مجله‌ی غدد درون‌ریز و متابولیسم ایران
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی شهید بهشتی
دوره‌ی هجدهم، شماره‌ی ۶، صفحه‌های ۴۴۵ ـ ۴۳۷ (بهمن ـ اسفند ۱۳۹۵)

مقاله‌ی پژوهشی

اثر پروتئین وی بر شاخص گلیسمی و شاخص سیری سیب‌زمینی

دکتر فریده شیشه‌بر[۱]، هادی صادقی[۲]، مهندس مسعود ویسی[۱]، دکتر امل ساکی مالحی[۳]

۱) مرکز تحقیقات تغذیه و بیماری‌های متابولیک، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران، ۲) کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، واحد پردیس اروند، اهواز، ایران، ۳) گروه آمار حیاتی، پژوهشکده سلامت، مرکز تحقیقات تالاسمی و هموگلوبینوپاتی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران. **نشانی مکاتبه‌ی نویسنده‌ی مسئول:** کردستان، شهرستان قروه، خیابان علامه، کوچه شهید رستمی، پلاک ۱۲، کدپستی: ٦٦٦٤١١٣٨٣٥، هادی صادقی؛
e-mail: sadeghihadi@hotmail.com

چکیده

مقدمه: اثر پروتئین وی (whey) در کاهش قند خون و اشتها در برخی مطالعات گزارش شده است. در مطالعه‌ی حاضر، اثر پروتئین وی بر شاخص گلیسمی (GI) و شاخص سیری سیب‌زمینی (SI) بررسی شد. مواد و روش‌ها: برای تعیین GI، به ۱۰ فرد سالم (۴ زن و ۶ مرد)، در چهار روز مختلف به فاصله‌ی یک هفته، پوره‌ی سیب‌زمینی، سیب‌زمینی+ ۴/۵ یا ۹ گرم پروتئین وی، یا محلول گلوکز به طور تصادفی داده شد. قند خون درحالت ناشتا و زمان‌های ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه پس از خوردن اندازه‌گیری شد و GI محاسبه شد. برای تعیین SI، به۲۰ فرد سالم (۱۰ زن و ۱۰ مرد)، در چهار روز به فاصله‌ی یک هفته، نان سفید، سیب‌زمینی، سیب‌زمینی + ۴/۵ یا ۹ گرم پروتئین وی به طور تصادفی داده شد. میزان سیری در حالت ناشتا و هر ۱۵ دقیقه تا دوساعت پس از خوردن، با پرسش‌نامه تعیین شد و SI محاسبه گردید. یافته‌ها: افزودن پروتئین وی، سطح زیر منحنی قند خون را کاهش داد، اما این کاهش معنی‌دار نبود (p=۰/۱۵۵). شاخص گلیسمی سیب‌زمینی نیز تغییر معنی‌داری را نشان نداد (P=۰/۲۴۵). اما افزودن پروتئین وی سطح زیر منحنی سیری سیب‌زمینی را به طور معنی‌داری افزایش داد (p<۰/۰۰۱). شاخص سیری سیب‌زمینی نیز با افزودن هر دو دوز پروتئین وی، به طور معنی‌داری افزایش یافت (p<۰/۰۰۱). نتیجه‌گیری: افزودن پروتئین وی، گرچه اثر معنی‌داری بر شاخص گلیسمی سیب‌زمینی نداشت، اما توانست شاخص سیری آن را به طور قابل توجهی افزایش دهد.

واژگان کلیدی: پروتئین وی، سیب‌زمینی، شاخص گلیسمی، شاخص سیری

دریافت مقاله: ۹۵/۸/۲۳ـ دریافت اصلاحیه: ۹۵/۱۱/۱۶ ـ پذیرش مقاله: ۹۵/۱۲/۱

مقدمه

امروزه شیوع چاقی و بیماری‌های مرتبط با آن در تمام نقاط دنیا از جمله ایران در حال افزایش است.[۱] رژیم غذایی از مهم‌ترین عوامل موثر در ایجاد و افزایش چاقی است. در این خصوص، می‌توان به نقش کربوهیدرات‌ها و شاخص‌های مرتبط، از جمله شاخص گلیسمی و شاخص سیری، اشاره کرد.[۲] شاخص گلیسمی (GI[i])، توانایی غذاهای حاوی کربوهیدرات در افزایش قند خون پس از خوردن آن غذا را نشان می‌دهد[۳،۴] و شاخص سیری میزان احساس سیری پس از خوردن یک غذا را نشان می‌دهد. غذاهایی که GI پایین‌تری دارند، شاخص سیری بالاتری داشته و پس از خوردن آن‌ها احساس سیری بیشتری به وجود می‌آید.[۵،۶] به همین دلیل، یافتن عواملی که بتواند در کاهش شاخص گلیسمی و افزایش شاخص سیری موثر باشد، مورد توجه قرار گرفته است. عوامل متعددی، از جمله ترکیب غذا، بر جذب کربوهیدرات‌ها و در نتیجه بر GI و شاخص سیری SI[ii] مواد غذایی اثر دارند.[۷] انواع مختلف پروتئین‌ها، اثرات متفاوتی بر تغییرات قند خون و SI مواد غذایی دارند.[۸] پروتئین وی (whey)، که از عمده‌ترین پروتئین‌های شیر است، در کاهش قند پس از

i - Glycemic Index

ii - Satiety Index

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2025-12-15]

صرف غذا موثر است.[۹-۱۱] سیب‌زمینی، یک غذای غنی از کربوهیدرات است و به دلیل داشتن شاخص گلیسمی ۷٤ تا ۱۱۷، جزء مواد غذایی با GI بالا قرار می‌گیرد.[۱۲] به همین دلیل، در برنامه غذایی بیماران دیابتی برای کنترل قند پس از غذا محدود می‌شود. گرچه، اثر پروتئین وی بر تغییرات قند خون در برخی مطالعات بررسی شده است، اما مشخص نیست که افزودن این پروتئین بر شاخص گلیسمی سیب‌زمینی چه اثری دارد. از طرفی برخی مطالعات نشان داده‌اند پروتئین وی در مقایسه با دیگر پروتئین‌ها احساس سیری بیشتری ایجاد می‌کند.[۱۳-۱۵] لذا در مطالعه حاضر، اثر پروتئین وی بر شاخص گلیسمی و شاخص سیری سیب‌زمینی بررسی شد.

مواد و روش‌ها

در این کارآزمایی بالینی متقاطع، اثر افزودن دو دوز ٤/٥ و ۹ گرم پروتئین وی بر GI و SI پوره‌ی سیب‌زمینی، بررسی شد. سیب‌زمینی مورد استفاده در این مطالعه، رقم اسپریت بود که مورد تایید مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی استان همدان قرار گرفت. ترکیبات شیمیایی سیب‌زمینی عبارت بود از ۲/۱٪ پروتئین، ۱۷/۵۵٪ نشاسته، ۰/۱٪ چربی، ۱/۱٪ خاکستر، ۰/۸٥٤٪ قندهای کاهنده و ۷۹/۱٦٪ رطوبت، بود. میزان نشاسته به روش پلاریمتری با شماره‌ی استاندارد ٥٣٤١ و پروتئین آن به روش میکروکلدال و قندهای کاهنده به روش فهلینگ و میزان چربی آن به روش سوکسله (روش AOAC ویرایش هجدهم سال ۲۰۰٥) اندازه‌گیری شدند.[۱٦]

پروتئین وی مورد استفاده با مارک اپتیموم گلد استاندارد (ساخت شرکت اپتیموم، آمریکا) خریداری شد. یک واحد پروتئین وی (۳۰/٤ گرم)، حاوی ٢٤ گرم پروتئین خالص، ٥/٥ گرم اسیدهای آمینه شاخه‌دار، ٤ گرم گلوتامین و گلوتامیک اسید، ۱ گرم چربی، ۳ گرم کربوهیدرات، ۱۳۰میلی‌گرم سدیم و مقداری آهن و کلسیم بود.

تعیین شاخص گلیسمی

در بخش اول این مطالعه، برای تعیین شاخص گلیسمی، ۱۰ فرد سالم (٦ مرد و ٤ زن) با میانگین سنی (±انحراف معیار) ۲۳/۸±۳/۳۹، میانگین نمایه‌ی توده‌ی بدنی ۲۳/۰۱±۱/۳۳ کیلوگرم بر متر مربع و میانگین قند خون ناشتای آن‌ها ۸۳/٤٥±٤/۸۳ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر وارد مطالعه شدند. معیارهای ورود عبارت بودند از: سن ۲۰ تا ٤۰ سال، سالم بودن و داشتن وزن در محدوده‌ی طبیعی. معیارهای خروج از مطالعه عبارت بودند از: اختلالات مربوط به قند خون (قند ناشتا بالاتر از ۱۰۸ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر)، کشیدن سیگار، بارداری و شیردهی، ابتلا به بیماری‌های متابولیک، مصرف دارویی که متابولیسم قند را تحت تاثیر قرار دهد، داشتن هر گونه اختلال گوارشی، داشتن رژیم غذایی خاص و تمرینات ورزشی. برای تعیین شاخص گلایسمی از محلول گلوکز به عنوان غذای مرجع استفاده شد. پس از گرفتن رضایت‌نامه‌ی کتبی، از افراد خواسته شد در چهار روز مختلف به فاصله‌ی یک هفته و هر بار پس از ۱۲-۱۰ ساعت روزه‌داری، صبح به آزمایشگاه مراجعه کنند، در روزهای نمونه‌گیری و روز قبل از آن فعالیت بدنی شدید نداشته باشند و در همه‌ی شب‌های قبل از نمونه‌گیری شام یکسانی مصرف کنند. در هر روز آزمایش، ابتدا وزن افراد بدون کفش و با حداقل لباس با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۱۰۰ گرم و قد بدون کفش با استفاده از متر در حالت ایستاده اندازه‌گیری شد و نمایه‌ی توده‌ی بدنی (Body mass index = BMI) از تقسیم وزن بر مربع قد بر حسب متر محاسبه شد. سپس یک نمونه خون از نوک انگشت برای تعیین قند خون ناشتا گرفته می‌شد و بلافاصله غذای مورد آزمایش را به همراه ۲۰۰ میلی‌لیتر آب، حداکثر در مدت ۱۰ دقیقه به طور کامل می‌خوردند و تا ۲ ساعت پس از آن، از خوردن و نوشیدن خودداری می‌کردند.[۱۷] نمونه‌های بعدی خون در زمان‌های ۱٥، ۳۰، ٤٥، ٦۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه پس از خوردن گرفته می‌شدند. میزان قند خون با استفاده از دستگاه گلوکومتر (ACCU-CHEK Performa- Germany) اندازه‌گیری می‌شد. برای کالیبراسیون دستگاه گلوکومتر، قند ۳۰ نمونه سرمی که غلظت آن‌ها با دستگاه آنالایزر اتوماتیک (BT3000, Biotecnica, Italy) مشخص شده بود، هم‌زمان با گلوکومتر اندازه‌گیری شد. همبستگی قوی و معنی‌داری بین اندازه‌گیری‌های آتوانالایزر و گلوکومتر به دست آمد ($p<۰/۰۰۱$، $r=۰/۹٦٥$). به علاوه، میزان قند یک نمونه‌ی خون، ۳۰ بار اندازه‌گیری شد و Coeficient of variation به دست آمده (۰/۸۸۷)، نشان‌دهنده‌ی دقت اندازه‌گیری گلوکومترمورد استفاده بود.

غذاهای مورد آزمایش عبارت بودند از سیب‌زمینی آب‌پز پوره شده، مخلوط سیب‌زمینی + ٤/٥ گرم پروتئین وی، مخلوط سیب‌زمینی + ۹ گرم پروتئین وی و محلول گلوکز (دکستروز منو هیدرات (HACCP-LABD- China)، که همگی حاوی ٥۰ گرم کربوهیدرات در دسترس بودند و به

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2025-12-15]

صورت تصادفی به افراد داده می‌شدند. هر فرد شرکت‌کننده چهار ماده‌ی مورد بررسی را با فاصله‌ی ۷ روز مصرف کرد.

سطح زیر منحنی افزایش یافته‌ی قند خون (Incremental Area Under the Curve; IAUC) پس از خوردن غذاهای مورد آزمایش با استفاده از فرمول ذوزنقه‌ای و با کسر مقادیر ناشتا محاسبه شد.[۱۸] سپس شاخص گلیسمی با استفاده از فرمول زیر تعیین شد.

شاخص گلیسمی=سطح زیر منحنی تغییرات قند خون پس از خوردن گلوکز/سطح زیر منحنی تغییرات قند خون پس از خوردن غذای تست x ۱۰۰

تعیین شاخص سیری

در بخش دوم، ۲۰ فرد سالم (۱۰مرد و۱۰ زن) با میانگین (±انحراف معیار) سنی ۳/۴۹±۲۳، میانگین نمایه‌ی توده‌ی بدنی ۱/۴۷±۲۳/۳۹ کیلوگرم بر متر مربع و میانگین قند خون ناشتای آن‌ها ۹±۸۵/۶۹ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر وارد مطالعه شدند.[۱۹] معیارهای ورود به مطالعه عبارت بودند از: سن ۲۰ تا ۴۰ سال، وزن در محدوده‌ی طبیعی، و سلامت کامل. معیارهای خروج، علاوه بر معیارهای خروج ذکر شده در تعیین شاخص گلیسمی، عبارت بودند از: مصرف هر دارویی که بر قند خون، تخلیه‌ی معده، وزن و اشتها اثر داشته باشد. افراد شرکت‌کننده، در چهار روز مختلف به فاصله‌ی یک هفته و هر بار پس از ۱۲-۱۰ ساعت روزه‌داری به آزمایشگاه مراجعه می‌کردند. ابتدا قد و وزن اندازه‌گیری و نمایه‌ی توده‌ی بدنی (همان‌طور که درروش تعیین شاخص گلیسمی توضیح داده شد) محاسبه شد. میزان قند خون نیز برای اطمینان از ناشتا بودن با گلوکومتر اندازه‌گیری می‌شد. افراد سپس روی صندلی‌هایی که به اندازه‌ی ۳ متر از هم فاصله داشتند، می‌نشستند. هیچ اطلاعاتی در رابطه با هدف اصلی مطالعه در اختیار افراد قرار داده نشد، اما به افراد گفته شد که هدف، بررسی پاسخ متابولیک شما به غذاهای مختلف خواهد بود.[۱۹] قبل از خوردن غذای مورد آزمایش از افراد خواسته شد، نوع و میزان غذایی که شب گذشته میل کرده بودند ومیزان فعالیت بدنی شب گذشته خود را یادداشت کنند. سپس میزان سیری خود را روی مقیاس بصری (Visual Analogue Scales ;VAS) علامت‌گذاری کنند. این مقیاس یک خط کش ۱۰۰ میلی‌متری افقی است که در اندازه‌گیری متغیرهای کیفی استفاده می‌شود. پس از تعیین میزان سیری در حالت ناشتا، بلافاصله غذای آزمایش خورده می‌شد وتا دو ساعت بعد از خوردن غذا، هر ۱۵ دقیقه میزان سیری با استفاده از همان مقیاس VAS مشخص می‌شد. آخرین پرسش‌نامه‌ی سیری، ۱۲۰ دقیقه پس از خوردن غذای مورد آزمایش تکمیل شد. غذاهای مورد آزمایش عبارت بودند از: نان سفید (غذای مرجع برای تعیین شاخص سیری)، سیب‌زمینی پخته پوره شده، مخلوط سیب‌زمینی+۴/۵ گرم پروتئین وی و مخلوط سیب‌زمینی+۹ گرم پروتئین وی که هر کدام حاوی ۲۴۰ کیلوکالری انرژی بودند و به طور تصادفی به افراد داده می‌شدند. هر چهار نوع ماده‌ی غذایی در بسته‌بندی‌های یکسان و هم اندازه آماده شده بودند، به گونه‌ای که داخل بسته قابل مشاهده نبود. از افراد خواسته شد که ماده غذایی را به همراه ۲۲۰ میلی‌لیتر آب آشامیدنی، حداکثر طی ۱۰ دقیقه، مصرف کنند. پس از گرفتن آخرین پرسش‌نامه‌ی سیری، سطح زیرمنحنی سیری، همانند قند خون، با فرمول ذوزنقه‌ای محاسبه شد و شاخص سیری با استفاده از فرمول زیر تعیین شد.[۱۹]

شاخص سیری= سطح زیر منحنی تغییرات سیری پس از خوردن نان سفید/ سطح زیر منحنی تغییرات سیری پس از خوردن غذای تست x ۱۰۰

از کلیه‌ی افراد شرکت‌کننده، قبل از ورود به مطالعه شرکت‌کننده رضایت‌نامه کتبی گرفته شد. این مطالعه در کمیته‌ی اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز با کد IR.AJUMS.REC1394.255 به تصویب رسید و در پایگاه ثبت کارآزمایی بالینی با شماره‌ی IRCT2015122325671N ثبت شد.

تحلیل آماری

کلیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویراست ۱۷ مورد تحلیل آماری قرار گرفت. برای سنجش تفاوت، از آزمون تحلیل مقادیر تکراری استفاده شد. برای تعیین ضریب همبستگی میان گلوکومتر و دستگاه آنالایزر، از Bivariate Correlations استفاده شد. در تمامی محاسبات، $p<0/05$ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

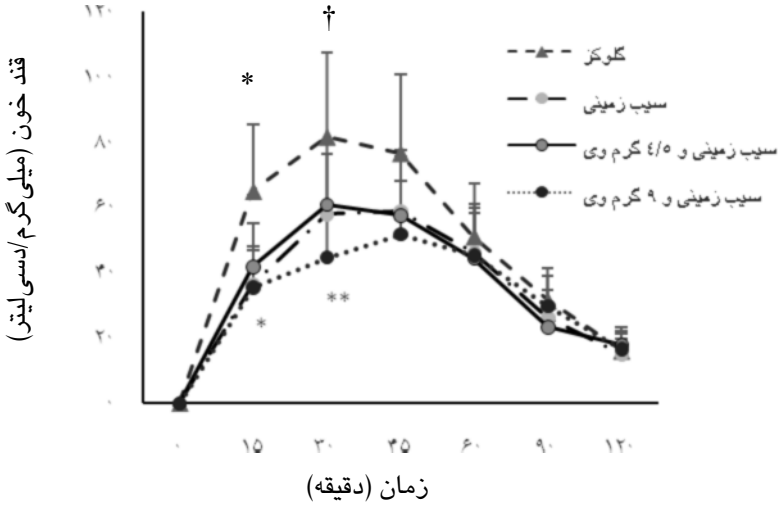
یافته‌ها

شاخص گلیسمی

تمام افراد شرکت‌کننده مطالعه را به پایان رساندند. نمودار ۱، تغییرات قند خون پس از خوردن گلوکز،

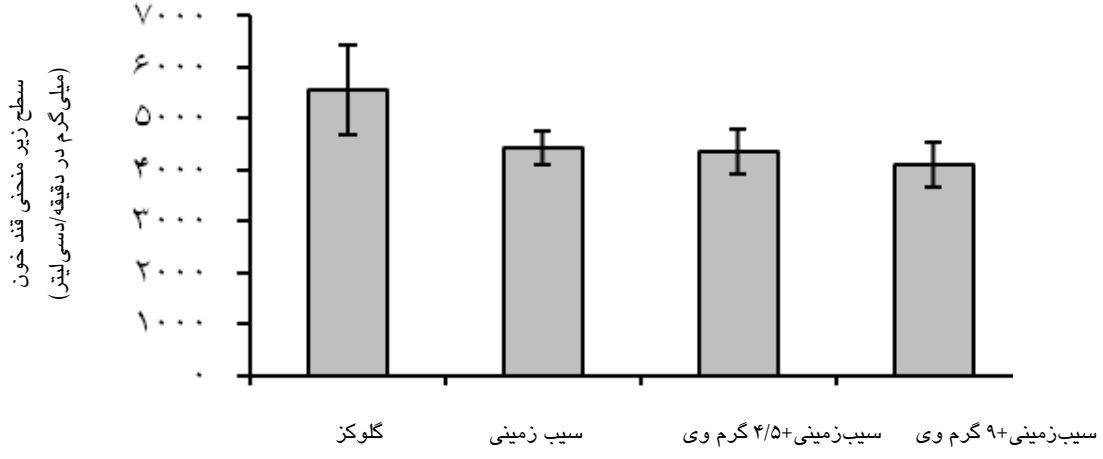
[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2025-12-15]

سیب‌زمینی، مخلوط سیب‌زمینی + ٤/٥ و ۹ گرم پروتئین وی را نشان می‌دهد. داده‌ها توزیع نرمال داشتند. آزمون داده‌های تکراری نشان داد که تفاوت‌های بین تغییرات قند خون پس از خوردن گلوکز، سیب‌زمینی و مخلوط های سیب‌زمینی و پروتئین وی معنی‌دار نبودند (p>۰/۰۵). البته قند خون، در زمان‌های ۱۵ و ۳۰ دقیقه پس از خوردن مخلوط سیب‌زمینی+۹ گرم پروتئین وی در مقایسه با محلول گلوکز تفاوت معنی‌داری داشت (p<۰/۰۵).



نمودار ۱- میانگین (±خطای معیار) تغییرات قند خون پس از خوردن گلوکز (کنترل)، سیب‌زمینی، مخلوط سیب‌زمینی +۴/۵ گرم پروتئین وی و مخلوط سیب‌زمینی +۹ گرم پروتئین وی در ۱۰ فرد سالم. با آزمون آنالیز واریانس برای داده‌های تکراری، تفاوت معنی‌داری بین روند تغییرات قند خون پس از خوردن غذاهای مورد بررسی مشاهده نشد. *و † تفاوت معنی‌دار قند خون در زمان‌های ۱۵ و ۳۰ دقیقه پس از خوردن گلوکز و مخلوط سیب‌زمینی +۹ گرم وی (p<۰/۰۵).

نمودار ۲ سطح زیر منحنی قند خون پس از خوردن هرکدام از غذاها و محلول گلوگز را نشان می‌دهد. بالاترین سطح زیر منحنی قند خون پس از خوردن محلول گلوکز (٥٥٦٣/١٥±٨٧٤/٩٤) و کمترین سطح زیر منحنی قند خون پس از خوردن مخلوط سیب‌زمینی +۹ گرم پروتئین وی (٤٠٩٧/٨٨±٤٥٣/٢٠) بود. با افزودن پروتئین وی به سیب‌زمینی، سطح زیر منحنی قند خون کاهش یافت، ولی از نظر آماری تفاوت معنی‌داری بین هیچ‌کدام از غذاهای مورد آزمایش مشاهده نشد (P =۰/۱۵۵).



نمودار۲- سطح زیر منحنی قند خون (میانگین±خطای معیار) پس از خوردن گلوکز، سیب‌زمینی، مخلوط سیب‌زمینی+ ۴/۵ گرم پروتئین وی و مخلوط سیب‌زمینی+ ۹ گرم پروتئین وی در۱۰ فرد سالم. آزمون آنالیز واریانس برای داده‌های تکراری تفاوت معنی‌داری را نشان نداد.

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2025-12-15]

جدول ۱ میانگین شاخص گلیسمی (±انحراف معیار) سیب‌زمینی، و مخلوط سیب‌زمینی با ٤/٥ گرم پروتئین وی و و مخلوط سیب‌زمینی+ ۹ گرم پروتئین وی را نشان می‌دهد. سیب‌زمینی بالاترین GI و مخلوط سیب‌زمینی +۹ گرم پروتئین وی کمترین GI را داشتند. با افزودن پروتئین وی، GI سیب‌زمینی به تدریج کاهش یافت، اما تفاوتی معنی‌داری بین GI سیب‌زمینی و مخلوط آن با پروتئین وی مشاهده نشد (P =۰/۲٤٥).

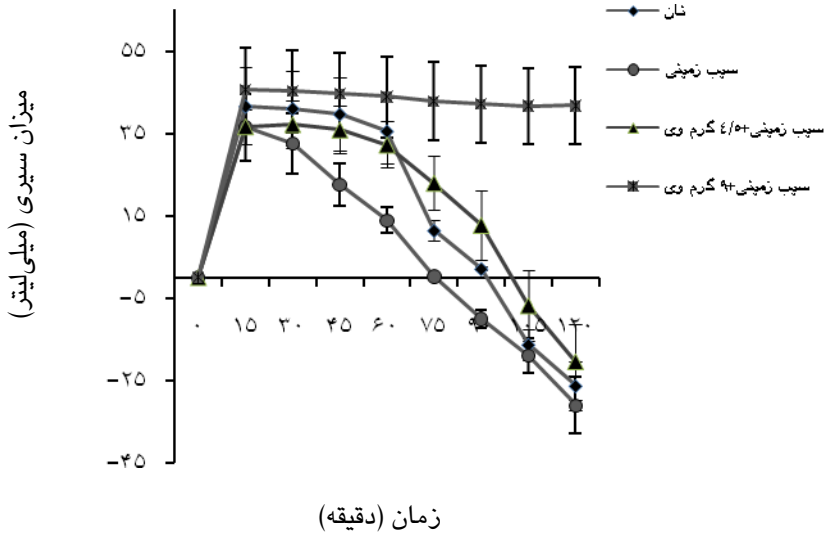
جدول ۱- میانگین شاخص گلیسمی (انحراف معیار) سیب‌زمینی، مخلوط سیب‌زمینی + ۴/۵ گرم پروتئین وی و مخلوط سیب‌زمینی + ۹ گرم پروتئین وی. آزمون آنالیز واریانس برای داده‌های تکراری، تفاوت معنی‌داری نشان را نداد.

ماده مورد آزمون	شاخص گلیسمی
سیب‌زمینی	۹۸/۳ (٥٤/۳)
سیب‌زمینی +٤/٥ گرم پروتئین وی	۸٦/۷ (۳۲/٦)
سیب‌زمینی +۹ گرم پروتئین وی	۷٦/۹ (۲۰/٤)

شاخص سیری (SI):

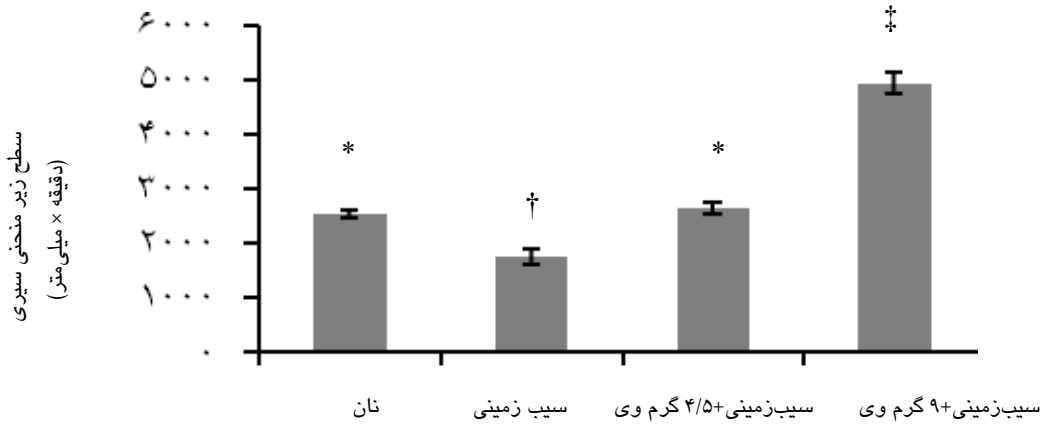
تمام افراد شرکت‌کننده مطالعه را به پایان رساندند. نمودار ۳ تغییرات سیری پس از خوردن نان سفید (غذای مرجع)، سیب‌زمینی، مخلوط سیب‌زمینی+٤/٥ و ۹ گرم پروتئین وی را نشان می‌دهد. آزمون داده‌های تکراری تفاوت معنی‌داری را بین تغییرات سیری پس از خوردن غذاهای مورد آزمایش نشان داد (p<۰/۰۰۱). هم‌چنین، میزان سیری پس از خوردن مخلوط‌های سیب‌زمینی+ پروتئین وی، در مقایسه با سیب‌زمینی، در تمام زمان‌ها با هم تفاوت معنی‌داری داشتند (p<۰/۰۰۱). آزمون آنالیز داده‌های تکراری نشان داد که پروتئین وی به طور معنی‌داری میزان سیری پس از خوردن را افزایش داده است (p<۰/۰۰۱).

نمودار ٤، تفاوت سطح زیر منحنی سیری پس از خوردن نان سفید و غذاهای مورد آزمایش را نشان می‌دهد. افزودن پروتئین وی به سیب‌زمینی، به طور معنی‌داری سطح زیر منحنی سیری را افزایش داد (p<۰/۰۰۱)، به طوری‌که با افزودن ٤/٥ و ۹ گرم پروتئین وی، سطح زیر منحنی سیری به ترتیب بیش از ۳۳ درصد (p<۰/۰۰۱) و ٦٤ درصد (p<۰/۰۰۱) در مقایسه با سیب‌زمینی افزایش یافت. هم‌چنین، سطح زیر منحنی سیری پس از خوردن مخلوط سیب‌زمینی + ۹ گرم پروتئین وی در مقایسه با مخلوط سیب‌زمینی +٤/٥ گرم پروتئین وی بیش از ٤٦ درصد افزایش یافت (p<۰/۰۰۱).



نمودار۳- میانگین (±خطای معیار) سیری پس از غذ در ۲۰ فرد سالم. تفاوت معنی‌دار میزان سیری در زمان‌های مختلف بین نان سفید و سیب‌زمینی، نان سفید و مخلوط سیب‌زمینی + ۴/۵ گرم وی، نان سفید و مخلوط سیب‌زمینی+ ۹ گرم وی و بین مخلوط‌های سیب‌زمینی و پروتئین وی با آزمون آنالیز داده‌های تکراری مشاهده شد. (p<۰/۰۵).

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2025-12-15]



نمودار ۴- سطح زیر منحنی سیری (میانگین±خطای استاندارد) بعد از خوردن نان سفید، سیب‌زمینی، مخلوط سیب‌زمینی +۴/۵ گرم وی و مخلوط سیب‌زمینی +۹ گرم پروتئین وی. آزمون آنالیز واریانس داده‌های تکراری تفاوت معنی‌داری بین سطوح زیر منحنی نشان داد. علامت‌های متفاوت نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار بین غذاهای مورد آزمون می‌باشد (P<۰/۰۰۱) (تعداد=۲۰ نفر).

جدول ۲- میانگین شاخص سیری (انحراف معیار) سیب‌زمینی، مخلوط سیب‌زمینی+ ۴/۵ گرم پروتئین وی و مخلوط سیب‌زمینی+ ۹ گرم پروتئین وی.

ماده مورد آزمون	شاخص سیری
سیب‌زمینی	٦٨/٢٦ (٢٦/٨٩)
سیب‌زمینی +٤/٥ گرم پروتئین وی	١٠٤/٧٣ (١٩/٧)
سیب‌زمینی +٩ گرم پروتئین وی	١٩٦/١٧ (٧٣/٣٨)

تفاوت معنی‌داری با آزمون داده‌های تکراری بین شاخص سیری سیب‌زمینی و مخلوط‌های سیب‌زمینی و پروتئین وی مشاهده شد (p<۰/۰۰۱).

جدول ۲، میانگین شاخص سیری (انحراف معیار) سیب‌زمینی، و مخلوط سیب‌زمینی با ٤/٥ و مخلوط سیب‌زمینی با ۹ گرم پروتئین وی را نشان می‌دهد. آزمون داده‌های تکراری تفاوت معنی‌داری را بین SI سیب‌زمینی و مخلوط‌های سیب‌زمینی و پروتئین وی نشان داد (p<۰/۰۰۱)، به طوری که SI سیب‌زمینی با افزودن ٤/٥ گرم پروتئین وی، تقریبا ٥٢ درصد (p<۰/۰۰۱) و با افزودن ۹ گرم ١٨٧ درصد افزایش نشان داد (p<۰/۰۰۱). همچنین، SI مخلوط سیب‌زمینی+ ۹ گرم پروتئین وی در مقایسه با مخلوط ٤/٥ گرم پروتئین وی، ۹۰ درصد بالاتر بود (p<۰/۰۰۱).

بحث

در مطالعه‌ی حاضر، اثرات افزودن دو دوز ٥/ ٤ و ۹ گرم پروتئین وی بر شاخص سیری و شاخص گلیسمی سیب‌زمینی به عنوان یک غذای غنی از کربوهیدرات و دارای شاخص گلیسمی بالا بررسی شد. نتایج این مطالعه نشان داد که افزودن پروتئین وی، اثرات معنی‌داری بر شاخص گلیسمی سیب‌زمینی ندارد، اما به طور قابل توجهی احساس سیری را در افراد سالم افزایش می‌دهد. در این مطالعه، شاخص گلیسمی سیب‌زمینی ٩٨/٣٤ به دست آمد که مشابه با گزارشات قبلی است.[٢٠] با افزودن پروتئین وی، تغییر معنی‌داری در قند خون، پس از خوردن ایجاد نشد. به علاوه شاخص گلیسمی سیب‌زمینی با این که به تدریج کاهش یافت اما تغییر معنی‌داری نشان نداد و همچنان در محدوده‌ی بالا (≥۷۰) باقی ماند. همسو با یافته‌های حاضر، در مطالعه‌ی آلرتون[i] و همکارانش با افزودن ٢٠ گرم پروتئین وی به صبحانه‌ی غنی از کربوهیدرات، در افراد سالم تغییر معنی‌داری در قند خون پس از خوردن مشاهده نشد،[٢١] اما در برخی مطالعات دیگر، با افزودن پروتئین وی به محلول گلوکز نتایج متفاوت با یافته‌های مطالعه حاضر گزارش شده است.[١٦،١٨] در یک مطالعه، دوزهای ٤/٥، ۹ و ١٨ گرم و در مطالعه‌ی دیگر، افزودن دوزهای ١٠،٥ و ٢٠ گرم پروتئین وی به محلول گلوکز، قند خون پس از غذا را به صورت

i - Allerton

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2025-12-15]

وابسته به دوز کاهش دادند.[۹،۱۱] مکانیسم‌هایی که از طریق آن پروتئین وی، قند پس از غذا را کاهش می‌دهد، کاملا مشخص نیست، اما چند مکانیسم در این خصوص پیشنهاد شده است. تحریک ترشح انسولین با پروتئین وی، در افراد سالم و بیماران دیابتی گزارش شده است.[۲۲،۲۳] به نظر می‌رسد مقادیر بالای اسیدهای آمینه ضروری در پروتئین وی، اثرات انسولینوتروپیک دارند.[۲۴] هم‌چنین اسیدآمینه‌های شاخه‌دار، به خصوص لوسین، از مسیرهای مختلف باعث افزایش انسولین و کاهش قند خون می‌شوند.[۲۵] مکانیسم دیگر، افزایش ترشح هورمون‌های اینکرتین، مانند گلوکز وابسته به انسولینوتروپیک پلی‌پپتید (GIP) و پپتید-۱ شبه گلوکاگون (GLP-1) است،[۲۶،۲۷] که بعد از خوردن غذا ترشح شده و در فرآیندهای هضم غذا، ترشح انسولین و کنترل گلیسمی نقش دارند.[۲۸] این عامل می‌تواند دلیل کاهش قند خون در زمان‌های ۱۵ و ۳۰ دقیقه پس از خوردن مخلوط سیب‌زمینی +۹ گرم وی در مطالعه‌ی حاضر باشد. دوزهای مورد بررسی در مطالعه‌ی حاضر مشابه مطالعاتی بود که پروتئین وی را به محلول گلوکز اضافه کرده بودند. اما در مطالعات مذکور بیشترین کاهش قند خون پس از خوردن مخلوط گلوکز با دوزهای ۱۸ و ۲۰ گرمی پروتئین وی مشاهده شده بود که در مطالعه‌ی حاضر بررسی نشد.[۹،۱۱] لذا معنی‌دار نشدن تفاوت کاهش قند خون در مطالعه‌ی حاضر، می‌تواند مربوط به دوز پایین پروتئین وی باشد. دلیل دیگر تفاوت نتایج در مطالعه حاضر، ممکن است به نوع غذای مورد بررسی مربوط باشد. در مطالعات قبلی، پروتئین وی به محلول گلوکز اضافه شده بود، در حالی که در مطالعه‌ی حاضر پروتئین وی به سیب‌زمینی اضافه شد؛ بنابر این ممکن است اثر پروتئین وی در کاهش قند خون پس از خوردن مایعات و غذاهای جامد متفاوت باشد.

از نتایج مهم مطالعه‌ی حاضر، اثرات قوی و معنی‌دار هر دو دوز پروتئین وی بر افزایش احساس سیری پس از خوردن سیب‌زمینی بود، به طوری که افزودن ٤/٥ گرم پروتئین وی، شاخص سیری سیب‌زمینی را تقریبا ۳۵ درصد افزایش داد. با افزودن ۹ گرم پروتئین وی، شاخص سیری سیب‌زمینی با افزایش تقریباً ۲/۵ برابری از ٦٨/٢٧ به ١٩٦/١٧ رسید. نتایج برخی مطالعات نشان می‌دهد که پروتئین باعث کاهش اشتها و افزایش احساس سیری می‌شود.[۲۹] به علاوه، پروتیئن وی نسبت به کازئین اثرات بیشتری در ایجاد احساس سیری پس از خوردن غذا دارد.[۳۰]

گرچه در یکی از مطالعات، با مصرف پروتئین وی به همراه غذای پر کربوهیدرات تغییر معنی‌داری در میزان سیری مشاهده نشده است،[۲۱] اما همسو با نتایج مطالعه‌ی حاضر، مطالعات متعددی نشان داده‌اند که مصرف پروتئین وی باعث کاهش اشتها و افزایش سیری، هم در افراد چاق و دارای اضافه وزن و هم در افراد با وزن طبیعی، می‌شود.[۲۰،۲۱،۳۱-۳٤] در برخی از این مطالعات که پروتئین وی به همراه نوشیدنی یا صبحانه‌ی پر کربوهیدرات مصرف شده بود، احساس سیری در ساعت‌های پس از صرف غذا افزایش معنی‌داری را نشان داد.[۱٤،۳۱] در برخی دیگر از مطالعات نیز مصرف پروتئین وی قبل از صرف صبحانه باعث طولانی شدن احساس سیری و دریافت کمتر غذا در وعده‌های بعدی شد.[۱۳،۳۲-۳٤] از جمله مکانیسم‌های پیشنهادی در خصوص اثرات پروتئین وی بر کاهش اشتها، می‌توان به افزایش ترشح انسولین اشاره کرد. در مطالعه‌ی حاضر سطح انسولین اندازه‌گیری نشد، اما در مطالعه‌ی آلترون و همکارانش که با افزودن پروتئین وی تغییری در قند پس از غذا دیده نشد، میزان انسولین به طور معنی‌داری افزایش نشان داد.[۲۱] لذا احتمال دارد بدون این که تغییر معنی‌داری در قند خون مشاهده شود سطح انسولین افزایش یابد که می‌تواند عامل افزایش سیری در مطالعه حاضر نیز باشد. گزارش شده است که انسولین با هضم پروتئین وی افزایش می‌یابد و به همین دلیل به طور مستقیم در کاهش دریافت غذا و افزایش میزان سیری نقش دارد.[۳۱] از مکانیسم‌های دیگری که پروتئین وی از طریق آن‌ها باعث افزایش میزان سیری می‌شود، می‌توان به افزایش ترشح هورمون‌های آنورکتیک اشاره کرد. پروتئین وی به وسیله‌ی پپتیدهای بیواکتیو و آمینواسیدهایی که حین هضم تولید می‌شوند، باعث افزایش ترشح هورمون‌های CCK[i]، PYY[ii]، GIP و GLP-1 و در نتیجه، افزایش احساس سیری می‌شود. PYY در سلول‌های روده ترشح می‌شود و باعث توقف دریافت غذا می‌شود.[۳۵] با توجه به این که غلظت پلاسمایی این پپتید بعد از دریافت پروتئین وی در افراد سالم افزایش می‌یابد،[۱۵] این احتمال وجود دارد که پروتئین وی با افزایش ترشح PPY باعث کاهش اشتها و افزایش سیری در مطالعه‌ی حاضر شده باشد.[۳٦] هم‌چنین، افزایش غلظت پلاسمایی CCK که به عنوان هورمون سیری شناخته شده است، تا ۳ ساعت پس از خوردن پروتئین وی

i - Cholecystokinin
ii - Peptide YY

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2025-12-15]

گزارش شده است.[۳۷] لذا این عامل نیز می‌تواند دلیل افزایش سیری در مطالعه‌ی حاضر پس از خوردن پروتئین وی باشد. هم‌چنین افزایش سیری در مطالعه حاضر را می‌توان به طولانی شدن تخلیه‌ی معده پس از خوردن پروتئین وی نسبت داد.[۳۸] به علاوه گزارش شده است که سطح گرلین ناشتا با مصرف پروتئین وی کاهش می‌یابد.[۳۹] بنابراین، با وجود این که هنوز شواهد قطعی نیستند، اما احتمال دارد که پروتئین وی از طریق مهار گرلین و کاهش اشتها، باعث افزایش سیری شده باشد.[۴۰]

از محدودیت‌های مطالعـــه‌ی حاضر، عـــدم بررسی مکانیسم‌های مربوط به تغییرات قند خون و اشتها و هم‌چنین عدم بررسی میزان دریافت‌های غذایی در ساعات بعد از ۱۲۰ دقیقه است که می‌توانست تفسیر کامل‌تری از نتایج را فراهم کند. البته با توجه به نمونه‌گیری خون از نوک انگشت، امکان اندازه‌گیری انسولین و هورمون‌های اینکرتین وجود نداشت. از نقاط قوت مطالعه‌ی حاضر، بررسی اثر پروتئین وی بر شاخص گلیسمی می‌باشد که در دیگر مطالعات انجام نشده بود. به علاوه انتخاب سیب‌زمینی که از مواد غذایی پر مصرف، غنی از کربوهیدرات و با شاخص گلیسمی بالاست و تاکنون بررسی نشده است، از دیگر نقاط قوت مطالعه‌ی حاضر است.

در پایان، براساس نتایج مطالعه‌ی حاضر، گرچه مقادیر ٤/٥ و ۹ گرم پروتئین وی، شاخص گلیسمی سیب‌زمینی را تغییری نداد، اما تاثیر قابل توجهی در افزایش احساس سیری پس از خوردن سیب‌زمینی داشت و بدین‌ترتیب باعث افزایش شاخص سیری آن شد.

سپاسگزاری: پژوهش حاضر، حاصل پایان‌نامه‌ی آقای هادی صادقی دانشجوی کارشناسی ارشد رشته‌ی علوم تغذیه (طرح تحقیقاتی به شماره IR.AJUMS.REC.1394.255) دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز است. بدین‌وسیله، از معاونت توسعه‌ی پژوهش و فناوری، جهت حمایت مالی این طرح و هم‌چنین از تمام افراد شرکت‌کننده در این مطالعه، قدردانی می‌شود.

References

1. Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. Lancet 2014; 384: 766-81.
2. Schwingshackl L, Hoffmann G. Long-term effects of low glycemic index/load vs. high glycemic index/load diets on parameters of obesity and obesity-associated risks: a systematic review and meta-analysis. Nutr Metab Cardiovasc Dis 2013; 8: 699-706.
3. Vern BJ,Green TJ. Glycemic index and glycemic load: measurement issues and effect on diet-disease relationships. Eur J Clin Nutr 2007; 61 Suppl 1: S122-31.
4. Jenkins DJA, Wolever TMS, Taylor RH. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. Am Clin Nutr 1981; 34: 362-66.
5. Ludwig DS. Dietary glycemic index and obesity. J Nutr 2000; 130(2S Suppl): 280S-83S.
6. Ebbeling CB, Leidig MM, Sinclair KB, Hangen JP, Ludwig DS. A reduced-glycemic load diet in the treatment of adolescent obesity. Arch Pediatr Adolesc Med 2003; 157: 773-79.
7. Duncan K H, Bacon J A, Weinsier RL. The effects of high and low energy density diets on satiety, energy intake, and eating time of obese and nonobese subjects. Am J Clin Nutr 1983; 37: 763–67.
8. Nilsson M, Stenberg M, Frid AH, Holst JJ, Bjorck IM. Glycemia and insulinemia in healthy subjects after lactose-equivalent meals of milk and other food proteins: the role of plasma amino acids and incretins. Am J Clin Nutr 2004; 80: 1246-53.
9. Petersen BL, Ward LS, Bastian ED, Jenkins AL, Campbell J, Vuksan V. A whey protein supplement decreases post-prandial glycemia. Nutr J 2009; 8: 47-54.
10. Gunnerud UJ, Holst JJ, Östman EM, Björck IM. The glycemic, insulinemic and plasma amino acid-responses to equi-carbohydrate milk meals, a pilot- study of bovine and human milk. Nutr J 2012; 11: 83-7.
11. Gunnerud UJ, Östman EM, Björck IM. Effects of whey proteins on glycaemia and insulinaemia to an oral l glucose load in healthy adults; a dose–response study. Eur J Clin Nutr 2013; 67: 749–53.
12. Foster-Powell K, Holt SH, Brand-Miller JC. International table of glycemic index and glycemic load values. Am J Clin Nutr 2002; 76: 5–56.
13. Zafar TA, Waslien C, AlRaefaei A, Alrashidi N, AlMahmoud E. Whey protein sweetened beverages reduce glycemic and appetite responses and food intake in young females. Nutr Res 2013; 33: 303–10.
14. Chungchunlam SM, Henare SJ, Ganesh S, Moughan PJ. Effect of whey protein and glycomacropeptide on measures of satiety in normal-weight adult women. Appetite 2014; 78: 172-8.
15. Pal S, Radavelli-Bagatini S, Hagger M, Ellis V. Comparative effects of whey and casein proteins on satiety in overweight and obese individuals: A randomized controlled trial. Eur J Clin Nutr 2014; 68: 980–86.
16. AOAC. Official methods of analysis, 18 ed., Washington, DC: Association of Official Analytic Chemists 2005.
17. Brouns F, Bjorck I, Frayn KN, Gibbs AL, Lang V, Slama G, et al. Glycemic index methodology . Nutr Res Rev 2005; 18: 145-71.
18. Matthews JNS, Altman G, Campbell MJ, Royston P. Analysis of serial measurements in medical research. BMJ 1990; 300: 230-35.

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2025-12-15]

19. Holt SH, Miller JC, Petocz P, Farmakalidis E. A satiety index of common foods. Eur J Clin Nutr 1995; 49: 675-90.
20. Foster-Powell K, Miller JB. International tables of glycemic index. Am J Clin Nutr 1995; 62: 871S-90S.
21. Allerton DM, Campbell MD, Gonzalez JT, Rumbold PL, West DJ, Stevenson EJ. Co-Ingestion of Whey Protein with a Carbohydrate-Rich Breakfast Does Not Affect Glycemia, Insulinemia or Subjective Appetite Following a Subsequent Meal in Healthy Males. Nutrients 2016; 8: 116.
22. Schenk S, Davidson CJ, Zderic TW, Byerley LO, Coyle EF. Different glycemic indexes of breakfast cereals are not due to glucose entry into blood but to glucose removal by tissue. Am J Clin Nutr 2003; 78: 742-48.
23. Calbet JA, Holst JJ. Gastric emptying, gastric secretion and enterogastrone response after administration of milk proteins or their peptide hydrolysates in humans. Eur J Nutr 2004; 43: 127-39.
24. Salehi A, Gunnerud U, Muhammed SJ, Ostman E, Holst JJ, Bjorck I, et al. The insulinogenic effect of whey protein is partially mediated by a direct effect of amino acids and GIP on beta-cells. Nutr Metab 2012; 9: 48.
25. Layman DK. The role of leucine in weight loss diets and glucose homeostasis. J Nutr 2003; 133: 261S-7S.
26. Drucker DJ: Enhancing the Action of Incretin Hormones. A New Whey Forward?. Endocrinology 2006; 147: 3171-2.
27. Ataei N, Soltani S, Palizban AA. The role of Glucagon-like peptide -1 (GLP-1) in blood sugar regulation and type II diabetes: a systematic review. J Health Syst Res 2013; Nutrition supplement: 1386-93. [Farsi]
28. Smith TJ, Stanley CA. Untangling the glutamate dehydrogenase allosteric nightmare. Trends Biochem Sci 2008; 33: 557-64.
29. Dhillon J, Craig BA, Leidy HJ, Amankwaah AF, Osei-Boadi Anguah K, Jacobs A, et al. The Effects of Increased Protein Intake on Fullness: A Meta-Analysis and Its Limitations. J Acad Nutr Diet 2016; 6: 968-83.
30. Bendtsen LQ, Lorenzen JK, Bendsen NT, Rasmussen C, Astrup A. Effect of Dairy Proteins on Appetite, En ergy Expenditure, Body Weight, and Composition: a Review of the Evidence from Controlled Clinical Trials. Adv Nutr 2013; 4: 418–38.
31. Akhavan T, Luhovyy BL, Brown PH, Cho CE, Anderson GH. Effect of premeal consumption of whey protein and its hydrolysate on food intake and postmeal glycemia and insulin responses in young adults. Am J Clin Nutr 2010; 91: 966-75.
32. Chungchunlam SM, Henare SJ, Ganesh S, Moughan PJ. Dietary whey protein influences plasma satiety-related hormones and plasma amino acids in normal-weight adult women. Eur J Clin Nutr 2015; 69: 179-86.
33. Poppitt SD, Proctor J, McGill AT, Wiessing KR, Falk S, Xin L, et al. Low-dose whey protein-enriched water beverages alter satiety in a study of overweight women. Appetite 2011; 56: 456-64.
34. Tahavorgar A, Vafa M, Shidfar F, Gohari M, Heydari I. Whey protein preloads are more beneficial than soy protein preloads in regulating appetite, calorie intake, anthropometry, and body composition of overweight and obese men. Nutr Res 2014; 34: 856-61. [Farsi]
35. le Roux CW, Bloom SR. Peptide YY, appetite and food intake. Proc Nutr Soc 2005; 64: 213-6.
36. Bowen J, Noakes M, Clifton PM. Appetite regulatory hormone responses to various dietary proteins differ by body mass index status despite similar reductions in ad libitum energy intake. J Clin Endocrinol Metab 2006; 91: 2913–9.
37. Bowen J, Noakes M, Craige T, Clifton PM. Energy intake, ghrelin, and cholecystokinin after different carbohydrate and protein preloads in overweight men. J Clin Endocrinol Metab 2006; 91: 1477–83.
38. Ma J, Stevens JE, Cukier K, Maddox AF, Wishart JM, Jones KL, et al. Effects of a Protein Preload on Gastric Emptying, Glycemia, and Gut Hormones After a Carbohydrate Meal in Diet-Controlled Type 2 Diabetes. Diabetes Care 32: 1600–2.
39. Baer DJ, Stote KS, Paul DR, Harris GK, Rumpler WV, Clevidence BA. Whey protein but not soy protein supplementation alters body weight and composition in free living overweight and obese adults. J Nutr 2011; 141: 1489-94.
40. Foster-Schubert KE, Overduin J, Prudom CE, Liu J, Callahan HS, Gaylinn BD, et al. Acyl and total ghrelin are suppressed strongly by ingested proteins, weakly by lipids, and biphasically by carbohydrates. J Clin Endocrinol Metab 2008; 93: 1971-9.

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2025-12-15]

Original Article

The Effect of Whey Protein on Glycemic Index and Satiety Index of Potatoes

Shishehbor F[1], Sadeghi H[2], Veissi M[1], Saki Malehi A[3]

[1]Nutrition and Metabolic Disease Research Center, School of Para-Medicine, & [2]Research Committee, & [3]Department of Nutrition, Nutrition and Metabolic Diseases Research Center, School of Para Medicine, & [3]Health Research Institute, Thalassemia and Hemoglobinopathy Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

e-mail: sadeghihadi@hotmail.com

Received: 13/11/2016 **Accepted**: 19/02/2017

Abstract

Introduction: Effects of whey protein on reduction of blood glucose and appetite have been reported. In the present study the effects of whey protein on glycemic index (GI) and satiety index (SI) of mashed potato were investigated. Materials and Methods: To determine the GI, 10 healthy subjects (6 male, 4 female) were enrolled in the study on 4 separate days at 1 week intervals. On each day, they were given potato puree, potato+4.5 or 9 grams of whey protein or glucose solution in random order. Fasting blood samples were taken at fasting and at 15, 30, 45, 60, 90 and 120 minutes after food ingestion and the GI was calculated. To determine the SI, 20 healthy subjects (10 male, 10 female) were enrolled and on 4 separate days at one week intervals, daily they were given white bread, potato puree, potato+4.5 or 9 grams of whey protein in random order. The satiety was measured at fasting and every 15min over the next 2 hours after food ingestion; using a satiety questionnaire and the SI was calculated. Results: Adding whey protein to mashed potato reduced the area under the blood glucose curve, though it was not significant (p=0.155). No did the GI of potato change significantly (p=0.245). However, the area under the satiety curve of potato increased significantly by adding whey protein (p<0.001); SI of potato was also increased significantly by adding both doses of whey protein (p<0.001). Conclusion: Although adding whey protein did not change the GI of potato, but it significantly increased its SI.

Keywords: Whey protein, Potato, Glycemic index, Satiety index

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2025-12-15]