

## اثر تعاملی تمرین مقاومتی و مصرف مکمل پروتئین Whey بر سطوح گلوکوتاتیون و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام پلاسمای مردان جوان

### طاهره حائری

کارشناس ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، گروه تربیت‌بدنی، مشهد، ایران

### محمد رضا رمضان پور<sup>1</sup>

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، گروه تربیت‌بدنی، مشهد، ایران

### محمد علی یثربی

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تربت جام، گروه تربیت‌بدنی، تربت جام، ایران

### چکیده

**مقدمه:** اثر مصرف پروتئین Whey بر کنترل اشتها، رشد عضلات و متابولیسم چربی در افراد سالم نشان داده شده است اما اطلاعات محدودی در مورد اثر مصرف پروتئین Whey بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بدن و همچنین عوامل خطرزای متابولیک در افراد دارای اضافه وزن و چاق در دسترس می‌باشد. هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر مصرف مکمل پروتئین Whey همراه با تمرین مقاومتی بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مردان جوان بود. **روش:** نمونه آماری این پژوهش را 30 دانشجوی جوان غیرورزشکار دارای اضافه وزن با میانگین سن  $20/1 \pm 1/16$  سال و  $26/88 \pm 1/01$  BMI کیلوگرم بر مترمربع تشکیل می‌دهد که بطور تصادفی به سه گروه مساوی (دو گروه تجربی و یک گروه کنترل) تقسیم شدند: گروه‌های تجربی علاوه بر شش هفته تمرین مقاومتی مکمل پروتئین Whey ایزولات به مقدار 30 گرم در روز و یا دارونما مصرف نمودند. سطوح گلوکوتاتیون (GSH) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام پلاسما (TAC)، قبل و بعد از دوره تمرینی اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون تعقیبی بن فرونی تحلیل شد ( $p < 0/05$ ). **نتایج:** تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد شش هفته تمرین مقاومتی و تمرین همراه با مصرف مکمل Whey و دارونما سبب افزایش معنادار سطح گلوکوتاتیون شد. بعلاوه تفاوت معناداری در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام پلاسمای سه گروه علی‌رغم افزایش آن در گروه‌های تجربی مشاهده نشد. **نتیجه‌گیری:** شش هفته تمرین مقاومتی همراه با مصرف مکمل Whey سبب افزایش معنادار سطح گلوکوتاتیون و افزایش غیرمعنادار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام پلاسما در مردان جوان دارای اضافه وزن گردید.

### کلید واژه‌ها:

تمرین مقاومتی، مکمل Whey، گلوکوتاتیون، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام.

<sup>1</sup> ramezanpour@mshdiau.ac.ir

## مقدمه

استرس اکسیداتیو یکی از دلایل صدمات قلبی و عروقی است (6). بیماری‌های قلبی - عروقی عامل اصلی مرگ و میر در کشورهای صنعتی و در حال توسعه به حساب می‌آید و تقریباً 20 درصد کل مرگ و میر سالانه در جهان را شامل می‌شود. در ایران نیز طبق آمار وزارت بهداشت، بیماری‌های قلبی - عروقی اولین عامل مرگ و میر می‌باشد و 65 درصد افراد در سنین پایین (40-55 سال) به این بیماری مبتلا می‌شوند (3). عوامل زیادی در پیدایش بیماری‌های قلبی - عروقی دخالت دارند که مهمترین آنها مقاومت نسبت به انسولین، نسبت دور کمر به باسن، اختلال لیپیدها و اکسیداسیون آنها، مقادیر HDL و LDL و نسبت آپولیپوپروتئین a به آپولیپوپروتئین b، رژیم غذایی نامناسب، کم تحرکی، چاقی، سیگار، فشارخون بالا، تنش‌های روانی و دگرگونی‌های عوامل التهابی و عوامل انعقادی می‌باشند (1). در دهه‌های اخیر نقش آنتی‌اکسیدان‌ها در پیشگیری از پیدایش و پیشرفت استرس‌های اکسایشی مطرح شده است (7). گلوتاتیون یک بازیگر مرکزی در سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدان‌ها است. این ماده تری‌پپتیدی از 3 آمینواسید گلوتامات، سیستئین و گلیسین می‌باشد. گلوتاتیون در واقع تنظیم کننده آنتی‌اکسیدان‌های دیگر است. بدون گلوتاتیون آنتی‌اکسیدان‌های مهم دیگری مانند ویتامین C و E پایداری ندارند. همچنین بدون آن بدن انسان توانایی سم‌زدایی و مقابله با رادیکال‌های آزاد را ندارد. این مشکل باعث بیماری‌های قلبی، سرطان‌ها و اختلال در عملکرد سیستم عصبی و ایمنی می‌شود. گلوتاتیون بهترین آنتی‌اکسیدان سلولی است. اگر آنتی‌اکسیدان‌ها را مانند یک چرخ در نظر بگیریم گلوتاتیون مرکز چرخ و ویتامین A، ویتامین C، ویتامین E، N-استیل -L-سیستئین، سوپراکسید دیسموتاز و سلنیوم پره‌های آن هستند (4). اضافه وزن در دوره جوانی ممکن است یکی از مهمترین نشانگرهای عوامل خطرزای بیماری قلبی - عروقی باشد (2). چاقی یک عامل خطر بسیار مهم برای بیماری قلبی - عروقی است (9). دست کم بخشی از خطر آن مربوط به چربی خون غیرطبیعی متشکل از تری‌آسیل‌گلیسرول بالا (TG)، HDL پایین و LDL بالا است (25). از سوی دیگر اعتقاد بر آن است که تمرینات بدنی منظم و متوسط، باعث بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی بدن و کاهش رادیکال‌های آزاد تولیدی در بدن شده و از این طریق، صدمات سلولی را کنترل می‌کند (8). امروزه تمرینات مقاومتی به عنوان شکلی از فعالیت بدنی است که در سازماندهی هر دو نوع برنامه بازتوانی قلبی و پیشگیری از ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی می‌تواند مؤثر باشد (14). مطالعات بالینی مزایای قابل توجه مکمل پروتئین whey را هنگام کاهش وزن به‌واسطه بهبود ترکیب بدنی نشان داده‌اند. پروتئین whey بخشی از پروتئین شیر محسوب می‌شود. پروتئین whey شامل غلظت بالایی از اسیدآمینوهای ضروری، و یک منبع غنی از اسیدآمینوهای شاخه‌دار، به‌ویژه لوسین است. پروتئین whey به خاطر دارا بودن غلظت بالای سیستئین که برای تولید گلوتاتیون داخل سلولی ضروری است، ممکن است خواص آنتی‌اکسیدانی داشته باشد (21). اجزای بیولوژیکی whey، شامل لاکتوفیرین، بتا لاکتوگلوبولین، آلفا لاکتوالبومین، گلیکوماکروپپتید و

ایمنوگلوبولین‌ها، باعث افزایش توانایی سیستم ایمنی بدن می‌شوند. گفته شده است که پروتئین whey می‌تواند به عنوان یک آنتی‌اکسیدان، ضد فشار خون، ضد تومور، کاهش دهنده چربی خون، ضد ویروس، ضد باکتری عمل کند (16,19). تحقیقات قبلی اثر پروتئین whey را بر کنترل اشتها، رشد عضلات و متابولیسم چربی در افراد سالم نشان داده‌اند، اما اطلاعات محدودی در مورد اثر مصرف پروتئین whey بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بدن و همچنین عوامل خطرزای متابولیک در افراد دارای اضافه وزن و چاق در دسترس می‌باشد (23). به طور کلی فعالیت بدنی منظم و رژیم غذایی مناسب به عنوان اصلی‌ترین مداخله‌گرها به منظور پیشگیری از ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی شناخته شده‌اند (15). اخیراً عدم فعالیت بدنی را در کنار چاقی و رژیم غذایی، به عنوان سومین عامل خطرزای قلبی - عروقی معرفی کرده‌اند (24). در تحقیقی در سال 2000 کاوازی و همکاران<sup>1</sup> که تأثیر اجرا کردن مخمر شیر محتوی پروتئین whey کنسانتره در موش صحرایی و مردان سالم بر لیپیدهای سرم و فشار خون را بررسی کردند و گزارش کردند سطوح کلسترول تام سرم در موش‌های صحرایی برای گروه تغذیه شده با مخمر شیر به طور چشمگیری پایین‌تر از گروه کنترل بود (18). در تحقیق دیگری میکه و همکاران<sup>2</sup> (2002) تأثیر مکمل‌گیری طولانی‌مدت با پروتئین whey را بر سطوح گلوکوتائین بیماران مبتلا به ایدز را ارزیابی کردند و به این نتیجه رسیدند که مصرف مکمل whey باعث افزایش معناداری در سطوح گلوکوتائین پلاسما بعد از شش ماه می‌شود (20). پال و همکاران<sup>3</sup> (2010) افراد دارای اضافه وزن و چاق با BMI بین 25-40 به مدت دوازده هفته بررسی کردند. در مطالعه مذکور مکمل‌گیری با پروتئین whey باعث بهبود نیمرخ چربی و سطوح انسولین در افراد دارای اضافه وزن و چاق شد (22). در ارتباط با اثربخشی مکمل whey در ترکیب با تمرینات مقاومتی (با وزنه) اطلاعات چندانی در دسترس نیست. همچنین در مورد جنبه ضد اکسایشی مکمل whey (در ترکیب با تمرین مقاومتی) نتایج یافته‌های قبلی بسیار محدود و ضد و نقیض می‌باشد و در این حیطه به اجرای تحقیقات بیشتری نیاز است. در این تحقیق افراد دارای اضافه وزن به عنوان آزمودنی مشارکت دارند که احتمالاً دارای فشار خون بالا، اختلالات چربی خون، و درصد چربی بدن بالاتر از مقدار طبیعی هستند. بنابراین هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر یک دوره ترکیب تمرین مقاومتی (به مدت 6 هفته، هفته‌ای 3 جلسه) با مکمل پروتئینی whey بر سطوح گلوکوتائین (GSH) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام پلاسمای (TAC)<sup>4</sup> مردان جوان دارای اضافه وزن بود.

### مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی و کاربردی می‌باشد. نمونه آماری این پژوهش را 30 دانشجوی جوان غیرورزشکار دارای اضافه وزن از دانشگاه علامه محدثه نوری - شهرستان نور با میانگین نمایه توده بدن  $26/88 \pm 1/01$  کیلوگرم بر مترمربع تشکیل

<sup>1</sup> Kawase et al

<sup>2</sup> Micke et al

<sup>3</sup> Pal et al

<sup>4</sup> Total antioxidant capacity (TAC)

دادند. شرکت کننده‌ها پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه‌ی کتبی شرکت در این پژوهش، طی جلسه‌ای با پروتکل کار و اجرای صحیح حرکات آشنا شدند. سپس در جلسه‌ای قدرت بیشینه‌ی آن‌ها در حرکات مورد استفاده در پژوهش، از طریق آزمون یک تکرار بیشینه جهت برآورد توان بیشینه‌ی فرد در هر ایستگاه تمرینی مشخص شد. سپس افراد مورد مطالعه به صورت تصادفی به سه گروه مساوی، گروه تجربی 1: مصرف 30 گرم مکمل Whey ایزولات + 6 هفته تمرین مقاومتی، گروه تجربی 2: مصرف 30 گرم دارونما + 6 هفته تمرین مقاومتی و گروه کنترل (بدون تمرین و بدون مصرف مکمل) تقسیم شدند. افراد مورد مطالعه در طی دوره پژوهش به جز برنامه تمرینی ارائه شده در هیچ برنامه ورزشی دیگری شرکت نکردند. همچنین، به دلیل سکونت در خوابگاه دانشجویی از تغذیه تقریباً یکسانی استفاده می‌کردند. برای یکسان‌سازی وضعیت تغذیه‌ای در مرحله پیش و پس‌آزمون که ممکن بود روی متغیرها اثرگذار باشد، از پرسشنامه یادآمد غذایی استفاده شد. برای این منظور دو روز قبل از پیش‌آزمون، از آزمودنی‌ها خواسته شد تا تمامی مواد غذایی مصرفی خود را در طول شبانه‌روز یادداشت کنند. سپس نوع مواد مصرفی و کالری تقریبی آن ثبت گردید. به همین ترتیب، دو روز قبل از آخرین مرحله خون‌گیری (پس‌آزمون) نیز فرم‌ها مجدداً به آزمودنی‌ها برگردانده و از آنها خواسته شد تا حداکثر همان نوع و به همان میزان مواد مصرفی روزانه داشته باشند. آزمودنی‌های شرکت کننده در تحقیق به مدت 6 هفته (به غیر از جلسات آزمون و آموزش اجرای حرکات و استفاده از دستگاه‌ها) و هر هفته 3 جلسه به مدت تقریبی 90 دقیقه تمرینات با وزنه را انجام دادند. دمای محل تمرین بین 22 الی 26 درجه سانتی‌گراد در نوسان بود. گروه‌های تجربی مکمل‌ها را به شکل پودر مصرف می‌کردند. دارونمای استفاده شده نشاسته و مارک تجاری مکمل پروتئینی Whey ایزولات (karen nutriline co Inc Canada, Iran) بود که از شرکت پویان (PNC) خریداری شد. به مکمل و دارونما به میزان مساوی پودر شربت پرتقال اضافه شد تا هر دو از نظر رنگ و طعم یکسان باشد. تحقیق حاضر به صورت یک سویه کور انجام شد و از افراد خواسته شد که روزانه بسته‌های داده شده را که محتوی 35 گرم (30 گرم پروتئین یا دارونما و 5 گرم پودر شربت) بود، به همراه داشته باشند و بعد از جلسه تمرین زیر نظر مربی مصرف کنند. همچنین تعداد بسته‌های مصرف شده توسط افراد در پایان هفته توسط مجری طرح کنترل شد. ترکیبات غذایی موجود در پروتئین whey ایزولات عبارت است از: سدیم 30 میلی‌گرم، پروتئین 22 گرم، چربی 0/4 گرم، کربوهیدرات 0/3 گرم و انرژی 93 کیلوکالری.

جدول (1) برنامه منتخب تمرین با وزنه

نمونه حرکات	برنامه تمرینی
پرس سینه و بالاسینه، قفسه سینه با دمبل در سطح صاف، قفسه با دمبل روی سطح شیبدار، جلو بازو ایستاده، جلو بازو لاری، جلو بازو با دمبل متناوب	سینه و جلو بازو
بارفیکس، زیر بغل پارویی، لت پول، پشت بازو کابل، پشت بازو با هالتر خوابیده، پشت بازو با دمبل نشسته	پشت و پشت بازو
اسکات، جلو ران با دستگاه، پشت ران با دستگاه، پشت ساق ایستاده، سرشانه با هالتر از پشت، سرشانه دمبل، شراگ، بالا بردن دمبل از طرفین، کراچ	پاها، شانه و شکم

جدول (2) مشخصات برنامه تمرین مقاومتی در هفته‌های مختلف

هفته	دوره	تکرار	درصد یک تکرار بیشینه	استراحت بین دوره‌ها (دقیقه)
هفته اول	4 دوره	10-12	60%	1
هفته دوم	4 دوره	8-10	65%	1/5
هفته سوم	5 دوره	6-8	70%	2
هفته چهارم	4 دوره	8-10	65%	2
هفته پنجم	4 دوره	10-12	60%	1/5
هفته ششم	4 دوره	10-12	60%	1

اندازه‌گیری متغیرهای خونی، در وضعیتی که آزمودنی‌ها حداقل 12 ساعت ناشتا بودند و درجه حرارت محل خون‌گیری در مرحله پیش و پس‌آزمون 22-26 درجه سانتی‌گراد بود، انجام شد. نمونه‌های خونی گرفته شده به دو بخش سرم و پلاسما تقسیم شدند. سنجش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام (TAC) و گلوکوتائین پلاسما (GSH) با کیت شرکت جایکا، شیزوکا، ژاپن ارزیابی شد (22).

### روش‌های آماری

در این پژوهش از میانگین، انحراف معیار و جدول برای توصیف داده‌ها استفاده شد. با توجه به توزیع تصادفی آزمودنی‌ها در گروه‌های سه‌گانه، و نیز اطمینان از نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف، از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (آزمون F) با طرح داده‌های تکراری به منظور بررسی تغییرات سه گروه استفاده گردید. در صورت معناداری اثر گروه از آزمون تعقیبی بونفرونی برای بررسی اختلاف گروه‌ها استفاده گردید ( $p \leq 0/05$ ). داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه 19 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

### یافته‌ها

با توجه به آزمون آنالیز واریانس یکطرفه مشخص شد که بین شاخص وزن، سن، قد و BMI آزمودنی‌های سه گروه اختلاف معنادار وجود ندارد و واریانس‌ها همگن می‌باشند (جدول 3). همچنین میانگین متغیرها در سه گروه در مراحل پیش و پس‌آزمون در جدول 4 ارائه شده است. نتایج نشان داد سطح گلوکوتائین در گروه‌های تجربی با مکمل whey و دارونما افزایش داشت ( $p=0/007$ ) ولی در گروه کنترل بدون تغییر ماند ( $p=0/290$ ). مقدار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام پلاسما در گروه‌های مکمل، دارونما و کنترل افزایش معنادار نداشت ( $P=0/490$ )، (جدول 5 و 6).

جدول (3) میانگین و انحراف معیار متغیرهای سن، قد، وزن و BMI آزمودنی‌ها

گروه	سن (سال)	قد (متر)	وزن (کیلوگرم)	BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )
مکمل	20/42±1/02	1/79 ±0/032	84/95±2/77	26/44 ±1/11
دارونما	19/75±1/07	1/78 ±0/031	85/89±2/18	26/88 ±0/97
کنترل	20/13±1/26	1/76 ± 0/30	84/47±3/56	27/18 ±1/01

جدول (4) میانگین و انحراف معیار متغیرهای مورد بررسی در سه گروه

متغیر	گروه	مرحله	M ± SD
گلوتامین (میلی گرم بر دسی لیتر)	مکمل	پیش آزمون	153/42±8/08
		پس آزمون	164/09±12/65
	دارونما	پیش آزمون	154/50±10/32
		پس آزمون	166/69±12/42
ظرفیت آنتی اکسیدانی تام پلازما (میلی گرم بر دسی لیتر)	کنترل	پیش آزمون	151/45±9/12
		پس آزمون	148/82±10/71
	مکمل	پیش آزمون	725/91±84/47
		پس آزمون	758/58±218/26
ظرفیت آنتی اکسیدانی تام پلازما (میلی گرم بر دسی لیتر)	دارونما	پیش آزمون	700/49±18/281
		پس آزمون	720/64±11/49
	کنترل	پیش آزمون	699/61±11/55
		پس آزمون	702/55±12/10

جدول (5) آزمون آنالیز واریانس برای تعیین اثر گروه و زمان بر ظرفیت گلوکوتاتیون پلاسمای آزمودنی‌ها

متغیر	مقایسه	مقدار F	مقدار p
ظرفیت گلوکوتاتیون پلازما	ثر گروه	3/84	0/034
	اثر زمان	10/37	0/003
	تعامل گروه و زمان	5/048	0/014
ظرفیت آنتی اکسیدانی تام پلازما	اثر گروه	1/454	0/251
	اثر زمان	0/489	0/490
	تعامل گروه × زمان	0/076	0/927

جدول (6) آزمون تعقیبی برای غلظت گلوکوتاتیون گروه‌ها

نتیجه	مقدار p	تفاوت بین گروه‌ها
غیر معنادار	1/000	بین گروه‌های تجربی مکمل و دارونما
معنادار	0/025	بین گروه تجربی مکمل و کنترل
معنادار	0/007	بین گروه تجربی دارونما و کنترل

## بحث و بررسی

طبق مطالعات اخیر مشخص شده است که یکی از دلایل مرگ در جوامع امروزی آترواسکلروز است (17). اضافه وزن و چاقی از دلایل اصلی امراض قلبی - عروقی است (11). با توجه به یافته‌های تحقیق حاضر مشخص شد مصرف مکمل whey در ترکیب با شش هفته تمرین مقاومتی در افراد دارای اضافه وزن تغییرات مطلوبی در گلوکوتاتیون و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام پلازما ایجاد می‌کند، که می‌تواند باعث پیشگیری از ابتلا به بیماری‌های قلبی - عروقی شود. مصرف مکمل whey در ترکیب با شش هفته تمرین مقاومتی باعث افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی تام بدن شد ولی این افزایش معنادار نبود. ظرفیت آنتی اکسیدانی تام بدن می‌تواند در کاهش رادیکال‌های آزاد تولیدی و صدمات سلولی احتمالی تأثیرگذار باشد. چیتاپاناروکس و

همکاران (2009) که اثر مکمل whey ایزولات غنی شده با سیستئین را در بیماران هپاتیت غیرالکلی مورد بررسی قرار دادند، افزایش معنی‌داری را در سطوح TAC بعد از 12 هفته مشاهده کردند (13) که با نتایج یافته‌های این پژوهش همخوانی ندارد. دلیل تناقض را می‌توان تفاوت در روش‌های اندازه‌گیری آنتی‌اکسیدان‌ها، سطح آمادگی آزمودنی‌ها، مدت تمرین، و شدت تمرین دانست. در ارتباط با تأثیر فعالیت ورزشی بر آنتی‌اکسیدان‌ها، ثابت شده است که چنانچه مدت و شدت فعالیت ورزشی به اندازه کافی باشد، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تغییر خواهد کرد (5). گاد و همکاران (2010) مطالعه‌ای را با هدف بررسی اثر پروتئین whey بر رادیکال‌های آزاد و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در موش‌های صحرایی انجام دادند و گزارش کردند که پروتئین whey دارای خاصیت پاک‌کنندگی رادیکال‌های آزاد می‌باشد و همچنین میزان TAC را افزایش می‌دهد (10). آنها پیشنهاد کردند که محتوای سیستئین موجود در whey مسئول بخشی از افزایش TAC به وسیله افزایش در گلوتاتیون می‌باشد. مکانیسم حفاظتی پیشنهاد شده برای اثر حفاظتی پروتئین whey به افزایش غلظت گلوتاتیون در خون و بافت مربوط می‌شود که این به نوبه خود باعث از بین بردن تولیدات رادیکال‌های آزاد می‌شود. از سوی دیگر براون و همکاران (2004) عدم افزایش معنادار TAC را بعد از 9 هفته تمرین قدرتی و مصرف مکمل whey مشاهده کردند (12). که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. آنها دلیل عدم افزایش TAC را مصرف آنتی‌اکسیدان‌های بدن برای مقابله با رادیکال‌های آزاد ایجاد شده ناشی از تمرین عنوان کردند. مقادیر گلوتاتیون در گروه‌های مکمل و دارونما (در مقایسه با پیش‌آزمون) افزایش معنادار داشت. اگرچه گلوتاتیون در هر دو گروه مکمل و دارونما افزایش یافت، اما این میزان در گروه whey بیشتر بود. شاید با احتیاط بتوان نتیجه گرفت که مکمل whey ایزولات اثر مضاعفی داشته و باعث افزایش بیشتر گلوتاتیون در گروه whey نسبت به گروه دارونما شده است. گلوتاتیون شامل گلیسین، گلوآمات، و سیستئین می‌باشد. سیستئین حاوی گروه تیول (سولفیدریل) است که به عنوان یک عامل کاهنده در جلوگیری از اکسیداسیون و آسیب بافت کاربرد دارد (19). پروتئین Whey فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی دارد، احتمالاً بوسیله مشارکت پروتئین‌های غنی از سیستئین که به سنتز گلوتاتیون GSH (یک آنتی‌اکسیدان قوی داخل سلولی) کمک می‌کند (27). ناتسیمنتو و همکاران (2011) اعلام کردند که مصرف 5 روز مکمل whey باعث افزایش سطوح گلوتاتیون می‌شود (21). زاورسکی و همکاران (2007) طی تحقیقی روی مردان و زنان سالم که به مدت 2 هفته مکمل پروتئینی whey ایزوله مصرف کرده بودند، نشان دادند که بارگیری مکمل پروتئینی 45 گرم در روز برای 2 هفته می‌تواند GSH را حدود 24 درصد افزایش دهد (26). در تحقیق دیگری میکه و همکاران (2002) تأثیر مکمل‌گیری طولانی‌مدت با پروتئین whey را بر سطوح گلوتاتیون بیماران مبتلا به ایدز ارزیابی، و اعلام کردند که مصرف مکمل whey باعث افزایش معناداری در سطوح گلوتاتیون پلازما بعد از 6 ماه می‌شود (20). یافته‌های این پژوهش در ارتباط با سطوح گلوتاتیون با یافته‌های ناتسیمنتو و همکاران (2011) و زاورسکی و همکاران (2007) همخوانی دارد. یکی از محدودیت‌های تحقیق حاضر، کوتاه بودن طول دوره تمرین و مکمل‌یاری

پروتئین Whey بود. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که برای دستیابی به نتایج قطعی‌تر در این رابطه، پژوهش‌های دیگری با دوزها و دوره‌های زمانی مختلف مکمل پروتئین Whey انجام شود.

### نتیجه‌گیری

مصرف مکمل whey توانست منجر به افزایش سطوح گلوکوتاتیون شود، این افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی می‌تواند در کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی نقش بسزایی ایفا کند. بنابراین تحقیق حاضر تمرینات مقاومتی و مصرف مکمل whey را برای کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی پیشنهاد می‌کند. از آنجاییکه افراد شرکت کننده در این تحقیق مبتدی بودند و با توجه به این که سطوح آنتی‌اکسیدان‌های بدن در افراد مبتدی با افراد تمرین کرده متفاوت است، پیشنهاد می‌شود که مطالعه‌ای نیز بر روی افراد تمرین کرده انجام شود.

### منابع

1. اسدپور پیران فر، محمد، پردال، امیر حمزه، رجیبیان، افسانه، عبداللهی، مرتضی. (1385). بررسی دگرگونی میزان فیبرینوژن و CRP به دنبال دریافت آسپرین در بیماران قلبی و عروقی. تهران، (پی در پی 149): 39-42.
2. حجتی، زهرا، رحمانی نیا، فرهاد، سلطانی، بهرام، رهنما، نادر. (1387). آثار حاد فعالیت ورزشی هوازی و مقاومتی بر لپتین سرم و برخی عوامل خطرزای بیماری کرونر قلب در دختران چاق. المپیک. شماره 2 (پیاپی 42) 2.
3. خادم وطن، کمال، حق پرست، فریبرز، افتخار، ابراهیم، نوروززاده، جعفر. (1387). وضعیت اکسیدان و آنتی‌اکسیدانی در بیماران مبتلا به تنگی عروق کرونر تأیید شده با آنژیوگرافی. مجله پزشکی هرمزگان سال دوازدهم شماره چهارم. صفحات 231-236.
4. کشاورزی، فاطمه. (1380). رادیکال‌های آزاد و آنتی‌اکسیدان‌ها. تهران: آبیژ.
5. گائینی، عباسعلی. شیخ الاسلامی وطنی، داریوش. علامه، عبدالامیر. رواسی، علی اصغر. کردی، محمدرضا. مقرنسی، مهدی. دادخواه، ابوالفضل. (1387). تأثیر تمرین استقامتی و بی‌تمرینی بر پراکسیداسیون لیپید و دستگاه ضد اکسایشی موش‌های نژاد ویستار. نشریه علوم حرکتی و ورزش. سال ششم، جلد اول. شماره 11. صص 51-63.
6. مرجانی، عبدالجلال. موجرلو، محمد. منصوریان، آزاد رضا. ربیعی، محمد رضا. (1383). تأثیر همودپالیز بر روی سطح پر-اکسیداسیون لیپید پلاسما و فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدان گلوبول‌های قرمز در بیماران همودیالیزی شهر گرگان. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان. 6(13): 83-89. 4.
7. نصیری اصل، مرجان. آصف زاده، سعید. (1387). نقش آنتی‌اکسیدان‌ها در کنترل هیپرکلستریمی و بیماری‌های قلبی-عروقی: مرور منظم. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی قزوین سال دوازدهم، شماره 1 (پی در پی 46).

8. نقی‌زاده، حسن. افضل‌پور، محمداسماعیل. زربان، اصغر. (1388). مقایسه وضعیت آنتی‌اکسیدانی و نیمرخ لیپیدی سرم ورزشکاران رشته کاراته با افراد غیرورزشکار. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند. 16 (3): 54-61.
9. هدایتی، مهدی. حسین پناه، فرهاد. سروقدی، فرزانه. توحیدی، مریم. دانشپور، مریم‌السادات. اشراقی، پریسا. عزیزی، فریدون. (1386). بررسی پلی مورفیسم آپولیپوپروتئین 3 در ارتباط با میزان چاقی در مطالعه قند و لیپید تهران. مجله غد درون ریز و متابولیسم ایران. دوره 9 (شماره 1): 85-90.

10. Ahmed S. G., Yasser A. Khadrawy, Aziza A. El-Nekeety, Sherif R. Mohamed, Nabila S. Hassan, Mosaad A. Abdel-Wahhab. (2010). Antioxidant activity and hepato protective effects of whey protein and Spirulina in rats. *J. Nut* 2010, 1–8.
11. Aronne LJ. (2001). Epidemiology, morbidity, and treatment of overweight and obesity. *J Clin Psychiatry* 2001; 62 Suppl 23: 13-22.
12. Brown Erin C, Robert A DiSilvestro, Ari Babaknia and Steven T Devor. Soy versus whey protein bars: Effect on exercise training impact on lean body mass and antioxidant status. *Nutrition Journal* 2004, 3:22.
13. Chitapanarux Taned, Prasong Tienboon, Suwalee Pojchamarnwiputh and Donrawee Leelarungrayub. (2009). Open-labeled pilot study of cysteine- rich whey protein isolate supplementation for nonalcoholic steatohepatitis patients. *Journal of Gastroenterology and Hepatology* 2009, 24: 1045–1050
14. Christophe Delecluse, Ph.D. et al. (2004). Exercise programs for older men: mode and intensity to induce the highest possible health- related benefits. *Preventive Medicine*, 39: 823-833.
15. Cris A. Slentz, Joseph A. Houmard, Johanna L. Johnson, Lori A. Bateman, Charles J. Tanner, Jennifer S. McCartney, Brian D. Duscha, and William E. Kraus. (2007). Inactivity, exercise training and detraining, and plasma lipoproteins. Stride: a randomized, controlled study of exercise intensity and amount. *Appl Physiol* 2007, 103:432-442.
16. Elsadek, H. M., Aboul. Ezz, E. H. A, n Hassan, G. A., Bader, R., Bayoumi F., El. Badry T. H. (2009). Effect of whey protein toothpaste and powder in normal and diabetics, *J of Appl Sci Res* 2009, 5(9): 1259-1264.
17. Hirokawa K, Tsutsumi A, Kayaba K. (2008). Psychosocial job characteristics and plasma fibrinogen in Japanese male and female workers: the Jichi Medical School cohort study. *Atherosclerosis* 2008; 198(2): 468-76.
18. Kawase, M., H. Hshimoto, M. Hosoda, H. Morita, and A. Hosono. (2000). Effect of administration of fermented milk containing whey protein concentrate to rats and healthy men on serum lipids and blood pressure. *J Dairy Sci* 2000, 83:255-263.
19. Marshall, Keri, ND, MS. (2004). Therapeutic Application of Whey Protein. *Alternative Medicine Review*, Volume 9, Number2.
20. Micke P., K. M. Beeh, R. Buhl. (2002). Effects of long-term supplementation with whey proteins on plasma glutathione levels of HIV-infected patients. *Eur J Nutr* 2002, 41: 12–18.

21. Nascimento Jose´ Eduardo de M.D., Bruno Regis Prado Silveira M.D., Diana Borges Dock-Nascimento R.D. (2011). Early enteral nutrition with whey protein or casein in elderly patients with acute ischemic stroke: A double-blind randomized trial. *J. 1-5*.
22. Pal Sebely, Vanessa Ellis and Satvinder Dhaliwal. (2010). Effects of whey protein isolate on body composition, lipids, insulin and glucose in overweight and obese individuals. *British Journal of Nutrition* 2010, 104: 716-723.
23. Sinnott, Robert A., Rolando L. Maddela, Erika D. Nelson, Sejong Bae, Karan P. Singh, and Jana A. Anderson. (2009). The modifying effects of a calcium-rich whey protein supplement (OsoLean Powder) on weight loss and waist circumference in overweight subjects: A Preliminary Study. *The Open Nutraceuticals Journal* 2009, 2:36-41.
24. Theodore. W. Zderic and Mark. T. Hamilton. (2006). Physical inactivity amplifies the sensitivity of skeletal muscle to the lipid-induced downregulation of lipoprotein lipase activity. *Appl Physiol* 2006, 100: 249-257.
25. Walker, Denise. A., Lasker, Ellen. M. Evans, and Donald. K. Layman. (2008). Moderate carbohydrate, moderate protein weight loss diet reduces cardiovascular disease risk compared to high carbohydrate, low protein diet in obese adults: A randomized clinical trial. *Nutrition and Metabolism*, 7 November 5:30.
26. Zavorsky, Gerald. S., Stan. Kubow, Vijaylaxmi Grey, Veronique Riverin, & Larry C. Lands. (2007). An open label dose-response study of lymphocyte glutathione levels in healthy men and women receiving pressurized whey protein isolate supplements. *International of Food Sciences and Nutrition* 2007, 58(6): 429-436.
27. Zulueta A, A. Maurizi, A. Fri´gola, M.J. Esteve, R. Coli, G. Burini. (2009). Antioxidant capacity of cow milk, whey and deproteinized milk. *International Dairy Journal* 2009, 19: 380-385.