

## Original Article

# Comparison of the effect of glucose and fructose ingestion before exhaustive exercise on blood lactate and lactate dehydrogenase levels in non-athletic teen boys

Meer R, Delavar R\*, Nayebifar S

Department of Sport Sciences, Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, I.R. Iran.

Received: 2020/07/25 | Accepted: 2021/05/1

### Abstract:

**Background:** Consumption of carbohydrates before physical activity, by maintaining glycogen, leads to better performance and less muscle damage. This study aimed to compare the effect of glucose (glu) and fructose (fru) intake before physical activity on lactate and lactate dehydrogenase (LDH) levels in non-athlete teen boys.

**Materials and Methods:** The present study was a clinical trial with a single-blind crossover experimental group. 10 male students (17-19 years) in Zahedan, were purposefully and accessibly voluntarily selected. Stage1, take a blood sample after 30 minutes of glu uptake (75g/350ml water) then do EE (Running on a treadmill with a slope of 5% and an intensity of 82% of maximum heart rate) and after 5 minutes, the second blood sampling was performed. After 10 days, the stage2 was performed for fru. In both stages, lactate and LDL levels were measured before and after EE. Data were analyzed using analysis of variance with repeated measures and independent t-test. Statistical analysis was performed using spss 19 software ( $P \leq 0.05$ ).

**Results:** The results showed that lactate increased after EE after glu ( $P < 0.001$ ) and fru ( $P < 0.001$ ) and between lactate levels after EE after glu and fru, no difference was observed ( $P = 0.062$ ). There was no difference in LDH after EE after glu ( $P = 0.332$ ) and fru ( $P = 0.282$ ) and LDH levels after EE after fru compared to after glu intake increased ( $P = 0.032$ ).

**Conclusion:** There is no significant difference between taking glu and fru supplements before EE on lactate levels and fatigue caused by it, but glu consumption compared to taking fru before EE can prevent possible muscle damage.

**Keywords:** Glucose, Fructose, Lactic acid, L-lactate dehydrogenase

### \*Corresponding Author

Email: delavar@ped.usb.ac.ir

Tel: 0098 543 113 6724

Fax: 0098 543 113 6724

Conflict of Interests: No

Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences, June, 2021; Vol. 25, No 2, Pages 850-857

**Please cite this article as:** Meer R, Delavar R, Nayebifar S. Comparison of the Effect of Glucose and Fructose Ingestion before Exhaustive Exercise on Blood Lactate and Lactate Dehydrogenase levels in Non-Athletic Teen Boys. *Feyz* 2021; 25(2): 850-7.

# مقایسه اثر مصرف گلوکز و فروکتوز قبل از فعالیت شدید و امداده‌ساز بر میزان لاكتات و لاكتات دهیدروژنаз خون پسران نوجوان غیرورزشکار

۱ رضا میر، رضا دلاور، \*۲ شیلا نایبی فر

## خلاصه:

سابقه و هدف: مصرف کربوهیدرات قبل از فعالیت بدنی، با حفظ گلیکوژن، باعث عملکرد بهتر و آسیب‌های کمتر عضلانی می‌شود. هدف این مطالعه مقایسه اثر مصرف گلوکز و فروکتوز قبل از فعالیت بدنی بر میزان لاكتات و لاكتات دهیدروژناز پسران نوجوان غیرورزشکار بود.

مواد و روش‌ها: تحقیق حاضر، کارآزمایی بالینی، با یک گروه تجربی به صورت متقطع یکسو کور می‌باشد. جامعه آماری، دانش آموزان پسر (۱۷-۱۹ سال) شهر زاهدان بود که ۱۰ نفر به صورت هدفمند در دسترس انتخاب شدند. مرحله اول، خونگیری پس از ۳۰ دقیقه از مصرف محلول گلوکز (۷۵g در ۳۵۰cc آب) انجام شد؛ سپس فعالیت بدنی (دویندن روی ترمیم با شیب ۵ درصد و با شدت ۸۲ درصد ضربان قلب بیشینه) صورت گرفت و ۵ دقیقه پس از آن، مجدداً خونگیری انجام شد. ۱۰ روز بعد، مرحله دوم، برای فروکتوز اجرا شد. در هر دو مرحله، سطوح لاكتات و لاكتات دهیدروژناز قبل و بعد از فعالیت بدنی اندازه‌گیری شد. داده‌ها با روش تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری و  $t$  مستقل، با نرم‌افزار SPSS، نسخه‌ی ۱۹ آنالیز شدند ( $P \leq 0.05$ ).

نتایج: پس از فعالیت بدنی، متعاقب مصرف گلوکز ( $P < 0.001$ ) و فروکتوز ( $P < 0.001$ )، سطح لاكتات، افزایش یافت و بین سطوح لاكتات، متعاقب مصرف گلوکز و فروکتوز، تفاوتی مشاهده نشد ( $P = 0.062$ ). در سطح لاكتات دهیدروژناز، متعاقب مصرف گلوکز ( $P = 0.332$ ) و فروکتوز ( $P = 0.282$ )، تفاوتی مشاهده نشد و سطح لاكتات دهیدروژناز، متعاقب مصرف فروکتوز نسبت به مصرف گلوکز، افزایش یافت ( $P = 0.032$ ).

نتیجه‌گیری: بین سطوح لاكتات، پس از فعالیت بدنی، متعاقب مصرف گلوکز و فروکتوز، تفاوتی مشاهده نمی‌شود؛ ولی مصرف گلوکز نسبت به فروکتوز، قبل از فعالیت بدنی، احتمالاً می‌تواند از بروز آسیب‌های عضلانی، جلوگیری کند.

**واژگان کلیدی:** گلوکز، فروکتوز، اسید لاتکتیک، ال - لاكتات دهیدروژناز

دو ماننامه علمی - پژوهشی فیض، دوره بیست و پنجم، شماره ۲، خرداد - تیر ۱۴۰۰، صفحات ۸۵۷-۸۵۰

شواهدی مبنی بر ارتباط بین محتوای گلیکوژن عضله و تولید نیترو در انتقامات مکرر عضلانی، وجود دارد [۳]. در این خصوص ارتباط بین محتوای گلیکوژن عضلانی، رهاسازی کلسیم (Ca<sup>2+</sup>) از شبکه‌ی سارکوپلاسمی (SR) و جفت‌شدن تحریک - انتقام در ورزشکاران نخبه نشان داده شده است [۴]. از طرف دیگر نشان داده شده است که در تمرینات شدید و مسابقات سنگین ورزشی، با افزایش بار داخلی عضله، سطح اجرا کاهش می‌یابد [۵] و انتقامات شدید، باعث آسیب‌های عضلانی و پاسخ‌های التهابی می‌شود. اگرچه نشانگرهای این التهابات عضلانی، مانند لاكتات دهیدروژناز، پس از ۲۴ تا ۷۲ ساعت به بالاترین سطح خود می‌رسند؛ اما بالاصله پس از فعالیت شدید، در خون افزایش می‌یابند [۶]. خستگی عضلانی و آسیب‌های ناشی از انتقامات شدید عضلانی، پدیده‌های چندعاملی هستند که با افزایش عواملی همچون ADP، Pi، H<sup>+</sup> و کاهش رهایش Ca<sup>2+</sup> از شبکه‌ی سارکوپلاسمی (SR) و اختلال در جفت‌شدن تحریک - انتقام، ارتباط دارند [۷-۹]. از آنجایی که حفظ سطوح بالاتر گلیکوژن عضلانی، باعث عملکرد عضلانی بهتر و اختلالات متabolیکی کمتر در عضله می‌شود [۴]، پس این فرضیه منطقی به نظر می‌رسد که حفظ ذخایر گلیکوژنی عضله در حین

## مقدمه

اسید لاتکتیک یکی از عوامل اصلی ایجاد خستگی در جریان فعالیت شدید ورزشی محسوب می‌شود. اسید لاتکتیک تقریباً به طور کامل به لاكتات و هیدروژن تجزیه و موجب انباشت یون‌های هیدروژن در سلول‌های عضلانی می‌شود [۱]. با توجه به این که ظرفیت بافری بدن، غلظت یون هیدروژن را حتی در جریان ورزش‌های بسیار شدید، در سطح پایین نگه می‌دارد؛ با این وجود، همین تغییرات اندک در اسیدیته خون (PH)، اثر منفی بر تولید انرژی و انتقام‌های عضلانی دارد [۲].

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزش، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

۲. استادیار، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

\* لشان نویسلده مسئول؛ زاهدان، دانشگاه سیستان و بلوچستان، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، گروه علوم ورزشی

تلفن: ۰۹۱۵۱۴۱۲۲۴۲، دوzen@usb.ac.ir

پست الکترونیک: delavar@ped.usb.ac.ir  
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۵/۴  
تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۰/۲/۱۱

-۲ دهیدروژنаз، به عنوان یک نشانگر مهم در آسیب عضلانی و مقایسه اثر مصرف این دو قند قبل از فعالیت بدنی و امانده ساز بر سطوح لاکتان و لاکتان دهیدروژناز در نوجوانان بود.

### مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر یک کارآزمایی بالینی، با یک گروه تجربی به صورت متقارن یکسوکور بود که در بهار سال ۱۳۹۸ در دانشگاه سیستان و بلوچستان انجام شد. این تحقیق با رعایت کامل نکات اخلاقی انجام شد و با اخذ شناسه IR.USB.REC.1398.03 در مرکز ثبت کارآزمایی بالینی ایران، مورد تأیید قرار گرفت. جمعیت مورد مطالعه تحقیق حاضر، جوانان ۱۷ تا ۱۹ سال شهرستان زاهدان بودند که با توجه به در دسترس بودن دانش آموزان دبیرستان نمونه حضرت مهدی (عج) زاهدان، نمونه‌گیری به صورت هدفمند در دسترس از میان دانش آموزان این واحد آموزشی انجام شد. ابتدا با طرح فراخوان در دبیرستان نمونه حضرت مهدی (عج) شهرستان زاهدان، از دانش آموزان دعوت به عمل آمد تا در صورت تمایل در این پژوهش شرکت کنند. پس از گذشت یک هفته از فراخوان، کلیه اسامی و شماره تماس‌های داوطلبان اخذ شد. پس از اخذ رضایت‌نامه از والدین برای خون‌گیری از دانش آموزان و تعیین شاخص‌های ورود به مطالعه، مانند: عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی - عروقی، دیابت، آسم، نداشتن سابقه شکستگی در اندام‌ها، عدم مصرف هر نوع دارو و قرارگیری در دامنه سنی ۱۷ تا ۱۹ سال و البته عدم شرکت مرتبا در تمرینات رشته‌های مختلف ورزشی، در شش ماه گذشته به‌طوری که غیرورزشکار تلقی شوند، غربالگری شرکت‌کنندگان انجام شد و ۱۰ نفر از دانش آموزان انتخاب شدند. بر اساس جدول کohen، حجم اثر تحقیق حاضر با این تعداد نمونه، ۰/۸ و توان آزمون ۰/۹۳ می‌باشد. معیارهای خروج از پژوهش نیز رعایت نکردن توصیه‌های محقق و عدم حضور مرتبا در جلسات تمرین در ورزشگاه و همین‌طور عدم حضور مرتبا در جلسات خون‌گیری در آزمایشگاه، در نظر گرفته شد. شایان ذکر است که در مطالعه حاضر به علت عدم همکاری آزمودنی‌ها در ثبت و محاسبه دقیق غذای مصرفی در طول مدت زمان پژوهش، از آن‌ها خواسته شد که حداقل از مصرف هرگونه مکمل قندی و سایر فرآورده‌های حاوی قند و مصرف نمک اضافه و غذاهای پر کربوهیدرات‌ها در مدت زمان دو هفته انجام مداخله پرهیز کنند؛ در ضمن در مقدار و برنامه روزانه غذای مصرفی خود تغییری ایجاد نکنند. این کار با یادآوری‌های روزانه از طریق تماس تلفنی با آزمودنی‌ها، توسط محقق، کنترل شد.

فعالیت بدنی، باعث تأخیر در شروع خستگی و تعدیل آسیب‌های عضلانی شود. اثرات مفید مصرف کربوهیدرات‌ها قبل از فعالیت‌های ورزشی طولانی مدت (بیش از ۴۵ دقیقه) در مطالعات زیادی مورد بررسی قرار گرفته است [۱۰-۱۲]. این موضوع که در تمرینات ورزشی کوتاه‌مدت (کمتر از ۱۰ دقیقه)، ذخایر گلیکوژنی عضلات آنقدر کاهش نمی‌یابد که منجر به تأثیر بر اجرا شود، تمرکز بر تحقیقات روی فعالیت‌های کوتاه‌مدت شدید را کاهش داده است [۱۳]. اما از آنجایی که انجام فعالیت‌های ورزشی شدید، باعث ایجاد آسیب‌های عضلانی شده و نیز نشان داده شده است که بعد از تمرینات ورزشی شدید، با افزایش آسیب‌های عضلانی، عملکرد کاهش می‌یابد [۴]؛ نظر محققان، بر فعالیت‌های کوتاه‌مدت شدید معطوف شده است. به طوری که در همین راستا، Galloway و همکاران [۲۰۱۴] در تحقیق خود بر روی مردان غیرورزشکار، با عنوان مصرف کربوهیدرات قبل از ورزش و ظرفیت ورزش باشد بالا، اعلام کردند که زمان مصرف کربوهیدرات در انجام تمرینات ورزشی باشد بالا، مهم است [۱۳]. همین‌طور Aly و همکاران [۲۰۱۹] در تحقیق خود بر روی مردان دونده، بیان کردند که مصرف عسل (منبع غنی فروکتوز)، قبل از دوی ۱۵۰۰ متر (فعالیت کوتاه‌مدت شدید) باعث افزایش لاکتان و لاکتان دهیدروژنار شد [۱۴]. مطالعه‌ی ادبیات تحقیق حاضر نشان می‌دهد که بررسی‌های زیادی در این خصوص، بر روی بزرگسالان انجام شده است [۱۶-۱۳]؛ اما تحقیقات انجام‌شده بر روی نوجوانان در حال رشد که مشغول تمرینات شدید بدنی هستند، بسیار اندک می‌باشد [۱۷، ۱۸]. به همین دلیل، بسیاری از توصیه‌های تغذیه‌ای ورزشی بر اساس یافته‌های بزرگسالان حاصل شده است [۱۷]. این شکاف تحقیقاتی، می‌تواند باعث ایجاد سؤالات بی‌پاسخی در مورد عملکرد اجرایی در دوران نوجوانی و بزرگسالی شود [۱۹]. آیا باید همان دستورالعمل‌های مصرف کربوهیدرات‌ها و نوشیدنی‌های ورزشی بزرگسالان، برای نوجوانان توصیه شود؟ آیا باید همان غلظت نوشیدنی‌های ورزشی بزرگسالان، برای نوجوانان توصیه شود؟ دلایل احتمالی برای در نظر گرفتن سن بلوغ جهت مصرف کربوهیدرات‌ها قبل از فعالیت‌های بدنی، می‌تواند ناشی از تفاوت‌های متابولیکی و فیزیولوژیکی در مقایسه با بزرگسالان، مانند خطر بالاتر بیماری‌های مرتبط با گرما، پایین‌تر بودن فعالیت‌های آنزیمی (فعالیت کمتر فسفوفروکتوکیناز در کودکان) و اختلافات ذخایر گلیکوژنی، باشد [۱۷]. با توجه به آن‌چه بیان شد، به نظر می‌رسد این موضوع شایسته‌ی تحقیقات بیشتر می‌باشد. هدف از انجام این تحقیق، ۱- بررسی تأثیر مصرف قندهای گلوکز و فروکتوز قبل از فعالیت بدنی و امانده ساز بر سطوح لاکتان، به عنوان عامل اصلی خستگی عضلانی و لاکتان

۱۷ تا ۱۹ سال قابلیت اجرا دارد یا خیر، در ابتدا پیش از اجرای طرح تحقیق، ۳ نفر از آزمودنی‌ها به صورت پایلوت در سالن ورزشی معین دانشگاه سیستان و بلوچستان این پروتکل را با شدت مدنظر اجرا کردند و درنتیجه محقق از قابلیت اجرایی آن مطمئن شد و از آنجایی که این افراد از بین جوانان انتخاب شده بودند، بنابراین قابلیت اجرایی چنین پروتکلی در این نمونه‌ها چندان دور از ذهن نبوده است. در پایان برای تحلیل داده‌ها از روش  $t$  مستقل و همین طور جهت درک تغییرات درون‌گروهی از تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری مطالعه حاضر با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۹ انجام شد و سطح معناداری در مطالعه حاضر  $P < 0.05$  در نظر گرفته شده است.

### نتایج

مشخصات فردی آزمودنی‌ها در جدول شماره ۱ آمده است.  
**آزمون کلموگروف - اسپیرنوف** نشان داد که داده‌های هر دو شاخص لاکتان و لاکتان دهیدروژنانز دارای توزیع طبیعی می‌باشند. نتایج آزمون  $t$  مستقل نشان داد که سطوح لاکتان بین مصرف مکمل گلوکز و فروکوتوز تفاوت معناداری نداشتند ( $P = 0.62$ )؛ ولی سطوح لاکتان دهیدروژنانز بین مصرف مکمل گلوکز و فروکوتوز تفاوت معناداری با یکدیگر داشتند ( $P = 0.32$ ) (جدول شماره ۲). اختلاف میانگین‌ها در آزمون  $t$  مستقل نشان از افزایش بیشتر لاکتان دهیدروژنانز به دنبال مصرف فروکوتوز ( $0.84 \pm 0.06$ ) نسبت به مصرف گلوکز ( $0.5 \pm 0.06$ ) دارد.

جدول شماره ۱- ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

$\bar{X} \pm SD$	تعداد	متغیر
$17.90 \pm 0.73$	۱۰	سن (سال)
$1.78 \pm 0.03$	۱۰	قد (متر)
$72.80 \pm 10.6$	۱۰	وزن (کیلوگرم)
$22.84 \pm 3.27$	۱۰	شاخص توده بدن (کیلوگرم / متر مربع)

در مرحله نخست، آزمودنی‌ها پس از ۱۰ ساعت ناشتابی شبانه، در ساعت ۸ صبح در سالن ورزشی معین دانشگاه سیستان و بلوچستان حضور پیدا کردند. پس از گرم کردن با حرکات کششی سبک، مکمل گلوکز را به صورت محلول، ۷۵ گرم پودر گلوکز (شرکت دکستروز، ایران) در ۳۵۰ میلی لیتر آب [۲۰]، مصرف کردند. پس از ۵ دقیقه از مصرف گلوکز، خونگیری اوّل به میزان ۵ میلی لیتر از ورید بازویی دست راست هر آزمودنی در حالت نشسته و استراحت توسط متخصص آزمایشگاه بهوسیله آنبوکت انجام شد. سپس آزمودنی‌ها به انجام فعالیت و امانته‌ساز پرداختند و درنهایت لحظه‌ای که آزمودنی دیگر قادر به ادامه تست نبود، ۵ دقیقه منتظر ماند [۲۱] و خونگیری دوم انجام شد. مرحله دوم پژوهش، پس از گذشت ۱۰ روز دقیقاً همانند مرحله قبل انجام شد. آزمودنی‌ها مجدداً پس از ۱۰ ساعت ناشتابی شبانه به سالن ورزشی معین دانشگاه سیستان و بلوچستان مراجعه کردند و فروکوتوز (شرکت دکستروز، ایران) با دوز مشابه با گلوکز را مصرف کردند و سپس خونگیری سوم و چهارم، در شرایط مشابه با بخش اوّل پژوهش، تکرار شد. قابل ذکر است که در هر دو مرحله‌ی پژوهش، نمونه‌های خونی در لوله‌های مخصوص، جمع‌آوری گردید و پس از لخته شدن به سرعت (با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه) سانتریفیوژ گردیدند و سرم‌های به دست آمده، در لوله‌های مجرزا نگهداری شدند و همان روز مورد آزمایش قرار گرفتند. اندازه‌گیری لاکتان با استفاده از کیت آزمایشگاهی معتبر شرکت بایرکس فارس با کد BXCO622 و اندازه‌گیری لاکتان دهیدروژنانز به روش فتومتریک و با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون انجام شد.

### پروتکل تمرین

پروتکل تمرین با استناد به تحقیق Ventura و همکاران (۱۹۹۴) انجام شد [۲۲]؛ بدین صورت که هر آزمودنی ۸ کیلومتر دویدن بر روی تردمیل را با شب ۵ درصد و با شدت ۸۲ درصد ضربان قلب بیشینه انجام داد. لازم به ذکر است که آزمودنی‌ها برنامه گرم کردن و سرد کردن را به مدت ۱۰ دقیقه انجام دادند. در ضمن برای اطمینان از این که این پروتکل در جمعیت افراد غیرورزشکار با سن

جدول شماره ۲- مقایسه شاخص‌های لاكتات و لاكتات دهیدروژنаз در پس آزمون

	متغیر		
	گروه‌ها	زمان نمونه‌گیری	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد
۰/۰۶۲	لاكتات	پیش آزمون	۵۲/۶۱ $\pm$ ۷/۲۴
		پس آزمون	۹۳/۲۰ $\pm$ ۶/۴
	(میلی گرم در دسی‌لیتر)	پیش آزمون	۲۷/۵۰ $\pm$ ۴/۱
		پس آزمون	۷۱/۳۰ $\pm$ ۵/۲
۰/۰۳۲	LDH	پیش آزمون	۳۸۴/۷ $\pm$ ۹/۲
		پس آزمون	۴۲۳/۳ $\pm$ ۶/۲
	( واحد بین الملل بر لیتر)	پیش آزمون	۴۱۰/۴ $\pm$ ۷/۵
		پس آزمون	۴۲۶/۹ $\pm$ ۸/۱

 $(P \leq 0/05)$ 

لاكتات تفاوت معنادار مشاهده شد. (افزایش معنادار مقدار لاكتات حاصل شده است)، ولی بین مراحل پیش آزمون و پس آزمون پس از مصرف فروکتوز و گلوکز در سطوح لاكتات دهیدروژناز تفاوت معناداری مشاهده نشد (جدول شماره ۴).

نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری نیز نشان داد که بین مراحل اندازه‌گیری شاخص لاكتات و لاكتات دهیدروژناز تفاوت معناداری وجود دارد (جدول شماره ۳). به دنبال آن نتایج آزمون تعقیبی توکی حاکی از این بود که بین مراحل پیش آزمون و پس آزمون پس از مصرف گلوکز و فروکتوز در سطوح شاخص

جدول شماره ۳- نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری برای لاكتات و لاكتات دهیدروژناز

شاخص	منع تغییر	جمع مجددرات انجراهات از میانگین	درجه آزادی	میانگین مجددرات انجراهات از میانگین	F معنی داری
لاكتات	اثر تعاملی	۱۳۹۶۰۶/۰۴۰	۱	۱۳۹۶۰۶/۰۴۰	***
	خطا	۲۹۲/۸۶۰	۹	۲۶۳۵/۷۴۲	۴۷۶/۶۹
لاكتات	اثر تعاملی	۶۸۳۲۶۷۵/۶۰	۱	۶۸۳۲۶۷۵/۶۰۰	۰/۰۵
	خطا	۴۳۱۰/۵۴۴	۹	۳۸۷۹۴/۹۰۰	۴۷۶/۶۹

 $(P \leq 0/01)$ 

جدول شماره ۴- نتایج آزمون توکی برای مقایسه مراحل اندازه‌گیری لاكتات و لاكتات دهیدروژناز

متغیر	زمان اندازه‌گیری	تفاوت میانگین‌ها	سطح معناداری
لاكتات	پیش آزمون گلوکز	-	*
	پس آزمون گلوکز	-۳۶/۲۰۰	۰/۰۰۱
لاكتات	پیش آزمون فروکتوز	-	۰/۰۰۱
	پس آزمون فروکتوز	-۳۹/۸۹۰	
دهیدروژناز	پیش آزمون گلوکز	-	۰/۳۳۲
	پس آزمون گلوکز	-۱۶/۵	
دهیدروژناز	پیش آزمون فروکتوز	-	۰/۲۸۲
	پس آزمون فروکتوز	-۲۰/۷	

 $(P \leq 0/05)$ 

غیرورزشکار ۱۷ تا ۱۹ سال، تفاوت معناداری وجود ندارد. نتیجه پژوهش حاضر با نتایج Lagowska و همکاران (۲۰۱۷) و Riddel

تحقیق حاضر نشان داد که بین تأثیر مصرف گلوکز و فروکتوز قبل از فعالیت شدید بدنه، بر میزان لاكتات پسران

## بحث

آسیب‌دیدگی شود، از سلول خارج و وارد سرم می‌شود؛ به همین دلیل افزایش آن در سرم، شاخصی برای شناسایی آسیب عضلانی در نظر گرفته می‌شود [۲۹]. نتایج پژوهش حاضر با نتایج Aly و همکاران (۲۰۱۹) همسو [۱۴] و با نتایج Macongonde و همکاران (۲۰۱۵) ناهمسو [۳۰] می‌باشد. در آن پژوهش هر موش ۵ میکرومول بر گرم وزن بدن فروکتوز دریافت کرد. نتایج آن حاکی از این بود که سطح لاكتات دهیدروژناز در گروه تحت درمان، ۱۲ ساعت پس از دریافت فروکتوز نسبت به گروه کنترل، تفاوتی نداشته است. درباره تأثیر فروکتوز و مکمل‌های کربوهیدراتی بر سطوح لاكتات دهیدروژناز تحقیقات کمی انجام شده است؛ ولی به نظر می‌رسد مصرف گلوکز با افزایش ترشح انسولین همراه می‌باشد [۲۴] و انسولین از طریق کاهش میزان تجزیه پروتئین، باعث کاهش تخریب عضلانی پس از فعالیت مقاومتی می‌شود و از این طریق با محدود کردن تخریب عضلانی ناشی از فعالیت شدید بدنی، احتمالاً انتشار LDH را کاهش می‌دهد [۳۱]. همچنین اخیراً Lopes و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که مصرف فروکتوز باعث آسیب اکسیداتیو به لپیدها و پروتئین‌ها و دفاع آنتی‌اکسیدانی آنزیم در قشر مغز شده است [۳۲]. همین طور نشان داده شده است که فروکتوز می‌تواند با پاسخ‌های التهابی همراه باشد [۱۴]. بنابراین، احتمالاً افزایش LDH ناشی از مصرف فروکتوز در مقایسه با گلوکز ممکن است به دلیل استرس اکسیداتیو و یا پاسخ‌های التهابی باشد.

### نتیجه‌گیری

در مجموع با توجه به نتایج تحقیق حاضر می‌توان گفت که تفاوت معناداری بین مصرف مکمل‌های گلوکز و فروکتوز قبل از فعالیت بدنی شدید و امانده‌ساز، بر سطوح لاكتات و خستگی ناشی از آن مشاهده نشد؛ ولی مصرف گلوکز نسبت به مصرف فروکتوز قبل از فعالیت بدنی شدید، می‌تواند در پیشگیری از بروز آسیب‌های عضلانی احتمالی و یا تشدید آن، به ورزشکار کمک کند. با این وجود برای رسیدن به بهترین زمان استفاده از فروکتوز قبل از فعالیت شدید بدنی، نیاز به تحقیقات بیشتر می‌باشد.

### تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد آقای رضا میر می‌باشد و هیچ‌گونه پشتیبان مالی خارجی نداشته است. در این جا از آزمودنی‌های این تحقیق که دانش‌آموزان دیبرستان نمونه حضرت مهدی (عج) شهر زاهدان بودند، تشکر و قدردانی می‌کنیم.

و همکاران (۲۰۰۱)، همسو [۲۳، ۲۴] و با نتایج Rosset و همکاران (۲۰۱۷) ناهمسو [۲۵] بود. آن‌ها تأثیر مصرف گلوکز و فروکتوز، قبل از یک جلسه فعالیت بدنی بر تغییرات بعضی عوامل بیوشیمیایی خون مانند لاكتات را در مردان ورزشکار مقایسه و اعلام کردند که سطح لاكتات، پس از مصرف فروکتوز نسبت به سطح آن پس از مصرف گلوکز، بالاتر بود. بهنظر می‌رسد دلیل اختلاف نتایج تحقیق حاضر با نتایج Rosset و همکاران را بتوان در تفاوت پروتکل‌های دو تحقیق جستجو کرد. آزمودنی‌های تحقیق Rosset و همکاران، در طول ۲۴ ساعت قبل از فعالیت بدنی، در چند نوبت، گلوکز یا فروکتوز دریافت کردند؛ در حالی که در تحقیق حاضر، آزمودنی‌ها فقط یک نوبت و ۳۰ دقیقه قبل از شروع فعالیت بدنی، گلوکز یا فروکتوز دریافت کردند. نشان داده شده است برخلاف گلوکز که به راحتی توسط همه سلول‌های بدن جذب می‌شود، فروکتوز پس از مصرف، به کبد می‌رود و در کبد به گلوکز و لاكتات متابولیسم می‌شود [۲۶]. از طرفی نشان داده شده است که برخلاف گلوکز، متابولیسم فروکتوز در روده با تأخیر همراه است که اغلب هنگام ورزش باعث ناراحتی گوارشی مانند گرفتنگی روده‌ای می‌شود [۲۷]. البته لازم به توضیح است که هیچ کدام از آزمودنی‌های تحقیق حاضر پس از مصرف فروکتوز، هیچ موردی از ناراحتی‌های گوارشی را اعلام نکردند و همین طور در مقایسه با گلوکز، فروکتوز میزان اکسیداسیون کمتری دارد که احتمالاً دلیل آن سرعت جذب کمتر و ضرورت روند تبدیل آن به گلوکز، توسط کبد می‌باشد [۲۸]. از طرفی نشان داده شده است که زمان‌بندی مصرف کربوهیدرات‌ها قبل از فعالیت‌های بدنی شدید بر متابولیسم آن‌ها تأثیر دارد [۱۳]. ممکن است شکل مصرف و فاصله زمانی بین مصرف فروکتوز و شروع فعالیت بدنی، در تحقیق Rosset و همکاران، کمتر بودن جذب و کند بودن اکسیداسیون فروکتوز نسبت به گلوکز را جبران کرده، درنتیجه ضمن پر شدن بهتر و بیشتر ذخایر گلیکوژن سلول‌های عضلانی، تبدیل آن به لاكتات توسط کبد [۲۶]، باعث افزایش سطح لاكتات شده است. گام بعدی در تحقیق حاضر، بررسی اثر مصرف فروکتوز و گلوکز بر سطوح LDH آزمودنی‌ها بود و مشاهده شد، که سطح LDH متعاقب مصرف گلوکز تغییر معناداری نداشته است، ولی مصرف فروکتوز سبب افزایش سطح LDH شده است. لاكتات دهیدروژناز از بخش‌های زنجیره سنگین میوزین I و میوگلوبین) می‌باشد و یک مولکول سیتوپلاسمی محسوب می‌شود؛ به این معنی که در حالت عادی قابلیت عبور از سد غشای سارکوپلاسمی را ندارد و زمانی که غشای سارکوپلاسمی دچار

**References:**

- [1] Rahbarghazi ASM, Meamarbashi A. Survey on the effects of the caffeine consumption on the blood lactate responses followed by the exhaustive protocols in the elite young boy swimmers of the Tabriz City: University of Mohaghegh Ardabili 2017. [in Persian]
- [2] Rogero MM, Tirapegui J, Pedrosa RG, de Castro IA, de Oliveira Pires IS. Effect of alanyl-glutamine supplementation on plasma and tissue glutamine concentrations in rats submitted to exhaustive exercise. *Nutrition* 2006; 22(5): 564-71.
- [3] Ørtenblad N, Nielsen J. Muscle glycogen and cell function–location, location, location. *Scand J Med Sci Spor* 2015; 25: 34-40.
- [4] Ørtenblad N, Nielsen J, Saltin B, Holmberg HC. Role of glycogen availability in sarcoplasmic reticulum Ca<sup>2+</sup> kinetics in human skeletal muscle. *J Physiol* 2011; 589(3): 711-25.
- [5] Fornasiero A, Savoldelli A, Fruet D, Boccia G, Pellegrini B, Schena F. Physiological intensity profile, exercise load and performance predictors of a 65-km mountain ultra-marathon. *J Sport Sci* 2018; 36(11): 1287-95.
- [6] Da Ponte A, Giovanelli N, Antonutto G, Nigris D, Curcio F, Cortese P, et al. Changes in cardiac and muscle biomarkers following an uphill-only marathon. *Res Sports Med* 2018; 26(1): 100-11.
- [7] Clarkson PM, Hubal MJ. Exercise-induced muscle damage in humans. *Am J Phys Med Rehab* 2002; 81(11): S52-S69.
- [8] Debold EP, Fitts RH, Sundberg C, Nosek TM. Muscle fatigue from the perspective of a single crossbridge. *Med Sci Sport Exer* 2016.
- [9] Kano Y, Sonobe T, Inagaki T, Sudo M, Poole DC. Mechanisms of exercise-induced muscle damage and fatigue: Intracellular calcium accumulation. *J Phys Fit Sports Med* 2012; 1(3): 505-12.
- [10] Cermak NM, van Loon LJ. The use of carbohydrates during exercise as an ergogenic aid. *Sports Med* 2013; 43(11): 1139-55.
- [11] Jeukendrup AE, Killer SC. The myths surrounding pre-exercise carbohydrate feeding. *Ann Nutr Metab* 2010; 57(Suppl. 2): 18-25.
- [12] Temesi J, Johnson NA, Raymond J, Burdon CA, O'Connor HT. Carbohydrate ingestion during endurance exercise improves performance in adults. *J Nutr* 2011; 141(5): 890-7.
- [13] Galloway SD, Lott MJ, Toulouse LC. Preexercise carbohydrate feeding and high-intensity exercise capacity: Effects of timing of intake and carbohydrate concentration. *Int J Sport Nutr Exe* 2014; 24(3): 258-66.
- [14] Aly MO, Elgohary R, Tayel DI. The effect of honey supplementation formula on delaying some fatigue markers on 1500 meters runners with no impact on performance. *Int J Sport Sci* 2019; 9(3): 47-53.
- [15] Abbey EL, Rankin JW. Effect of ingesting a honey-sweetened beverage on soccer performance and exercise-induced cytokine response. *Int J Sport Nutr Exe* 2009; 19(6): 659-72.
- [16] Azevedo Jr JL, Tietz E, Two-Feathers T, Paull J, Chapman K. Lactate, fructose and glucose oxidation profiles in sports drinks and the effect on exercise performance. *PLoS One* 2007; 2(9): e927.
- [17] Montfort-Steiger V, Williams CA. Carbohydrate intake considerations for young athletes. *J Sport Sci Med* 2007; 6(3): 343.
- [18] Phillips SM, Turner AP, Gray S, Sanderson MF, Sproule J. Ingesting a 6% carbohydrate-electrolyte solution improves endurance capacity, but not sprint performance, during intermittent, high-intensity shuttle running in adolescent team games players aged 12–14 years. *Eur J Appl Physiol* 2010; 109(5): 811-21.
- [19] Best JR, Miller PH. A developmental perspective on executive function. *Child Dev* 2010; 81(6): 1641-60.
- [20] Hargreaves M, Costill DL, Fink W, King D, Fielding R. Effect of pre-exercise carbohydrate feedings on endurance cycling performance. *Med Sci Sports Exerc* 1987; 19(1): 33-6.
- [21] Mohebi H, Rahmaninia F, Arabmomeni A, Reyasi A, Marandi M. The effects of intermittent training and age on blood lactate (La) Level and lactate dehydrogenase enzyme (LDH) activity in male wistar rats. *J Jahrom Uni Med Sci* 2014; 12(4): 23-30.
- [22] Ventura JL, Estruch A, Rodas G, Segura R. Effect of prior ingestion of glucose or fructose on the performance of exercise of intermediate duration. *Eur J Appl Physiol* 1994; 68(4): 345-9.
- [23] Łagowska K, Podgórski T, Celińska E, Kryściak J. A comparison of the effectiveness of commercial and natural carbohydrate-electrolyte drinks. *Sci Sport* 2017; 32(3): 160-4.
- [24] Riddell M, Bar-Or O, Wilk B, Parolin M, Heigenhauser G. Substrate utilization during exercise with glucose and glucose plus fructose ingestion in boys ages 10–14 yr. *J Appl Physiol* 2001; 90(3): 903-11.
- [25] Rosset R, Lecoultrre V, Egli L, Cros J, Dokumaci AS, Zwygart K, et al. Postexercise repletion of muscle energy stores with fructose or glucose in mixed meals. *Am J Clin Nutr* 2017; 105(3): 609-17.
- [26] Fuchs CJ, Gonzalez JT, van Loon LJ. Fructose co-ingestion to increase carbohydrate availability in athletes. *J Physiol* 2019; 597(14): 3549-60.
- [27] Jeukendrup A. Efficacy of different carbohydrate sources to supply energy during exercise. *Med Spor* 2001; 5(4): 247-58.
- [28] Jandrain B, Pallikarakis N, Normand S, Pirnay F, Lacroix M, Mosora F, et al. Fructose utilization during exercise in men: rapid conversion of ingested

- fructose to circulating glucose. *J Appl Physiol* 1993; 74(5): 2146-54.
- [29] Callegari GA, Novaes JS, Neto GR, Dias I, Garrido ND, Dani C. Creatine kinase and lactate dehydrogenase responses after different resistance and aerobic exercise protocols. *J Hum Kinet* 2017; 58(1): 65-72.
- [30] Macongonde EA, Costa NL, Ferreira BK, Biella MS, Frederico MJ, Oliveira MRd, et al. Neurotoxic effects of fructose administration in rat brain: implications for fructosemia. *An Acad Bras Ciênc* 2015; 87(2): 1451-9.
- [31] Abdulla H, Smith K, Atherton PJ, Idris I. Role of insulin in the regulation of human skeletal muscle protein synthesis and breakdown: a systematic review and meta-analysis. Springer; 2016. p. 44-55.
- [32] Lopes A, Vilela TC, Taschetto L, Vuolo F, Petronilho F, Dal-Pizzol F, et al. Evaluation of the effects of fructose on oxidative stress and inflammatory parameters in rat brain. *Mol Neurobiol* 2014; 50(3): 1124-30.