

بررسی اثر کربوهیدرات تکمیلی با نمایه گلیسمی متفاوت، قبل از شروع فعالیت ورزشی بر زمان بروز خستگی و توان هوازی ورزشکاران استقامتی

ناهید سالارکیا*، کیانوش شریفی آذر**، دکتر فروغ اعظم طالبان***، بنفشه گلستان****

چکیده:

بررسیها نشان داده‌اند که مصرف کربوهیدرات طی فعالیت ورزشی موجب بهبود کارایی ورزشکاران می‌شود. در این میان نوع کربوهیدرات مصرفی نیز از نظر شاخص گلیسمی از اهمیت ویژه برخوردار است. لذا این مطالعه با هدف تعیین اثر مصرف مقدار مساوی کربوهیدرات با شاخص گلیسمی پایین(عدس)، بالا(سیب‌زمینی) و گلوکز به عنوان غذای استاندارد، یک ساعت پیش از آغاز تمرین ورزشی بر زمان خستگی، در ورزشکاران مورد مقایسه قرار گرفت. ۵۲ ورزشکار مرد زبده با میانگین سنی $21/7 \pm 3$ سال، وزن $69/3 \pm 9$ کیلوگرم و قد $178/4 \pm 2$ بطور تصادفی به چهار گروه تقسیم شدند: ۱- دریافت کننده محلول گلوکز ۱۰ درصد ۲- گروه شاهد (دریافت کننده ۲۵۰ میلی لیتر آب) ۳- دریافت کننده عدسی ۴- دریافت کننده پوره سیب زمینی. در آغاز ۲ میلی لیتر خون وریدی از افراد گرفته شد. یک ساعت پس از مداخله، آزمون فعالیت بدنی به مدت حداکثر ۱۸ دقیقه و به صورت راه رفتن بر روی نوار گردان (Tread mill) مطابق برنامه آزمون ورزشی Bruce و با شدت VO_2max ۷۰٪ توسط ورزشکاران مورد بررسی انجام گرفت. پیش از آزمون ورزشی (یک ساعت بعد از مداخله) و سپس ۲۰ تا ۳۰ دقیقه پس از آزمون، مجدداً ۲ میلی لیتر خون جهت تعیین میزان گلوکز از افراد مورد بررسی گرفته شد. این بررسی نشان می‌دهد که بین سطح قند خون زمان پایان فعالیت ورزشی در گروه ۳ و گروه شاهد اختلاف معنی داری وجود دارد ($p < 0/001$) در حالیکه بین مقدار قند خون سایر گروهها اختلاف معنی داری مشاهده نشد. همچنین در هر یک از گروهها غلظت قند خون قبل و بعد از آزمون فعالیت بدنی اختلاف معنی داری را نشان نداد ولی در مقایسه با سایر گروهها در گروه ۳ سطح قند خون در حد بالا حفظ گردید، $p < 0/05$. مقایسه مدت دوام فعالیت بدنی بین گروه دریافت کننده عدس با گروههای: شاهد، سیب زمینی و گلوکز اختلاف معنی داری را نشان داد ($p < 0/05$)، در حالیکه این مقایسه بین گروههای گلوکز، سیب زمینی و شاهد معنی دار نبود. در رابطه با تغییرات VO_2max در گروه های عدس، سیب زمینی، گلوکز و شاهد به جز تفاوت معنی دار بین گروه دریافت کننده عدس با گروه گلوکز و شاهد ($p < 0/02$)، تفاوت معنی داری بین سایر گروهها دیده نشد. این مطالعه نشان می‌دهد که مصرف غذای حاوی کربوهیدرات با نمایه گلیسمی پایین پیش از آغاز فعالیت ورزشی استقامتی با حفظ مقدار قند خون در طی فعالیت ورزشی موجب به تاخیر افتادن زمان بروز خستگی و افزایش مدت و دوام فعالیت و در نتیجه افزایش ظرفیت استقامتی می‌شود.

کلید واژه ها: توان هوازی / کربوهیدرات ها / نمایه گلیسمی / ورزش استقامتی

* عضو هیأت علمی انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

** عضو هیأت علمی دانشکده تربیت بدنی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرکزی

*** استاد گروه تغذیه انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

**** کارشناس ارشد آمار حیاتی دانشگاه علوم پزشکی تهران

مقدمه :

یکی از مشکلات عمده افرادی که به فعالیت های بدنی سنگین و طولانی مدت می پردازند، بروز خستگی زودرس به علت کاهش سطح گلوکز خون و گلیکوژن عضلانی است که در نتیجه کاهش سطح بازدهی و ظرفیت استقامتی بدن را در پی دارد. این میزان حدود ۲۰ درصد در ۳۰ دقیقه اول برای رقابت ورزشی استقامتی گزارش شده است (۱،۲).

بررسی ها نشان می دهند که مصرف رژیم غذایی پر کربوهیدرات در زمان تمرینهای ورزشی موجب جلوگیری از کاهش غلظت گلوکز خون به سبب کاهش اکسیداسیون کربوهیدرات، افزایش ساخت گلیکوژن عضلانی و ساخت مجدد گلیکوژن کبدی می شود که این امر موجب جلوگیری از خستگی زودرس و نگهداری سطح گلوکز خون در حد طبیعی، کاهش اتلاف گلیکوژن عضلانی و در نتیجه بهبود کارایی ورزشی می شود (۳). از این رو استفاده از غذای پر کربوهیدرات در طی ورزشهای استقامتی مثل دو استقامت، اسکی، شنا در مسافت های طولانی، قایقرانی، دوچرخه سواری و فوتبال موجب افزایش ظرفیت استقامتی ورزشکاران می گردد (۴). ولی هم اکنون نوع کربوهیدرات مصرفی از نظر شاخص گلیسمی برای ورزشکاران از اهمیت خاصی برخوردار گردیده است (۵). بسیاری از پژوهشها نشان می دهند که مقدار مساوی از کربوهیدرات موجود در غذاهای مختلف قند خون پس از مصرف را به یک میزان افزایش نمی دهد. در نتیجه برای حفظ میزان قند خون شاخص گلیسمی کربوهیدرات دارای اهمیت است. استفاده از شاخص گلیسمی را می توان به عنوان یک راهنمای مرجع در انتخاب نوع کربوهیدرات مناسب در به تاخیر انداختن زمان بروز خستگی و به طور کلی افزایش توان استقامتی قبل، طی و بعد از ورزش به کار گرفت (۵).

این مطالعه با هدف تعیین اثر مصرف مقدار مساوی کربوهیدرات با شاخص گلیسمی پائین (عدس با نمایه گلیسمی ۳۶) و بالا (پوره سیب زمینی با نمایه گلیسمی ۹۴) و گلوکز (قند با نمایه گلیسمی ۱۰۰) یک ساعت قبل از شروع تمرین ورزشی بر زمان بروز خستگی در ورزشکاران انجام گرفت.

روش کار:

طی بررسی بالینی ۵۲ ورزشکار مرد در رشته دو و میدانی، کوه نوردی و فوتسال با میانگین سنی $21/7 \pm 3/3$ سال، وزن $69/3 \pm 9$ کیلوگرم. قد $178/4 \pm 2/3$ سانتیمتر، BMI $22/6 \pm 2/4$ که در زمان بررسی برای شرکت در مسابقات ورزشی در اردوی آمادگی حاضر بودند، انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند. افراد مورد بررسی به طور تصادفی به چهار گروه تقسیم شدند:

۱- گروه دریافت کننده محلول گلوکز ۱۰ درصد (حاوی ۲۵ گرم گلوکز که با آب به حجم نهایی ۲۵۰ میلی لیتر رسانده شده بود).

۲- گروه شاهد (دریافت کننده آب به میزان ۲۵۰ میلی لیتر).

۳- گروه دریافت کننده عدسی (به میزان ۱۳۵-۱۳۰ گرم) حاوی ۲۵ گرم کربو هیدرات. عدس در محلول ۲ درصد نمک پخته شد و چند قطره آب لیمو به آن اضافه گردید (۶).

۴- گروه دریافت کننده پوره سیب زمینی (مقدار ۱۷۵-۱۷۰ گرم) حاوی ۲۵ گرم کربوهیدرات. سیب زمینی نیز مانند عدس در محلول ۲٪ نمک پخته شد.

اندازه گیری وزن با حداقل لباس و بدون کفش با ترازوی کفه‌ای با دقت ۱۰۰ گرم که قبلاً با ترازوی اهرمی تنظیم شده بود و اندازه گیری قد با متر پلاستیکی متصل به دیوار و با دقت نیم سانتیمتر انجام شد.

اولین نمونه خون وریدی به میزان ۲ میلی لیتر قبل از شروع مداخله از ورزشکاران حاضر جهت تعیین میزان گلوکز پایه گرفته شد. نمونه دوم خون یک ساعت پس از دریافت غذای مورد آزمایش، محلول گلوکز و یا آب، قبل از انجام آزمون فعالیت بدنی گرفته شد. ضربان نبض زمان استراحت، از طریق شمارش ضربان نبض مچ دست تعیین و در فرم اطلاعاتی مربوطه ثبت گردید. یک ساعت پس از مداخله، هر یک از شرکت کنندگان به ترتیب برنامه زمان بندی شده بعد از انجام یک تمرین آرام نرمشی برای گرم کردن بدن، با لباس ورزشی بر روی نوار گردان مجهز به دستگاه کامپیوتری قرار می گرفتند. طبق دستورالعمل آزمون ورزشی Bruce که به حافظه دستگاه داده شده بود، بدون تماس دست با دسته نوار گردان با به کار افتادن دستگاه ورزشکاران شروع به راه رفتن بر روی نوار گردان می کردند (۷).

داده شده است.

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار گلوکز خون (میلی گرم در دسی لیتر) در مراحل مختلف بررسی به تفکیک گروهها

گروه	میزان قند خون	یک ساعت قبل از مداخله و آزمون فعالیت بدنی	یک ساعت بعد از مداخله و بلافاصله قبل از آزمون فعالیت بدنی	۳۰ دقیقه بعد از آزمون t مزدوج	P <
گلوکز (۱) (n=۱۳)	۸۲/۸±۱۳/۵	۷۷/۲ ± ۹/۱	۸۸/۷ ± ۱۲/۹		NS
شاهد (۲) (n=۱۳)	۷۹/۷±۱۱/۲	۷۶/۸±۸/۷	۷۸/۵±۳/۱	●	NS
عدس (۳) (n=۱۳)	۸۳/۸±۱۴/۱	۸۳/۵±۱۵/۴	۹۳/۸±۱۶+	×	۰/۰۵
سیبزمینی (۴) (n=۱۳)	۸۰/۹±۱۱/۶	۸۰/۶±۱۰/۶+	۸۵/۶±۱۲/۱	×	NS

یک ساعت بعد از مداخله
 × مقایسه با گلوکز، $p < 0/01$
 + مقایسه با گلوکز و شاهد، $p < 0/05$
 ● مقایسه با گلوکز و عدس، $p < 0/001$
 × مقایسه با عدس و شاهد، $p < 0/01$
 + مقایسه با گلوکز، $p < 0/05$
 × مقایسه با عدس و شاهد، $p < 0/01$

همانطور که مشاهده می شود بین قند خون پایان فعالیت ورزشی در گروه ۳ (دریافت کننده کربوهیدرات با نمایه گلیسمی پایین یعنی عدس) و گروه ۲ (دریافت کننده دارونما یا گروه شاهد) (به ترتیب $93/8 \pm 16$ و $78/5 \pm 13$ میلی گرم درصد) اختلاف معنی داری دیده شد ($p < 0/01$). در حالیکه بین قند خون سایر گروهها اختلاف معنی داری مشاهده نشد. همچنین در هر یک از گروهها بین قند خون قبل و بعد از آزمون فعالیت بدنی اختلاف معنی داری مشاهده نشد ولی در مقایسه با سایر گروهها در گروه ۳ (عدس) قند خون در حد بالا حفظ گردید ($83/8 \pm 14/1$) قبل و $93/8 \pm 16$ میلی گرم درصد در پایان فعالیت بدنی ($p < 0/05$).

میانگین و انحراف معیار شاخص های دوام فعالیت جسمانی افراد مورد بررسی به تفکیک گروهها در جدول ۲ آمده است. همانطور که ملاحظه می شود از نظر مدت دوام فعالیت بین گروه دریافت کننده عدس $15/8 \pm 1/7$ دقیقه) با گروههای شاهد $11/2 \pm 1/9$ دقیقه)؛ گروه دریافت کننده سیب زمینی $14 \pm 2/8$ دقیقه) و گروه گلوکز $13/1 \pm 2/2$ اختلاف معنی دار مشاهده شد ($p < 0/05$) در حالیکه بین گروههای گلوکز، سیب زمینی و شاهد اختلاف معنی دار مشاهده نشد.

در این آزمون فشار کار از طریق تغییر سرعت و درصد شیب اعمال می گردید. سرعت و شیب نوار گردان در هر سه دقیقه افزایش می یافت تا زمانی که فرد به علت خستگی نتواند به فعالیت خود ادامه دهد. با توجه به دستورالعمل این آزمون (مدت ۱۸ دقیقه و شدت فعالیت ۷۰ درصد VO_2max) لحظه پایان آزمون با نظر فرد مورد بررسی در لحظه اظهار ناتوانی از ادامه فعالیت، تعیین می شد. اطلاعات شامل مسافت، شیب، سرعت و زمان بر روی صفحه نمایش این دستگاه همزمان با اجرای آزمون هر نفر قابل رویت بود. در صورتی که فرد مورد آزمون در جریان کار اظهار خستگی نمی کرد نقطه پایان، انتهای ۱۸ دقیقه فعالیت بدنی در نظر گرفته می شد. اطلاعات حاصله از نوار گردان برای هر یک از افراد مورد بررسی در پایان فعالیت بدنی در فرم اطلاعاتی مربوطه وارد می شد. بلافاصله در پایان آزمون فعالیت ورزشی، مجدداً ضربان قلب ورزشکار از طریق شمارش ضربان نبض دست تعیین و در فرم اطلاعاتی مربوطه ثبت می گردید.

آخرین نوبت خونگیری (نوبت سوم) در فاصله ۲۰-۳۰ دقیقه بعد از پایان فعالیت بدنی برای هر یک از افراد مورد بررسی انجام می گرفت. بعد از آخرین خونگیری افراد توسط گروه بررسی تغذیه می شدند. نمونه های خون گرفته شده در روز بررسی به فاصله ۲۰-۳۰ دقیقه و در ۵ نوبت به نزدیک ترین آزمایشگاه تشخیص طبی که قبلاً هماهنگی های لازم با مسئولین آنجا جهت اندازه گیری گلوکز خون انجام شده بود ارسال و میزان گلوکز خون با استفاده از کیت های تجاری تعیین می گردید.

میزان حداکثر اکسیژن مصرفی VO_2max با استفاده از داده های مربوط به ضربان قلب و فعالیت هر یک از افراد مورد بررسی با در نظر گرفتن وزن بدن و با استفاده از نرم افزار آماری SPSS (۸) تعیین گردید. از نرم افزار آماری SPSS جهت مقایسه داده های چهار گروه از آنالیز واریانس یک طرفه و برای آزمون میانگین ها در هر یک از گروهها و در مراحل مختلف بررسی از آزمون t مزدوج استفاده شد.

نتایج:

میانگین و انحراف معیار گلوکز خون در مراحل مختلف بررسی به تفکیک گروهها در جدول ۱ نشان

نمایه گلیسمی متفاوت یکساعت قبل از شروع فعالیت ورزشی بر زمان بروز خستگی ورزشکاران مورد مقایسه قرار گرفت.

یافته مهم بررسی حاضر این است که مصرف غذای حاوی کربوهیدرات با نمایه گلیسمی پائین یک ساعت پیش از آغاز آزمون فعالیت ورزشی با حفظ گلوکز خون در طی فعالیت و پس از آن موجب به تاخیر افتادن زمان بروز خستگی، افزایش دوام فعالیت و در نتیجه افزایش توان استقامتی هوازی آنان می شود. تفاوت اساسی این تحقیق با مطالعات دیگران (۹) این بود که در این پژوهش از کربوهیدرات پیچیده به صورت یک وعده غذایی (به شکل عدسی و پوره سیب زمینی) به جای کربوهیدرات ساده (گلوکز) استفاده شد.

مشابه مطالعات انجام شده توسط Thomas و همکاران (۱۰، ۱۱)، در این بررسی یک ساعت پس از مداخله غذایی و مصرف کربوهیدرات تکمیلی و قبل از شروع آزمون فعالیت ورزشی میزان قند خون در همه گروهها کاهش یافت. در تحقیقی که توسط Glesson و همکاران انجام گرفت عمل انسولین و اثر انقباض عضلانی در شروع تمرین، مسئول افت اولیه گلوکز خون عنوان گردید (۱۲). در بررسی حاضر پس از پایان فعالیت ورزشی و در فاصله ۲۰ تا ۳۰ دقیقه بعد از پایان آزمون ورزشی، غلظت گلوکز خون، با غذاهای حاوی کربوهیدرات با نمایه گلیسمی پائین نسبت به غذاهای حاوی کربوهیدرات با نمایه گلیسمی بالا بیشتر بود. این مطلب نشان می دهد که مصرف غذا با نمایه گلیسمی پائین موجب حفظ میزان مطلوب گلوکز خون حتی پس از فعالیت ورزشی شده است، زیرا هضم و جذب این نوع نشاسته به کندی صورت می گیرد (۱۳). در نتیجه با جذب آهسته کربوهیدرات دریافتی قند خون در این فاصله زمانی حفظ می شود. در مطالعه حاضر افزایش قند خون در همه گروهها به جز گروه شاهد مشاهده شد که این افزایش در گروه دریافت کننده عدس بالاتر از سایر گروهها بود. نتایج مشابه در مطالعات قبلی نیز گزارش شده است (۱۱، ۱۴). این بررسی ها نشان داد که مصرف کربوهیدرات تکمیلی قبل از تمرین ورزشی هم بوسیله دوباره سازی گلیکوژن کبد یا عضله و هم توسط فراهم نمودن منبع جذب گلوکز خون در هنگام تمرین، ذخایر کربوهیدراتی را افزایش می دهد. با وجود این در

جدول ۲: میانگین و انحراف معیار شاخص های دوام فعالیت جسمانی و توان هوازی افراد مورد بررسی به تفکیک گروهها

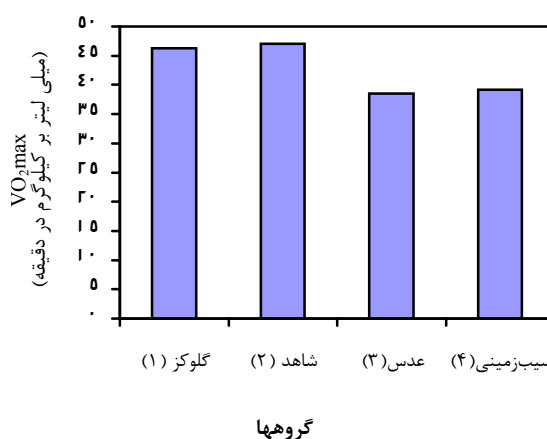
شاخص	مدت فعالیت (دقیقه)	مسافت پیموده شده (متر)	VO ₂ max میلی لیتر بر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه
گلوکز (۱)	۱۳/۱±۲/۲	۱۲۰۲±۳۰۷/۵	۴۶/۳±۸/۲
شاهد (۲)	۱۱/۲±۱/۹ +	۹۱۰/۶±۱۹۲/۱ +	۴۷/۱±۱۱/۶
عدس (۳)	۱۵/۸±۱/۷ ×	۱۴۴۳/۷±۲۲۱ ×	۳۸/۵±۷/۴ ●
سیب زمینی (۴)	۱۴/۰±۲/۸	۱۲۶۴/۲±۳۵۳/۲	۳۹/۲±۱۰/۳

× مقایسه با گلوکز و سیب زمینی، $p < 0/05$

+ مقایسه با عدس، $p < 0/001$

● مقایسه با گلوکز و شاهد، $p < 0/02$

میزان حداکثر اکسیژن مصرفی یا VO₂max (میلی لیتر در کیلوگرم وزن بدن در دقیقه) افراد مورد بررسی به تفکیک گروهها در نمودار ۱ مشاهده می شود. همانطور که نشان داده شده است، تغییرات VO₂max (حداکثر اکسیژن مصرفی) در گروههای عدس، سیب زمینی و گلوکز و شاهد به ترتیب ۳۸/۵±۷/۴، ۳۹/۲±۱۰/۳، ۴۶/۳±۸/۲ و ۴۷/۱±۱۱/۶ میلی لیتر در کیلوگرم وزن بدن در دقیقه بود که از نظر آماری به جز گروه دریافت کننده عدس ($p < 0/02$) تفاوت معنی داری بین گروهها دیده نشد.



نمودار ۱: میزان حداکثر اکسیژن مصرفی یا VO₂max (میلی لیتر در کیلوگرم وزن بدن در دقیقه) افراد مورد بررسی به تفکیک گروهها

بحث:

با توجه به اهمیت انتخاب نوع غذای حاوی کربوهیدرات از نظر نمایه گلیسمی برای ورزشکاران، در این بررسی اثر مصرف مقدار مساوی کربوهیدرات های با

مقایسه با رژیم معمولی و یا با کربوهیدرات پائین به میزان ۲ برابر دوام فعالیت ورزشی را افزایش و موجب بهبود میزان VO_{2max} می شود (۲۱).

با توجه به نتایج بررسی های پیشین چنین به نظر می رسد که مصرف کربوهیدرات به صورت پیچیده (یک وعده غذایی) پیش از انجام فعالیت ورزشی نسبت به مصرف گلوکز به تنهایی حائز اهمیت است. زیرا از یک سو موجب بروز احساس سیری در ورزشکار می گردد و از سوی دیگر به سبب انجام اعمال گوارشی بر ملکول نشاسته و مناسب شدن عمل جذب، موجب پایداری سطح گلوکز خون و طولانی گردیدن مدت استقامت در ورزشکار می شود.

در پایان نتیجه گرفته می شود که مصرف غذای حاوی کربوهیدرات با نمایه گلیسمی پائین یک ساعت قبل از شروع فعالیت ورزشی با حفظ قند خون در طی تمرین موجب می شود تا زمان بروز خستگی به تاخیر افتد و در نتیجه دوام فعالیت بیشتر شود و در نهایت توان استقامتی فرد افزایش یابد. بنابراین با استفاده از کربوهیدرات تکمیلی با نمایه گلیسمی مناسب به عنوان یک ابزار موثر جهت افزایش قدرت عضلانی و استقامتی بدن می توان کارایی جسمانی تمامی افراد سالم ورزشکار را که با مشکل خستگی زودرس رو به رو هستند افزایش داد. تحقیقات بعدی در مورد اثر مقادیر، انواع و زمان های مختلف مصرف کربوهیدرات های تکمیلی بر عملکرد ورزشی ورزشکاران در سایر رشته های ورزشی پیشنهاد می شود.

سپاسگزاری:

از اعضاء محترم شورای پژوهشی انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور به جهت تشخیص ضرورت اجرای این تحقیق و در اختیار گذاشتن امکانات مالی جهت اجرای پژوهش، آقای فخری مسئول محترم آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تربیت مدرس جهت در اختیار گذاشتن امکانات آزمایشگاه برای انجام تست ورزشی و استفاده از وسایل و تجهیزات داخلی از جمله نوار گردان، آقای عزیزی کارشناس محترم تکنولوژی آموزشی تربیت بدنی به جهت همکاری موثرشان در انجام امور هماهنگی و اجرایی و بالاخره تمامی ورزشکاران حاضر در طول بررسی به جهت همکاری و همیاری صادقانه ایشان تشکر و قدردانی می شود.

تعداد اندکی از مطالعات از جمله تحقیقات Febbraio (۱۵) و Bonen (۱۶)، نتایج بررسی تاثیر مشخصی را در میزان گلیکوژن عضلانی و بهبود افزایش زمان فعالیت ورزشی نشان نداد. همچنین Koivsti (۱۷) و Fielding (۱۸) افت قند خون در حین تمرین را به دنبال مصرف کربوهیدرات تکمیلی در فاصله ۳۰ تا ۴۵ دقیقه قبل از ورزش نشان دادند. این امر می تواند به دلیل مصرف محلول گلوکز به تنهایی باشد که احتمالاً در غلظت های مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است.

در بررسی حاضر بین مسافت پیموده شده در طی ورزش در بین گروه های مصرف کننده سیب زمینی (نمایه گلیسمی بالا)، گلوکز و شاهد تفاوت معنی داری مشاهده نشد. در حالی که این تفاوت در گروه دریافت کننده عدس (نمایه گلیسمی پایین) زیاد بود. نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعات Coggan و همکاران (۱۹)، Coyle و همکاران (۱۳)، Clark و همکاران (۲۰) مطابقت دارد.

از نظر مدت انجام فعالیت ورزشی و یا دوام فعالیت، در گروه عدس این زمان بیش از سایر گروهها بود که مطابق بررسی های قبلی بود (۱۱). یافته های حاصل از این بررسی ها نشان می دهد که یک وعده غذای قبل از ورزش حاوی کربوهیدرات با شاخص گلیسمی پایین میتواند از طریق حفظ سطح گلوکز خون بعد از غذا و کاهش میزان لاکتات پلاسما قبل و در طی ورزش، موجب طولانی تر شدن زمان و دوام فعالیت شود (۱۱). همچنین Glesson و همکاران در بررسی خود نشان دادند که مصرف غذای حاوی کربوهیدرات با شاخص گلیسمی پایین پیش از تمرین ورزشی موجب می شود تا با افزایش تجزیه گلیکوژن عضلانی و بالا رفتن اکسیداسیون کربوهیدرات گلوکز خون در سراسر تمرین حفظ شده و در نتیجه مدت فعالیت و استقامت افزایش یابد (۱۲).

در مطالعه حاضر بین حداکثر اکسیژن هوازی (VO_{2max}) هر یک از افراد مورد بررسی که با تعداد ضربان قلب فعالیت و وزن با استفاده از نونوگرام مربوطه بدست آمده در بین چهار گروه بررسی به جز در گروه مصرف کننده عدس در سایر گروهها اختلاف معنی داری مشاهده نشد. نشان داده شده است که میزان (VO_{2max}) با تمرینات مستمر و ادامه دار افزایش می یابد و نیز رژیم غذایی با کربوهیدرات بالا در

منابع :

1. Liljeberg HGM, Akeberg AKE , Bjorck IME. Effect of the glycemic index and content of indigestible carbohydrates of cereal – based breakfast meals on glucose tolerance at lunch in healthy subjects. *Am J Clin Nutr* 1999; 69: 647-55.
2. Burke LM, Collier GR, Havgreaves M. Glycemic index a new tool in sport nutrition. *Int J Sport Nutr* 1998; 8(4): 401-415.
3. Burke LM, Classen A, Hawley JA, Noakes TD. Carbohydrate intake during prolonged cycling minimizes effect of glycemic index of pre-exercise meal. *J Appl Physiol* 1998; 85(6): 2220-2226.
4. Kirwan JP, Gorman D, Evans WJ. A moderate glycemic meal before endurance exercise can enhance performance. *J Appl Physiol* 1998 ; 84(1) :53-59.
5. Walton P, Rhodes EC. Glycemic index and optimal performance. *Sport Med* 1997; 23(3): 164-172.
۶. طالبان ف ا ، اسماعیلی م. نمایه گلیسمی مواد غذایی ایرانی. تهران: انستیتو تحقیقات تغذیه و صنایع غذایی کشور ، ۱۳۷۸ : ۱۱-۱.
7. Bruce RA. Multi stage treadmill test of maximal and sub maximal exercise. In *exercise testing and training of apparently Healthy Individuals: A handbook for physicians*. New York: American Heart Association, 1972: 32-34.
8. Astrand P, Rodah K. *Textbook of work physiology*. New York: Mc Grow-Hill, 1978.
9. Mitchell JB, Braun WA, Pizza FX, Forrest M. Pre-exercise carbohydrate and fluid ingestion: Influence of glycemic response on 10-km treadmill running performance in the heat. *J Sports Med Phys Fitness* 2000; 40: 41-50.
10. Thomas DE, Brotherhood JR, Miller JB. Plasma glucose levels after prolonged strenuous exercise correlate inversely with glycemic response to food consumed before exercise. *Int J Sport Nutr* 1994; 4: 361-73.
11. Thomas DE, Brotherhood JR, Brand JC. Carbohydrate feeding before exercise : effect of glycemic index. *Int J Sports Med*. 1991; 12: 180-6.
12. Glesson M, Maughan RJ, Greenhaff P. Comparison of the effect of pre-exercise feeding of glucose, glycerol and placebo on performance and fuel homeostasis in man. *Eur J Appl Physiol* 1986; 55: 645-53.
13. Coyle EF, Coggan AR, Hemmert MK, Ivy JL. Muscle glycogen utilization during prolonged strenuous exercise when fed carbohydrate. *J Appl Physiol* 1986; 61: 165-172.
14. Chryssanthopoulos C, Hennessy LCM, William C. The influence of pre-exercise glucose ingestion on endurance running capacity. *Br J Sport Med* 1994; 28(2): 105-109.
15. Febbraio MA, Stewart KL. CHO feeding before prolonged exercise: effect of glycemic index on muscle glycogenolysis and exercise performance. *J Appl Physiol* 1996; 81(3): 1115-20.
16. Bonen A, Malcolm SA, Kilgour RD, MacIntyre KP, Belcastro AN. Glucose ingestion before and during exercise. *J Appl physiol* 1981; 50: 766-71.
17. Koivosti VA, Karonen SL, Nikkila FA. Carbohydrate ingestion before exercise: comparsion of glucose, fructose and sweet placebo. *J Appl Physiol*. 1981; 51: 783-7.
18. Fielding RA, Costill DL, Fink WJ. Effect of carbohydrate feeding frequencies and dosage on muscle glycogen use during exercise. *Med Sci Sport Exerc* 1985; 17: 472-6.
19. Coggan AR , Coyle EF. Carbohydrate ingestion during prolonged exercise: Effects on metabolism and performance. In: Holloszy JO (ed) *Exercise and Sport Sciences Reviews*. Vol 20. Baltimore: Williams & Wilkins, 1992: 1-40.
20. Clark VR, Hopkins WG, Hawley JA , Burke LM. Placebo effect of carbohydrate feedings during a 40-Km cycling time trial. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(9) :1642-1647.
21. O'keffe A. Carbohydrates in exercise. *Int J Sport Nutr* 1995;5(4):513-528.