLR) = توده چربی شکم (کیلوگرم) / مجموع توده چربی پای چپ و راست (کیلوگرم)

$$\text{METS-VF} = 4.466 + 0.011[(\text{Ln}(\text{METS-IR}))^3] + 3.239[(\text{Ln}(\text{WHtR}))^3 + 0.319(\text{Sex}) + 0.594(\text{Ln}(\text{Age}))]$$

$$\text{METS-IR} = [\text{Ln}((2 \times \text{FG}) + \text{TG})] \times \text{BMI} / [\text{Ln}(\text{HDL cholesterol})]$$

$$\text{VAT (g)} = e^{4.466 + 0.011[(\text{Ln}(\text{METS-IR}))^3] + 3.239[(\text{Ln}(\text{WHtR}))^3 + 0.319(\text{Sex}) + 0.594(\text{Ln}(\text{Age}))]}$$

در امتیاز متابولیک بر اساس مقاومت به انسولین (METS-IR)، FG، ZMA، یانگر گلوکز ناشتای سرم، TG، ZMA، یانگر تری گلیسیرید، BMI، ZMA، یه توده بدنی، HDL، ZMA، یانگر لیپوپروتئین با دانسیته بالا می باشد.

در امتیاز متابولیک برای چربی احشایی (METS-VF)، WHtR نسبت دور کمر به قد، جنسیت اگر مرد باشد امتیاز ۱ می گیرد و اگر زن باشد امتیاز ۰ می گیرد. سن بر اساس سال محاسبه می شود.

$$\text{HOMA-IR} = \frac{\text{غلظت گلوکز ناشتا (mmol/L)} \times \text{غلظت HDL-C (}\mu\text{U/ml)}}{22/5}$$

در این مطالعه، تجزیه و تحلیل آماری داده ها از طریق نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ صورت گرفت. جهت تعیین تبعیت داده ها از توزیع نرمال، از آزمون کولموگراف-اسمیرنوف استفاده گردید. شاخص فیتوکمیکال رژیمی و عوامل تن سنجی و دموگرافیک بین دو گروه مورد مطالعه با استفاده از آزمون تی مستقل (independent T test) و آزمون chi-squared به ترتیب متغیرهای کمی و کیفی مقایسه گردید. همچنین از آزمون Mann-Whitney به عنوان معادل غیر پارامتری آزمون تی مستقل استفاده شد. جهت بررسی اثر هر یک از متغیرهای مستقل در پیشرفت کبد چرب و نیز تعیین کارآمدی هر یک از ابزارهای تن سنجی ذکر شده مرتبط با پیشرفت کبد چرب، نسبت شانس یا odds ratio و ۹۵٪ فاصله اطمینان (OR(95% CIs)) محاسبه گردید و برای از بین بردن اثر فاکتورهای مخدوش کننده بر روی OR و محاسبه نسبت شانس تعدیل شده یا Adjusted OR از آزمون رگرسیون لجستیک استفاده گردید.  $p < 0.05$  از لحاظ آماری معنی دار در نظر گرفته شد.

بیماری های صفراوی، بیماری های خود ایمنی شناخته شده و اختلالات ارثی مؤثر بر وضعیت کبد (بیماری ذخیره ای آهن، مس و ...)، عدم ابتلا به سرطان، عدم داشتن بیماری التهابی مزمن، عدم داشتن بیماری کلیوی، عدم نارسایی قلبی و انفارکتوس میوکارد، (۵) عدم بارداری و شیردهی در زنان، (۶) عدم تزریق انسولین، (۷) عدم سوء مصرف مواد، عدم درمان با دارو های ضد التهاب و داروهای مؤثر بر کبد مانند الازاپین، آمیودارون، تیازولیدین دیون و ...، کورتیکو استروئید ها و هورمون ها و (۸) نداشتن رژیم کاهش وزن اخیر، نداشتن کاهش وزن بیش از ۱۰٪ در ۶ ماه گذشته می باشد. معیارهای خروج از مطالعه عدم تمایل به همکاری و عدم تکمیل پرسشنامه و سایر اندازه گیری ها تا انتها بوده است.

از کلیه افراد بعد از ورود به مطالعه اطلاعات مورد نیاز در مورد سن، استعمال دخانیات و الکل، مصرف مکمل و دارو، طول مدت ابتلا به دیابت از طریق تکمیل پرسشنامه اطلاعات عمومی کسب گردید. استئاتوز کبدی و فیروز با روش ترانزیت الایستوگرافی (Echosens, Paris, France) (Fibroscan®) اندازه گیری گردید (۱۹). فشار خون بیماران با توجه به پروتکل استاندارد با دستگاه دیجیتال اندازه گیری شد (OMRON, Germany). فعالیت فیزیکی بیماران با استفاده از پرسشنامه MET (Metabolic equivalent of task) بدست آمد (۲۰). تری گلیسیرید سرم، HDL-C سرم، قندخون ناشتا از طریق روش آنزیماتیک با استفاده از کیت و انسولین سرم از طریق رادیوایمینو اسی اندازه گیری شد.

وزن با لباس سبک و با دقت ۱۰۰ گرم توسط ترازو Seca، و قد افراد شرکت کننده در حالت ایستاده، بدون کفش با پاشنه های پا و باسن چسبیده به دیوار، سر مستقیم و نگاه به جلو به وسیله ی قدسنج Seca، با دقت ۰/۱ سانتی متر اندازه گیری شد. دور کمر از فاصله بین آخرین دنده و تاج استخوانی ائلیاک و دور باسن با متر نواری غیر ارتجاعی Seca، اندازه گیری شد. هم چنین، ترکیب بدنی (body composition) با استفاده از روش Dual-energy X-ray (DEXA) absorptiometry برای همه نمونه ها اندازه گیری گردید. اطلاعات مورد نیاز در مورد رژیم غذایی افراد گروه های NAFLD و کنترل از طریق تکمیل پرسشنامه بسامد خوراک نیمه کمی ۱۴۷ آیتمی معتبر و قابل اطمینان، با انجام مصاحبه حضوری کسب گردید.

شاخص فیتوکمیکال رژیم غذایی با استفاده از روش پیشنهاد شده توسط مک کارتی محاسبه گردید (۲۱):

[ (انرژی دریافتی به دست آمده از مواد غذایی سرشار از فیتوکمیکال / کل انرژی دریافتی روزانه)  $\times 100$  ]

فیزیکی، استعمال سیگار و فشار خون تفاوت معنی داری را بین دو گروه NAFLD و کنترل نشان نداد. درجه فیروز کبدی در گروه NAFLD ( $320.75 \pm 33$ ) به طور معنی داری بیش تر از گروه کنترل ( $247.67 \pm 21.66$ ) می باشد (جدول ۱).

میانگین BMI در گروه کنترل  $26.17 \pm 3.42$  و در گروه NAFLD  $30.07 \pm 4.06$  kg/m<sup>2</sup> بود. جدول ۲ نشان می دهد که وزن، شاخص توده بدنی (BMI)، دور کمر (WC)، دور باسن (HC)، نسبت دور کمر به باسن (WHR)، نسبت دور کمر به قد (WHtR)، توده چربی ناحیه شکم و پا، نسبت توده چربی شکم به پا (TLR)، امتیاز متابولیک برای چربی احشایی (METS-VF) و بافت چربی احشایی (VAT) به دست آمده از امتیاز متابولیک در گروه NAFLD به طور معنی داری بیشتر از گروه کنترل می باشد.

ملاحظات اخلاقی: این پژوهش با کد IR.SBMU.NNFTRI.REC.1400.010 در کمیته اخلاق انستیتو تحقیقات تغذیه و صنایع غذایی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی مورد تایید قرار گرفته است. از افراد شرکت کننده رضایت نامه کتبی جهت شرکت در مطالعه اخذ شده است و توضیحات کافی در خصوص اهداف و چگونگی انجام پژوهش در اختیار قرار داده شده است.

## • یافته ها

مطالعه حاضر بر روی ۶۷ شرکت کننده در گروه کنترل و ۱۳۳ شرکت کننده در گروه NAFLD انجام گردید. ۷۸ نفر (۵۸٫۶ درصد) جمعیت گروه مورد و ۳۰ نفر (۴۴٫۷۷ درصد) جمعیت گروه کنترل را بیماران زن تشکیل دادند. میانگین سنی در گروه مورد  $52.19 \pm 9.06$  سال و در گروه کنترل  $52.24 \pm 9.75$  سال می باشد. طول ابتلا به دیابت، فعالیت

جدول ۱. ویژگی های شخصیتی جمعیت آزمودنی

متغیر	گروه کنترل (تعداد = ۶۷)	گروه NAFLD (تعداد = ۱۳۳)	P-value
سن (سال)	۵۳ (۶۰-۴۳)	۵۳ (۵۹-۴۶)	۰٫۸۴۶
جنسیت (زن) %	۴۴٫۷۷	۵۸٫۶۴	۰٫۰۷۲
طول مدت دیابت (سال)	۸ (۱۳-۵)	۷ (۱۰٫۵-۵)	۰٫۲۷۸
فعالیت فیزیکی (MET-min/week)	۵۲۵ (۶۴۶٫۸-۴۴۹٫۴)	۵۰۴ (۶۲۷٫۹-۴۴۱)	۰٫۳۷۴
استعمال سیگار (/)	۱۶٫۴۱	۱۸٫۰۴	۰٫۸۴۶
فشار خون سیستولی (mmHg)	۱۲۵ (۱۳۰-۱۱۰)	۱۲۰ (۱۳۰-۱۱۰)	۰٫۵۸۱
فشار خون دیاستولی (mmHg)	۷۳ (۸۰-۷۰)	۸۰ (۸۳٫۵-۷۰)	۰٫۱۱۶
درجه فیروز کبدی CAP score (dB/m)	۲۵۰ (۲۶۵-۲۴۰)	۳۲۰ (۳۴۵-۲۹۰)	۰٫۰۰۰

- برای مقایسه ی متغیرهای کمی از آزمون من ویتنی استفاده شده است.  
- برای تمام متغیرهای کمی، مقادیر به صورت میانه (چارک) گزارش شده است.  
- برای مقایسه متغیرهای کیفی از آزمون مربع کای استفاده شده است.

جدول ۲. ویژگی های تن سنجی جمعیت آزمودنی

متغیر	گروه کنترل (تعداد = ۶۷)	گروه NAFLD (تعداد = ۱۳۳)	P-value
وزن (کیلوگرم)	۷۱ (۷۹-۶۶)	۸۰ (۸۳٫۵-۷۰)	۰٫۰۰۰
شاخص توده بدنی (Kg/m <sup>2</sup> )	۲۵٫۲۲ (۲۷٫۴۷-۲۳٫۸۹)	۲۹٫۳۴ (۳۲٫۷۲-۲۷٫۳۷)	۰٫۰۰۰
دور کمر (cm)	۹۴ (۹۹٫۵-۸۹)	۱۰۳ (۱۰۹-۹۶)	۰٫۰۰۰
دور باسن (cm)	۱۰۰ (۱۰۵-۹۷)	۱۰۸ (۱۱۳٫۷-۱۰۲)	۰٫۰۰۰
WHR	۰٫۹۳ (۰٫۹۶-۰٫۸۹)	۰٫۹۵ (۱٫۰۱-۰٫۹۱)	۰٫۰۰۰
WHtR	۰٫۵۶ (۰٫۶-۰٫۵۴)	۰٫۶۳ (۰٫۶۶-۰٫۵۹)	۰٫۰۰۰
توده چربی ناحیه شکم (kg)	۱۲٫۷۶ (۱۴٫۹۵-۱۱)	۱۷٫۰۱ (۲۰٫۲۷-۱۴٫۷۶)	۰٫۰۰۰
توده چربی ناحیه پا (kg)	۶٫۸۳ (۹٫۳۶-۶٫۰۳)	۹٫۲۳ (۱۱٫۵۵-۷٫۶۲)	۰٫۰۰۰
TLR	۱٫۷۶ (۰٫۴)	۱٫۸۹ (۰٫۴۳)	۰٫۰۴۵
METS-VF	۶٫۹ (۰٫۳۴)	۷٫۲ (۰٫۲۶)	۰٫۰۰۰
VAT	۱۰۵۴٫۸۹ (۳۴۴٫۸۲)	۱۳۸۷٫۸۸ (۳۶۰٫۳۱)	۰٫۰۰۰

- WHR :Waist to Hip Ratio ,WHtR: Waist to Height Ratio ,TLR :Trunk to Leg Fat Ratio ,METS-VF :Metabolic score for visceral fat ,VAT :Visceral Adipose Tissue

- برای مقایسه ی متغیرهای کمی از آزمون من ویتنی یا تی استفاده شده است.  
- مقادیر به صورت میانگین (انحراف معیار) و یا میانه (چارک) گزارش شده است.

گردید. بالاترین سهک شاخص TLR خطر پیشرفت کبد چرب را ۵/۲۷ برابر افزایش داد (OR = 5.27, 95% CI = 1.93-14.39, P = 0.001). خطر پیشرفت در مدل تعدیل شده ۳، ۷/۹۹ برابر گردید (OR = 7.99, 95% CI = 2.43-26.26, P = 0.001). هم چنین شانس پیشرفت کبد چرب در سومین سهک METS-VF در مدل تعدیل شده ۲، به میزان ۱۳/۸۵ برابر افزایش پیدا کرد (OR = 13.85, 95% CI = 5.38-35.63, P = 0.000). این افزایش در مدل تعدیل شده ۳ به مقدار ۴/۵۵ برابر می‌باشد (OR = 4.55, 95% CI = 1.46-14.2, P = 0.007) (جدول ۴).

جدول ۳ رابطه شاخص فیتوکمیکال رژیمی (DPI) و خطر پیشرفت کبد چرب در بیماران دیابتی را نشان می‌دهد. آنالیز داده‌ها نمایانگر ارتباط معکوس معنی‌داری بین DPI و خطر پیشرفت کبد چرب در بیماران دیابتی نوع ۲ می‌باشد. افرادی که در محدوده بالاتر از میانه مصرف DPI (<37,48) بودند به نسبت افراد پایین‌تر از میانه، در مدل تعدیل شده ۳ و با تعدیل کردن اثرات همه متغیرهای مخدوش‌کننده، ۶۵٪ خطری کمتر برای پیشرفت کبد چرب داشتند (OR = 0.35, 95% CI: 0.12-0.98, P = 0.048). این رابطه معکوس به تفکیک جنسیت معنی‌دار نبود.

رابطه مثبت معنی‌داری بین شاخص‌های تن‌سنجی مرتبط با چاقی شکمی و پیشرفت کبد چرب در بیماران دیابتی مشاهده

جدول ۳. نسبت شانس و فاصله اطمینان ۹۵٪ برای شاخص فیتوکمیکال رژیمی و خطر پیشرفت کبد چرب در بیماران دیابتی نوع ۲

شاخص فیتوکمیکال رژیمی (DPI)			
P trend	۳۷,۴۸ <		۳۷,۴۸ >
	(n = ۱۰۰)		(n = ۱۰۰)
	OR (95% CI)	OR (95% CI)	
<b>مدل خام</b>			
۰,۷۷۳	۱,۱۳ (۰,۴۸-۲,۶۳)	۱ (ref)	زن
۰,۹۷	۱,۰۱ (۰,۴۳-۲,۳۵)	۱ (ref)	مرد
۰,۶۵۳	۱,۱۴ (۰,۶۳-۲,۰۵)	۱ (ref)	کل
<b>مدل تعدیل شده ۱</b>			
۰,۹۴۹	۰,۹۶ (۰,۳۵-۲,۶۲)	۱ (ref)	زن
۰,۵۴۹	۰,۷۲ (۰,۲۵-۲,۰۷)	۱ (ref)	مرد
۰,۷۰۴	۰,۸۷ (۰,۴۳-۱,۷۵)	۱ (ref)	کل
<b>مدل تعدیل شده ۲</b>			
۰,۸۴۵	۰,۸۹ (۰,۲۹-۲,۷۴)	۱ (ref)	زن
۰,۴۷۹	۰,۶۵ (۰,۱۹-۲,۱۳)	۱ (ref)	مرد
۰,۵۳۷	۰,۷۹ (۰,۳۷-۱,۶۶)	۱ (ref)	کل
<b>مدل تعدیل شده ۳</b>			
۰,۲۲۵	۰,۳۹ (۰,۰۸-۱,۷۷)	۱ (ref)	زن
۰,۰۷۷	۰,۲ (۰,۰۳-۱,۱۹)	۱ (ref)	مرد
۰,۰۴۸	۰,۳۵ (۰,۱۲-۰,۹۸)	۱ (ref)	کل

- مدل ۱: تعدیل شده برای سن، جنس (به جز در حالت گزارش شده برای جنسیت)، طول ابتلا به دیابت، مصرف سیگار، فعالیت فیزیکی، BMI و WHtR
- مدل ۲: تعدیل شده برای مدل ۱ به اضافه قند خون ناشتا سرم، تری‌گلیسرید سرم، کلسترول سرم و HOMA
- مدل ۳: تعدیل شده برای مدل ۱ و ۲ به همراه انرژی دریافتی، کربوهیدرات دریافتی و غلات تصفیه شده دریافتی
- نسبت شانس (OR) و فاصله اطمینان ۹۵٪ (CI) از طریق آزمون رگرسیون لجستیک بدست آمده است.

جدول ۴. نسبت شانس و فاصله اطمینان ۹۵٪ برای عوامل تن سنجی و خطر پیشرفت کبد چرب در بیماران دیابتی نوع ۲

TLR				
P trend	سهک ۳ (n = ۶۷) ۲,۰۲ <	سهک ۲ (n = ۶۷) ۲,۰۲-۱,۶۵	سهک ۱ (n = ۶۶) ۱,۶۵ >	
۰,۰۸۸	۱,۸۸ (۰,۹-۳,۹۱) P = ۰,۰۸۹	۱,۴۱ (۰,۶۹-۲,۸۷) P = ۰,۳۳۵	۱ (ref.)	مدل خام
۰,۰۰۲	۴,۶۶ (۱,۷۷-۱۲,۲۷) P = ۰,۰۰۲	۲,۴۵ (۱,۰۵-۵,۶۸) P = ۰,۰۳۶	۱ (ref.)	مدل تعدیل شده ۱
۰,۰۰۱	۵,۲۷ (۱,۹۳-۱۴,۳۹) P = ۰,۰۰۱	۳,۰۷ (۱,۲۶-۷,۵۱) P = ۰,۰۱۴	۱ (ref.)	مدل تعدیل شده ۲
۰,۰۰۱	۷,۹۹ (۲,۴۳-۲۶,۲۶) P = ۰,۰۰۱	۴,۹۲ (۱,۶۵-۱۴,۶۴) P = ۰,۰۰۴	۱ (ref.)	مدل تعدیل شده ۳
METS-VF				
P trend	سهک ۳ (n = ۶۶) ۷,۲۶ <	سهک ۲ (n = ۶۶) ۷,۲۶-۶,۹۹	سهک ۱ (n = ۶۵) ۶,۹۹ >	
۰,۰۰۰	۹,۵ (۴,۰۱-۲۲,۴۶) P = ۰,۰۰۰	۳,۷۱ (۱,۶۸-۸,۷۹) P = ۰,۰۰۰	۱ (ref.)	مدل خام
۰,۰۰۰	۱۰,۸۷ (۴,۴۵-۲۶,۵۳) P = ۰,۰۰۰	۴,۰۶ (۱,۹۱-۸,۶۱) P = ۰,۰۰۰	۱ (ref.)	مدل تعدیل شده ۱
۰,۰۰۰	۱۳,۸۵ (۵,۳۸-۳۵,۶۳) P = ۰,۰۰۰	۴,۳۴ (۱,۹۷-۹,۵۳) P = ۰,۰۰۰	۱ (ref.)	مدل تعدیل شده ۲
۰,۰۰۷	۴,۵۵ (۱,۴۶-۱۴,۲) P = ۰,۰۰۹	۲,۴۷ (۱,۰۴-۵,۸۴) P = ۰,۰۳۹	۱ (ref.)	مدل تعدیل شده ۳

- مدل ۱: تعدیل شده برای سن (به جز برای METS-VF)، جنس (به جز برای METS-VF)، طول ابتلا به دیابت، مصرف سیگار، فعالیت فیزیکی و دریافت انرژی
- مدل ۲: تعدیل شده برای مدل ۱ به اضافه قند خون ناشتا سرم (به جز برای METS-VF)، تری گلیسیرید سرم (به جز برای METS-VF)، کلسترول سرم و HOMA
- مدل ۳: تعدیل شده برای مدل ۱ و ۲ به همراه BMI
- داده‌ها به صورت (OR (95% CI) گزارش شده است.
- نسبت شانس (OR) و فاصله اطمینان ۹۵٪ (CI) از طریق آزمون رگرسیون لجستیک بدست آمده است.

● بحث

فعالیت فلور روده ای منجر به ایجاد دو وضعیت می‌گردد: (۱) تولید و تجمع تری گلیسیرید و سطوح سمی اسیدهای چرب، کلسترول آزاد و سایر متابولیت‌های چربی که منجر به اختلال عملکرد میتوکندریایی به همراه استرس اکسیداتیو و تولید گونه‌های فعال اکسیژن و استرس ER (endoplasmic reticulum) می‌شود که همگی عامل ایجاد التهاب کبدی می‌باشند. هم چنین، نفوذپذیری روده کوچک با افزایش سطح مولکول‌های در حال گردش که فعال کننده inflammasome و استرس ER همچون پلی ساکراید و عوامل پیش التهابی هستند، بیشتر می‌شود (۲۲). رژیم غذایی غنی از میوه‌ها، سبزیجات، غلات کامل، حبوبات و مغزها، یک رژیم سرشار از فیتوکیمال شناخته می‌شود. مطالعات بسیاری به اثرات فیتوکیمال‌ها بر بیماری‌های مزمن مانند سندرم متابولیک (۲۴، ۲۳) دیابت (۲۵) بیماری‌های قلبی عروقی (۲۶) و چاقی (۲۷) اشاره داشته اند. فیتوکیمال‌ها می‌توانند باعث

یافته‌های این مطالعه نشان داد که اولاً شاخص فیتوکیمال رژیمی به عنوان یک عامل محافظتی در برابر پیشرفت کبد چرب در بیماران دیابتی به طور مستقل از چاقی (جنرال و مرکزی) و مقاومت به انسولین عمل می‌کند و پس از تعدیل همه مخدوشگرها، ریسک پیشرفت کبد چرب در بیماران دیابتی را به طور معنی‌داری کاهش داد. دوما، دو ابزار تن سنجی مورد نظر (METS-VF, TLR) به عنوان معیاری از چاقی شکمی و چربی احشایی رابطه مثبت معنی‌داری را با پیشرفت کبد چرب در بیماران دیابتی نشان دادند. عوامل تغذیه ای و محیطی در کنار یکدیگر به همراه چاقی منجر به افزایش سطح اسیدهای چرب آزاد (FFAs) و کلسترول، مقاومت به انسولین، تکثیر آدیپوسیت ها، اختلال عملکرد و تغییر در فلور یا میکروبیوتای روده می‌شوند. افزایش اسیدهای چرب آزاد کبدی حاصل از مکانیسم‌های ذکر شده و تغییر

کاهش تکثیر پری آدیپوسیت ها، کاهش آدیپوژنز، تحریک عدم تجمع لیپیدها از طریق برخی پلی فنول ها شوند (۲۸). هم چنین یک رژیم غنی از فیتوکمیکال از طریق کاهش استرس اکسیداتیو، سایتوکاین های پیش التهابی، تحریک ترموژنز، مهار تمایز آدیپوسیت ها و کاهش آدیپوژنز می تواند باعث کنترل چاقی گردد (۲۹، ۱۸). فیتوکمیکال ها و متابولیت های روده ای آن ها می توانند استرس های اکسیداتیو و نیتراتی را به وسیله مهار آنزیم هایی مانند CYP2E1, NOXs, iNOS و NF- $\kappa$ B سرکوب کنند (۳۰). مطالعات حیوانی انجام شده، مکانیسم های اثر فیتوکمیکال ها بر NAFLD توضیح داده اند، برای مثال اپی گالوکاتچین گالات (EGCG) تجمع کلاژن در کبد و تعداد سلول های ستاره ای فعال کبد را کاهش می دهد، به علاوه PI3K/Akt/FoxO1 از عوامل مؤثر در فیبروز کبدی و التهاب در NAFLD می باشند که توسط EGCG کاهش بیان پروتئین رخ می دهد (۳۱). مطالعه مورد-شاهدی انجام شده بر روی ۲۲۵ بیمار NAFLD و ۴۵۰ کنترل تایید کننده این ارتباط می باشد و نشان داد که شرکت کنندگانی که در بالاترین سهک مصرف فلاونوئیدها و فنولیک اسید بودند در مقایسه با پایین ترین سهک، در حدود ۳۵٪ شانس ابتلا به NAFLD پایین تری داشتند (۱۷). مطالعاتی که بر روی مدل های مختلف حیوانی و انسانی انجام شده است بیانگر اثرات ضد لیپیدوژنیک (کاهش تجمع تری آسید گلیسرول) رزوراترول در دوزهای ۵۰-۱۰ میکرومول در لیتر می باشد، از جمله مکانیسم های ذکر شده این است که رزوراترول از کاهش AMPK فسفریله که به دلیل استئاتوز ایجاد شده پیشگیری می کند و منجر به فعال سازی آن می گردد که برای اثرات پایین آورندگی لیپیدها لازم می باشد (۳۲). مطالعه Zhong و همکاران که یک مطالعه آینده نگر انجام شده بر ۲۶۹۴ شرکت کننده می باشد، نشان داد که پس از تعدیل مخدوش کننده ها، خطر بدتر شدن NAFLD در افراد با بالاترین پنجک مصرف فلاونوئیدها و زیر شاخه های آن به طور معنی داری کاهش پیدا کرد (OR = 0.71, 95% CI: 0.54-0.93) (۳۳).

شیوع چاقی (در هر دو حالت جنرال و مرکزی) در سال های اخیر به دلیل الگوهای غذایی ناسالم، فعالیت فیزیکی کاهش یافته و سبک زندگی بی تحرک، به طور چشمگیری افزایش پیدا کرده است (۳۴). اگرچه همواره تأکیدی بر چاقی به طور جنرال به عنوان عامل خطری برای NAFLD بوده است، بسیاری از مطالعات اذعان داشته اند که چاقی مرکزی پیشگویی کننده بهتری برای اختلالات متابولیک و تومورها می باشد (۳۶، ۳۵). توزیع چربی بدن به عنوان یک عامل تعیین کننده اختلالات متابولیک می باشد که نمی تواند به تنهایی توسط BMI سنجیده

شود و ارتباط قوی بین چربی ناحیه شکم (احشایی و زیرپوستی) با خطرات قلبی عروقی به طور مستقل از کل بافت چربی بدن وجود دارد (۳۷). مطالعات پیشین نشان داده اند که بیماران مبتلا به NAFLD، ناحیه چربی احشایی و دور کمر بیشتری به نسبت گروه کنترل BMI-matched دارند، و چاقی مرکزی حتی در افراد با وزن نرمال، پیشگویی کننده بهتری برای NAFLD می باشد (۳۹، ۳۸). چاقی مرکزی می تواند سبب اختلال در ترشح آدیپوکاین ها از بافت چربی شود که در نتیجه منجر به افزایش در TNF- $\alpha$ ، IL-6 و رزستین و از طرفی کاهش آدیپونکتین گردد. افزایش سطوح سرمی سایتوکاین های مضر در افراد چاق تسریع کننده وقوع کبد چرب می باشد (۴۰). چربی شکمی اضافی، باعث افزایش جریان اسیدهای چرب آزاد و ایجاد یک وضعیت پیش التهابی که توسعه دهنده مقاومت به انسولین و اجزای سندرم متابولیک است، می شود. بر خلاف آن، افزایش چربی زیر پوستی ناحیه محیطی خصوصاً در ناحیه پا، گفته می شود که اثرات محافظتی در مقابل اختلالات متابولیکی دارد (۴۱). مکانیسم هایی که ارتباط بین توزیع چربی نامطلوب و عوامل خطر قلبی عروقی را توضیح می دهند شامل تفاوت های عملکردی در بافت چربی ناحیه ای با بافت چربی شکمی که بیان بیشتر ژن های پیش التهابی، لیپوژنیک و لیپولیتیک، اختلال عملکرد اندوتلیال و افزایش عملکرد سیستم عصبی سمپاتیک را دارد، می باشند (۴۳، ۴۲). هم جهت با مطالعه کنونی، مطالعاتی بیانگر ارتباط بین افزایش TLR و کنترل گلیسمیک ضعیف، فشار خون، پروفایل لیپیدی ضعیف، به طور مستقل از BMI، بوده اند (۴۵، ۴۴). در یک مطالعه مقطعی بزرگ، TLR به طور معنی داری نسبت شانس بالاتری را برای سندرم متابولیک در افراد چاق هر دو جنس مستقل از BMI نشان داد (۴۶). بافت چربی احشایی (VAT) تولید لپتین و ویسفاتین که هر دو منجر به بیماری های قلبی عروقی می شوند را افزایش می دهند (۴۷). استانداردهای برای ارزیابی VAT، عکس برداری رزونانس مغناطیسی (MRI) می باشد اما این روش گران بوده و نیاز به متخصص برای اجرا و تفسیر دارد. هر دو چربی احشایی و زیرپوستی با خطرات کاردیومتابولیک در ارتباط هستند ولی ارتباط قوی تری بین ذخایر چربی احشایی و خطرات قلبی عروقی مشاهده می شود (۴۸). امتیاز متابولیک برای چربی احشایی (METS-VF) یک ابزار تخمین VAT می باشد که شاخص متابولیک برای مقاومت به انسولین (METS-IR) که بر پایه انسولینی نمی باشد را در برمی گیرد. METS-VF عملکرد قابل توجهی را در مقایسه با روش های عکس برداری و به عنوان پیشگویی کننده وقوع بیماری هایی هم چون دیابت نوع ۲ و فشار خون شریانی به طور مستقل از BMI نشان داده است

از جمله محدودیت‌های مطالعه حاضر اولاً حجم کم نمونه مورد بررسی می‌باشد و دوماً نوع مطالعه که مطالعه مقطعی قادر به تعیین رابطه علت و معلولی نمی‌باشد. با توجه به شیوع بالا و خطرات زیادی که پیشرفت کبد چرب در بیماران دیابتی دارد، انجام مطالعات آینده نگر با حجم نمونه بالاتر و در مقیاس وسیع تر و آموزش تغذیه‌ای افراد دیابتی برای کنترل و مدیریت بیماری خود و پیشگیری از ابتلا و پیشرفت کبد چرب و ارتقا سطح سلامت آنان پیشنهاد می‌شود.

(۴۹). هم جهت با این یافته، مطالعات پیشین نشان دادند که استفاده از METS-VF در تعریف سندرم متابولیک توانایی آن در پیشگویی دقیق تر دیابت نوع دو را افزایش داد (۵۰). هم چنین مطالعه انجام شده توسط Feng و همکاران نشان داد که خطر فشار خون در بالاترین چارک METS-VF در مقایسه با پایین ترین آن به دنبال ۶ سال follow-up، ۳/۸۴ برابر در مجموع و به ترتیب ۳/۲۵ و ۴/۱۴ برابر برای مردان و زنان افزایش پیدا کرد (۵۱).

## • References

- Marjot T, Moolla A, Cobbold JF, Hodson L, Tomlinson JW. Nonalcoholic fatty liver disease in adults: current concepts in etiology, outcomes, and management. *Endocrine reviews*. 2020;41(1):66-117.
- Perumpail BJ, Khan MA, Yoo ER, Cholankeril G, Kim D, Ahmed A. Clinical epidemiology and disease burden of nonalcoholic fatty liver disease. *World journal of gastroenterology*. 2017;23(47):8263.
- Dai W, Ye L, Liu A, Wen SW, Deng J, Wu X, et al. Prevalence of nonalcoholic fatty liver disease in patients with type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis. *Medicine*. 2017;96(39).
- Younossi Z, Anstee QM, Marietti M, Hardy T, Henry L, Eslam M, et al. Global burden of NAFLD and NASH: trends, predictions, risk factors and prevention. *Nature reviews Gastroenterology & hepatology*. 2018;15(1):11.
- Bril F, Cusi K. Management of nonalcoholic fatty liver disease in patients with type 2 diabetes: a call to action. *Diabetes care*. 2017;40(3):419-30.
- Pang Q, Zhang J-Y, Song S-D, Qu K, Xu X-S, Liu S-S, et al. Central obesity and nonalcoholic fatty liver disease risk after adjusting for body mass index. *World Journal of Gastroenterology: WJG*. 2015;21(5):1650.
- Targher G, Bertolini L, Rodella S, Zoppini G, Zenari L, Falezza G. Associations between liver histology and cortisol secretion in subjects with nonalcoholic fatty liver disease. *Clinical endocrinology*. 2006;64(3):337-41.
- Wilson JP, Kanaya AM, Fan B, Shepherd JA. Ratio of trunk to leg volume as a new body shape metric for diabetes and mortality. *PloS one*. 2013;8(7):e68716.
- Kishimoto I. Trunk-to-Leg Fat Ratio—An Emerging Early Marker of Childhood Adiposity, and Future Cardiometabolic Risks—. *Circulation Journal*. 2016;80(8):1707-9.
- Cioffi CE, Alvarez JA, Welsh JA, Vos MB. Truncal-to-leg fat ratio and cardiometabolic disease risk factors in US adolescents: NHANES 2003-2006. *Pediatric obesity*. 2019;14(7):e12509.
- Duran I, Martakis K, Alberg E, Jackels M, Ewert KR, Schoenau E. Association of Trunk/Leg Fat Mass Ratio with Low-Density Lipoproteins-Cholesterol and Triglycerides Concentration in Children and Adolescents: A Cross-Sectional, Retrospective Study. *Childhood obesity*. 2020;16(6):428-39.
- Perlemuter G, Naveau S, Belle-Croix F, Buffet C, Agostini H, Laromiguière M, et al. Independent and opposite associations of trunk fat and leg fat with liver enzyme levels. *Liver International*. 2008;28(10):1381-8.
- Oddy WH, Herbison CE, Jacoby P, Ambrosini GL, O'sullivan TA, Ayonrinde OT, et al. The Western dietary pattern is prospectively associated with nonalcoholic fatty liver disease in adolescence. *Official journal of the American College of Gastroenterology| ACG*. 2013;108(5):778-85.
- Baratta F, Pastori D, Polimeni L, Bucci T, Ceci F, Calabrese C, et al. Adherence to mediterranean diet and non-alcoholic fatty liver disease: effect on insulin resistance. *American Journal of Gastroenterology*. 2017;112(12):1832-9.
- Craig WJ. Phytochemicals: guardians of our health. *Journal of the American Dietetic Association*. 1997;97(10):S199-S204.
- Abdul Rahman H, Saari N, Abas F, Ismail A, Mumtaz MW, Abdul Hamid A. Anti-obesity and antioxidant activities of selected medicinal plants and phytochemical profiling of bioactive compounds. *International Journal of Food Properties*. 2017;20(11):2616-29.
- Salehi-sahlabadi A, Teymoori F, Jabbari M, Momeni A, Mokari-yamchi A, Sohoul M, et al. Dietary polyphenols and the odds of non-alcoholic fatty liver disease: A case-control study. *Clinical Nutrition ESPEN*. 2020.
- Carnauba RA, Chaves DF, Baptistella AB, Paschoal V, Naves A, Buehler AM. Association between high consumption of phytochemical-rich foods and anthropometric measures: a systematic review. *International journal of food sciences and nutrition*. 2017;68(2):158-66.
- Malekzadeh R, Poustchi H. Fibroscan for assessing liver fibrosis: an acceptable alternative for liver biopsy: Fibroscan: an acceptable alternative for liver biopsy. *Hepatitis Monthly*. 2011;11(3):157.
- Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Medicine and science in sports and exercise*. 2000;32(9):SUPP(1):S498-S504.
- McCarty MF. Proposal for a dietary "phytochemical index". *Medical hypotheses*. 2004;63(5):813-7.
- Buzzetti E, Pinzani M, Tsochatzis EA. The multiple-hit pathogenesis of non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD). *Metabolism*. 2016;65(8):1038-48.
- Kim M, Park K. Association between phytochemical index and metabolic syndrome. *Nutrition Research and Practice*. 2020;14(3):252.

24. Dehghani Firouzabadi F, Jayedi A, Asgari E, Farazi M, Noruzi Z, Djafarian K, et al. The Association of Dietary Phytochemical Index with Metabolic Syndrome in Adults. *Clin Nutr Res*. 2021;10(2):161-71.
25. Abshirini M, Mahaki B, Bagheri F, Siassi F, Koohdani F, Sotoudeh G. Higher intake of phytochemical-rich foods is inversely related to prediabetes: a case-control study. *International journal of preventive medicine*. 2018;9.
26. Delshad Aghdam S, Siassi F, Nasli Esfahani E, Qorbani M, Rajab A, Sajjadpour Z, et al. Dietary phytochemical index associated with cardiovascular risk factor in patients with type 1 diabetes mellitus. *BMC Cardiovascular Disorders*. 2021;21(1):1-11.
27. Wei C, Liu L, Liu R, Dai W, Cui W, Li D. Association between the Phytochemical Index and Overweight/Obesity: A Meta-Analysis. *Nutrients*. 2022;14(7).
28. Tucci SA. Phytochemicals in the control of human appetite and body weight. *Pharmaceuticals*. 2010;3(3):748-63.
29. Vincent HK, Bourguignon CM, Taylor AG. Relationship of the dietary phytochemical index to weight gain, oxidative stress and inflammation in overweight young adults. *Journal of human nutrition and dietetics*. 2010;23(1):20-9.
30. Peiyuan H, Zhiping H, Chengjun S, Chunqing W, Bingqing L, Imam MU. Resveratrol ameliorates experimental alcoholic liver disease by modulating oxidative stress. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2017;2017.
31. Du B, Meenu M, Liu H, Xu B. A concise review on the molecular structure and function relationship of  $\beta$ -glucan. *International journal of molecular sciences*. 2019;20(16):4032.
32. Aguirre L, Portillo MP, Hijona E, Bujanda L. Effects of resveratrol and other polyphenols in hepatic steatosis. *World journal of gastroenterology: WJG*. 2014;20(23):7366.
33. Zhong Q-w, Wu Y-y, Xiong F, Liu M, Liu Y-p, Wang C, et al. Higher flavonoid intake is associated with a lower progression risk of non-alcoholic fatty liver disease in adults: a prospective study. *British Journal of Nutrition*. 2021;125(4):460-70.
34. Vernon G, Baranova A, Younossi Z. Systematic review: the epidemiology and natural history of non-alcoholic fatty liver disease and non-alcoholic steatohepatitis in adults. *Alimentary pharmacology & therapeutics*. 2011;34(3):274-85.
35. Ma Y, Yang Y, Wang F, Zhang P, Shi C, Zou Y, et al. Obesity and risk of colorectal cancer: a systematic review of prospective studies. *PLoS one*. 2013;8(1):e53916.
36. Frank LK, Heraclides A, Danquah I, Bedu-Addo G, Mockenhaupt FP, Schulze MB. Measures of general and central obesity and risk of type 2 diabetes in a Ghanaian population. *Tropical Medicine & International Health*. 2013;18(2):141-51.
37. Wajchenberg BL. Subcutaneous and visceral adipose tissue: their relation to the metabolic syndrome. *Endocrine reviews*. 2000;21(6):697-738.
38. Machado MV, Cortez-Pinto H. No need for a large belly to have NASH. *Elsevier*; 2011. p. 1090-3.
39. Chalasani N, Crabb DW, Cummings OW, Kwo PY, Asghar A, Pandya PK, et al. Does leptin play a role in the pathogenesis of human nonalcoholic steatohepatitis? *The American journal of gastroenterology*. 2003;98(12):2771-6.
40. Buechler C, Wanninger J, Neumeier M. Adiponectin, a key adipokine in obesity related liver diseases. *World journal of gastroenterology: WJG*. 2011;17(23):2801.
41. Caprio S, Perry R, Kursawe R. Adolescent obesity and insulin resistance: roles of ectopic fat accumulation and adipose inflammation. *Gastroenterology*. 2017;152(7):1638-46.
42. Marinou K, Hodson L, Vasani SK, Fielding BA, Banerjee R, Brismar K, et al. Structural and functional properties of deep abdominal subcutaneous adipose tissue explain its association with insulin resistance and cardiovascular risk in men. *Diabetes care*. 2014;37(3):821-9.
43. Sari CI, Eikelis N, Head GA, Schlaich M, Meikle P, Lambert G, et al. Android fat deposition and its association with cardiovascular risk factors in overweight young males. *Frontiers in Physiology*. 2019;11:62.
44. Ding L, Fan Y, He J, Wang R, He Q, Cui J, et al. Different Indicators of Adiposity and Fat Distribution and Cardiometabolic Risk Factors in Patients with Type 2 Diabetes. *Obesity*. 2021;29(5):837-45.
45. Wiklund P, Toss F, Weinehall L, Hallmans G, Franks PW, Nordstrom A, et al. Abdominal and gynoid fat mass are associated with cardiovascular risk factors in men and women. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2008;93(11):4360-6.
46. Kim YM, Kim S, Kim SH, Won YJ. Clinical and body compositional factors associated with metabolic syndrome in obese Koreans: a cross-sectional study. *Metabolic syndrome and related disorders*. 2018;16(6):290-8.
47. Landecho MF, Tuero C, Valentí V, Bilbao I, de la Higuera M, Frühbeck G. Relevance of leptin and other adipokines in obesity-associated cardiovascular risk. *Nutrients*. 2019;11(11):2664.
48. Mancuso P, Bouchard B. The impact of aging on adipose function and adipokine synthesis. *Frontiers in endocrinology*. 2019;10:137.
49. Bello-Chavolla OY, Almeda-Valdes P, Gomez-Velasco D, Viveros-Ruiz T, Cruz-Bautista I, Romo-Romo A, et al. METS-IR, a novel score to evaluate insulin sensitivity, is predictive of visceral adiposity and incident type 2 diabetes. *European journal of endocrinology*. 2018;178(5):533-44.
50. Antonio-Villa N, Bello-Chavolla OY, Vargas-Vázquez A, Mehta R, Aguilar-Salinas C, Group MSS. The combination of insulin resistance and visceral adipose tissue estimation improves the performance of metabolic syndrome as a predictor of type 2 diabetes. *Diabetic Medicine*. 2020.
51. Feng Y, Yang X, Li Y, Wu Y, Han M, Qie R, et al. Metabolic Score for Visceral Fat: A reliable indicator of visceral obesity for predicting risk for hypertension. *Nutrition*. 2022;93:111443.

## Association of Dietary Phytochemical Index and Anthropometric Risk Factors with Non-alcoholic Fatty Liver Disease in People with Diabetes

Soltanieh S<sup>1</sup>, Salavatizadeh M<sup>1</sup>, Poustchi H<sup>2</sup>, Yari Z<sup>3</sup>, Mansour A<sup>4</sup>, Khamseh M.E<sup>5</sup>, Malek M<sup>6</sup>,  
Alaei-Shahmiri F<sup>5</sup>, Hekmatdoost A<sup>7\*</sup>

1- Department of Clinical Nutrition & Dietetics, Faculty of Nutrition Science and Food Technology, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2- Liver and Pancreatobiliary Diseases Research Center, Digestive Diseases Research Institute, Shariati Hospital, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3- Department of Nutrition Research, Faculty of Nutrition Science and Food Technology, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

4- Endocrinology and Metabolism Research Center, Endocrinology and Metabolism Clinical Sciences Institute, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

5- Endocrine Research Center, Institute of Endocrinology and Metabolism, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

6- Research Center for Prevention of Cardiovascular Disease, Institute of Endocrinology and Metabolism, Iran University of Medical Sciences (IUMS), Tehran, Iran

7- \*Corresponding author: Prof, Department of Clinical Nutrition & Dietetics, Faculty of Nutrition Science and Food Technology, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran  
Email: a\_hekmat2000@yahoo.com

Received 23 Oct, 2022

Accepted 16 Dec, 2022

**Background and Objectives:** High prevalence of non-alcoholic fatty liver disease in patients with type 2 diabetes mellitus results in deleterious complications and morbidities. Therefore, the aim of this study was to assess nutritional and anthropometrical risk factors in progression of non-alcoholic fatty liver disease in diabetic patients.

**Materials & Methods:** Totally, 133 non-alcoholic fatty liver disease patients (CAP score > 270) and 67 controls (CAP score < 270) were selected from the patients with type 2 diabetes mellitus in a clinic. Dietary phytochemical index was calculated via data from a validated 147-item FFQ. Body composition were measured using dual-energy X-ray absorptiometry. Other anthropometric indices and laboratory assays were used as well. Logistic regression models were used to estimate multivariable ORs.

**Results:** After adjustment for potential confounders, risk of progression for non-alcoholic fatty liver disease in participants with higher dietary phytochemical indices significantly decreased (OR = 0.35, 95% CI: 0.12–0.98,  $p = 0.048$ ). After fully adjustment of covariates and independently from body mass index, positive associations were seen between the highest tertile of TLR (OR = 7.99, 95% CI: 2.43–26.26,  $p = 0.001$ ), METS-VF (OR = 4.55, 95% CI: 1.46–14.2,  $p = 0.009$ ) and risk of non-alcoholic fatty liver disease.

**Conclusion:** Findings of this study have demonstrated that phytochemical components of diet play protective roles against non-alcoholic fatty liver disease. Moreover, TLR and METS-VF are addressed as novel estimators of central obesity as a risk factor for non-alcoholic fatty liver disease in diabetes.

**Keywords:** NAFLD, Diabetes, Dietary inflammatory index, Central obesity