تاثیر دو نوع رژیم غذایی با نمایه گلایسمی بالا و پایین بر پایش گلوکز پلاسمای مردان ورزشکار بعد از فعالیت استقامتی شدید[I]

سیدجواد ضیاءالحق[1*]، سیروس چوبینه[2]، عباسعلی گائینی[3]، محسن علیزاده[4]، مهدی عرب[5]

[1]دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود، [2]دکتری فیزیولوژی ورزشی، استادیار دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، [3]دکتری فیزیولوژی ورزشی، استاد دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، [4]کارشناس‌ارشد فیزیولوژی ورزشی، معلم آموزش و پرورش استان تهران، [5]کارشناس‌ارشد فیزیولوژی ورزشی، معلم آموزش و پرورش استان خراسان رضوی.

*نویسنده پاسخگو: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شاهرود، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، شاهرود، 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 فروکش‌کردن 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 وعده های کربوهیدراتی با نمایه گلایسمی بالا و پایین بر نمیرخ گلوکز پلاسما قبل، بلافاصله بعد و یکساعت بعد از فعالیت استقامتی شدید در مردان ورزشکار بود.

مواد و روش‌ها: در یک کارآزمایی نیمه تجربی دوسوکور۱۲ مرد ورزشکار به صورت هدفمند در دسترس به عنوان آزمودنی انتخاب شده و در دو گروه کربوهیدرات با نمایه گلایسمی بالا (HGI^{II}=۹۴)، و پایین(LGI^{III}=۴۰)، به مقدار ۱گرم به ازاء هرکیلوگرم ازوزن بدن قرارگرفتند. سپس در دو جلسه ۹۰ دقیقه‌ای با۷۰٪ حداکثر ضربان قلب بیشینه، روی نوارگردان، به فاصله ۷روز دویدند.

یافته‌ها: غلظت گلوکز پلاسما در گروه نمایه گلایسمی پایین نسبت به نمایه گلایسمی بالا، بلافاصله بعد از تمرین به طور معنی‌داری بیشتر بود (p=۰.۰۰۱). با این‌حال تفاوت معنی‌داری میان غلظت‌های گلوکز پلاسما قبل تمرین (p=۱.۰۰) و یکساعت بعد از تمرین (p=۰.۳۱۸) بین دو گروه مشاهده‌نشد.

بحث: نتایج این مطالعه نشان‌داد مصرف وعده کربوهیدراتی با نمایه گلایسمی پایین ۲ ساعت قبل از فعالیت استقامتی زیر بیشینه موجب حفظ بهتر سطوح گلوکز پلاسما می‌شود. بعلاوه به نظر می‌رسد مصرف وعده‌های غذایی با نماییه گلایسمی پایین پیش از فعالیت ورزشی در ورزشکاران سالم و معلول موجب حفظ گلوکز در طول تمرین شده و علاوه بر کاهش میزان نیاز به انسولین پلاسما در ورزشکاران دچار نارسایی لوزالمعده، با کاهش هورمون های استرسی نیز موجب فروکش‌کردن پاسخ های عملکردی التهابی سیستم ایمنی ناشی از فعالیت ورزشی شود.

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

تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۵/۲۲
تاریخ پذیرش:۱۳۹۰/۱۰/۱۱

[I] Registration ID in IRCT: IRCT201201048617N1, Seyyed Javad Ziaolhagh
[II] High Glycemic Index
[III] Low Glycemic Index

مقدمه

تا سال ۱۹۳۰ دانشمندان معتقد بودند با طبقه‌بندی کربوهیدرات‌ها به دو گروه ساده و پیچیده می‌توان تاثیر آن‌ها را بر متابولیسم بیان‌کرد (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 (۵و۴). در این رابطه جنکینز و همکاران[I] از نمایه‌ی گلایسمی جهت مدیریت کنترل غذای افراد دیابت نوع ۱ و بعدها اختلال در متابولیسم چربی استفاده‌کردند (۶) و اولین فهرست نمایه گلیسمی ۶۲ ماده‌ی غذایی را ارائه‌نمودند و اهمیت نمایه گلیسمی را به عنوان رژیم در تنظیم برنامه‌ی غذایی بیماران دیابتی متذکرشدند (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 خون‌شده و در نتیجه نمایه گلایسمی غذاهای حاوی این دسته از کربوهیدرات‌ها پائین است (۸). بعلاوه گلوکز پلاسما یکی از مهمترین منابع انرژی در فعالیت‌های بدنی است که ۲۰ تا ۵۰ درصد کل سوخت و ساز انرژی از این منبع تامین 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 تامین گلوکز پلاسما از ذخایر گلیکوژنی خود برای جبران این کاهش شروع به فعالیت می‌کنند (۱۱). نشان‌داده‌شده است که مصرف وعده‌های کربوهیدراتی با نمایه‌ی گلایسمی پایین به دلیل آهسته‌تربودن ساز و کار هضم و جذب از افزایش آنی گلوکز و متعاقب آن انسولین 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 (۱۲و۱۳).

بسیاری از مطالعات تاثیر رژیم‌های غذایی با مواد تشکیل دهنده‌ی 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 (۱۷-۱۴). 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 انزواطلبی در معلولان به اثبات رسیده‌است (۱۹). با این تفاسیر رژیم‌های غذایی برای ورزشکاران معلول بدلیل افزایش متابولیسم انرژی و از طرفی احتمال بروز نارسایی‌های مزمن می‌بایست 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[II] 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[III] نشان‌دادند مصرف کربوهیدرات 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 هوازی بیشینه و بدنبال آن با ۱۰۰ درصد توان هوازی 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 کنترل‌شد (۲۲). در پژوهشی مشابه اسپارکس و همکاران[IV] میزان گلوکز پلاسما در گروه مصرف‌کننده‌ی کربوهیدرات با نمایه ی گلایسمی بالا میزان افزایش گلوکز خون در حین تمرین نسبت به

[I] Jenkins et al(1981)

[II] Thomas et al(2007)
[III] Demarco et al(1999)
[IV] Sparks et al(1998)

گروه کنترل و گروه مصرف‌کننده‌ی کربوهیدرات با نمایه‌ی گلایسمی پایین سریعتر بود ولی در بلافاصله 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 نمایه ی گلایسمی متفاوت چه در داخل و چه در خارج کمتر مورد مطالعه قرار گرفته‌است. 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 معلول، تاثیر استفاده از وعده‌های کربوهیدراتی با نمایه ی گلایسمی بالا و پایین را بر پایش گلوکز پلاسما در وحله های مختلف فعالیت ورزشی نشان دهیم.

مواد و روش‌ها

آزمودنی‌ها

۱۲ دانشجوی 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 قرارنداشتند. همچنین آزمودنی‌ها یک هفته قبل از شروع آزمون فرم رضایت‌نامه و پرسشنامه وضعیت و تاریخچه‌ی سلامتی خود را که بیانگر عدم‌وجود نشانه‌های عفونت از یک ماه پیش بود، را تکمیل‌کردند. ویژگی‌های آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده‌است.

جدول۱: میانگین و انحراف معیار مشخصات آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها

	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (متر)	درصدچربی زیرپوستی	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	حداکثراکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر درهر کیلوگرم وزن در دقیقه)
میانگین	۲۴.۸±۰.۳۵	۷۶.۱±۳.۵۸	۱.۷۷±۰.۰۲	۱۱.۱±۳.۲۳	۲۴.۱۸±۰.۶۷	۵۱.۱۸±۰.۶۵

سنجش‌های فیزیولوژیک

پس از انتخاب آزمودنی‌ها از آن‌ها خواسته‌شد جهت سنجش ویژگی‌های فیزیولوژیک به آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه مراجعه نمایند. میزان چربی زیرپوستی با استفاده از کالیپرمدل YAGAMI و براساس دستورالعمل هشت نقطه‌ای، شاخص توده‌ی بدنی (BMI[I]) با استفاده از از body composition analyzer مدل biospace ساخت کشور کره‌ی جنوبی و حداکثر اکسیژن مصرفی با استفاده از دستورالعمل الستاد[II] و همکاران (۳۰) روی نوارگردان اندازه‌گیری شد.

رژیم غذایی

جزء اصلی رژیم غذایی با گلایسمی بالا شامل پوره‌ی سیب‌زمینی به میزان ۱ گرم به ازاء هر کیلوگرم از وزن آزمودنی‌ها (۳۱) و جزء اصلی رژیم غذایی با گلایسمی پایین نیز به همان ترتیب شامل اسپاگتی سبوسدار بود (جدول۲). بعد ۲ ساعت از مصرف غذا، آزمودنی‌ها بعد از ۵ دقیقه گرم‌کردن روی نوارگردان، به مدت ۹۰ دقیقه با ۷۰ درصد توان هوازی بیشینه دویدند (۳۲). به منظور همسان‌کردن مصرف مایعات آزمودنی‌ها ۲ میلی‌لیتر آب ساده به‌ازای هر کیلوگرم از وزن بدن هر ۱۵ دقیقه از فعالیت مصرف‌کردند(۳۳و۳۴). نمونه‌ی‌خون دوم بلافاصله بعد از فعالیت گرفته‌شد (۳۳) سپس به میزان ۵ میلی‌لیتر آب ساده به ازاء هر کیلوگرم از وزن بدن آب مصرف‌کردند و هیچ غذا و نوشیدنی دیگری تا یک ساعت بعد یعنی خون‌گیری سوم و نهایی بعد از اتمام فعالیت استفاده‌نکردند (۳۳). بعلاوه از آزمودنی‌ها خواسته‌شد ۶۰ ساعت قبل از آزمون از مصرف غذا و نوشیدنی کافئین‌دار که لیست آن در اختیارشان قرارگرفته‌بود خودداری‌کنند و در نهایت از آزمودنی‌ها خواسته‌شد ۴۸ ساعت قبل از

[I] Body Mass Index
[II] Elestad et al

آزمون از شرکت در هرگونه فعالیت ورزشی اجتناب‌کنند. ترکیب رژیم غذایی در جدول ۲ ارائه شده‌است.

جدول۲: مشخصه‌های وعده غذایی قبل از تمرین(۴۰)

وعده غذایی	اجزاء سازنده	نمایه گلایسمی (٪)	مقدارکالری 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 ۱۳.۸ گرم پروتئین ۲.۳ گرم چربی
نمایه گلایسمی پایین	۴۲۰ گرم ماکارانی آبپز ۱۵۵ گرم سس گوجه فرنگی ۶۲۵ میلی‌لیتر آب	۴۰	۳۶۸ کیلوکالری ۷۰ گرم کربوهیدرات ۱۳.۸ گرم پروتئین ۲.۳ گرم چربی

❁این وعده غذایی برای یک آزمودنی ۷۰ کیلوگرمی در نظرگرفته شده است.

خون‌گیری

به منظور کاهش اثر ریتم شبانه روزی بر عملکرد دستگاه ایمنی آزمون در یک نیمروز انجام‌شد. این مراحل در روز دوم آزمون یعنی ۷ روز بعد (۳۵) تکرارشد و آزمودنی‌هایی که در روز اول رژیم گلایسمی بالا مصرف کرده‌بودند به همان اندازه یعنی ۱ گرم به ازاء هر کیلوگرم، رژیم گلایسمی پایین مصرف‌کردند و بالعکس. درجه حرارت محیط تقریبا ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و درجه رطوبت حدودا ۵۵ ٪ محاسبه‌شد. به منظور کاهش اثر متغیرهای مزاحم برآزمون، این پژوهش به صورت دوسوکور[I] و طرح متقاطع[II] در دو جلسه با فاصله‌ی یک هفته انجام‌شد. 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 گرفته‌شد. در مرحله‌ی بعدی رژیم‌های غذایی با گلایسمی متفاوت میان آزمودنی‌ها توزیع شد. آزمودنی‌ها ۱۵ دقیقه مهلت داشتند که غذا را مصرف‌کنند (۳۶) سپس به آن‌ها ۲ ساعت برای استراحت مهلت داده‌شد.

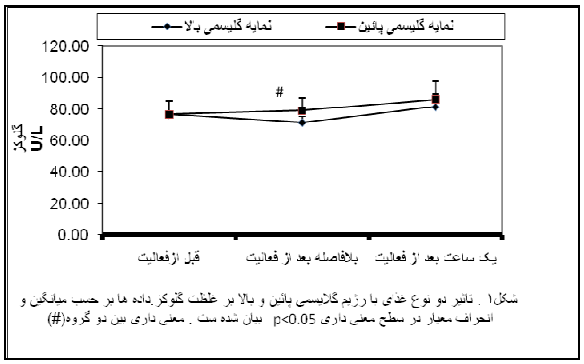
تجزیه و تحلیل آماری

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[III] دوطرفه با اندازه‌گیری‌های مکرر[IV] و آزمون تعقیبی بونفرونی[V] استفاده شد و برای تعیین اختلاف بین گروه‌ها از امستقل استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار spss[VI] ۱۵ استفاده‌شد. سطح معناداری برای انجام محاسبات $\alpha<0.05$ در نظر گرفته‌شد.

یافته‌ها

نتایج پژوهش حاضر در مورد گلوکز در گروه مصرف کننده‌ی مکمل با گلایسمی پایین بلافاصله بعد از فعالیت، اندکی افزایش داشت و در یک ساعت بعد از فعالیت افزایش بیشتری نسبت به بلافاصله بعد از فعالیت نشان داد که تفاوت معنی‌دار بین یک ساعت بعد از فعالیت (T2) و قبل از فعالیت (T0) (p=۰.۰۰۳) و همچنین یک ساعت بعد از فعالیت (T2) و بلافاصله بعد از فعالیت (T1) وجودداشت (p=۰.۰۰۶). با این حال در گروه مصرف‌کننده‌ی مکمل با گلایسمی بالا بلافاصله بعد از فعالیت کاهش اندکی در میزان گلوکز دیده‌شد و در یک ساعت بعد از فعالیت به مقادیر بالاتر از قبل از فعالیت رسید. که تنها مرحله‌ی بلافاصله بعد از فعالیت (T1) و یک ساعت بعد از فعالیت (T2) معنی‌دار بود (p=۰.۰۱۵). نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری میان بلافاصله بعد از فعالیت (T1) در بین دو گروه مکمل مصرف‌کننده‌ی مکمل با نمایه‌ی گلایسمی بالا و پایین نشان داد (P=۰.۰۱۳)(شکل۱).

[I] Double Blinde
[II] Cross Over
[III] Analysis of variance
[IV] Repeated measures
[V] Bonferoni post-hoc test
[VI] Statistical package for social sciences



شکل۱ . تاثیر دو نوع غذای با رژیم گلایسمی پائین و بالا بر غلظت گلوکز داده ها بر حسب میانگین و انحراف معیار در سطح معنی داری $p<0.05$ نشان شده است . معنی داری بین دو گروه(#)

بحث

در تحقیق حاضر تاثیر مصرف دو نوع رژیم غذایی (۱ گرم کربوهیدرات به ازاء هرکیلوگرم از وزن بدن)، با نمایه گلایسمی بالا و پایین بر پایش گلوکز پلاسمای مردان ورزشکار قبل، بلافاصله بعد و یک ساعت بعد از فعالیت استقامتی شدید (۹۰ دقیقه با ۷۰درصدVo2max)، مورد مطالعه قرارگرفت. اولین یافته‌نشان‌داد مصرف رژیم غذایی با نمایه گلایسمی پایین بر میزان قند خون بلافاصله پس از پایان فعالیت نسبت به مصرف رژیم غذایی با نمایه گلایسمی بالا، اثر معنی‌دار دارد. مشخص‌شده‌است که مصرف رژیم‌های غذایی با نمایه گلایسمی پایین پیش از آغاز فعالیت ورزشی موجب حفظ بهتر گلوکز خون در طول تمرین می‌شود (۳۸و۳۷)که مطابق با یافته‌ی این تحقیق می‌باشد. این‌گونه بیان‌شده‌است 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. بعلاوه بررسی‌های بیشماری ادعا کرده‌اند مصرف رژیم غذایی با نمایه گلایسمی پایین ۱ تا ۴ ساعت قبل از تمرین موجب حفظ بهتر سطوح گلوکز خون، لاکتات کمتر در طی تمرین و حتی بعد از تمرین می‌شود و موجب تغییر مصرف سوخت از گلیکوژن به سمت چربی‌شده و در مصرف کربوهیدرات صرفه‌جویی 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 کربوهیدرات مصرفی و همچنین مدت و شدت فعالیت ورزشی همخوانی دارد. کاهش گلوکز بلافاصله بعد از تمرین در گروه مصرف‌کننده‌ی گلایسمی بالا بنظر مربوط به انسولین بالای قبل از فعالیت باشد که موجب سرکوب رهایش گلوکز از کبد می‌شود (۱۱). این یافته با نتایج گری و همکاران[1] همخوانی دارد و این‌گونه تفسیر می‌شود می‌شود که رهایش سریعتر گلوکز ناشی از هضم و جذب سریعتر در گروه مصرف‌کننده گلایسمی بالا موجب اثرگذاری بر رهایش انسولین شده و علاوه‌بر 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). بعلاوه 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 ۱گرم کربوهیدرات با نمایه‌ی گلایسمی پایین در مقایسه با گلایسمی بالا، ۲ ساعت قبل از فعالیت استقامتی شدید به مدت ۹۰ دقیقه با ۷۰ درصد حداکثر توان هوازی موجب حفظ بهتر گلوکز پلاسما 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 نکردند. بعلاوه از راهنمایی‌های ورزشکاران جانباز کلینیک امام خمینی مشهد که اینجانب را در تهیه‌ی این مقاله یاری رساندند نهایت تشکر و قدردانی را دارم.

[1] Gary etal(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, Schauberger 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. Jenkines 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, Spriet. 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, Walthert 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 Metab15(3):291-307.
33. Nicolette C. Bishop E, Christina FitzgeraldPenny 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 Wu1, Ceri Nicholas1, Clyde Williams1, CA1, Alison Took1, Lucy Hardy1. 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.