

# تأثیر دو نوع رژیم غذایی با نمایه گلایسمی بالا و پایین بر پایش گلوکز پلاسمای مردان ورزشکار بعد از فعالیت استقامتی شدید<sup>۱</sup>

سیدجواد ضیاءالحق<sup>۲\*</sup>، سیروس چوبینه<sup>۳</sup>، عباسعلی گائینی<sup>۴</sup>، محسن علیزاده<sup>۵</sup>، مهدی عرب<sup>۶</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهروود، <sup>۲</sup> دکتری فیزیولوژی ورزشی، استاد دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، <sup>۳</sup> دکتری فیزیولوژی ورزشی، استاد دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، <sup>۴</sup> کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، معلم آموزش و پرورش استان تهران، <sup>۵</sup> کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، معلم آموزش و پرورش استان خراسان رضوی.

\*نویسنده پاسخگو: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شاهروود، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، شاهروود، ایران.  
Email: javadzia@gmail.com

## چکیده

زمینه: کربوهیدرات‌ها با توجه به سرعت اثرگذاری آن‌ها بر گلوکز خون، به نمایه گلایسمی بالا و پایین تقسیم‌بندی می‌شوند. بعلاوه مصرف کربوهیدرات، پیش از فعالیت ورزشی طولانی شدید موجب فروکش کردن پاسخ‌های عملکردی به تعدادی از سلول‌های ایمنی و برخی سایتوکاین‌های التهابی می‌شود و موجب کاهش فرایند التهاب در ورزشکاران سالم و معلول می‌شود.

هدف: هدف از این تحقیق بررسی اثر وعده‌های کربوهیدراتی با نمایه گلایسمی بالا و پایین بر نمیرخ گلوکز پلاسمای قبیل، بلافضلله بعد و یکساعت بعد از فعالیت استقامتی شدید در مردان ورزشکار بود. مواد و روش‌ها: در یک کارآزمایی نیمه تجربی دوسوکور ۱۲ مرد ورزشکار به صورت هدفمند در دسترس به عنوان آزمودنی انتخاب شده و در دو گروه کربوهیدرات با نمایه گلایسمی بالا ( $HGI^{II}=94$ )، و پایین ( $LGI^{III}=40$ )، به مقدار ۱۰۰ گرم به ازاء هر کیلوگرم ازوزن بدن قرار گرفتند. سپس در دو جلسه ۹۰ دقیقه‌ای با ۷۰٪ حداکثر ضربان قلب بیشینه، روی نوارگردان، به فاصله ۷ روز دویدند.

یافته‌ها: غلظت گلوکز پلاسمای در گروه نمایه گلایسمی پایین نسبت به نمایه گلایسمی بالا، بلافضلله بعد از تمرین به طور معنی‌داری بیشتر بود ( $p=0.001$ ). با این حال تفاوت معنی‌داری میان غلظت‌های گلوکز پلاسمای قبل تمرین ( $p=1.00$ ) و یکساعت بعد از تمرین ( $p=0.318$ ) بین دو گروه مشاهده نشد.

بحث: نتایج این مطالعه نشان داد مصرف وعده کربوهیدراتی با نمایه گلایسمی پایین ۲ ساعت قبل از فعالیت استقامتی زیر بیشینه موجب حفظ بهتر سطوح گلوکز پلاسمایی شود. بعلاوه به نظر می‌رسد مصرف وعده‌های غذایی با نمایه گلایسمی پایین پیش از فعالیت ورزشی در ورزشکاران سالم و معلول موجب حفظ گلوکز در طول تمرین شده و بعلاوه بر کاهش میزان نیاز به انسولین پلاسمای در ورزشکاران دچار نارسایی لوزالمعده، با کاهش هورمون‌های استرسی نیز موجب فروکش کردن پاسخ‌های عملکردی التهابی سیستم ایمنی ناشی از فعالیت ورزشی شود.

کلید واژه: نمایه گلایسمی بالا، نمایه گلایسمی پایین، گلوکز پلاسمای.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۵/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۰/۱۱

<sup>1</sup> Registration ID in IRCT: IRCT201201048617N1, Seyyed Javad Ziaolhagh

<sup>2</sup> High Glycemic Index

<sup>3</sup> Low Glycemic Index

جلوگیری کرده و علاوه بر دسترسی بیشتر به منابع انرژی کربوهیدراتی در طول تمرین و ارتقاء عملکرد با اثرگذاری بر هورمون‌های استرسی نظیر کورتیزول و اپی‌نفرین و برخی سایتوکاین‌های التهابی، موجب کاهش افت عملکرد سیستم ایمنی و فرایند التهاب می‌شود (۱۲ و ۱۳).

بسیاری از مطالعات تاثیر رژیم‌های غذایی با مواد تشکیل دهنده مختلف بر روند نارسایی‌های افراد معلول سنجیده‌اند و بیان داشته‌اند رژیم‌های غذایی بر روند کیفیت زندگی، محدودیت‌های حرکتی و مرگ‌ومیر افراد معلول نقش بسزایی دارد (۱۴-۱۷). یک رژیم غذایی ناقص می‌تواند عامل خطرزا در رابطه با بروز بیماری‌های مزمن نظیر دیابت، نارسایی‌های قلبی عروقی و سرطان باشد (۱۸). از طرفی لزوم انجام فعالیت‌های ورزشی برای پیش‌برد روند درمان و همچنین از پیشگیری از خطر ازواطلبی در معلولان به اثبات رسیده‌است (۱۹). با این تفاسیر رژیم‌های غذایی برای ورزشکاران معلول بدليل افزایش متابولیسم انرژی و از طرفی احتمال بروز نارسایی‌های مزمن می‌باشد بسیار دقیق، هدفمند و از سوی دیگر بسیار دردسترس و آسان باشد تا این ورزشکاران بتوانند براحتی به آن‌ها دسترسی پیدا کنند (۲۰). توماس و همکاران<sup>II</sup> در پژوهشی نشان‌دادند که میزان غلظت گلوکز پلاسما در گروه ورزشکار مصرف‌کننده‌ی وعده‌ی کربوهیدراتی با نمایه‌ی گلایسمی پایین در مقایسه با گلایسمی بالا، قبل از تمرین شدید بطور معنی‌داری پایین‌تر بود (۲۱). از طرفی در مطالعه‌ی دیگر دی‌مارکو و همکاران<sup>III</sup> نشان‌دادند مصرف کربوهیدرات‌ها با نمایه گلایسمی بالا و پایین به میزان ۱.۵ گرم به ازاء هر کیلوگرم از وزن بدن در پی ۲ ساعت تمرین دوچرخه با ۷۰ درصد توان هوایی بیشینه و بدنیال آن با ۱۰۰ درصد توان هوایی بیشینه تا رسیدن به خستگی موجب حفظ بهتر گلوکز خون و افزایش زمان رسیدن به خستگی در گروه مصرف‌کننده‌ی وعده با نمایه گلایسمی پایین نسبت به گروه مصرف‌کننده‌ی وعده با نمایه گلایسمی بالا و گروه کنترل شد (۲۲). در پژوهشی مشابه اسپارکس و همکاران<sup>IV</sup> میزان گلوکز پلاسما در گروه مصرف‌کننده‌ی کربوهیدرات‌ها با نمایه ی گلایسمی بالا میزان افزایش گلوکز خون در حین تمرین نسبت به

## مقدمه

تا سال ۱۹۳۰ دانشمندان معتقد بودند با طبقه‌بندي کربوهیدرات‌ها به دو گروه ساده و پیچیده می‌توان تاثیر آن‌ها را بر متابولیسم بیان کرد (۳-۱). سپس پژوهش‌های بسیاری نشان داد مصرف میزان مساوی از کربوهیدرات‌های موجود در مواد غذایی گوناگون، قند خون را به یک نسبت افزایش نمی‌دهد (۴-۵). در این رابطه جنکینز و همکاران<sup>۱</sup> از نمایه‌ی گلایسمی جهت مدیریت کنترل غذای افراد دیابت نوع ۱ و بعدها اختلال در متابولیسم چربی استفاده کردند (۶) و اولین فهرست نمایه گلایسمی ۶۲ ماده‌ی غذایی را ارائه‌نمودند و اهمیت نمایه گلایسمی را به عنوان رژیم در تنظیم برنامه‌ی غذایی بیماران دیابتی متذکر شدند (۷). کربوهیدرات‌هایی که در طول چرخه هضم سریع‌تر شکسته و جذب می‌شوند باعث افزایش نمایه گلایسمی غذاها می‌شوند اما کربوهیدرات‌هایی که طی مراحل مختلف هضم آرام‌تر شکسته و جذب می‌شوند باعث می‌گردند تا قند به آرامی وارد جریان خون شده و در نتیجه نمایه گلایسمی غذاهای حاوی این دسته از کربوهیدرات‌ها پائین است (۸). علاوه گلوکز پلاسما یکی از مهمترین منابع انرژی در فعالیت‌های بدنی است که ۲۰ تا ۵۰ درصد کل سوخت و ساز انرژی از این منبع تأمین می‌شود. مصرف گلوکز پلاسما با افزایش هم شدت و هم مدت تمرین در هر تار عضلانی در حال انقباض افزایش می‌یابد (۹). این‌گونه بیان‌شده‌است که مصرف وعده‌های غذایی با نمایه‌ی گلایسمی بالا پیش از فعالیت ورزشی موجب افزایش ناگهانی گلوکز خون و متعاقب آن افت سریعتر آن می‌شود که این رویداد چه در ورزشکاران دیابتی و چه معلولان دچار نارسایی عملکرد انسولین، موجب افت عملکرد و همچنین نارسایی‌های متابولیکی می‌شود (۷). در حین فعالیت ورزشی گلوکز خون دچار افت می‌شود و در برخی پژوهش‌ها (۱۰) حتی به زیر مقادیر پایه کاهش می‌یابد. در این زمان کبد و سایر اندام‌های مسئول فرآیند تأمین گلوکز پلاسما از ذخایر گلیکوزنی خود برای جریان این کاهش شروع به فعالیت می‌کنند (۱۱). نشان‌داده شده است که مصرف وعده‌های کربوهیدراتی با نمایه‌ی گلایسمی پایین به دلیل آهسته‌تر بودن ساز و کار هضم و جذب از افزایش آنی گلوکز و متعاقب آن انسولین

<sup>II</sup> Thomas et al(2007)

<sup>III</sup> Demarco et al(1999)

<sup>IV</sup> Sparks et al(1998)

<sup>۱</sup> Jenkins et al(1981)

گلوکز پلاسما در وحله های مختلف فعالیت ورزشی نشان دهیم.

### مواد و روش‌ها

#### آزمودنی‌ها

۱۲ داشتجوی مرد رشته‌ی تربیت بدنی به صورت هدفمند در دسترس انتخاب و در دو گروه ۶ نفری شامل گروه رژیم با نمایه گلایسمی بالا و پایین تقسیم‌بندی شدند. تمام آزمودنی‌ها از نظر جسمانی سالم بوده و در زمان مطالعه تحت درمان دارویی قرار نداشتند. همچنین آزمودنی‌ها یک هفته قبل از شروع آزمون فرم رضایت‌نامه و پرسشنامه وضعیت و تاریخچه‌ی سلامتی خود را که بیانگر عدم وجود نشانه‌های عفونت از یک ماه پیش بود، را تکمیل کردند. ویژگی‌های آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده‌است.

گروه کنترل و گروه مصرف‌کننده‌ی کربوهیدرات با نمایه‌ی گلایسمی پایین سریعتر بود ولی در بلافارسله بعد از تمرین میزان گلوکز پلاسما در مقایسه با دو گروه دیگر کمتر بود (۲۳).

بطورکلی علی‌رغم وجود منابع مستقیم در رابطه با اثر وعده‌های کربوهیدراتی بر میزان گلوکز پلاسما، تاثیر این وعده‌ها با نمایه‌ی گلایسمی متفاوت چه در داخل و چه در خارج کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است. بعلاوه با توجه به اینکه عوامل بسیاری از قبیل نوع آماده‌سازی اعم از آبپزکردن در مقابل سرخ‌کردن (۲۴)، میزان اسیدیته (۲۵)، نمک (۲۶)، فیبر (۲۷)، پروتئین (۲۸) و چربی (۲۹) وعده‌ی غذایی در تعیین میزان نمایه‌ی گلایسمی حائز اهمیت است لذا در این تحقیق سعی شده‌است با استفاده از یک رژیم غذایی در دسترس و ساده برای ورزشکاران سالم و معلوم، تاثیر استفاده از وعده‌های کربوهیدراتی با نمایه‌ی گلایسمی بالا و پایین را بر پایش

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار مشخصات آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها

حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر در هر کیلوگرم وزن در دقیقه)	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	درصد چربی زیرپوستی	قد (متر)	وزن (کیلوگرم)	سن (سال)	میانگین
۵۱.۱۸ $\pm$ ۰.۶۵	۲۴.۱۸ $\pm$ ۰.۶۷	۱۱.۱ $\pm$ ۳.۲۳	۱.۷۷ $\pm$ ۰.۰۲	۷۶.۱ $\pm$ ۳.۵۸	۲۴.۸ $\pm$ ۰.۳۵	

آزمودنی‌ها (۳۱) و جزء اصلی رژیم غذایی با گلایسمی پایین نیز به همان ترتیب شامل اسپاگتی سبوسدار بود (جدول ۲). بعد ۲ ساعت از مصرف غذا، آزمودنی‌ها بعد از ۵ دقیقه گرم کردن روی نوار گردان، به مدت ۹۰ دقیقه با ۷۰ درصد توان هوایی بیشینه دویدند (۳۲). به منظور همسان کردن مصرف مایعات آزمودنی‌ها ۲ میلی‌لیتر آب ساده به‌ازای هر کیلوگرم از وزن بدن هر ۱۵ دقیقه از فعالیت مصرف کردند (۳۳ و ۳۴). نمونه‌ی خون دوم بلافارسله بعد از فعالیت گرفته شد (۳۳) سپس به میزان ۵ میلی‌لیتر آب ساده به‌ازای هر کیلوگرم از وزن بدن آب مصرف کردند و هیچ غذا و نوشیدنی دیگری تا یک ساعت بعد یعنی خون‌گیری سوم و نهایی بعد از اتمام فعالیت استفاده نکردند (۳۳). بعلاوه از آزمودنی‌ها خواسته شد ۶۰ ساعت قبل از آزمون از مصرف غذا و نوشیدنی کافئین دار که لیست آن در اختیارشان قرار گرفته بود خودداری کنند و در نهایت از آزمودنی‌ها خواسته شد ۴۸ ساعت قبل از

#### سنجهش‌های فیزیولوژیک

پس از انتخاب آزمودنی‌ها از آن‌ها خواسته شد جهت سنجش ویژگی‌های فیزیولوژیک به آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه مراجعه نمایند. میزان چربی زیرپوستی با استفاده از کالیپر مدل YAGAMI و براساس دستورالعمل هشت نقطه‌ای، شاخص توده بدنی (BMI)<sup>I</sup> با استفاده از از biospace body composition analyzer مدل body composition analyzer کشور کره‌ی جنوبی و حداکثر اکسیژن مصرفی با استفاده از دستورالعمل استاد<sup>II</sup> و همکاران<sup>III</sup> روى نوار گردان اندازه‌گیری شد.

#### رژیم غذایی

جزء اصلی رژیم غذایی با گلایسمی بالا شامل پوره‌ی سبیز مینی به میزان ۱ گرم به‌ازای هر کیلوگرم از وزن

<sup>I</sup> Body Mass Index

<sup>II</sup> Elestad et al

ترکیب رژیم غذایی در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲: مشخصه‌های وعده غذایی قبل از تمرین (۴۰)

آزمون از شرکت در هرگونه فعالیت ورزشی احتساب کنند.

وعده غذایی	اجزاء سازنده	نمایه گلایسمی (%)	مقدار کالری و نوع ماده‌ی غذایی
نمایه گلایسمی بالا	۴۲۰ گرم پوره‌ی سیب زمینی آذربایجان ۱۵۵ گرم سس گوجه فرنگی ۶۲۵ میلی‌لیتر آب	۹۴	۳۶۸ کیلوکالری ۷۰ گرم کربوهیدرات ۱۳۸ گرم پروتئین ۲۳ گرم چربی
نمایه گلایسمی پایین	۴۲۰ گرم ماکارانی آپیز ۱۵۵ گرم سس گوجه فرنگی ۶۲۵ میلی‌لیتر آب	۴۰	۳۶۸ کیلوکالری ۷۰ گرم کربوهیدرات ۱۳۸ گرم پروتئین ۲۳ گرم چربی

\*این وعده غذایی برای یک آزمودنی ۷۰ کیلوگرمی در نظر گرفته شده است.

اندازه‌گیری‌های مکرر<sup>IV</sup> و آزمون تعقیبی بونفرونی<sup>V</sup> استفاده شد و برای تعیین اختلاف بین گروه‌ها از آمستقل استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار spss<sup>VI</sup> استفاده شد. سطح معناداری برای انجام محاسبات  $p < 0.05$  در نظر گرفته شد.

#### یافته‌ها

نتایج پژوهش حاضر در مورد گلوکز در گروه مصرف کننده‌ی مکمل با گلایسمی پایین بلافارسله بعد از فعالیت، اندکی افزایش داشت و در یک ساعت بعد از فعالیت افزایش بیشتری نسبت به بلافارسله بعد از فعالیت نشان داد که تفاوت معنی‌دار بین یک ساعت بعد از فعالیت (T2) و قبل از فعالیت (T0) ( $p = 0.003$ ) و همچنین یک ساعت بعد از فعالیت (T2) و بلافارسله بعد از فعالیت (T1) وجود داشت ( $p = 0.006$ ). با این حال در گروه مصرف کننده‌ی مکمل با گلایسمی بالا بلافارسله بعد از فعالیت کاهش اندکی در میزان گلوکز دیده شد و در یک ساعت بعد از فعالیت به مقادیر بالاتر از قبل از فعالیت رسید. که تنها مرحله‌ی بلافارسله بعد از فعالیت (T1) و یک ساعت بعد از فعالیت (T2) معنی‌دار بود ( $p = 0.015$ ). نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری میان بلافارسله بعد از فعالیت (T1) در بین دو گروه مکمل مصرف کننده‌ی مکمل با نمایه‌ی گلایسمی بالا و پایین نشان داد ( $P = 0.013$ ) (شکل ۱).

#### خون‌گیری

به منظور کاهش اثر ریتم شباهه روزی بر عملکرد دستگاه ایمنی آزمون در یک نیمروز انجام شد. این مراحل در روز دوم آزمون یعنی ۷ روز بعد (۳۵) تکرار شد و آزمودنی‌هایی که در روز اول رژیم گلایسمی بالا مصرف کردند به همان اندازه یعنی ۱ گرم به ازاء هر کیلوگرم، رژیم گلایسمی پایین مصرف کردند و بالعکس. درجه حرارت محیط تقریباً ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و درجه رطوبت حدوداً ۵۵٪ محاسبه شد. به منظور کاهش اثر متغیرهای مزاحم برآزمون، این پژوهش به صورت دوسوکور<sup>I</sup> و طرح متقاطع<sup>II</sup> در دو جلسه با فاصله‌ی یک هفته انجام شد. در صبح آزمون ابتدا آزمودنی‌ها ۱۰ دقیقه قبل از نمونه‌گیری در حالت استراحت روی صندلی نشستند سپس نمونه‌های خونی آزمودنی‌ها در حالت ناشتا از طریق سیاهرگ بازویی چپ گرفته شد. در مرحله‌ی بعدی رژیم‌های غذایی با گلایسمی متفاوت میان آزمودنی‌ها توزیع شد. آزمودنی‌ها ۱۵ دقیقه مهلت داشتند که غذا را مصرف کنند (۳۶) سپس به آن‌ها ۲ ساعت برای استراحت مهلت داده شد.

#### تجزیه و تحلیل آماری

ابتدا طبیعی‌بودن توزیع داده‌ها و تجانس گروه‌ها به ترتیب توسط آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و لون تعیین شد. برای مقایسه‌ی همزمان اختلاف بین گروه‌ها در سه مرحله، از آزمون تحلیل واریانس<sup>III</sup> دوطرفه با

<sup>IV</sup> Repeated measures

<sup>V</sup> Bonferroni post-hoc test

<sup>VI</sup> Statistical package for social sciences

<sup>I</sup> Double Blinde

<sup>II</sup> Cross Over

<sup>III</sup> Analysis of variance

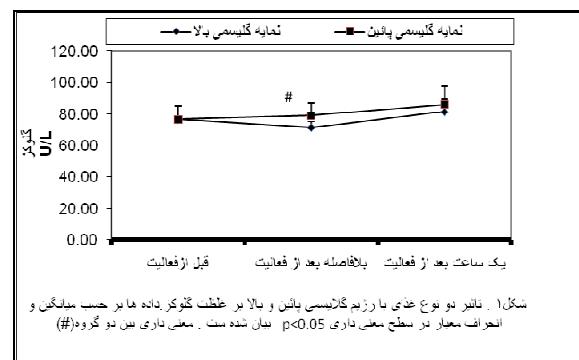
راهیش گلوکز از کبد می‌شود (۱۱). این یافته با نتایج گری و همکاران<sup>۱</sup> همخوانی دارد و این‌گونه تفسیر می‌شود می‌شود که راهیش سریعتر گلوکز ناشی از هضم و جذب سریعتر در گروه مصرف‌کننده گلایسمی بالا موجب اثرگذاری بر راهیش انسولین شده و علاوه بر کاهش گلوکز خون در طی تمرین موجب کاهش مقادیر گلوکز حتی در مرحله‌ی یکساعت بعد از تمرین می‌شود و نشان می‌دهد مصرف وعده‌های کربوهیدراتی با نمایه ی گلایسمی بالا قبل از فعالیت موجب اختلال در جبران ذخایر انرژی در دوران بازیافت می‌شود (۳۶). علاوه آنگونه بنظر می‌رسد نقش هورمون‌های استرسی نظیر کوتیزول، اپی‌نفرین و برخی سایتوکاین‌ها نظیر اینترلوکین ۶ (IL6) مترشحه نقش بارزی در متابولیسم گلوکز ایفا می‌کنند (۳۵).

### نتیجه‌گیری

به‌طور خلاصه مصرف ۱ گرم کربوهیدرات‌با نمایه گلایسمی پایین در مقایسه با گلایسمی بالا، ۲ ساعت قبل از فعالیت استقامتی شدید به مدت ۹۰ دقیقه با ۷۰ درصد حداکثر توان هوایی موجب حفظ بهتر گلوکز پلاسمای در حین تمرین و ۱ ساعت بعد از تمرین در ورزشکاران می‌شود.

### تقدیر و تشکر

با تشکر و قدردانی فراوان از کلیه دوستان و دانشجویان ساکن خوابگاه دانشگاه تهران و همچنین از جناب آقای یاسر زارعین و جواد اکبری به خاطر حمایت‌های فنی و از سرکارخانم رضایی به خاطر کمک در تهیه‌ی مکمل کربوهیدراتی که در طول این پژوهش نهایت همکاری را با محقق داشته و از هیچ کوششی فروگذار نکردن. علاوه از راهنمایی‌های ورزشکاران جانباز کلینیک امام خمینی مشهد که اینجانب را در تهیه‌ی این مقاله یاری رساندند نهایت تشکر و قدردانی را دارم.



### بحث

در تحقیق حاضر تاثیر مصرف دو نوع رژیم غذایی (۱ گرم کربوهیدرات‌با نمایه هرکیلوگرم از وزن بدن)، با نمایه گلایسمی بالا و پایین بر پایش گلوکز پلاسمای مردان ورزشکار قبل، بلافارسله بعد و یک ساعت بعد از فعالیت استقامتی شدید (۹۰ دقیقه با ۷۰ درصد Vo2max)، مورد مطالعه قرار گرفت. اولین یافته‌نشان داد مصرف رژیم غذایی با نمایه گلایسمی پایین بر میزان قند خون بلافارسله پس از پایان فعالیت نسبت به مصرف رژیم غذایی با نمایه گلایسمی بالا، اثر معنی‌دار دارد. مشخص شده است که مصرف رژیم‌های غذایی با نمایه گلایسمی پایین پیش از آغاز فعالیت ورزشی موجب حفظ بهتر گلوکز خون در طول تمرین می‌شود (۳۷ و ۳۸) که مطابق با یافته‌ی این تحقیق می‌باشد. این‌گونه بیان شده‌است که مصرف رژیم غذایی با نمایه گلایسمی پایین، در طی مراحل مختلف هضم آرامتر شکسته و جذب می‌شوند و باعث می‌گردند تا قند به آرامی وارد جریان خون شده، انسولین کمتر ترشح می‌شود لذا گلوکز خون در فواصل تمرین همچنان در سطح بالاتری حفظ می‌شود. علاوه بررسی‌های بیشماری ادعا کردند مصرف رژیم غذایی با نمایه گلایسمی پایین ۱ تا ۴ ساعت قبل از تمرین موجب حفظ بهتر سطوح گلوکز خون، لاتکتات کمتر در طی تمرین و حتی بعد از تمرین می‌شود و موجب تغییر مصرف سوخت از گلیکوژن به سمت چربی‌شده و در مصرف کربوهیدرات‌صرفه‌جویی می‌شود (۳۹). در این رابطه نتایج تحقیق حاضر با نتایج توماس و همکاران (۲۱)، دی‌مارکو و همکاران (۲۲) و اسپارکس و همکاران (۲۳) علیرغم تفاوت در میزان کربوهیدرات‌صرفی و همچنین مدت و شدت فعالیت ورزشی همخوانی دارد. کاهش گلوکز بلافارسله بعد از تمرین در گروه مصرف‌کننده گلایسمی بالا بنظر مربوط به انسولین بالای قبل از فعالیت باشد که موجب سرکوب

<sup>1</sup> Gary et al(2006)

## منابع

1. Power MA. (1992). A review of recent events in the history of diabetes nutritional care. *Diabetes Educ.* 18:393-400.
2. Brand JC, Colagiuri S, Crossman S. ( 1991). Low-glycemic index foods improve long term Glycemic control in NIDDM. *Diab Care.* 14:95-101.
3. Frost G, Wilding J, Beecham J. (1994). Dietry advice based on the Glycemic index improves dietry profile and metabolic control in type 2 diabetic patients. *Diabet Med.* 11:397-401.
4. Otto H, Bleyer G, Pennartz M, Sabin G, Schaubberger G, Spaethe K. (1973). Carbohydrate exchange according to biological equivalents. *Diatetik bei diabetes mellitus.* Hube.5:41-50 (in German).
5. Otto H, Niklas L. (1980). The different actions on glycemia of foods containing carbohydrates: consequences for the nutritional treatment of diabetes mellitus. *Med Hyg;* 38:3424-9 (in French).
6. Jenkins DJA, Wolever TMS (1981).Glycemic Nutr .index of foods physiological basis for Clin 34: 362-6.
7. Jenkins DJ, Wolever TM, Kalmusky J, et al. (1985). Low glycemic index foods in the management of hyperlipidemia. *Am J Clin Nutr;* 42:604-17.
8. Kaye Foster-Powell, Susanna HA Holt and Janette C Brand-Miller. (2002). International table of glycemic index and glycemic load values. *American Journal of Clinical Nutrition,* 76: 5-56.
9. Coggan AR. Plasma glucose metabolism during exercise in humans. *Sports Med.* 1991 Feb; 11(2):102-24.
10. Luca Mondazzi, MD andEnrico Arcelli, MD. Glycemic Index in Sport Nutrition. *J Am Coll Nutr* August 2009 vol. 28 no. 4 Supplement 1 455S-463S.
11. Kjaer, M. Liver metabolism during exercise. Hargreaves, M. L, Spiet. *Exercise Metabolism.*
12. Wolever TMS, Jenkins DJA. (1990). Glycemic index of foods in individual subjects. *Diab care.* 13:129-132.
13. Henson, D.A., Nieman, D.C. Bloodgett, D.A., Butterworth, D.E., Utter A. (1999). Influence of exercise mode and carbohydrate on the immune response to prolonged exercise. *Int J Sport Nutr.* 9(2):213-28.
14. Manton KG, Corder L, Stallard E. Chronic disability trends in the elderly United States populations: 1982–1994. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1997; 94:2593-8.
15. Fried LP, Guralnik JM. Disability in older adults: evidence regarding significance, etiology, and risk. *J Am Geriatr Soc* 1997; 45:92–100.
16. Stuck AE, Walther JM, Nikolaus T, Bula CJ, Hohmann C, Beck JC. Risk factors for functional status decline in community-living elderly people: a systematic literature review. *Soc Sci Med* 1999; 48:445–69.
17. Guralnik JM, Fried LP, Salive ME. Disability as a public health outcome in the aging population. *Annu Rev Public Health* 1996; 17:25–46.
18. Meydani M. Nutrition interventions in aging and age-associated disease. *Ann N Y Acad Sci* 2001; 928:226–35.
19. H. poursoltani, o. jahansouz.sport movements for the disabled. 1385. Nashre shahed. Chap1.
20. Denise K Houston1, June Stevens1, Jianwen Cai1 and Pamela S Haines. Dairy, fruit, and vegetable intakes and functional limitations and disability in a biracial cohort: the Atherosclerosis Risk in Communities Study. *Am J Clin Nutr* February 2005 vol. 81 no. 2 515-522.
21. D. E. Thomas, J. R. Brotherhood, J. C. Brand. Carbohydrate Feeding before Exercise: Effect of Glycemic Index. *Int J Sports Med* 1991; 12(2): 180-186.
22. Demarco, Helen m.; sucher, Kathryn p.; cisar, Craig j.; butterfield, Gail e. Pre-exercise carbohydrate meals: application of glycemic index. *Medicine & Science in Sports & Exercise:* January 1999 - Volume 31 - Issue 1 - pp 164-170
23. Sparks, Matthew j.; selig, Steve s.; febbraio, mark a. Pre-exercise carbohydrate ingestion: effect of the glycemic index on endurance exercise performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise:*June 1998 - Volume 30 - Issue 6 - pp 844-849
24. Asp N-G. Definition and analysis of dietary fibre. *Scand J Gastroenterol Suppl* 1987; 129:16–20.
25. Granfeldt Y, Bjorck I, Hagander B. On the importance of processing conditions, product thickness and egg addition for the glycaemic and hormonal responses to pasta: a comparison with bread made from ‘pasta ingredients.’ *Eur J Clin Nutr* 1991; 45:489–99.
26. Coulston AM, Hollenbeck C, Reaven GM. Utility of studies measuring glucose and insulin responses to various carbohydrate-containing foods. *Am J Clin Nutr* 1984; 39:163–7.
27. Asp N-G. Definition and analysis of dietary fibre. *Scand J Gastroenterol Suppl* 1987;129:16–20
28. Calle-Pascual AL, Gomez V, Leon F, Bordiu E. Foods with a low glycemic index do not improve glycemic control of both type 1 and type 2 diabetic patients after one month of therapy. *Diabetic Metab* 1988; 14:629–33.
29. Laine D, Thomas W, Levitt M, Bantle J. Comparison of predictive capabilities of diabetic exchange lists and glycemic index of foods. *Diabetes Care* 1987; 10:3387–94.

30. ACSM's Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription. (2000). American College of Sports Medicine, 4th edition.
31. M. A. Febbraio and K. L. Stewart. ( 1996). Effect of glycemic index on muscle glycogenolysis and exercise performance. *J Appl Physiol* 81: 1115-1120.
32. Stevenson E, Williams C, Biscoe H. (2005). the metabolic responses to high carbohydrate meals with different glycemic indices consumed during recovery from prolonged strenuous exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 15(3):291-307.
33. Nicolette C. Bishop E, Christina Fitzgerald Penny J. Porter Æ Gabriella A. Scanlon Æ Alice C. (2005). Smith Effect of caffeine ingestion on lymphocyte counts and subset activation in vivo following strenuous cycling. *Eur J Appl Physiol* 93: 606-613.
34. Walker, Gary J. Finlay, Oliver. Griffiths, Hannah; Sylvester, James; Williams, Mark; Bishop, Nicolette C. (2007). Immunoendocrine Response to Cycling following Ingestion of Caffeine and Carbohydrate. Volume 39(9):554-1560.
35. Ching-Lin Wu<sup>1</sup>, Ceri Nicholas<sup>1</sup>, Clyde Williams<sup>1</sup>, CA1, Alison Took<sup>1</sup>, Lucy Hardy<sup>1</sup>. The influence of high-carbohydrate meals with different glycaemic indices on substrate utilisation during subsequent exercise. *British Journal of Nutrition* (2003), 90: 1049-1056
36. Gary J. Walker, Phillipa Caudwell, Natalie Dixon, and Nicolette C. Bishop. The Effect of Caffeine Ingestion on Neutrophil Oxidative Burst Responses Following Prolonged Cycling. 2006 Human Kinetics, Inc
37. Houdijk, APJ; Nijveldt, RJ; van Leeuwen, PAM. ( 1999). Glutamine-enriched enteral feeding in trauma patients, *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 23: 52-58.
38. Henson, D.A., Nieman, D.C. Bloodgett, D.A., Butterworth, D.E., Utter A. (1999). Influence of exercise mode and carbohydrate on the immune response to prolonged exercise. *Int J Sport Nutr.* 9(2):213-28.
39. Wolever TMS, Jenkins DJA.(1990). Glycemic index of foods in individual subjects. *Diab care.* 13:129-132
40. L. Kathleen Mahan MS RD CDE, Sylvia Escott-Stump MA RD LDN. Krause's Food & Nutrition Therapy.2006. 12th ed, carbohydrate chapter.