Archive of SID

نشریه مطالعات کاربردی علوم زیستی در ورزش مقاله پژوهشی
دوره۳،شماره٦،پاییز وزمستان ۱۳۹٤ تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۰۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۰۸/۰٤

مقایسه تأثیر مکمل یاری کربوهیدرات به تنهایی و کربوهیدرات با ال- آرژنین بر سطوح گلوکز و انسولین در فواصل زمانی برگشت به حالت اولیه پس از فعالیت هوازی

احمد همت فر[۱]، لیدا غوره دان[۲]

چکیده

زمینه و هدف: سطح گلوکز خون هنگام فعالیت بدنی تحت تاثیر قرار می گیرد و نقش مکمل یاری در این مورد مهم است. هدف از پژوهش حاضر مقایسه تاثیر مکمل یاری کربوهیدرات به تنهایی و کربوهیدرات با ال- آرژنین بر سطوح گلوکز و انسولین در فواصل زمانی برگشت به حالت اولیه پس از فعالیت هوازی بیشینه بود. **روش تحقیق:** ۱۲ زن دانشجوی تربیت بدنی با میانگین سن ۱/۳۷±۲۱/۳۳ سال، شاخص توده بدن ۰/۵۹±۲۱/۷۱ کیلوگرم بر مترمربع داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند. پروتکل در دو مرحله مجزا (کنترل و تجربی) به فاصله یک هفته اجرا شد. در مرحله کنترل، آزمودنی ها فعالیت هوازی بیشینه با شدت ۸۰ تا ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه تا حد خستگی را انجام دادند و سپس مکمل کربوهیدرات به تنهایی مصرف شد. در مرحله تجربی، آزمودنی ها بعد از فعالیت هوازی، مکمل کربوهیدرات به اضافه ال- آرژنین مصرف کردند. نمونه خونی در قبل و بعد فعالیت و ۱ ، ۲ و ۳ ساعت پس از مصرف مکمل گرفته شد. برای تحلیل داده ها از روش آماری تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده گردید و سطح معنی داری $p<0/05$ منظور گردید. کلیه محاسبات آماری با نرم افزار SPSS18 صورت گرفت. **یافته ها:** نتایج نشان داد که استفاده از مکمل کربوهیدرات با ال- آرژنین نسبت به کربوهیدرات تنها، سبب افزایش معنی دار ($p=0/0001$) غلظت گلوکز در ساعت دوم و سوم بعد از فعالیت هوازی شد؛ اما انسولین در زمان بلافاصله، ساعت دوم و سوم بعد از فعالیت هوازی، به طور معنی دار ($p=0/0001$) افزایش یافت. **نتیجه گیری:** مصرف مکمل ال- آرژنین با کربوهیدرات در مقایسه با کربوهیدرات تنها؛ سبب افزایش بیشتر سطوح انسولین و گلوکز پس از فعالیت هوازی شدید شد که دال بر افزایش سنتز گلیکوژن عضلانی در دوره بازیافت می باشد.

واژگان کلیدی: گلوکز، انسولین، ال- آرژنین، دوره بازیافت، فعالیت هوازی بیشینه.

۱. نویسنده مسئول، استادیار گروه فیزیولوژی ورزش، واحد بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی، بروجرد، ایران؛ آدرس: بروجرد مجتمع دانشگاهی امام خمینی(ره) گروه دکتری و کارشناسی ارشد فیزیولوژی؛ ورزش پست الکترونیک: ahematfar@yahoo.com
۲. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، واحد بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی، بروجرد، ایران.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

توجه به تغذیه ورزشکاران یکی از عوامل ضروری موفقیت است و در دسترس بودن کربوهیدرات ها، یکی از عوامل بسیار مهم در عملکرد استقامتی به حساب می آید. نشان داده شده است که مکمل یاری کربوهیدرات بعد از یک جلسه فعالیت ورزشی، می تواند عملکرد را در جلسه بعدی بهبود بخشد (جانگ[1] و دیگران، ۲۰۱۱). مطالعات نشان داده اند که بین میزان گلیکوژن عضلانی و توانایی انجام ورزش های سنگین و طولانی مدت، همبستگی مثبت بالایی وجود دارد (فوگلهولم[2] و دیگران، ۱۹۹۱). سنتز گلیکوژن بعد از فعالیت ورزشی شامل دو مرحله است، مرحله اول در یک ساعت بعد از فعالیت که میزان سنتز گلیکوژن در اوج است و مستقل از اثر انسولین می باشد؛ مرحله دوم وابسته به انسولین است که سرعت سنتز گلیکوژن در آن کمتر است و تا چندین ساعت ادامه دارد (ایوی[3] و دیگران، ۲۰۰۲). میزان گلیکوژن عضله را با دستکاری رژیم غذایی می توان تغییر داد (فوگلهولم و دیگران، ۱۹۹۱). در این دوره هنگامی که کربوهیدرات مصرف می شود، میزان بازیافت گلیکوژن به طور مستقیم با پاسخ انسولین به گلوکز رابطه دارد (زاوادزکی[4] و دیگران، ۱۹۹۲). بنابراین انسولین سبب افزایش انتقال عضلانی گلوکز و سنتز گلیکوژن عضلانی می شود (رودنیک[5] و دیگران، ۱۹۹۲).

در کل، هر مکانیسمی که سبب افزایش انسولین و پاسخ انسولین به گلوکز شود، می تواند بازیافت گلیکوژن پس از فعالیت ورزشی را افزایش دهد. همچنین مطالعات نشان داده اند که مصرف پروتئین همراه با کربوهیدرات نسبت به کربوهیدرات تنها بعد از یک جلسه فعالیت ورزشی، سنتز گلیکوژن بیشتری را در پی خواهد داشت (برادی[6] و دیگران، ۲۰۰۶؛ وان لون[7] و دیگران، ۲۰۰۷). در این بین می توان به اسیدهای آمینه ای که به گلوکوژنز معروفند اشاره کرد. اسید آمینه ال - آرژنین از آن جمله است و سبب افزایش ترشح انسولین در انسان می شود (مک کانل[8]، ۲۰۰۷).گزارش های دیگر نیز افزایش انسولین پلاسما بعد از مصرف مکمل های غذایی حاوی مقادیر زیاد ال- آرژنین در انسان را تائید کرده اند (بیومیر[9]، ۱۹۹۵). در حالی که برخی نتایج حاکی از آن است که دوز بالای ال- آرژنین مضر است و باعث ناراحتی گوارشی در بعضی افراد می شود و حتی می تواند بر متابولیسم و جذب گلوکز عضلانی در دوره بازیافت تاثیر منفی داشته باشد (گاتر[10] و دیگران، ۱۹۹۲) . بیومیر و دیگران، ۱۹۹۵) نشان دادند که مصرف دوز بالای ال- آرژنین (۲۵ گرم در دسی لیتر) به مدت ۷ روز، موجب کاهش قابل توجه سدیم در ادرار و کاهش آب و وزن بدن می شود. از طرفی، در صورت کم بودن مصرف، ال- آرژنین ممکن است اثر مفید و موثری نداشته باشد، چنانچه رابینسون[11] و دیگران (۲۰۰۳) اثر ال- آرژنین بر جذب گلوکز از خون در دوره بازیافت پس از فعالیت منظم هوازی، مقاومتی و استراحت را بررسی کرده و نشان دادند که اختلافی در سطوح گلوکز در تمام زمان ها بین گروه دارونما و ال- آرژنین وجود ندارد. همچنین، ال- آرژنین تاثیری بر گردش خون بازو نداشت. محققین کم و ناکافی بودن دوز ال- آرژنین را در نتایج موثر دانستند. مک کونل و دیگران (۲۰۰۶) اثر تزریق ال- آرژنین بر کینتیک گلوکز در مردان تمرین کرده را هنگام فعالیت بررسی کرده و مشاهده نمودند که هنگام فعالیت و یک ساعت بعد از تزریق (ال- آرژنین)، سرعت جذب عضلانی و زدایش خونی گلوکز افزایش می یابد. لیدن و دیگران (۲۰۱۱) نیز به بررسی اثر تزریق درون وریدی ال- آرژنین بر برداشت خونی گلوکز و جریان خون پاها در حین فعالیت استقامتی ۱۲۰ دقیقه ای با شدت ۶۴ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی روی چرخ کارسنج پرداختند. در پایان دقیقه ۶۰، دوز مشخصی ال- آرژنین یا دارونما به آمودنی ها تزریق شد. نتایج نشان داد که تزریق درون وریدی ال- آرژنین سبب افزایش غلظت انسولین، افزایش زدایش خونی گلوکز و جریان خون پاها در طی فعالیت می شود. از طرف دیگر، نوع فعالیت ورزشی نیز تاثیرات متفاوتی بر بازیافت گلیکوژن پس از فعالیت دارد. برای مثال فعالیت طولانی مدت

1. Jang
2. Fogelholm
3. Ivy
4. Zawadzki
5. Rodnick
6. Beradi
7. Van Loon
8. McConell
9. Beaumier
10. Gater
11. Robinson

www.SID.ir

Archive of SID

درون گرا سبب تخلیه ذخایر گلیکوژن عضله می شود و اگر کربوهیدرات فوری بعد از فعالیت در دسترس باشد، بازیافت ذخایر گلیکوژن عضله به سرعت انجام می پذیرد (لیرا[1] و دیگران، ۲۰۰۷). این در حالی است که فعالیت مقاومتی تاثیری بر حساسیت به انسولین عضلات نداشته است (چاپمن[2] و دیگران، ۲۰۰۲).

با توجه به اهمیت در دسترس بودن کربوهیدرات برای فعالیت های استقامتی و بارگیری کربوهیدرات در دوره بازیافت پس از فعالیت و تاثیر آن در بهبود عملکرد جلسه فعالیت بعدی و اهمیت وجود انسولین بر میزان و سرعت سنتز گلیکوژن در دوره بازیافت و تاثیر ال- آرژنین بر ترشح انسولین و انتقال غشایی گلوکز، بررسی اثر این اسید امینه بر بارگیری کربوهیدرات بعد از فعالیت ورزشی ضروری به نظر می رسد. افزایش سنتز گلیکوژن در دوره بازیافت پس از فعالیت ممکن است موجب بهبود عملکرد در جلسه بعدی شود و از آن جا که سنتز گلیکوژن که در مرحله دوم دوره بازیافت وابسته به انسولین است، بررسی عوامل تاثیر گذار (مانند اسید آمینه ال- آرژنین) بر ترشح انسولین و متابولیسم گلوکز، در دوره بازیافت پس از فعالیت ورزشی، ضروری به نظر می رسد. از این رو، هدف مطالعه حاضر مقایسه تاثیر مکمل یاری کربوهیدرات به تنهایی و کربوهیدرات با ال- آرژنین بر سطوح گلوکز و انسولین در فواصل زمانی برگشت به حالت اولیه پس از فعالیت هوازی بیشینه است.

روش تحقیق

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی است. آزمودنی ها شامل ۱۲ نفر از دانشجویان زن کارشناسی تربیت بدنی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه بودند که به صورت داوطلبانه در تحقیق شرکت کردند. این افراد در کلاس های درس تربیت بدنی به صورت منظم شرکت می کردند و سابقه بیماری، مصرف دارو و یا استعمال دخانیات نداشتند. برای کسب اطلاعات فردی، پرسشنامه اطلاعات فردی توسط آزمودنی ها تکمیل شد. ابتدا کل پروتکل برای شرکت کنندگان شرح داده شد تا با اهداف مورد نظر آشنا شوند، سپس رضایت نامه شرکت در پژوهش را امضاء کردند. بعد از طی این مراحل، ویژگی های قد، وزن و درصد چربی بدن اندازه گیری و ثبت شد (جدول ۱). پروتکل در دو مرحله مجزا به فاصله یک هفته اجرا گردید و آزمودنی ها به صورت متناوب در دو مرحله، یکبار به عنوان گروه کربوهیدرت و بار دیگر به عنوان گروه کربوهیدرات – ال آرژنین، پروتکل را اجرا نمودند. در مرحله اول (کنترل) آزمودنی ها فعالیت هوازی بیشینه تا حد خستگی را انجام دادند و پس از دریافت ۲۵۰ میلی لیتر آب، نیم ساعت استراحت کردند و سپس مکمل کربوهیدرات (۱/۱ گرم گلوکز به ازای هر کیلوگرم وزن بدن به طور متوسط ۶۵ گرم + ۲۰۰ میلی لیتر آب همراه با ۵ قطره طعم دهنده موز) مصرف شد (ایوی و دیگران، ۲۰۰۲) . پودر کربوهیدرات حاوی ۹۸ درصد کربوهیدرات و ۲ درصد فیبر و ساخت شرکت **American Body Building** بود. پس از یک هفته، در مرحله دوم (تجربی) آزمودنی ها بعد از انجام فعالیت هوازی، مکمل کربوهیدرات (۱/۱ گرم گلوکز به ازای هر کیلو وزن) با آرژنین (۰/۱۳ گرم ال- آرژنین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن به طور متوسط۷ گرم + ۲۰۰ میلی لیتر آب همراه با ۵ قطره طعم دهنده موز) دریافت کردند (ایوی و دیگران، ۲۰۰۲) . قرص ال- آرژنین حاوی صد در صد ال- آرژنین و ساخت شرکت **Puritan Pride American** بود. در هر جلسه، ابتدا در ساعت ۱۶ به میزان ۲ سی سی نمونه خون از ورید زند اسفلی گرفته شد و سپس فعالیت هوازی اجرا گردید. بعد از مصرف ۲۵۰ میلی لیتر آب و نیم ساعت استراحت، نمونه خونی دوم اخذ گردید و سپس مکمل مصرف شد (تانگ[3] و دیگران، ۲۰۱۱)؛ به دنبال آن و بعد از یک، دو و سه ساعت پس از فعالیت؛ مجدداً نمونه خونی گرفته شد .

فعالیت هوازی شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن و سپس دویدن با ۸۰ تا ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب تا حد خستگی بود که پس از ۱۰ دقیقه فعالیت سبک به عنوان سرد کردن، به اتمام رسید. ضربان قلب قبل،

1. Lira
2. Chapman
3. Tang

www.SID.ir

Archive of SID

حین و پس از فعالیت با استفاده از ضربان سنج پولار که به مچ دست بسته می شد، اندازه گیری گردید. به آزمودنی ها توصیه شد که سه روز قبل از اجرای پژوهش، از مصرف غذاهای پر پروتئین مانند گوشت و تخم مرغ خودداری کنند. در روزهای اجرای پروتکل، به آزمودنی ها در وعده نهار غذای مشابهی داده شد و فعالیت هوازی در ساعت ۵ بعدازظهر انجام گرفت. در دوره بازیافت هر نیم ساعت، ۲۰۰ میلی لیتر آب مصرف شد تا آب از دست رفته بدن جبران شود.

برای اندازه گیری قد و وزن از ترازو و قدسنج سکا[1] ساخت کشور آلمان استفاده شد. قد آزمودنی ها بدون کفش، در حالی که پاها به هم چسبیده بود، با قامت کشیده از بالاترین نقطه سر، در حالی که چشمان فرد به جلو متمرکز بود، اندازه گیری شد. اندازه گیری وزن آزمودنی ها با لباس سبک و بدون کفش انجام شد. شاخص توده بدن (**BMI**) از تقسیم وزن بر حسب کیلوگرم به مجذور قد بر حسب متر محاسبه گردید. برای اندازه گیری چربی زیر پوستی از کالیپر هارپندن[2] (شرکت **Indictors** انگلستان) با دقت یک میلی متر استفاده شد. چربی زیر پوستی آزمودنی ها در سه نقطه سه سر بازو، ران و فوق خاصره در سمت راست بدن و پس از جای گذاری در معادله عمومی جکسون- پولاک برای زنان، چگالی کل بدن تعیین و سپس درصد چربی بدن با استفاده از معادله سیری تعیین گردید.

معادله جکسون- پولاک برای زنان

D_b=۱/۰۹۹۴۹۲۱ -۰/۰۰۰۹۹۲۹ **SSF** +۰/۰۰۰۰۰۲۳ **SSF**- ۰/۰۰۰۱۳۹۲سن

که در آن D_b برابر است با چگالی بدن بر حسب گرم بر میلی لیتر، و **SSF** برابر است با جمع چین های پوستی سه سر بازو، ران و فوق خاصره.

معادله سیری درصد چربی = $[\frac{۴۹۵}{Db}]$ - ۴۵۰

نمونه خونی از ساعد دست در حالت نشسته گرفته شد. ابتدا با ضد عفونی کردن محل نمونه گیری با الکل ۹۶ درصد، به مقدار ۲ میلی لیتر خون از ورید زنداسفل گرفته شد. خون به آرامی در لوله های شیشه ای قرار گرفت و اجازه داده شد که در دمای معمولی کاملاً لخته شود. بعد از لخته شدن خون، لوله ها داخل دستگاه سانتریفیوژ با ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه قرار داده شد. سرم در دمای ۷۰- فریز گردید و برای آنالیزهای بعدی، ذخیره شد. غلظت سرمی گلوکز ناشتا به روش گلوکز اکسیداز و با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون، ساخت ایران و فتومتر اتوآنالیزر[3] ساخت کشور آلمان مدل **CHEm5v3** اندازه گیری شد. ارزیابی انسولین با روش ایمونورادیومتریک[4] و کیت تجاری ایمونونوکلئو[5] شرکت **Stillwater, MN** صورت پذیرفت.

با استفاده از آمار توصیفی، میانگین و انحراف استاندارد داده ها محاسبه و گزارش شده است. از آزمون کلموگروف- اسمیرنف برای بررسی توزیع طبیعی داده ها استفاده شد. از آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر برای استخراج نتایج استفاده گردید. در صورت وجود تفاوت بین مراحل گروه ها، از آزمون تعقیبی بونفرونی و آزمون **t** مستقل استفاده گردید. نرم افزار **SPSS18** برای تجزیه و تحلیل داده ها بکار گرفته شد و سطح معنی داری کمتر از **p<** ۰/۰۵ منظور گردید.

یافته ها

ویژگی های آزمودنی ها در جدول ۱ ارائه شده است. در این پژوهش از هر آزمودنی در هر مرحله ۵ بار نمونه خونی گرفته شد که برای اندازه گیری غلظت گلوکز و انسولین سرم به آزمایشگاه فرستاده شد. نتایج بررسی آزمون کلموگروف- اسمیرنوف نشان داد که داده ها از توزیع طبیعی برخوردارند.

1. Seca
2. Harpenden
3. Photometer auto-analyzer
4. Immunoradiometric
5. Immunonuclo

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. ویژگی های توصیفی شرکت کنندگان در تحقیق

متغیرها	میانگین و انحراف استاندارد	حداقل	حداکثر
سن (سال)	۲۱/۳۳±۱/۳۷	۱۹/۰۰	۲۳/۰۰
قد (سانتیمتر)	۱۶۵/۴۲±۳/۰۵	۱۶۱/۰۰	۱۷۰/۰۰
وزن (کیلوگرم)	۵۹/۴۱±۲/۵۰	۵۷/۰۰	۶۵/۰۰
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۱/۷۱±۰/۵۹	۲۰/۷۶	۲۲/۷۶
چربی (درصد)	۱۶/۸۷±۰/۷۲	۱۵/۶۰	۱۸/۰۰

نتایج توصیفی غلظت گلوکز و انسولین در مراحل مختلف در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. نتایج توصیفی گلوکز و انسولین در مراحل مختلف

	گلوکز (میلی گرم در دسی لیتر)		انسولین (میکرو واحد در میلی لیتر)	
	کربوهیدرات	کربوهیدارت و ال – آرژنین	کربوهیدرات	کربوهیدارت و ال – آرژنین
قبل فعالیت	۷۶/۷۵±۵/۱۸	۷۶/۹۱±۶/۹۷	۵/۶۲±۰/۳۲	۶/۴۶±۰/۵۱
بعد فعالیت	۷۴/۷۵±۳/۶۴	۷۳/۳۳±۵/۵۹	۴/۶۱±۰/۳۰	۵/۴۹±۰/۴۹
ساعت اول	۷۸/۶۶±۵/۹۷	۷۶/۵۸±۸/۳۱	۶/۱۵±۰/۴۶	۵/۸۶±۰/۴۱
ساعت دوم	۷۱/۴۱±۸/۸۷	۸۳/۶۶±۴/۳۳	۵/۵۸±۰/۶۹	۶/۵۴±۰/۳۳
ساعت سوم	۶۰/۵۰±۳/۴۵	۸۳/۷۵±۷/۱۳	۴/۷۳±۰/۲۷	۶/۵۴±۰/۵۶

به منظور بررسی مقایسه اثر مکمل یاری کربوهیدرات به تنهایی با کربوهیدرات به اضافه ال- آرژنین بر سطوح گلوکز و انسولین در فواصل زمانی برگشت به حالت اولیه، غلظت گلوکز و انسولین سرم در زمان های مختلف در هر دو مرحله پژوهش با هم مقایسه شدند (جدول ۳).

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر با عامل بین گروهی (زمان×گروه)

	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	p
گلوکز	۴	۷۳۵/۰۹	۲۹/۲۶	۰/۰۰۰*
کربوهیدرات	۴		۳۲/۹۳	۰/۰۰۰*
کربوهیدرات و ال – آرژنین	۴		۸/۲۵۶	۰/۰۰۰*
انسولین	۴	۳/۳۵	۲۳/۵۶۰	۰/۰۰۰*
کربوهیدرات	۴		۳۳/۹۴	۰/۰۰۰*
کربوهیدرات و ال - آرژنین	۴		۲۰/۴۶	۰/۰۰۰*

*تفاوت معنی دار در سطح p<۰/۰۵

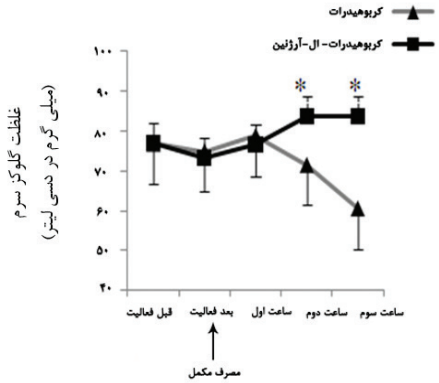
www.SID.ir

Archive of SID

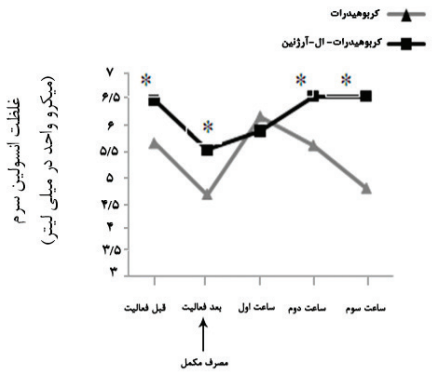
همان طور که در جدول ۳ آمده است، میانگین غلظت گلوکز و انسولین سرم بین مراحل پژوهش از لحاظ آماری معنی دار است؛ بنابراین بین تاثیر مکمل یاری کربوهیدرات به تنهایی و کربوهیدرات با ال- آرژنین بر سطوح گلوکز و انسولین در فواصل زمانی برگشت به حالت اولیه پس از فعالیت هوازی بیشینه، تفاوت معنی داری وجود دارد. برای مقایسه غلظت گلوکز در زمان های مختلف، از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. نتایج این آزمون نشان داد که غلظت گلوکز در شرایط مکمل یاری کربوهیدرات به تنهایی در ساعت سوم نسبت به ساعت دوم (**MD**[1] = ۱۰/۹۲- و **p**=۰/۰۱)، ساعت اول (**MD** = ۱۸/۱۷- و **p**=۰/۰۰۰۱)، بلافاصله بعد از فعالیت (**MD** = ۱۴/۲۵- و **p**=۰/۰۰۰۱) و قبل از فعالیت (**MD** = ۱۶/۲۵- و **p**=۰/۰۰۰۱)؛ و همچنین بلافاصله بعد نسبت به قبل از فعالیت (**MD**= ۲- و **p**=۰/۰۴)؛ به طور معنی دار پایین تر است. به علاوه، نتایج نشان داد غلظت گلوکز در مرحله مکمل یاری کربوهیدرات با ال- آرژنین در ساعت دوم بعد از فعالیت نسبت به بلافاصله بعد بالاتر (**MD** = ۱۰/۳۳+ و **p**=۰/۰۰۱)، و بلافاصله بعد نسبت به قبل از فعالیت (**MD** = ۳/۵۹- و **p**=۰/۰۰۱)؛ به طور معنی دار پایین تر است.

از طرف دیگر، مقایسه های زوجی مربوط به غلظت انسولین در شرایط مکمل یاری کربوهیدرات به تنهایی نشان داد که این شاخص در ساعت سوم نسبت به ساعت دوم (**MD** = ۰/۸۶- و **p**=۰/۰۱) ، ساعت اول بعد از فعالیت (**MD** = ۱/۴۲- و **p**=۰/۰۰۰۱)، و قبل از فعالیت (**MD** = ۰/۸۹- و **p**=۰/۰۰۰۱)؛ به طور معنی دار پایین تر است. از طرف دیگر، این شاخص در شرایط مکمل یاری کربوهیدرات در ساعت دوم بعد از فعالیت نسبت به بلافاصله بعد (**MD** = ۰/۹۷+ و **p**=۰/۰۰۱)، و در ساعت اول بعد از فعالیت نسبت به بلافاصله بعد (**MD**= ۱/۵۴+ و **p**=۰/۰۰۰۱) ؛ به طور معنی دار بالاتر بود؛ در حالی که بلافاصله بعد از فعالیت نسبت به قبل از فعالیت به طور معنی دار (**MD** = ۱/۰۱- و **p**=۰/۰۰۰۱) کاهش یافت. علاوه بر موارد فوق، در شرایط مکمل یاری کربوهیدرات با ال- آرژنین، شاخص انسولین در ساعت سوم بعد از فعالیت نسبت به ساعت اول (**MD**=۰/۶۸+ و **p**=۰/۰۲) و بلافاصله بعد (**MD** = ۱/۰۶+ و **p**=۰/۰۰۱)؛ و در ساعت دوم بعد از فعالیت با ساعت اول (**MD**= ۰/۶۸+ و **p**=۰/۰۰۳)، و بلافاصله بعد از فعالیت (**MD**= ۱/۰۵+ و **p**=۰/۰۰۱)؛ به طور معنی دار بالاتر بود. این در حالی است که در همین شرایط، شاخص انسولین در ساعت اول بعد از فعالیت با قبل از فعالیت (**MD**= ۰/۶- و **p**=۰/۰۰۱) و در زمان بلافاصله بعد از فعالیت نسبت به قبل از فعالیت (**MD**= ۰/۹۷- و **p**=۰/۰۰۰۱)؛ به طور معنی دار پایین تر بود.

مقایسه سطوح گلوکز و انسولین در شرایط مکمل یاری کربوهیدرات به تنهایی و کربوهیدرات با ال- آرژنین طی مراحل مختلف نمونه گیری با استفاده از آزمون تی مستقل در نمودار های ۱ و ۲ نشان داده شده است.



نمودار ۱: مقایسه غلظت گلوکز سرم دو گروه در مراحل مختلف



نمودار ۲: مقایسه غلظت انسولین سرم دو گروه در مراحل مختلف

***تفاوت معنی دار با مصرف کربوهیدرات در سطح p< ۰/۰۵.**

1. Mean differences

www.SID.ir

Archive of SID

همان طور که در نمودار ۱ نشان داده شده است، بین میانگین های غلظت گلوکز در شرایط مکمل یاری کربوهیدرات به تنهایی با کربوهیدرات و ال- آرژنین در ساعت دوم و سوم تفاوت معنی دار است (**p**=۰/۰۰۰۱). همچنان که در نمودار ۲ نیز نشان داده شده است، بین میانگین های غلظت انسولین در شرایط مکمل یاری کربوهیدرات به تنهایی با کربوهیدرات و ال - آرژنین در مراحل قبل از فعالیت، بلافاصله بعد، ساعت دوم و ساعت سوم بعد از فعالیت؛ تفاوت معنی داری (**p**=۰/۰۰۰۱) وجود دارد.

بحث

در این پژوهش مشاهده شد که مصرف مکمل کربوهیدرات به اضافه ال- آرژنین نسبت به کربوهیدرات به تنهایی در دوره بازیافت، سبب افزایش سطوح گلوکز و انسولین در ۲ و ۳ ساعت پس از مصرف مکمل می شود. نتایج پژوهش حاضر با نتیجه مطالعه رابینسون و دیگران (۲۰۰۳) ناهمسو است. علت ناهمخوانی مطالعه حاضر با مطالعه رابینسون و دیگران می تواند مقدار و شکل ال- آرژنین مصرفی باشد، طوری که ال- آرژنین مصرفی در مطالعه رابینسون پودر و مقدار آن ۱۰ گرم بوده است، در حالی که در پژوهش حاضر قرص ال- آرژنین (صد در صد) به مقدار ۰/۱۳ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن (به طور متوسط ۷ گرم) مصرف شد. مک کونل و دیگران (۲۰۰۶) و لیدن و دیگران (۲۰۱۱) اثر تزریق درون وریدی ال- آرژنین به همراه کربوهیدرات بر غلظت انسولین و برداشت خونی گلوکز هنگام فعالیت را بررسی کرده اند و افزایش سطوح گلوکز، پاک سازی گلوکز از خون و افزایش جریان خون حین فعالیت را گزارش داده اند که به نوعی همسو با نتایج پژوهش حاضر است. از طرفی، پهلوانی و دیگران (۲۰۱۴) ضمن مطالعه بر روی اعضای باشگاه ورزشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان (۲۵ آزمودنی، دامنه سن ۳۵-۱۸ سال)، اثر مصرف ۴۵ روز مکمل یاری ال- آرژنین را بر عوامل خطرزای قلبی - عروقی بررسی کرده اند. آزمودنی ها روزانه ۲۰۰۰ میلی گرم مکمل ال- آرژنین دریافت کردند. بر اثر این مداخله، گلوکز ناشتا کاهش یافت که با نتیجه تحقیق حاضر همسو نیست. دلیل ناهمسویی احتمالی جنسیت (جنس مذکر در مقابل مونث)، مدت مکمل یاری (۴۵ روز در مقابل یک جلسه) میزان مکمل یاری روزانه (۲ گرم در مقابل حدود ۷ گرم) و تعداد آزمودنی ها (۱۲ نفر در مقابل ۲۵ نفر) می باشد. به علاوه، نتیجه تحقیق حاضر در مورد انسولین سرم با نتیجه تحقیق داسیلوا و دیگران (۲۰۱۴) ناهمسو است. داسیلوا و دیگران پاسخ هورمونی به مکمل یاری ال- آرژنین در افراد تمرین کرده را مورد بررسی قرار دادند. آزمودنی ها (۱۵ نفر که ۴ تای آنها زن بودند) روزانه ۶ گرم ال- آرژنین مصرف کردند و دو بار مسافت ۵ کیلومتر را با بهترین رکورد بین ساعت ۶ تا ۹ صبح دویدند. نمونه گیری خون پیش، بلافاصله، بعد از فعالیت اول و بعد از فعالیت دوم انجام شد. به طور غیر همسو با نتایج تحقیق حاضر، سطح انسولین در مراحل مختلف تغییر معنی داری نکرد. از دلایل ناهمسویی می توان به استفاده از مکمل کربوهیدرات همراه با ال - آرژنین در تحقیق حاضر اشاره کرد که خود محرک افزایش ترشح انسولین است. به علاوه، جنسیت آزمودنی ها هم تفاوت دارد و سطح آمادگی آزمودنی ها در تحقیق داسیلوا بالاتر بوده است.

در دوره بازیافت پس از فعالیت ورزشی، هنگامی که کربوهیدرات مصرف می شود، میزان بازیافت گلیکوژن با پاسخ انسولین به گلوکز، رابطه مستقیم دارد (زاوادزکی، ۱۹۹۲). انسولین سبب افزایش انتقال عضلانی گلوکز و سنتز گلیکوژن عضلانی می شود (رودنیک، ۱۹۹۲). بنابراین، هر مکانیسمی که سبب افزایش انسولین و پاسخ انسولین به گلوکز شود، می تواند بازیافت گلیکوژن پس از فعالیت ورزشی را تحت تاثیر قرار دهد. در تحقیقی تزریق درون وریدی اسید آمینه ال- آرژنین سبب افزایش ترشح انسولین، کاهش خروجی گلوکز کبد و همچنین افزایش حساسیت انسولین شد (مک کانل، ۲۰۰۷). وی مجدداً در سال ۲۰۱۵ این یافته ها را در تحقیق دیگری تائید کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین نشان داده شده که افزایش سطوح گلوکز با افزایش پیام دهی ناشی از گلوکز بر سلول های بتای لوزالمعده، موجب افزایش ترشح انسولین می شود (رابینسون، ۲۰۰۳) . ال- آرژنین عملکرد دیگری هم دارد و آن این است که ماده اولیه برای تولید نیتریک اکسید محسوب می شود، ترکیبی که انقباض عضلات صاف عروق را تحت تاثیر قرار می دهد (موجب گشادی رگ می شود). هچنین، لیرا و دیگران (۲۰۰۷) گزارش داده اند که نیتریک اکسید سبب افزایش بیان **GLUT4**[1] در عضله اسکلتی می شود. نشان داده شده است که افزایش سطوح ال- آرژنین سبب گشادی عروق و در نتیجه افزایش جریان خون عضلانی می گردد (تانگ و دیگران، ۲۰۱۱). مکمل یاری ال- آرژنین علاوه بر افزایش نیتریک اکساید و افزایش جریان خون عضله، تولید **GLUT4** را افزایش می دهد؛ ترکیبی که گیرنده ناقل گلوکز است و در پاسخ به انسولین، از ویزیکول های داخل سلولی به طرف غشای سلولی منتقل شده، موجب افزایش برداشت گلوکز و سنتز بهینه گلیکوژن می شود (داسیوا و دیگران، ۲۰۱۴).

نتیجه گیری: مصرف مکمل ال- آرژنین همراه با کربوهیدرات نسبت به کربوهیدرات تنها، در دوره بازیافت پس از فعالیت استقامتی تا حد خستگی، برتری دارد؛ زیرا سبب افزایش سطوح انسولین و گلوکز در ساعات پس از مصرف مکمل می شود. نتیجه این عمل، افزایش در برداشت عضلانی گلوکز و سنتز گلیکوژن عضله است که خود موجب بهبود عملکرد ورزشی در جلسات یا مسابقات بعد می گردد. همچنین کاهش انسولین در اثر فعالیت، احتمالاً ناشی از اثر افزایشی کاتکولامین ها است که حتی پیش از شروع فعالیت تا خاتمه فعالیت افزایش یافته و بعد از فعالیت افت می کند، روندی که تغییرات انسولین را تقویت می نماید. کاهش گلوکز در اثر فعالیت علیرغم کاهش انسولین، به دلیل نفوذ پذیری گلوکز در اثر فعالیت می باشد. همچنین حین و ساعاتی پس از فعالیت ورزشی، بیان **GLUT4** در غشای سلول عضلانی به سرعت افزایش یافته و انتقال گلوکز به عضله تسهیل می شود. بلافاصله پس از فعالیت ورزشی، فعالیت گلیکوژن سنتتاز نیز به شرط وجود سوبسترای یوریدین دی فسفات-گلوکز - که گلوکز را به انتهای گلیکوژن منتقل می کند - افزایش می یابد (رن[2] و دیگران، ۱۹۹۴). به طور کلی و بر اساس آن چه بیان شد، توصیه می شود به منظور سرعت در بازسازی گلیکوژن عضلات بعد از فعالیت های استقامتی، از مکمل کربوهیدرات و ال- آرژنین استفاده شود.

قدردانی و تشکر

از دانشجویان شرکت کننده در تحقیق و همچنین مساعدت معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد، تشکر و قدردانی می شود.

منابع

Beaumier, L., Castillo, L., Ajami, A. M., & Young, V. R.(1995) . Urea cycle intermediate kinetics and nitrate excretion at normal and "therapeutic" intakes of arginine in humans. *American Journal Physiology*, *269* **(5), 884 –896.**

Berardi, J. M., Price, T. B., Noreen, E. E., & Lemon, P. W. (2006). Post exercise muscle glycogen recovery enhanced with a carbohydrate-protein supplement. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *38***(6), 1106-1113.**

Chapman, J., Garvin, A. W., Ward, A., & Cartee, G. D. (2002). Unaltered insulin sensitivity after resistance exercise bout by post-menopausal women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *34***(6), 936 –941.**

Da silva, D.V.T., Conte-Junior, C.A., Paschoalin, V.M.F., & Alvares,T.S. (2014,march).Hormonal response to L-arginine supplementation in physically active individuals. *Food & Nutrition Research*, **58, on: march 2014 from http://www.dydoi.org/103402/fnr.V58.22569**

1.Glucose transporter- 4

2. Ren

www.SID.ir

Archive of SID

Fogelholm, Tikkanen, H. O., Näveri, H. K., Näveri, L. S., & Härkönen, M. H. (1991). Carbohydrate loading in practice: high muscle glycogen concentration is not certain. *Britannica Journal Sports Medicine*, *25*(1), 41–44.

Gater, D. R., Gater, D. A., Uribe, J. M., Bunt, J. C. (1992). Effects of arginine/lysine supplementation and resistance training on glucose tolerance. *Journal of Applied Physiology*, *72*(4), 1279-84.

Ivy, J. L., Goforth, H. W. J. R., Damon, B. M., McCauley, T. R., Parsons, E. C., & Price, T. B. (2002). Early post exercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement. *Journal Applied Physiology*, *93*(4), 1337–1344.

Jang, T. R., Wu C. L., Chang, C. M., Hung, W., Fang, SH., & Chang, CK. (2011). Effects of carbohydrate, branched-chain amino acids, and arginine in recovery period on the subsequent performance in wrestlers. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *8*(22), 21-22.

Johnson, N. A., Stannard, S. R., Thompson, M. W. (2004). Muscle triglyceride and glycogen in endurance exercise: implications for performance. *Sports Medicine*, *34*(3), 151-164.

Linden, K. C., Wadley, G. D.,Garnham, A. P., & McConell, G. K. (2011). Effect of l-arginine infusion on glucose disposal during exercise in humans. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *43*(9), 1626-1634.

Lira, V. A., Soltow, Q. A., Long, J. H., Betters, J. L., Sellman, J. E., & Criswell, D. S. (2007). Nitric oxide increases GLUT4 expression and regulates AMPK signaling in skeletal muscle. *American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism*, *293*(4), 1062-1068.

McConell, G. K., Huynh, N. N., Lee-Young, R. S., Canny, B. J., & Wadley, G.D.(2005). L-Arginine infusion increases glucose clearance during prolonged exercise in humans. *American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism*, *290*, 60 –66.

McConell, G. K. (2007). Effects of L-arginine supplementation on exercise metabolism. Retrieved on: September 2015 from http:// www.resaerchgate.net/publication/6656077.Sorce:PubMed.

Pahlavani. N., Jafari, M., Rezaei, M., Rasad, H., Sadeghi, o., Rahdar, H. A., & Entezari, M. H. (2015). L-arginine supplementation and risk factors of cardiovascular diseases in healthy men :a double- blind randomize. Clinical trial. *F1000Research 2014,3:306 last update:09 SEP 2015.*

Ren, J. M., Semenkovic, E. A., Gulve, J., Gao., & Hollozy, J. D. (1994). Exercise induces rapid increases in GULT4 expression, glucose transport capacity, and insulin-stimulated glycogen storage in muscle. *The Journal of Biological Chemistry*, *269*(20), 14396-14401.

Robinson, T. M., Sewell, D., & Greenhaff, P. L. (2003). L-Arginine ingestion after rest and exercise: effects on glucose disposal. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *35*(8), 1309-1315.

Rodnick, K. J., Piper, R. C., Slot, J. W., & James, D.E. (1992). Interaction of insulin and exercise on glucose transport in muscle. *Diabetes Care*, *15*(11), 1679-89.

Tang, J. E., Lysecki, P. J., Manolakos, J. J., MacDonald, M. J., Tarnopolsky, M. A., & Phillips, S. M. (2011). Bolus arginine supplementation affects neither muscle blood Flow nor muscle protein synthesis in young men at rest or after resistance exercise. *The Journal of Nutrition*, *141*(2), 195-200.

Van Loon, L. J. (2007). Application of protein or protein hydrolysates to improve post exercise recovery. *Intnational Journal Sport Nutrition Exercise Metabolism*, *17*, 104-117.

Zawadzki, K. M., Yaspelkis, B. B 3rd., & Ivy, J. L. (1992). Carbohydrate-protein complex increases the rate of muscle glycogen storage after exercise. *Journal of Applied Physiology*, *72*(5), 1854 –1859.

www.SID.ir

Archive of SID

Abstract

A comparison effects of carbohydrate alone and carbohydrate with L-Arginine supplementation on serum insulin and glucose levels during recovery times after aerobic activity

Ahmad Hematfar[1], Lida Ghoorehdan[2]

Background and Aim: Blood glucose level will be affected during physical activity therefore the supplementation could apply the important role in this case. The purpose of this study was to compare the effect of carbohydrate alone and with L-Arginine supplementation on serum insulin and glucose levels during recovery periods after maximal aerobic activity. **Materials and Methods:** 12 physical education female students with mean age 21.33±1.37 years old and body mass index 21.71± .59 kg m^2 volunteered to participate in this study . The protocol was performed in two separate phase; both control and experimental groups were done within a week. In the control phase, subjects performed maximal aerobic activity with 80-85 MHR intensity until fatigue and then they consumed the carbohydrate supplement. In the experimental phase, after aerobic activity, carbohydrate with L-Arginine drink was consumed. Blood samples were taken before and after exercise, and also 1, 2 and 3 h after supplementation. Data were analyzed by (ANOVA) with repeated measure and Bonferoni post hoc tests. Significant level was set at $p< 0.05$. SPSS18 software was used for data analyzing. **Results:** The results showed that carbohydrate supplementation with L-Arginine than carbohydrates have a significant increase in glucose concentration 2 and 3 hours ($p=0.0001$) and increase in insulin concentration immediately, 2 and 3 hours ($p=0.0001$) after intensive aerobic exercise. **Conclusion:** Carbohydrate with L-Arginine consumption as compare to the carbohydrates consumption could increased glucose and insulin concentration levels during recovery period after exercise which is indicated the increasing of muscle glycogen synthesis during the recovery.

Keywords: Glucose, Insulin, L-Arginine, Recovery, Maximal aerobic activity.

Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport, vol. 3, no. 6, Fall & Winter, 2015/2016
Received: 19 Apr, 2015 *Accepted: 26 Oct*, 2015

1. Correspondent Author, Assistant Professor, Sport Physiology Department, Borujerd Branch, Islamic Azad University, Borujerd, Iran; Address: Imam Khomeini University Complex. Ph.D. & MD Sport Physiology Group; Email:ahematfar@yahoo.com
2. Master in Sport Physiology, Borujerd Branch, Islamic Azad University, Borujerd, Iran.

www.SID.ir