پژوهش درپزشکی (مجله پژوهشی دانشکده پزشکی)
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی
دوره ۳۵، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۰، صفحات ۲۱۵ تا ۲۲۰

مقاله اصلی
(Original Article)

بررسی تاثیر دو میزان پودر جوانه بروکلی بر پراکسیداسیون لیپیدی و تعادل اکسیدانی آنتی‌اکسیدانی در مبتلایان به دیابت نوع ۲

زهرا بهادران[۱]، دکترپروین میرمیران[*۲]، دکتر مریم توحیدی[۱]، مهیا مهران[۱]، دکتر فریدون عزیزی[۱]

[۱] پژوهشکده علوم غدد درون ریز و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
[۲] دانشکده تغذیه و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

چکیده

سابقه و هدف: *مطالعات آزمایشگاهی و بررسی مدل‌های حیوانی نشان داده‌اند جوانه بروکلی موجب بهبود استرس اکسیداتیو در شرایط هیپرگلیسمی می‌گردد. مطالعه حاضر با هدف تعیین تاثیر پودر جوانه بروکلی با غلظت بالای سولفورفان بر پراکسیداسیون لیپیدی و شاخص استرس اکسیداتیو در مبتلایان به دیابت نوع ۲ مراجعه کننده به انجمن دیابت و درمانگاه غدد بیمارستان طالقانی در سال ۱۳۸۹ طراحی و اجرا شد.*

روش بررسی: *تحقیق حاضر با طراحی کارآزمایی بالینی شاهددار بر روی ۸۱ بیمار مبتلا به دیابت نوع ۲ انجام شد. بیماران به طور تصادفی در سه گروه قرار گرفتند: ۱) ۱۰ گرم در روز پودر جوانه بروکلی (۲۶نفر)، ۲) ۵ گرم در روز پودر جوانه بروکلی (۲۹ نفر) و ۳) شاهد با مصرف ۵ گرم در روز دارونما (۲۶ نفر). غلظت سرمی مالون دی آلدئید، LDL-C اکسید شده، غلظت کل اکسیدان‌های سرم، ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی سرم، و شاخص استرس اکسیداتیو در ابتدای مطالعه و در پایان هفته چهارم مداخله اندازه‌گیری شد.*

یافته‌ها: *میانگین غلظت سرمی مالون دی آلدئید و LDL-C اکسید شده در گروه ۱، در پایان هفته چهارم نسبت به پایه به ترتیب، ۸/۹ درصد و ۴/۹ درصد کاهش معنی‌داری داشت. در گروه ۱ و ۲، پس از ۴ هفته مکمل‌یاری با پودر جوانه بروکلی، میانگین ظرفیت تام آنتی اکسیدانی سرم به ترتیب ۱۵/۹ درصد و ۱۰/۳ درصد افزایش معنی دار، و شاخص استرس اکسیداتیو به ترتیب، ۱۳/۷درصد و ۸/۳ درصد کاهش معنی‌داری داشت. غلظت کل اکسیدان‌های سرم در مدت مداخله تغییر معنی‌داری نداشت. همچنین تغییر معنی‌داری در شاخص‌های استرس اکسیداتیو در گروه دارونما مشاهده نشد.*

نتیجه‌گیری: *به نظر می‌رسد پودر جوانه بروکلی به‌واسطه غلظت بالای سولفورفان می‌تواند در کاهش پراکسیداسیون لیپیدی و بهبود تعادل اکسیدانی آنتی‌اکسیدانی در بیماران دیابتی تاثیر مثبت داشته باشد.*

واژگان کلیدی: *دیابت نوع دو، پراکسیداسیون لیپیدی، استرس اکسیداتیو، جوانه بروکلی، سولفورفان.*

مقدمه

دیابت نوع ۲ بیماری مزمن شایعی است که با مقاومت انسولینی و افزایش قند خون همراه است (۱). برهم خوردن تعادل اکسیدانی- آنتی‌اکسیدانی یا به عبارتی "استرس اکسیداتیو" از جمله تغییرات نامطلوب بیوشیمیایی در شرایط دیابتیک است که نقش مهم و شناخته شده‌ای در بروز و گسترش عوارض عروقی در مبتلایان به دیابت دارد (۲). افزایش تولید رادیکال‌های آزاد واکنش‌پذیر، آسیب اکسیداتیو درشت مولکول‌ها، افزایش محصولات پراکسیداسیون لیپیدی از جمله افزایش سطوح پلاسمایی مالون‌دی‌آلدئید و افزایش

آدرس نویسنده مسئول: تهران، شهرک قدس، بلوار شهید فرحزادی، خیابان ارغوان غربی، شماره ٤٦، دکتر پروین میرمیران (**e-mail:** mirmiran@endocrine.ac.ir)
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۳/۱۰
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۹/۲۲

اکسیداسیون لیپوپروتئین با دانسیته پایین در افراد دیابتی نقش مهمی در پاتوژنز عوارض عروقی دیابت دارد (۴، ۳). به علاوه تخلیه ذخائر آنتی‌اکسیدانی، کاهش فعالیت آنزیم‌های سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی از جمله، سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، پراکسیداز و گلوتاتیون پراکسیداز در افراد دیابتی موجب نقص سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی و در نتیجه بر هم خوردن تعادل اکسیدانی آنتی‌اکسیدانی در بدن، فعال‌سازی مسیرهای پیام‌رسانی درون سلولی حساس به استرس، افزایش بیان ژن‌های درگیر در التهاب، و درنتیجه افزایش التهاب و آسیب‌های بافتی می‌گردد (۶، ۵). مطالعات نشان داده‌اند مهار فرآیندهای اکسیداتیو در بیماران دیابتی می‌تواند از بروز و گسترش عوارض تاخیری در این بیماران بکاهد. از این رو مکمل‌یاری با ترکیبات زیست‌فعال غذایی از جمله فیتوکمیکال‌های آنتی‌اکسیدان می‌تواند راهکار مناسبی جهت کاهش استرس اکسیداتیو و عوارض ناشی از آن باشد (۷،۸).

جوانه کلم بروکلی غنی از ترکیبات زیست فعال از جمله سولفورفان با خواص آنتی‌اکسیدانی بسیار قوی است (۹،۱۰). مطالعات آزمایشگاهی نشان داده‌اند که سولفورفان در افزایش کارایی سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی موثر است و موجب کاهش تولید گونه‌های اکسیژنی واکنش‌پذیر و کاهش عوارض ناشی از هیپرگلیسمی و شرایط اکسیداتیو می‌گردد (۱۳-۱۱). در مطالعات حیوانی نیز به نقش سولفورفان موجود در جوانه بروکلی در مهار پراکسیداسیون لیپیدی اشاره شده است (۱۲،۱۴). اما تاکنون تاثیر جوانه بروکلی بر شاخص‌های استرس اکسیداتیو در بیماران دیابتی مورد بررسی قرار نگرفته است. بر این اساس هدف از مطالعه حاضر تعیین اثر دو میزان ۵ و ۱۰ گرم پودر جوانه بروکلی با غلظت بالای سولفورفان، در مقایسه با دارونما، بر غلظت سرمی مالون دی آلدئید، LDL-C اکسید شده، غلظت کل اکسیدان‌های سرم، ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی سرم، و شاخص استرس اکسیداتیو در مبتلایان به دیابت نوع دو مراجعه کننده به انجمن دیابت و درمانگاه غدد بیمارستان طالقانی در سال ۱۳۸۹ می‌باشد.

مواد و روشها

پژوهش حاضر به روش کارآزمایی بالینی شاهددار (با دارونما) و دوسوکور انجام شد. نمونه‌های شرکت کننده در مطالعه حاضر مبتلایان به دیابت نوع دو بودند که به انجمن دیابت ایران و درمانگاه پژوهشکده غدد درون‌ریز و متابولیسم دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، مراجعه می‌کردند. این مطالعه توسط کمیته اخلاق پزشکی پژوهشکده علوم غدد درون ریز و متابولیسم دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی به تصویب رسید.

حداقل یک سال سابقه ابتلا دیابت نوع دو با تشخیص پزشک متخصص غدد و حداکثر ۶۰ سال سن به عنوان معیارهای ورود به مطالعه در نظر گرفته شد. بارداری یا شیردهی، مصرف سیگار، تزریق انسولین، مصرف داروهای هورمونی استروژنی و داروهای آنتاگونیست ویتامین K، مکمل های آنتی اکسیدانی، رژیم غذایی خاص و یا بیماری‌هایی که بر روی استرس اکسیداتیو اثر گذار باشد (بیماری های کبدی، کلیوی، التهاب حاد یا مزمن) به عنوان معیارهای خروج از مطالعه در نظر گرفته شد.

محاسبه حجم نمونه بر اساس شاخص ظرفیت تام آنتی اکسیدانی، با در نظر گرفتن خطای ۵ درصد و توان ۸۰ درصد، و با محاسبه احتمال ریزش ۲۵ نفر در هر گروه و در مجموع ۷۵ نفر محاسبه گردید. پس از فراخوان و دعوت افراد مبتلا به دیابت نوع دو مراجعه کننده به انجمن دیابت ایران و درمانگاه غدد بیمارستان طالقانی، ۸۱ نفر بر اساس معیارهای ورود و خروج و پس از پر کردن فرم رضایت نامه وارد مطالعه شدند. در ابتدای مطالعه، ۵ سی‌سی نمونه خون وریدی شرکت کنندگان پس از ۱۲ تا ۱۴ ساعت ناشتایی جهت ارزیابی شاخص‌های بیوشیمیایی اخذ گردید و پس از جداسازی لخته از سرم، نمونه‌های سرم در دمای۷۰- درجه سانتی‌گراد و تا زمان انجام آزمایشات در آزمایشگاه پژوهشکده علوم غدد درون ریز و متابولیسم نگهداری گردید.

افراد به صورت تصادفی در یکی از سه گروه مداخله قرار گرفتند: گروه ۱ (۲۶ نفر)، گروه ۲ (۲۹ نفر) و گروه ۳ (۲۶ نفر). هر یک از افراد مورد مطالعه یک ظرف تیره و دربسته حاوی ۲۸ بسته پودر دریافت کردند. در گروه ۱ هر بسته حاوی ۱۰ گرم پودر جوانه بروکلی، در گروه ۲ هر بسته حاوی ۵ گرم پودر جوانه بروکلی بود. پودر جوانه بروکلی با نام تجاری BroccoPhane از شرکت Cyvex Nutrition از کشور امریکا خریداری شد. در گروه شاهد هر بسته حاوی ۵ گرم پودر نشاسته ذرت رنگین شده با پودر اسفناج بود.

طول مدت مداخله ۴ هفته (۲۸ روز) بود. به منظور بی‌اطلاع بودن محقق از نوع درمان بیمار، توزیع مکمل و دارونما توسط فرد دیگری انجام شد. بیماران نیز از نوع درمان خود بی اطلاع بودند. به بیماران توصیه شد که هر روز یک بسته از پودر را بنا بر عادت غذایی خود به همراه ماست، دوغ و یا سالاد، مصرف نمایند و در طول مدت مطالعه برنامه غذایی و شیوه زندگی خود را تا حد امکان تغییر ندهند. بیماران در طول مدت مطالعه، از طریق تماس تلفنی پیگیری شدند.

به منظور اطمینان از عدم تغییر رژیم غذایی در مدت مطالعه، دریافت انرژی و مواد مغذی در ابتدا و انتهای مطالعه با استفاده از پرسش‌نامه ۲۴ ساعت یادآمد خوراک برای سه روز متوالی، ارزیابی گردید. وزن و قد افراد در ابتدای مطالعه و پایان هفته چهارم به ترتیب با ترازوی سکا با دقت ۰/۱ کیلوگرم و قد سنج با دقت ۰/۵ سانتی‌متر بدون کفش و با پوشش حداقل اندازه‌گیری گردید؛ نمایه توده بدن از تقسیم وزن (کیلوگرم) به مجذور قد (متر مربع) محاسبه گردید. جهت ارزیابی شاخص های بیوشیمیایی در پایان هفته چهارم، نمونه خون وریدی شرکت کنندگان همانند ابتدای مطالعه اخذ گردید.

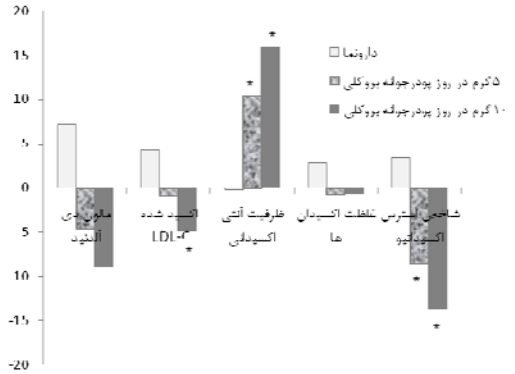
نمونه سرم اخذ شده در ابتدا و انتهای مطالعه جهت ارزیابی شاخص‌های استرس اکسیداتیو آزمایش گردید. غلظت مالون دی آلدئید سرم با استفاده از کیت ارزیابی تیوباربیتوریک اسید (Cayman, USA) و با روش رنگ‌سنجی آنزیمی اندازه‌گیری شد. غلظت سرمی LDL-C اکسید شده با استفاده از کیت مونوکلونال آنتی‌بادی (Mercodia, Sweden) با روش الایزا اندازه‌گیری شد (۱۵،۱۶).

ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی با استفاده از کیت ارزیابی آنتی اکسیدان های سرم (Cayman, USA) و با روش رنگ‌سنجی آنزیمی و بر اساس توانایی آنتی‌اکسیدان‌های سرم در مهار اکسیداسیون ABTS (2,2´-azino-di-3-ethylbenzthiazoline sulfonate) در مقایسه با Trolox (آنالوگ محلول در آب توکوفرول) اندازه گیری شد. غلظت کل اکسیدان‌های سرم با استفاده از کیت ارزیابی اکسیدان‌های سرم (Rel Assay, Turkey) و با روش رنگ‌سنجی آنزیمی، بر اساس توانایی اکسیدان‌های سرم در اکسید کردن کمپلکس یون فرو به فریک در مقایسه با پراکسید هیدروژن اندازه‌گیری شد. شاخص استرس اکسیداتیو به عنوان معرف تعادل اکسیدانی آنتی‌اکسیدانی، از تقسیم غلظت کل اکسیدان‌های سرم بر ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی محاسبه گردید (۱۷). تغییرات ضریب درون آزمون برای کلیه شاخص های ارزیابی شده، کمتر از ۵ درصد بود.

آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS ویرایش ۱۶ استفاده شد. توزیع داده‌ها از نظر نرمال بودن با استفاده از آزمون آماری کولموگروف-اسمیرنوف مشخص گردید. جهت مقایسه میانگین شاخص‌ها در هفته چهارم نسبت به ابتدای مطالعه در هر گروه از آزمون paired-t-test و جهت مقایسه میانگین شاخص‌ها در پایان هفته چهارم بین گروه‌ها از آزمون ANCOVA استفاده شد. اندازه متغیر در پایان هفته چهارم به عنوان متغیر وابسته، نوع درمان به عنوان فاکتور ثابت و اندازه اولیه شاخص به عنوان عامل مخدوش‌گر وارد مدل گردید. به علاوه به منظور مقایسه میانگین شاخص‌ها در پایان هفته چهارم بین گروه‌ها به صورت جفت جفت، از آزمون Bonferroni-pairwise comparison استفاده شد. سطح معنی‌داری برای همه آزمون‌ها $p<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در پایان هفته چهارم ۷۲ نفر مطالعه را کامل کردند و ۷ نفر به دلیل بروز عوارض گوارشی نظیر نفخ شکم و ۲ نفر به دلیل مسافرت از ادامه همکاری انصراف دادند. از افراد باقی‌مانده، ۹ نفر به دلیل مصرف ناکامل مکمل و یا تغییر در شیوه درمان، هنگام آنالیز آماری کنار گذاشته شدند و در نهایت ۶۳ نفر (۲۱ نفر در گروه ۱، ۲۲ نفر در گروه ۲، ۲۰ نفر در گروه ۳) وارد آنالیز شدند. خصوصیات فردی و شاخص‌های بیوشیمیایی بیماران در ابتدای مطالعه و به تفکیک گروه‌ها در جدول ۱ گزارش گردیده است.



نمودار ۱- تغییرات شاخص‌های استرس اکسیداتیو در پایان هفته چهارم نسبت به ابتدای مطالعه. * کاهش معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) نسبت به ابتدای مطالعه در آزمون Pired t-test

تفاوت معنی‌داری از نظر خصوصیات فردی و شاخص‌های بیوشیمیایی بین گروه های مورد مطالعه در ابتدا وجود نداشت. دریافت انرژی و مواد مغذی افراد در ابتدا و انتهای مطالعه تفاوت معنی دار نداشت.

تغییرات شاخص های استرس اکسیداتیو در هفته چهارم نسبت به ابتدای مطالعه در نمودار ۱ نمایش داده شده است.

در گروه ۱، میانگین غلظت سرمی مالون دی آلدئید و LDL-C اکسید شده، در هفته چهارم نسبت به پایه به ترتیب: ۸/۹درصد و ۴/۹درصد کاهش معنی دار داشت. در پایان هفته چهارم نسبت به ابتدای مطالعه در گروه ۱ و ۲ میانگین ظرفیت تام آنتی اکسیدانی سرم به ترتیب ۱۵/۹درصد و ۱۰/۳

جدول ۱- میانگین و خطای استاندارد شاخص‌های استرس اکسیداتیو در پایان هفته چهارم در سه گروه مطالعه

	دارونما (۳) ۲۰ نفر	۵g/d پودر جوانه بروکلی (۲) ۲۲ نفر	۱۰g/d پودر جوانه بروکلی (۱) ۲۱ نفر	p-value*
مالون دی آلدئید سرم (µmol/l)	۵/۱±۰/۲	۴/۳۲±۰/۲**	۴/۰۷±۰/۲**	۰/۰۰۱
LDL-C اکسید شده (mU/l)	۷/۹۰±۰/۲	۷/۴۳±۰/۲	۶/۹۴±۰/۲**	۰/۰۳
ظرفیت تام آنتی اکسیدانی سرم(µmol trolox equiv/l)	۰/۲۵±۰/۰۰۵	۰/۲۸±۰/۰۰۴**	۰/۲۹±۰/۰۰۵**	۰/۰۰۱
غلظت کل اکسیدان های سرم (µmol H_2O_2 equiv/l)	۱۶/۲۴±۰/۲	۱۵/۸۲±۰/۲	۱۵/۸۱±۰/۲	NS†
شاخص استرس اکسیداتیو	۶۴±۱/۳۰	۵۷±۱/۲۳**	۵۵±۱/۳۳**	۰/۰۰۱

* مقادیر P حاصل از آزمون آنالیز کوواریانس می باشد. ** تفاوت معنی دار با گروه دارونما (آزمون Bonferroni pairwise comparison). † Not significant

جدول ۲- ویژگی های عمومی بیماران دیابتی شرکت کننده در ابتدای مطالعه

ویژگی های عمومی	دارونما (۳) ۲۰ نفر	۵g/d پودر جوانه بروکلی (۲) ۲۲ نفر	۱۰g/d پودر جوانه بروکلی (۱) ۲۱ نفر
سن (سال)	۵۲±۷/۵	۵۰±۶	۵۳±۶/۱
تعداد (زن/ مرد)	۱۲ / ۸	۱۶ / ۶	۱۴ / ۷
مدت ابتلا (سال)	۷/۴± /۱	۶/۴±۴/۲	۸/۱±۶/۲
وزن (کیلوگرم)	۷۷±۱۴/۷	۷۴±۹/۳	۷۳±۱۲/۷
شاخص توده بدنی (کیلوگرم به متر مربع)	۲۸/۷±۰/۴	۲۹/۲±۳/۶	۲۷/۸±۵
مصرف داروهای کاهنده قند خون (تعداد)	۱۹ (٪۹۵)	۲۰ (٪۹۰/۹)	۱۸ (٪۸۵/۷)
گلوکز ناشتای سرم (mg/dl)	۱۴۶±۵۰	۱۴۶±۷۵	۱۸۸±۱۰۸
مالون دی آلدئید سرم (µmol/l)	۵/۱±۱/۹	۴/۹±۱/۸	۴/۹±۱/۹
LDL-C اکسید شده (mU/l)	۷/۹±۲/۸	۷/۹±۳/۱	۷/۵±۳
ظرفیت تام آنتی اکسیدانی سرم(µmol trolox equiv/l)	۰/۲۶±۰/۰۲	۰/۲۵±۰/۰۳	۰/۲۵±۰/۰۳
غلظت کل اکسیدان های سرم (µmol H_2O_2 equiv/l)	۱۵/۸±۱/۴	۱۶/۱±۱/۴	۱۵/۹±۰/۹
شاخص استرس اکسیداتیو	۶۱±۴/۸	۶۴±۹/۴	۶۵±۸/۱

درصد افزایش معنی دار، و شاخص استرس اکسیداتیو به ترتیب، ۱۳/۷ درصد و ۸/۳ درصد کاهش معنی دار داشت. غلظت کل اکسیدان های سرم در مدت مداخله تغییر معنی دار نداشت. همچنین تغییر معنی داری در شاخص‌های استرس اکسیداتیو در گروه دارونما مشاهده نشد.

میزان شاخص‌های استرس اکسیداتیو در پایان هفته چهارم با تعدیل اثر مقادیر اولیه، در جدول ۲ نمایش داده شده است.

میانگین غلظت سرمی مالون دی آلدئید و شاخص استرس اکسیداتیو در پایان هفته چهارم در گروه ۱ و ۲، در مقایسه با گروه دارونما پایین تر بود. غلظت سرمی LDL-C اکسید شده در پایان مطالعه در گروه ۱ در مقایسه با گروه دارونما پایین‌تر بود. ظرفیت تام آنتی اکسیدانی سرم در پایان هفته چهارم در گروه ۱ و ۲ در مقایسه با گروه دارونما بالاتر بود. اگرچه تاثیرات مشاهده شده در دوز ۱۰ گرم پودر جوانه بروکلی بیشتر بود، اما تفاوت معنی داری بین دو دوز ۵ و ۱۰ گرم در روز در بهبود شاخص های استرس اکسیداتیو مشاهده نشد.

بحث

پژوهش حاضر نشان داد جوانه بروکلی بواسطه افزایش ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی موجب بهبود تعادل اکسیدانی آنتی‌اکسیدانی در مبتلایان به دیابت می‌گردد. همچنین تجویز ۱۰ گرم در روز پودر جوانه بروکلی در مدت ۴ هفته موجب کاهش پراکسیداسیون لیپیدی گردید. در طول مدت مطالعه تغییری در شیوه زندگی، رژیم غذایی و درمان دارویی افراد وجود نداشت؛ از این رو تغییرات مشاهده شده در متغیرهای مورد بحث را می‌توان نتیجه مکمل یاری با پودر جوانه بروکلی دانست.

در یک مطالعه، تجویز ۱۰۰ گرم در روز جوانه تازه بروکلی در افراد سالم موجب کاهش غلظت ادراری ۸-ایزوپروستان، و کاهش غلظت پلاسمایی فسفاتیدیل کولین هیدروپراکسید بعنوان شاخص‌های پراکسیداسیون لیپیدی گردید. همچنین جوانه بروکلی موجب افزایش نسبت فرم احیا شده کوآنزیم Q_{10} به فرم اکسید شده Q_{10}، به عنوان مهارکننده‌ای موثر در پیشگیری از اکسیداسیون LDL-C شد (۱۸). در مطالعه دیگری تجویز ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم عصاره بروکلی به ازای کیلوگرم وزن بدن در رت های دیابتی موجب کاهش پراکسیداسیون لیپیدی شد (۱۲). همچنین تجویز ۲۰۰ میلی گرم پودر جوانه بروکلی در روز در مدت چهار هفته در رت‌ها موجب کاهش استرس اکسیداتیو بواسطه افزایش غلظت گلوتاتیون، به عنوان آنتی‌اکسیدان مهم در جمع‌آوری پراکسیدها و سایر اکسیدان های مشتق از لیپیدها، گردید (۱۴). افزایش پراکسیداسیون لیپیدی در افراد دیابتی به عنوان یکی از عوامل گسترش عوارض عروقی در این افراد به شمار می‌رود و مطالعات مکمل یاری با ترکیبات آنتی‌اکسیدانی را در کاهش پراکسیداسیون لیپیدی در مبتلایان به دیابت نوع ۲ و پیشگیری از عوارض عروقی مفید دانسته‌اند (۴).

از جمله محدودیت‌های این تحقیق، کوتاه بودن طول دوره مداخله و تعداد کم دفعات خون‌گیری بود. از دست دادن نمونه‌ها در طی مدت مداخله و حذف برخی نمونه‌ها به دلیل پیروی نکردن بیماران از پروتکل مطالعه نیز از دیگر محدودیت‌های پژوهش حاضر محسوب می‌گردد.

غلظت بالای سولفورفان در پودر جوانه بروکلی مهم‌ترین دلیل توجیه کننده برای تاثیرات سودمند جوانه بروکلی بر تعدیل استرس اکسیداتیو در بیماران دیابتی است. مطالعات آزمایشگاهی، بررسی مدل‌های حیوانی و مطالعات انسانی نشان داده‌اند سولفورفان القاء کننده قوی آنتی اکسیدان‌های سلولی و آنزیم‌های فاز دو شامل سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، NADPH- کوئینون اکسیدوردوکتاز، گلوتاتیون، گلوتاتیون پراکسیداز، گلوتاتیون ردوکتاز، و گلوتاتیون ترانسفراز است. مهم‌ترین عملکرد این آنزیم ها غیرفعالسازی رادیکال‌های آزاد است (۲۱- ۱۹).

در مطالعه حاضر برای نخستین بار تاثیر پودر جوانه بروکلی بر پراکسیداسیون لیپیدی و تعادل اکسیدانی آنتی اکسیدانی در مبتلایان به دیابت بررسی شد. مقدار دریافتی سولفورفان در گروه ۱۰ گرم در روز و ۵ گرم در روز، بترتیب در حدود ۲۲۵ و ۱۱۲ میکرومول بود. از آنجایی که تاکنون در هیچیک از مطالعات بهترین دوز مصرف جوانه بروکلی و یا سولفورفان تعیین نشده، تعیین دوز در این مطالعه بر اساس بیشترین دوز تجویز شده قابل تحمل و بدون عوارض در مطالعات قبلی بوده است (۱۹). در طول مدت مداخله عارضه سوء در بیماران مشاهده نشد. برخی بیماران از عارضه گوارشی نفخ شکم شکایت داشتند که این مشکل چند روز پس از مصرف مرتفع گردید. پیش از این نیز عارضه گوارشی نفخ در تجویز جوانه بروکلی در افراد سالم گزارش شده است (۱۹).

در مجموع نتایج این مطالعه نشان داد جوانه بروکلی به عنوان منبع غنی سولفورفان می‌تواند در بهبود تعادل اکسیدانی-آنتی‌اکسیدانی در مبتلایان به دیابت نوع ۲ سودمند باشد. تعیین دوز مناسب و تعیین اثر بخشی دقیق نیازمند افزایش طول مدت تجویز، افزایش تعداد دفعات خون‌گیری در مدت مداخله، استفاده از تعداد دوزهای بیشتر و اندازه گیری شاخص بیوشیمیایی دیگر نیز هست.

REFERENCES

1- Abou-Seif M, Youssef A. Evaluation of some biochemical changes in diabetic patients. Clinica Chimica Acta 2004; 346: 161–70.

2- Maritim A, Sanders R, Watkins J. Diabetes, oxidative stress, and antioxidants: a review. J Biochem Toxicol 2003; 17: 24 –38.

3- Bonnefont-Rousselot D, Bastard JP, Jaudon MC, Delattre J. Conseqence of diabetic status on the oxidant/antioxidant balance. Diabet Metabol 2000; 26: 163-76.

4- Velazquez E, Winocour PH, Kesteven P, Alberti KG. Relation of lipid peroxides to macrovascular disease in type 2 diabetes. Diabet Med 1992; 8: 752-8.

5- Opara E, Eman A, Sohair S, Wahiba A, Samia S. Depletion of total antioxidant capacity in type 2 diabetes. Metabolism 1999; 48: 325-9.

6- Evans J, Goldfine I, Madux B, Grodsky G. Oxidative stress and stress-activated signaling pathways: a unifying hypothesis of type 2 diabetes. Endoc Rev 2008; 23: 599-622.

7- Bartlett H, Eperjesi F. Nutritional supplementation for type 2 diabetes: a systematic review. Ophthal Physiol Opt 2008; 28: 503-23.

8- Neri S, Singorelli S, Torrisi B, Pulvirenti D, Mauceri Barbara, Abate G. Effects of antioxidant supplementation on postprandial oxidative stress and endothelial dysfunction. Clin Ther 2005; 27:1764-73.

9- Carvajal M, Berenguer C, Viguera C. Chemical and biological characterisation of nutraceutical compounds of broccoli. J Pharm Biochem 2006; 41:1508-22.

10- Guerrero-Beltrán CE, Calderón-Oliver M, Pedraza-Chaverri J, Chirino YI. Protective effect of sulforaphane against oxidative stress: recent advances. Exp Toxicol Pathol 2010.[Epub ahead of print]

11- Xue M, Qian Q, Adaikalakoteswari A, Rabbani N, Babaei-Jadidi R, Thornalley PJ. Activation of NF-E2-related factor-2 reverses biochemical dysfunction of endothelial cells induced by hyperglycemia linked to vascular disease. Diabetes 2008; 57: 2809-17.

12- Cho EJ, Lee YA, Yoo HH, Yokozawa T. Protective effects of broccoli (*Brassica oleracea*) against oxidative damage in vitro and in vivo. J Nutr Sci Vitaminol 2006; 52: 437-44.

13- Zhu H, Jia Z, Strobl JS, Ehrich M, Misra HP, Li Y. Potent induction of total cellular and mitochondrial antioxidants and phase 2 enzymes by cruciferous sulforaphane in rat aortic smooth muscle cells: cytoprotection against oxidative and electrophilic stress. Cardiovasc Toxicol 2008; 8: 115-25.

14- Wu L, Noyan Ashraf MH, Facci M, Wang R, Paterson PG, Ferrie A. Dietary approach to attenuate oxidative stress, hypertension, and inflammation in the cardiovascular system. Proc Natl Acad Sci 2004; 101: 7094-99.

15- Demircan N, Gurel A, Armutcu F, Unalacak M, Aktunc E, Atmaca H. The evaluation of serum cystatin C, malondialdehyde, and total antioxidant status in patients with metabolic syndrome. Med Sci Monit 2008; 14:CR97-101.

16- Motta M, Pistone G, Franzone AM, Romeo MA, Di Mauro S, Giugno I, et al. Antibodies against ox-LDL serum levels in patients with hepatocellular carcinoma. Panminerva Med 2003; 45:69-73.

17- Cumurcu BE, Ozyurt H, Etikan I, Demir S, Karlidag R. Total antioxidant capacity and total oxidant status in patients with major depression: impact of antidepressant treatment. Psychiatr Clin Neurosci 2009; 63:639-45.

18- Murashima M, Watanabe S, Zhuo XG, Uehara M, Kurashige A. Phase 1 study of multiple biomarkers for metabolism and oxidative stress after one-week intake of broccoli sprouts. Biofactors 2004; 22: 271-5.

19- Riedl MA, Saxon A, Diaz-Sanchez D. Oral sulforaphane increases Phase II antioxidant enzymes in the human upper airway. Clin Immunol 2009; 130: 244-51.

20- Fowke JH, Morrow JD, Motley S, Bostick RM, Ness RM. Brassica vegetable consumption reduces urinary F2-isoprostane levels independent of micronutrient intake. Carcinogenesis 2006; 27: 2096-102.

21- Dinkova-Kostova AT, Fahey JW, Wade KL, Jenkins SN, Shapiro TA, Fuchs EJ. Induction of the Phase 2 Response in Mouse and Human Skin by Sulforaphane-containing Broccoli Sprout Extracts. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 2007; 16: 851-74.