

تأثیر دو نوع رژیم غذایی با نمایه گلیسمی بالا و پایین بر پایش گلوکز پلاسمای مردان ورزشکار بعد از فعالیت استقامتی شدید^۱

سیدجواد ضیاءالحق^{۱*}، سیروس چوبینه^۲، عباسعلی گائینی^۳، محسن علیزاده^۴، مهدی عرب^۵

^۱ دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود، ^۲ دکتری فیزیولوژی ورزشی، استادیار دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، ^۳ دکتری فیزیولوژی ورزشی، استاد دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، ^۴ کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، معلم آموزش و پرورش استان تهران، ^۵ کارشناس ارشد 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 گلیسمی 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 گلیسمی بالا و پایین بر نمبرخ گلوکز پلازما قبل، بلافاصله 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 گلیسمی بالا ($HGI^{II}=94$)، و پایین ($LGI^{III}=40$)، به مقدار ۱ گرم به ازاء هرکیلوگرم از وزن بدن قرارگرفتند. سپس در دو جلسه ۹۰ دقیقه‌ای با ۷۰٪ حداکثر ضربان قلب بیشینه، روی نوارگردان، به فاصله ۷ روز دویدند.

یافته‌ها: غلظت گلوکز پلازما در گروه نمایه گلیسمی پایین نسبت به نمایه گلیسمی بالا، بلافاصله بعد از تمرین به طور معنی‌داری بیشتر بود ($p=0.001$). با این‌حال تفاوت معنی‌داری میان غلظت‌های گلوکز پلازما قبل تمرین ($p=1.00$) و یکساعت بعد از تمرین ($p=0.318$) بین دو گروه مشاهده‌نشد.

بحث: نتایج این مطالعه نشان‌داد مصرف وعده کربوهیدراتی با نمایه گلیسمی پایین ۲ ساعت قبل از فعالیت استقامتی زیر بیشینه موجب حفظ بهتر سطوح گلوکز پلازما می‌شود. بعلاوه به نظر می‌رسد مصرف وعده‌های غذایی با نمایه گلیسمی 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 پلازما 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 گلیسمی بالا، نمایه گلیسمی پایین، گلوکز پلازما.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۵/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۰/۱۱

^۱ 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 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 (۴و۵). در این رابطه جنکینز و همکاران^I از نمایه‌ی گلیسمی جهت مدیریت کنترل غذای افراد دیابت نوع ۱ و بعدها اختلال در متابولیسم چربی استفاده کردند (۶) و اولین فهرست نمایه گلیسمی ۶۲ ماده‌ی غذایی را ارائه نمودند و اهمیت نمایه گلیسمی 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 گلیسمی 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 گلیسمی غذاهای حاوی این دسته از کربوهیدرات‌ها پایین است (۸). علاوه بر 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 بیان شده‌است که مصرف وعده‌های غذایی با نمایه‌ی گلیسمی 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). نشان داده شده است که مصرف وعده‌های کربوهیدراتی با نمایه‌ی گلیسمی پایین به دلیل آهسته‌تر بودن 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 انزوای طلبی 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 در دسترس و آسان باشد تا این ورزشکاران بتوانند براحته به آن‌ها دسترسی پیدا کنند (۲۰). توماس و همکاران^{II} در پژوهشی نشان دادند که میزان غلظت گلوکز پلاسما در گروه ورزشکار مصرف‌کننده‌ی وعده‌ی کربوهیدراتی با نمایه‌ی گلیسمی پایین در مقایسه با گلیسمی بالا، قبل از تمرین شدید بطور معنی‌داری پایین‌تر بود (۲۱). از طرفی در مطالعه‌ی دیگر دی‌مارکو و همکاران^{III} نشان دادند مصرف کربوهیدرات با نمایه گلیسمی 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 گلیسمی پایین نسبت به گروه مصرف‌کننده‌ی وعده با نمایه گلیسمی بالا و گروه کنترل شد (۲۲). در پژوهشی مشابه اسپارکس و همکاران^{IV} میزان گلوکز پلاسما در گروه مصرف‌کننده‌ی کربوهیدرات با نمایه‌ی گلیسمی بالا میزان افزایش گلوکز خون در حین تمرین نسبت به

^{II} Thomas et al(2007)^{III} Demarco et al(1999)^{IV} Sparks et al(1998)^I Jenkins et al(1981)

گلوکز پلاسما در حمله های مختلف فعالیت ورزشی نشان دهیم.

مواد و روش ها

آزمودنی ها

۱۲ دانشجوی مرد رشته ی تربیت بدنی به صورت هدفمند در دسترس انتخاب و در دو گروه ۶ نفری شامل گروه رژیم با نمایه گلیسمی بالا و پایین تقسیم بندی شدند. تمام آزمودنی ها از نظر جسمانی سالم بوده و در زمان مطالعه تحت درمان دارویی قرار نداشتند. همچنین آزمودنی ها یک هفته قبل از شروع آزمون فرم رضایت نامه و پرسشنامه وضعیت و تاریخچه ی سلامتی خود را که بیانگر عدم وجود نشانه های عفونت از یک ماه پیش بود، را تکمیل کردند. ویژگی های آزمودنی ها در جدول ۱ ارائه شده است.

گروه کنترل و گروه مصرف کننده ی کربوهیدرات با نمایه ی گلیسمی پایین سریعتر بود ولی در بلافاصله بعد از تمرین میزان گلوکز پلاسما در مقایسه با دو گروه دیگر کمتر بود (۲۳).

بطور کلی علی رغم وجود منابع مستقیم در رابطه با اثر وعده های کربوهیدراتی بر میزان گلوکز پلاسما، تاثیر این وعده ها با نمایه ی گلیسمی متفاوت چه در داخل و چه در خارج کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است. بعلاوه با توجه به اینکه عوامل بسیاری از قبیل نوع آماده سازی اعم از آبپز کردن در مقابل سرخ کردن (۲۴)، میزان اسیدیته (۲۵)، نمک (۲۶)، فیبر (۲۷)، پروتئین (۲۸) و چربی (۲۹) وعده ی غذایی در تعیین میزان نمایه ی گلیسمی حائز اهمیت است لذا در این تحقیق سعی شده است با استفاده از یک رژیم غذایی در دسترس و ساده برای ورزشکاران سالم و معلول، تاثیر استفاده از وعده های کربوهیدراتی با نمایه ی گلیسمی بالا و پایین را بر پایش

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار مشخصات آنترپومتریکی و فیزیولوژیکی آزمودنی ها

سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (متر)	درصد چربی زیر پوستی	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر در هر کیلوگرم وزن در دقیقه)
۲۴.۸±۰.۳۵	۷۶.۱±۳.۵۸	۱.۷۷±۰.۰۲	۱۱.۱±۳.۲۳	۲۴.۱۸±۰.۶۷	۵۱.۱۸±۰.۶۵

سنجش های فیزیولوژیک

پس از انتخاب آزمودنی ها از آن ها خواسته شد جهت سنجش ویژگی های فیزیولوژیک به آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه مراجعه نمایند. میزان چربی زیر پوستی با استفاده از کالیپر مدل YAGAMI و براساس دستورالعمل هشت نقطه ای، شاخص توده ی بدنی (BMI)^I با استفاده از از body composition analyzer مدل biospace ساخت کشور کره ی جنوبی و حداکثر اکسیژن مصرفی با استفاده از دستورالعمل الستاد^{II} و همکاران (۳۰) روی نوارگردان اندازه گیری شد.

رژیم غذایی

جزء اصلی رژیم غذایی با گلیسمی بالا شامل پوره ی سیب زمینی به میزان ۱ گرم به ازاء هر کیلوگرم از وزن

آزمودنی ها (۳۱) و جزء اصلی رژیم غذایی با گلیسمی پایین نیز به همان ترتیب شامل اسپاگتی سبوسدار بود (جدول ۲). بعد ۲ ساعت از مصرف غذا، آزمودنی ها بعد از ۵ دقیقه گرم کردن روی نوارگردان، به مدت ۹۰ دقیقه با ۷۰ درصد توان هوازی بیشینه دویدند (۳۲). به منظور همسان کردن مصرف مایعات آزمودنی ها ۲ میلی لیتر آب ساده به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن هر ۱۵ دقیقه از فعالیت مصرف کردند (۳۳ و ۳۴). نمونه ی خون دوم بلافاصله بعد از فعالیت گرفته شد (۳۳) سپس به میزان ۵ میلی لیتر آب ساده به ازاء هر کیلوگرم از وزن بدن آب مصرف کردند و هیچ غذا و نوشیدنی دیگری تا یک ساعت بعد یعنی خون گیری سوم و نهایی بعد از اتمام فعالیت استفاده نکردند (۳۳). بعلاوه از آزمودنی ها 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 آزمودنی ها خواسته شد ۴۸ ساعت قبل از

^I Body Mass Index

^{II} Elestad et al

آزمون از شرکت در هرگونه فعالیت ورزشی اجتناب کنند. ترکیب رژیم غذایی در جدول ۲ ارائه شده است.

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

وعده غذایی	اجزاء سازنده	نماینه گلیسمی (%)	مقدار کالری و نوع ماده‌ی غذایی
نماینه گلیسمی 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
نماینه گلیسمی پایین	۴۲۰ گرم ماکارانی آبپز 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.

خون‌گیری

به منظور کاهش اثر ریتم شبانه 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 گلیسمی بالا مصرف کرده بودند به همان اندازه یعنی ۱ گرم به ازاء هر کیلوگرم، رژیم گلیسمی 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 بر آزمون، این پژوهش به صورت دوسوکور^I و طرح متقاطع^{II} 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 گلیسمی 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 طبیعی بودن 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 تست مستقل ۱۵ spss^{VI} استفاده شد. سطح معناداری برای انجام محاسبات $\alpha < 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج پژوهش حاضر در مورد گلوکز در گروه مصرف کننده‌ی مکمل با گلیسمی 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) ($p=0.003$) و همچنین یک ساعت بعد از فعالیت (T2) و بلافاصله بعد از فعالیت (T1) وجود داشت ($p=0.006$). با این حال در گروه مصرف کننده‌ی مکمل با گلیسمی بالا بلافاصله 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 بلافاصله 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 بلافاصله بعد از فعالیت (T1) در بین دو گروه مکمل مصرف کننده‌ی مکمل با نمایه‌ی گلیسمی بالا و پایین نشان داد ($P=0.013$) (شکل ۱).

^{IV} Repeated measures

^V Bonferoni post-hoc test

^{VI} Statistical package for social sciences

^I Double Blinde

^{II} Cross Over

^{III} Analysis of variance

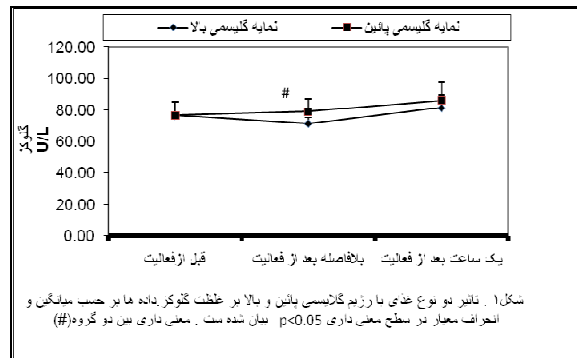
رهایش گلوکز از کبد می‌شود (۱۱). این یافته با نتایج گری و همکاران^۱ همخوانی دارد و این‌گونه تفسیر می‌شود می‌شود که رهایش سریعتر گلوکز ناشی از هضم و جذب سریعتر در گروه مصرف‌کننده گلیسمی بالا موجب اثرگذاری بر رهایش انسولین شده و علاوه بر کاهش گلوکز خون در طی تمرین موجب کاهش مقادیر گلوکز حتی در مرحله‌ی یکساعت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

نتیجه‌گیری

به‌طور خلاصه مصرف ۱ گرم کربوهیدرات با نمایه‌ی گلیسمی پایین در مقایسه با گلیسمی 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. 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 کربوهیدرات به ازاء هرکیلوگرم از وزن بدن)، با نمایه گلیسمی بالا و پایین بر پایش گلوکز پلاسما مردان ورزشکار قبل، بلافاصله بعد و یک ساعت بعد از فعالیت استقامتی شدید (۹۰ دقیقه با ۷۰ درصد Vo_{2max})، مورد مطالعه قرار گرفت. اولین یافته‌نشان‌داد مصرف رژیم غذایی با نمایه گلیسمی پایین بر میزان قند خون بلافاصله پس از پایان فعالیت نسبت به مصرف رژیم غذایی با نمایه گلیسمی بالا، اثر معنی‌دار دارد. مشخص‌شده‌است که مصرف رژیم‌های غذایی با نمایه گلیسمی 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 بیان‌شده‌است که مصرف رژیم غذایی با نمایه گلیسمی 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 بر بررسی‌های بیشمار ادعا کرده‌اند مصرف رژیم غذایی با نمایه گلیسمی 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 گلیکوزن 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 گلیسمی بالا بنظر مربوط به انسولین بالای قبل از فعالیت باشد که موجب سرکوب

¹ 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). Dietary advice based on the Glycemic index improves dietary profile and metabolic control in type 2 diabetic patients. *Diabet Med.* 11:397-401.
4. Otto H, Bleyer G, Pennartz M, Sabin G, Schauburger 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. Jenkin 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 and Enrico 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. porsoltani, o. jahansou. 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 AE Gabriella A. Scanlon AE 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.