



## **Response of Liver Enzymes to Bruce Exhaustive Test in Young Non-Athlete Men**

**Mahmoud Khodadoust**

MSc in Sport Physiology, Department of Sport physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Mohaghegh Ardabil University, Ardabil, Iran

**Marefat Siahkoohian**

Professor of Sport Physiology, Department of Sport physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Mohaghegh Ardabil University, Ardabil, Iran

**Seyed Hamed Ghiyami Taklimi\***

Ph.D. Student in Sport Physiology, Department of Sport physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Mohaghegh Ardabil University, Ardabil, Iran,  
hamedghiyami88@gmail.com

### **Abstract**

**Objectives:** Various studies have shown the effect of exercise on increasing serum liver enzymes, but the response of liver enzymes to the Bruce debilitating test is unclear. The present study was performed to evaluate the response of liver enzymes to the Bruce exhaustive test in young men.

**Methods:** In this quasi-experimental study, 16 young non-athlete men (age:  $21.3 \pm 1.71$  years, weight:  $70.7 \pm 10.57$  kg and body mass index:  $23 \pm 2.75$  kg / m<sup>2</sup>) were purposefully selected and divided into experimental and control groups (n = 8). The experimental group performed the Bruce protocol. Blood samples were collected before the test and 48 hours after the test. Data analysis was performed using independent and paired t-tests and analysis of covariance at the significance level of  $P \leq 0.05$ .

**Results:** The present study showed that there is a significant difference in ALT ( $P = 0.002$ ), AST ( $P = 0.02$ ) and ALP ( $P = 0.001$ ) levels between the experimental and control groups. Based on the findings of paired t-test, performing Bruce test in the experimental group led to significant changes in the post-test compared to the pre-test at the levels of ALT ( $P = 0.01$ ), AST ( $P = 0.02$ ) and ALP ( $P = 0.04$ ).

**Conclusion:** Performing the Bruce exhaustive test was associated with a significant Increase in AST, ALP and ALP. However, a definite statement about liver damage from an exhaustive workout requires further study.


**Keywords:** Bruce Test, Aspartate Aminotransferase, Alanine Aminotransferase, Alkaline Phosphatase, Non-Athlete Men.

### **Research Article**

**Cite this article:** Khodadoust, Siahkoohian & Ghiyami Taklimi (2023) Response of Liver Enzymes to Bruce Exhaustive Test in Young Non-Athlete Men, Sport Sciences & Health Promotion, Vol.1, NO.1, Fall & Winter 2023, 19-34

**DOI:** 10.30479/sshp.2023.18365.1002

**Received on** 30 January, 2023      **Accepted on** 19 December, 2023

© The Author(s). 

**Publisher:** Imam Khomeini International University.

**Corresponding Author:** Seyed Hamed Ghiyami Taklimi (hamedghiyami88@gmail.com)



## پاسخ آنزیم های کبدی به آزمون درمانده ساز بروس در مردان جوان غیرورزشکار

محمود خدادوست

کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

معرفت سیاهکوهیان

استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

سیدحامد قیامی تکلیمی\*

دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی،

اردبیل، ایران، hamedghiyami88@gmail.com

### چکیده

**هدف:** مطالعات تاثیر تمرینات مختلف بدنی بر تغییرات آنزیم‌های کبدی را تا حدودی بررسی کرده‌اند، اما پاسخ آنزیم‌های کبدی به آزمون درمانده ساز بروس بر سطوح آنزیم‌های کبدی کاملاً مشخص نیست. مطالعه حاضر به منظور بررسی پاسخ آنزیم‌های کبدی به آزمون درمانده ساز بروس در مردان جوان انجام شد.

**روش‌ها:** ۱۶ نفر از مردان جوان غیر ورزشکار با میانگین (سن:  $21/31 \pm 1/71$  سال، وزن:  $70/7 \pm 10/57$  کیلوگرم و شاخص توده بدن:  $23 \pm 2/75$  کیلوگرم بر مترمربع)، در یکی مطالعه نیمه تجربی به طور هدفمند انتخاب و در دو گروه تجربی و کنترل ( $n=8$ ) قرار گرفتند. گروه تجربی پروتکل بروس را اجرا نمودند. نمونه‌های خونی قبل از آزمون و ۴۸ ساعت بعد از آزمون جمع‌آوری شدند تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون‌های  $t$  مستقل و زوجی و آزمون تحلیل کوواریانس در سطح معنی‌داری  $P \leq 0/05$  انجام شد.

**یافته‌ها:** تحقیق حاضر نشان داد که اختلاف معناداری در سطوح ALT ( $P=0/002$ )، AST ( $P=0/02$ ) و ALP ( $P=0/001$ ) بین گروه تجربی و کنترل وجود دارد. بر پایه یافته‌های حاصل از آزمون زوجی، انجام تست بروس در گروه تجربی منجر به تغییرات معنادار در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون در سطوح ALT ( $P=0/01$ )، AST ( $P=0/02$ ) و ALP ( $P=0/04$ ) شده است.

**نتیجه‌گیری:** انجام تست درمانده ساز با افزایش معناداری در ALP، AST و ALP همراه بود. با این حال، اظهار نظر قطعی در رابطه با آسیب کبدی ناشی از یک جلسه تمرین وامانده ساز، نیاز به انجام مطالعه‌های بیشتر دارد.

**واژگان کلیدی:** تست بروس، آسپاراتات آمینو ترانسفراز، آلانین آمینو ترانسفراز، آلکالین فسفاتاز، مردان غیر ورزشکار.

### مقاله پژوهشی

\*استناد: خدادوست، سیاهکوهیان و قیامی تکلیمی (۱۴۰۲) پاسخ آنزیم های کبدی به آزمون درمانده ساز بروس در مردان جوان غیرورزشکار، دوفصلنامه علوم ورزشی و ارتقاء سلامت، مقاله پژوهشی، دوره ۱، شماره ۱، پیاپی ۱، پاییز و زمستان ۱۴۰۲، ۱۹-۳۴ تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۱۱/۱۰ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۲/۹/۲۸

ناشر: دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره) © حق مؤلف نویسندگان



## مقدمه

در سال‌های گذشته، تأثیر ورزش بر روی سیستم‌های مختلف بدن مورد بررسی قرار گرفته و تأثیرات مثبت آن بر قلب و دستگاه تنفسی، عصب، استخوان و عضله نشان داده شده است (کلارکسون و همکاران، ۲۰۰۶). مطالعات نشان می‌دهد که ضربه‌های عمدی و ناگهانی به بافته‌امی تواند منجر به اختلال در فعالیت آنزیم‌های پلازما شود. برخی مطالعات ارتباط آسیب عضلانی با ترشح آنزیم‌های عضلانی را تأیید کرده‌اند. محققان نشان دادند که آسپاراتات آمینو<sup>۱</sup> (AST)، آلانین آمینو ترانسفراز<sup>۲</sup> (ALT) و آلکالین فسفاتاز<sup>۳</sup> (ALP) آنزیم‌های حیاتی هستند و آسیب عضلانی را نشان می‌دهند. کبد یکی از ارگان‌های اصلی بدن است و از طریق آنزیم‌های مختلف هورمون‌ها و فعالیت‌های متابولیکی بدن را در حالت استراحت و در حین ورزش تنظیم می‌کند. فعالیت پلاسمایی آنزیم‌های کبد تحت تأثیر مدت، شدت، نوع و نحوه تمرین قرار دارد (سلیمانی و همکاران، ۲۰۱۰) در شرایط طبیعی، کبد ۲۷ درصد از مقدار خون در گردش را دریافت می‌کند، اما جریان خون به کبد در نتیجه یک تمرین سنگین ۵٪ کاهش می‌یابد (پرافاستروم و همکاران، ۲۰۱۰). کاهش طولانی‌مدت جریان خون در کبد ممکن است عواقب نامطلوبی از جمله خستگی ناشی از فعالیت مداوم ایجاد کند. کبد حساس‌ترین بافت به استرس اکسیداتیو ناشی از ورزش است (سلیمانی و همکاران، ۲۰۱۰). در حین تمرین بدنی کبد در معرض محرک‌هایی مانند افزایش دمای بدن، تشکیل گونه‌های فعال اکسیژنی، توقف گردش خون و کاهش گلیکوژن قرار می‌گیرد. نتایج بعضی از تحقیقات نشان داده است، که تمرین بدنی حمایت کبدی در برابر تنش‌های مختلف محیطی و فیزیولوژیک مانند سرما، گرما و هیپوکسی، ایسکمی و تخلیه انرژی را افزایش می‌دهد و انجام تمرینات منظم و آمادگی بدنی جهت پیشگیری از بیماری‌های کبدی توصیه شده است (ایکرفونا و همکاران، ۲۰۱۴). سلول‌های کبدی به عنوان سلول‌های پیچیده متابولیکی حاوی مقادیر بالایی از آنزیم‌ها هستند. مطالعات نشان داده‌اند که بهترین شاخص‌ها برای ارزیابی وضعیت کبد آنزیم‌های AST، ALT و ALP می‌باشند (امیرالت و همکاران، ۲۰۱۹). نتایج مطالعات نشان می‌دهند که این آنزیم‌ها از طریق LFT<sup>۴</sup> تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله شاخص توده بدنی (اسمیت و همکاران، ۲۰۱۲)، سن (سوزا و همکاران، ۲۰۰۶)، عوامل ژنتیکی (الینا و همکاران، ۲۰۰۸) و عوامل محیطی قرار می‌گیرند؛ این پروتئین‌ها جنبه‌های مختلفی عملکرد طبیعی کبد را نشان می‌دهند، سطوح طبیعی ALT یا AST نشان‌دهنده بی‌نقص بودن سلول‌های کبدی و سطوح طبیعی ALP نشان‌دهنده تولید و ترشح کافی آلومین

1. Aspartate transaminase
2. Alanine aminotransferase
3. alkaline phosphatase
4. Liver Function Test

برای ساخت پروتئین می‌باشد (رحمیجلو و همکاران، ۲۰۰۹). آمینوترانسفرازها به طور طبیعی در انواع مختلفی از بافت‌ها مانند کبد، قلب، کلیه‌ها، ماهیچه‌ها، استخوان‌ها و مغز وجود دارند. اگر هریک از این بافت‌ها آسیب دیده باشد، این آنزیم‌ها در گردش خون قرار می‌گیرند (کیلی و همکاران، ۲۰۰). این بدان معنی است که در کبد و سایر بافت میزان آنزیم در این افراد افزایش یافته و ورزش می‌تواند تقریباً بر همه این بافت‌ها تأثیر بگذارد. مطالعات متعددی تغییرات غلظت آنزیم سرم بعد از فعالیت‌های ورزشی را مورد بررسی قرار داده‌اند. در یکی از این مطالعات، پس از دویدن طولانی مدت، فعالیت AST و ALT به ترتیب تا پنج برابر و سه برابر افزایش یافته است (کاوانا و همکاران، ۲۰۰۹). اسکندری و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که آسیب کبدی و عضلانی، بعد از ۲۴۶ کیلومتر دویدن، باعث افزایش AST و ALT می‌شود (اسکندری و همکاران، ۲۰۰۶). سوزوکی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۶) تغییرات آنزیم‌های کبدی در مسابقات سه‌گانه را مورد بررسی قرار دادند. این مسابقات شامل ۳/۸ کیلومتر شنا، ۱۸۰ کیلومتر دوچرخه‌سواری و ۴۲/۲ کیلومتر دویدن بود. نتایج نشان داد فعالیت پلاسمایی ALT و AST دو روز بعد از مسابقه بالا رفت اما فعالیت ALP پلازما بلافاصله بعد از مسابقه نسبت به قبل از آن کمتر بود. علاوه بر این، فعالیت پلاسمایی ALT و AST بعد از مسابقات سه‌گانه فوق نسبت به ماراتن کمتر بود. این پژوهشگران پیشنهاد کردند که احتمالاً مدت تمرین، بر این متغیرها اثرگذار بوده است (سوزوکی و همکاران، ۲۰۰۶). در تحقیق دیگری کلارکسون<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی ۵۰ انقباض بیشینه اکستریک در عضله خم کننده آرنج، قبل و پس از تمرین آمودنی‌ها، دریافتند مقادیر ALT و AST پس از تمرین افزایش یافته است (کلارکسون و همکاران، ۲۰۰۶).

میر و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی تأثیر ۸ هفته فعالیت استقامتی بر روی آنزیم‌های کبدی به این نتیجه رسیدند که فعالیت بدنی طولانی مدت منجر به کاهش معنی‌داری در فعالیت‌های آنزیمی ALT و AST می‌شود (میر و همکاران، ۲۰۱۲). با این حال، در مطالعه بیژه و همکاران (۲۰۱۳)، سطح ALT و AST پس از ۸ هفته ورزش شنا در بین زنان سالم مورد بررسی قرار گرفت و در این مطالعه، هیچ تغییر مهمی مشاهده نشد (بیژه و همکاران، ۲۰۱۳). علاوه بر این، گزارش شده است که پس از یک تمرین متوسط و با شدت زیاد، کاهش حجم ادرار و کاهش چشمگیر در جریان پلازما کلیه و میزان فیلتراسیون گلومری<sup>۳</sup> مشاهده می‌شود (وینبرگر و همکاران، ۲۰۰۹). نتایج مطالعه روی موش‌های بزرگسال، نشان داده است که با ۳ جلسه تمرین دویدن روی شیب منفی (اکستریک)، افزایش معنی‌داری در سطوح آنزیم‌های ALT و AST به وجود می‌آید (بیژه و همکاران، ۲۰۱۳). برگر مونونکا<sup>۴</sup> و همکارانش (۲۰۱۴) تغییرات آنزیم‌های کبدی را روی

- 
1. Suzuki
  2. Clarkson
  3. Gomerular filtration
  4. Burger-Mendonça

ورزشکاران سه گانه برزیلی نیم ساعت بعد از مسابقه سنگین بررسی نمودند و دریافتند که سطح ALT و AST بعد از مسابقه به طور معنی داری افزایش یافته است ولی میزان آنزیم ALT بعد از رقابت تغییر چشمگیری نداشته است (برگر و همکاران، ۲۰۰۸). گرچه پرفاسترون<sup>۱</sup> و همکارانش تاثیر ورزش شدید بر تغییرات بیوشیمیایی و بافت شناسی در کبد و پانکراس موش ها مطالعه نمودند؛ نتایج نشان می دهد که تمرین شدید با ۷۵٪ تا ۹۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی موجب افزایش چشمگیری در میزان AST و ALT دارد (پرفاستروم و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین اکون<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۷) تاثیر یک جلسه بازی فوتبال بر تغییرات آنزیم های کبدی دانشجویان را بررسی کردند؛ نتایج نشان داد رویداد ورزشی فوتبال با افزایش مقادیر پلاسمایی اوره، کراتینین، AST و ALP همراه است. از طرف دیگر، رابطه ای منفی اما ناچیز بین اوره قبل از ورزش و ALP بعد از ورزش و اوره قبل از ورزش با AST بعد از ورزش وجود داشت (اکون و همکاران، ۲۰۱۹). با وجود مطالعات بررسی ها در میدان ورزش نشان می دهد ورزشکاران و مربیان، علاقه مند به انجام تمرینات متوالی و شدید هستند، بدون آنکه در تنظیم بازیافت مناسب دقت کنند. به علاوه نسبت به بروز آسیب ها و آزاد شدن آنزیم های مختلف ناشی از بیش تمرینی که نشان دهنده تغییرات مهمی در داخل بدن است، توجه ندارند (بشیری و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین اکثر مطالعات به بررسی تغییرات در فعالیت استقامتی پرداخته اند. از طرفی مطالعات محدودی پاسخ آنزیم های کبدی به فعالیت درمانده ساز را بررسی کرده اند که نتایج ضد و نقیص بوده است. نتایج این مطالعه به منظور ارزیابی اثر کوتاه مدت ورزش درمانده ساز بر پاسخ آنزیم های کبدی طراحی شده است.

## روش پژوهش

تحقیق حاضر از نظر هدف از نوع تحقیقات کاربردی و از نظر روش شناسی، نیمه تجربی است که شامل پیش آزمون و پس آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری تحقیق حاضر را دانشجویان پسر سالم غیرفعال ۲۰ تا ۲۳ ساله ای تشکیل می دادند که تا شش ماه قبل از اجرای تحقیق فاقد هرگونه فعالیت منظم ورزش بودند. نمونه آماری این تحقیق ۱۶ دانشجوی غیرفعال از دانشگاه های مختلف می باشند که با توجه به معیارهای ورود به پژوهش داوطلبانه و به صورت در دسترس انتخاب شدند و به طور تصادفی در دو گروه همگن ۸ نفری گروه تجربی و گروه کنترل جایگزین شدند. قبل از مراحل پژوهش، کلیه شرایط آزمون به طور دقیق در یک جلسه توجیهی توضیح و فرم رضایت نامه و پرسشنامه ها به آزمودنی ها داده شد. معیارهای ورود به مطالعه شامل دانشجویان غیرفعال با در نظر گرفتن معیارهای سن، وزن، شاخص توده بدنی، درصد چربی، نداشتن سابقه بیماری و آسیب دیدگی قبلی (با استفاده از پرسش نامه سلامت) و حداکثر تلاش

1. Praphatsorn

2. Ekun

بدنی و ارزیابی فشارخون (فشارخون حالت استراحتشان از ۶۰ تا ۹۰ و ۸۵ تا ۱۳۰ باشد) انتخاب شد. معیارهای خروج از مطالعه به عنوان بیماری‌های ژنتیکی، متابولیک یا غدد درون‌ریز و بیماری قلبی و ریوی، هیپاتیت خود ایمنی و سوء مصرف مواد بیمارمان مبتلا به دیابت قند شناخته شد. رضایت آگاهانه از کلیه آزمودنی‌ها برای شرکت به عنوان داوطلب اخذ شد. حداکثر ضربان قلب با استفاده از مانیتور با حسگر ضربان قلب پلار<sup>۱</sup> کنترل می‌شود. همچنین حداکثر ضربان قلب افراد با استفاده از معادله کارونن برای هر نفر محاسبه شد. کلیه‌ی آزمون‌ها و اندازه‌گیری‌ها در آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه محقق اردبیلی زیر نظر مربی تربیت‌بدنی (محقق) انجام شد.

### برنامه تمرین

پروتکل درمانده‌ساز بروس<sup>۲</sup>: در پژوهش حاضر، قبل از اجرای فعالیت درمانده‌ساز بروس آزمودنی‌ها ۵ دقیقه گرم کردند (اکبرنژاد و همکاران، ۲۰۰۶). فعالیت بروس شامل ۷ مرحله بود که مدت زمان هر مرحله ۳ دقیقه است و با شیب ۱۰ درصد و سرعت ۲/۷ کیلومتر بر ساعت اجرا شد. در هر مرحله طبق پروتکل بروس، بر سرعت و شیب دستگاه افزوده شد و در پایان زمان آن ثبت گردید. در این مطالعه برای انجام فعالیت بروس از نوار گردان HP-Cosmos ساخت کشور آلمان استفاده شد.

روش اندازه‌گیری ترکیب بدنی شرکت‌کنندگان: برای اندازه‌گیری ترکیب بدنی شرکت‌کننده‌ها از دستگاه تحلیل‌گر ترکیب بدنی<sup>۳</sup> مدل OMRON BF500 ساخت کشور آلمان استفاده شد. با استفاده از قد سنج SECA (با دقت ۰/۱ سانتی‌متر)، قد شرکت‌کننده‌ها اندازه‌گیری شد و هنگامی‌که شرکت‌کنندگان روی دستگاه قرار گرفتند، با وارد کردن جنسیت، قد و سنجش وزن بدن؛ شاخص توده بدنی و درصد چربی بدن توسط دستگاه ثبت گردید (اکبرنژاد و همکاران، ۲۰۰۶).

### نمونه‌گیری خونی

آزمودنی‌ها ۴۸ ساعت قبل از آزمایش هیچ‌گونه تمرینی انجام ندادند و ۱۲ ساعت قبل از آزمایش ناشتا بودند. در این مطالعه، سطوح سرمی آلانین آمینوترانسفراز، آسپارات آمینوترانسفراز و آلکالین فسفاتاز توسط کیت‌های (Biosystem S.A، بارسلونا، اسپانیا) به عنوان نشانگر آسیب کبدی قبل از تست و ۴۸ ساعت پس از تست (برای جلوگیری از اثرات حاد تمرین ورزشی) توسط تکنسین علوم آزمایشگاهی انجام و از طریق روش اسپکتروفوتومتری

- 
1. Polar
  2. Bruce's exhaustive protocol
  3. Body composition analyzer

پاسخ آنزیم های کبدی به آزمون درمانده ساز بروس در مردان جوان غیرورزشکار/۲۵

اندازه گیری شد. حدود ۵ میلی لیتر خون از ورید بازویی آزمودنی ها گرفته شد. همه اندازه گیری ها، در شرایط یکسان (ساعت ۱۰-۱۱/۳۰ صبح، دمای ۲۶ تا ۲۸ درجه سانتی گراد) انجام شد. شایان ذکر است گروه کنترل نیز هم زمان با گروه آزمایش خون گیری را انجام دادند.

## روش آماری

به منظور تجزیه و تحلیل آماری، وضعیت طبیعی داده ها (میانگین و انحراف استاندارد) از آزمون کلموگروف- اسمیرنوف و برای بررسی تغییرات درون-گروهی از آزمون t زوجی، همچنین از آزمون کوواریانس جهت مقایسه نتایج پس آزمون گروه ها استفاده شد. تحلیل های آماری در سطح معنی داری ۰/۰۵ با استفاده از نرم افزارهای آماری spss (نسخه ۲۴) انجام شد.

## یافته ها

بر اساس پژوهش میانگین سن، قد، وزن، درصد چربی، شاخص توده ی بدنی و فشارخون در گروه کنترل ( $20 \pm 1/50$  سال)، ( $172/25 \pm 5/88$  سانتی متر)، ( $65/87 \pm 8/35$  کیلوگرم)، ( $12/85 \pm 5/24$  درصد)، ( $22/00 \pm 1/27$  شاخص توده بدنی) و ( $110/5 \pm 10$  فشارخون) و در گروه تجربی ( $22/62 \pm 1/93$  سال)، ( $176/00 \pm 4/92$  سانتی متر)، ( $75/62 \pm 12/80$  کیلوگرم)، ( $13/00 \pm 1/29$  درصد)، ( $24/00 \pm 3/00$  شاخص توده بدنی)، ( $24/00 \pm 3/00$  فشارخون) بود و (اختلاف معنی داری بین هیچ یک از ویژگی های فردی و فیزیولوژیکی مشاهده نشد (جدول ۱).

جدول ۱ ویژگی های فردی و فیزیولوژیکی آزمودنی ها

متغیر	گروه کنترل (X±SD)	گروه تجربی (X±SD)	P
سن (سال)	$20 \pm 1/50$	$22/62 \pm 1/93$	$P > 0/05$
قد (سانتی متر)	$172/25 \pm 5/88$	$176/00 \pm 4/92$	
وزن (کیلوگرم)	$65/87 \pm 8/35$	$75/62 \pm 12/80$	
درصد چربی (درصد)	$12/85 \pm 5/24$	$13/00 \pm 1/29$	
شاخص توده ی بدنی ( $Kg/m^2$ )	$22 \pm 1/27$	$24 \pm 3/00$	
فشارخون Mm/hg	$110/5 \pm 3/2$	$112/5 \pm 2/3$	

همان طور که در جدول مشخص شده است، نتایج آزمون آماری t مستقل نشان داد که آزمودنی ها از نظر ویژگی های بدنی و فیزیولوژیکی تفاوت معنی داری ندارند ( $p > 0/05$ ).

جدول ۲: نتایج آزمون تحلیل واریانس و t زوجی به منظور بررسی اثرات درون گروهی و بین گروهی

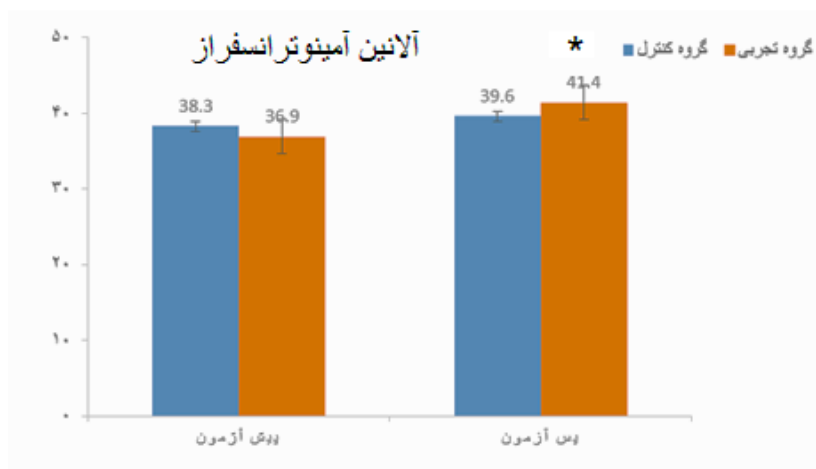
متغیر	گروه	پیش آزمون X±SD	پس آزمون X±SD	اختلاف میانگین	P درون گروهی		P بین گروهی	
					sig	t	sig	F
ALT (U/L)	کنترل	۳۸/۳ ± ۱۷/۶	۳۹/۶ ± ۱۷/۶	۱/۳	-۱/۲۶	۰/۲۰	۲/۲۶	#. / .۰۰۲
	تجربی	۳۶/۹ ± ۱۶/۴	۴۱/۴ ± ۱۷/۲	۴/۵	-۰/۹۶	۰/۰۱*		
AST (U/L)	کنترل	۳۲ ± ۷/۱	۳۱/۶ ± ۷/۶	-۰/۴	۰/۹۸	۰/۰۹	۱/۸۱	#. / .۰۲
	تجربی	۲۹/۷ ± ۹	۳۳/۹ ± ۴/۴	۴/۲	۱/۵۳	۰/۰۲*		
ALP (U/L)	کنترل	۱۸۷/۴ ± ۴۲/۳	۱۸۸/۳ ± ۳۴	۰/۹	۱/۱۷	۰/۱۵	۱/۹۴	#. / .۰۰۱
	تجربی	۱۸۸/۵ ± ۴۸/۱	۱۹۸/۱ ± ۳۵/۷	۹/۶	-۲/۰۶	۰/۰۴*		

\* تفاوت معنادار بین پیش آزمون و پس آزمون ( $P \geq 0.05$ )

# تفاوت معنادار بین گروهها ( $P \geq 0.05$ )

آزمون کوواریانس جهت مقایسه نتایج پس آزمون گروهها و بررسی تفاوت‌های بین گروهی استفاده شده که از نظر میانگین ALT ( $p=0.002$ )، AST ( $p=0.02$ ) و ALP ( $p=0.15$ ) بین گروهها اختلاف معناداری وجود داشت (جدول ۲). همچنین آزمون t زوجی نشان داد تفاوت‌های معنی داری در میزان ALT ( $p=0.01$ )، AST ( $p=0.02$ ) و ALP ( $p=0.04$ ) بین گروههای کنترل و تجربی نشان داد.

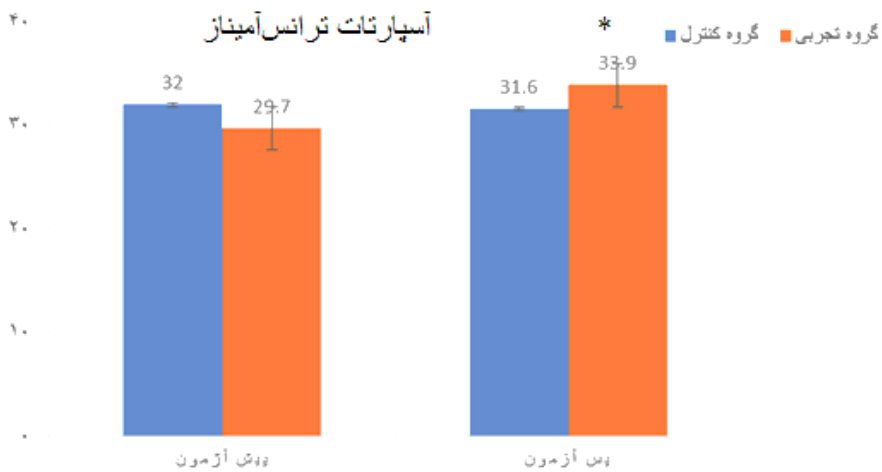
نمودار ۱: تغییرات ALT (U/L)



\* نشان‌دهنده تغییرات بین گروهی است

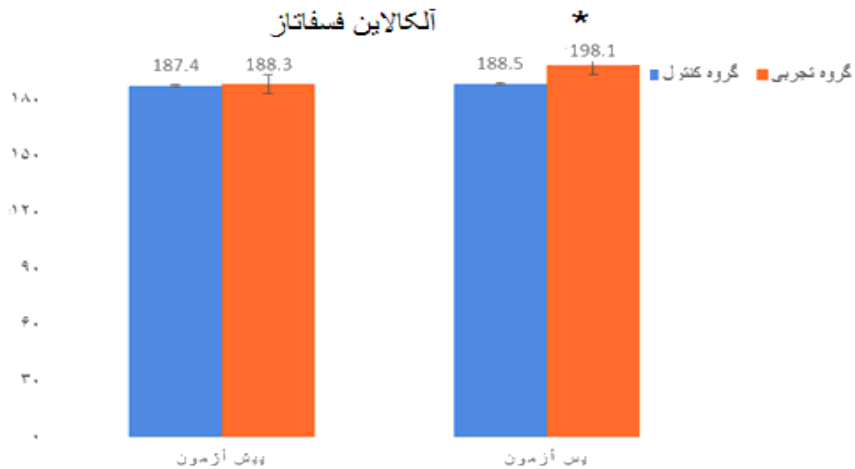


پاسخ آنزیم های کبدی به آزمون درمانده ساز بروس در مردان جوان غیرورزشکار/۲۷



نمودار ۲: تغییرات AST (U/L)

\* نشان دهنده تغییرات بین گروهی



نمودار ۳: تغییرات ALP (U/L)

\* نشان دهنده تغییرات بین گروهی است

## بحث

ورزش بسته به شدت آن اثرات مفیدی و مضر بر کبد دارد. ورزش متوسط باعث افزایش متابولیسم مواد مغذی و ظرفیت آنتی‌اکسیدان می‌شود (شفارد و همکاران، ۲۰۱۵). با این حال، آسیب سلول‌های کبدی پس از ورزش درمانده ساز گزارش شده است (پیترسون و همکاران، ۲۰۰۸). این مطالعه تغییرات قابل توجهی در سطح برخی از آنزیم‌های کبدی پس از یک تمرین با شدت بالا مشاهده کرد. نتایج نشان داد که تست بروس باعث افزایش معنادار سطح ALP در گروه تجربی در مقایسه با مقادیر قبل از تست شده است. همچنین گروه کنترل بدون تغییر چشمگیری ثابت باقی ماند. همچنین بین دو گروه کنترل و تجربی از نظر تغییرات سطح آنزیم کبدی ALP اختلاف معنی‌داری وجود داشت. این نتیجه همسو با یافته‌های برگر و همکارانش (۲۰۰۸) مبنی بر افزایش میزان ALP بر روی سه‌گانه کارهای برزیلی بعد از یک مسابقه نیمه حرفه‌ای همخوانی داشت (برگر و همکاران، ۲۰۰۸). به همین ترتیب در مطالعه ایکمیفونا<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۴) سطح ALP بالاتری در مقادیر بعد از تمرین در مقایسه با قبل از تمرین مشاهده شد (ایکمیفونا و همکاران، ۲۰۱۴). فعالیت بالاتر ALP پلازما مشاهده شده در افراد بعد از تمرین نسبت به قبل از ورزش ممکن است در نتیجه کاهش حجم پلاسمای خون باشد که در طول ورزش به دلیل افزایش عرق کردن، افزایش دمای بدن یا انقباض طحال اتفاق می‌افتد. این نتایج ممکن است با تراوش ALP از سلول‌های عضلانی آسیب‌دیده یا افزایش توده استخوانی در افراد فعال از نظر جسمی همراه باشد (رینهارت و همکاران، ۲۰۱۶). با توجه به افزایش تولید انرژی هنگام فعالیت ورزشی و افزایش تولید انرژی هوازی، افزایش مقادیر ALP بدون دلیل پاتولوژیکی کبدی و استخوانی می‌تواند افزایش یابد. بنابراین، افزایش ALP پس از فعالیت ورزشی می‌تواند نشان دهنده افزایش فعالیت گلوکونئوزتری کبد و پراکسیداسیون چربی ناشی از شدت و مدت فعالیت ورزشی باشد (اکون و همکاران، ۲۰۱۷). برخلاف یافته‌های پژوهش حاضر برخی مطالعه‌ها نیز عدم تغییر میزان آنزیم ALP در اثر فعالیت‌ها و تمرین‌های ورزشی را گزارش کرده‌اند. سوزوکی و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی تغییرات آنزیم‌های کبدی را در مسابقات سه‌گانه نشان دادند که فعالیت ALP پلازما بلافاصله بعد از مسابقه نسبت به قبل از آن کمتر بود. شاید علت همسو نبودن با تحقیق سوزوکی به دلیل ورزشکار بودن و نوع رشته ورزشی بوده است. این پژوهشگران پیشنهاد کردند که احتمالاً مدت تمرین، بر این متغیرها اثرگذار بوده است (سوزوکی و همکاران، ۲۰۰۶). خورشیدی و همکارانش (۱۳۹۰) نشان دادند که ۱۰ هفته تمرین هوازی، تأثیر معنی‌داری بر غلظت‌های سرمی ALP

1. Ikemefuna

ندارد (خورشیدی و همکاران، ۱۳۹۰). همچنین رضایی و همکارانش (۲۰۱۱) نشان دادند که ۸ هفته برنامه تمرین هوازی تأثیر معنی داری بر روی آنزیم ALP مردان ندارد (رضایی و همکاران، ۲۰۱۱). مغایرت نتیجه این پژوهش با تحقیقات خورشیدی و رضایی احتمالاً به دلیل ماهیت برنامه‌های ورزشی طولانی مدت می‌باشد. یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد در گروه تجربی در مرحله پس‌آزمون بعد از انجام تست میزان ALP، بیشتر از پیش‌آزمون بوده و احتمالاً می‌توان نتیجه گرفت که بلافاصله بعد از فعالیت افزایش چشمگیرتر بوده است و زمان تأثیر معنی داری در افزایش میزان آنزیم دارد. همچنین مشاهده شد که انجام تست درمانده ساز بروس موجب تغییرات معنی داری بر میزان آنزیم‌های کبدی AST و ALT در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل شده است این نتیجه با یافته‌های سوزوکی و همکاران (۲۰۰۶) مبنی بر افزایش میزان ALT و AST پس از انجام مسابقه سه‌گانه (۳/۸ کیلومتر شنا، ۱۸۰ کیلومتر دوچرخه‌سواری و ۴۲/۲ کیلومتر دویدن) همخوانی دارد. آن‌ها گزارش کردند که فعالیت پلاسمایی ALT و AST بعد از مسابقات سه‌گانه فوق نسبت به ماراتن کمتر بود است که این یافته نشان می‌دهد که احتمالاً "متغیر مدت تمرین، بر میزان فعالیت ALT و AST اثرگذار بوده است (سوزوکی و همکاران، ۲۰۰۶). همچنین کلارکسون و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی مقادیر ALT و AST پس از تمرین مقاومتی (۵۰ انقباض بیشینه اکسترنیک در عضله خم کننده آرنج) مشاهده کردند که مقادیر این آنزیم‌ها افزایش یافته است (کلارکسون و همکاران، ۲۰۰۶). همچنین در مطالعه‌ای اسکندری و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند مقادیر ALT و AST بعد از ۲۴۶ کیلومتر دویدن، افزایش یافته است (اسکندری و همکاران، ۲۰۰۶). نتایج این تحقیق با یافته‌های آدیداپو<sup>۱</sup> و همکارانش (۲۰۰۹) افزایش آنزیم ALT را در تمرینات ورزشی متوسط و شدید نشان دادند (آدیداپو و همکاران، ۲۰۰۹) که همسو با یافته‌های وو<sup>۲</sup> و همکارانش (۲۰۰۴) مبنی بر افزایش آنزیم ALT پس از مسابقات ۲۴ ساعته‌ی فوق ماراتون بود (وو همکاران، ۲۰۰۴). پترسون و همکاران (۲۰۱۴)، با بررسی آنزیم‌های کبدی ALT و AST بعد از گذشت هفت روز از فعالیت افزایش در میزان آنزیم‌ها را گزارش کردند (ایکمیفونا و همکاران، ۲۰۱۴). یافته‌های پرافاسترون و همکارانش با مطالعه حاضر مبنی بر افزایش چشمگیر ALT و AST پس از فعالیت موش‌ها که با ۷۵ تا ۹۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی انجام شد همخوانی دارد. رضایی و همکارانش (۲۰۱۳) گزارش کردند با ۳ جلسه تمرین دویدن روی شیب منفی (اکسترنیک)، افزایش معنی داری در سطوح آنزیم‌های ALT, AST به وجود می‌آید که همسو با مطالعه حاضر است. همچنین اکون و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که انجام یک بازی فوتبال در سطح حرفه‌ای باعث افزایش آنزیم‌های ALP و AST در کبد می‌شود که همسو با مطالعه حاضر بود (اکون و

1. Adedapo

2. Wu

همکاران، ۲۰۱۷). برخلاف یافته‌های مطالعه‌ی حاضر برخی پژوهش‌ها نیز عدم تغییر و یا کاهش میزان آنزیم AST و ALT در اثر فعالیت‌ها و تمرین‌های ورزشی را گزارش کرده‌اند. یافته‌های بیژه و همکاران (۲۰۱۳) مبنی بر اینکه ALT و AST پس از ۸ هفته ورزش شنا هیچ تغییری نکرده مغایرت دارد که دلیل ناهمسو بودن احتمالا تفاوت نوع فعالیت ورزشی در مطالعات است. در مطالعه‌ای دیگر کیم و همکارانش دادند که ۱۲ هفته تمرین استقامتی بر روی میزان آنزیم ALT نوجوانان چاق تاثیر معنی‌داری ندارد که این مطالعه هم با مطالعه حاضر همسو نیست. (کیم و همکاران، ۲۰۱۱). علت ناهمسو بودن تحقیق کیم احتمالا نوع آزمودنی‌ها می‌باشد. در مطالعه‌ای گائینی و همکارانش (۲۰۱۳) نشان دادند که یک دور تمرین تناوبی با شدت بالا در بازیکنان نخبه فوتبال میزان آنزیم ALT را افزایش نمی‌دهد که با مطالعه حاضر همسو نبود (گائینی و همکاران، ۲۰۱۳). از جمله دلایل ناهمسو بودن تحقیق گائینی با مطالعه حاضر میزان آمادگی و نوع آزمودنی‌ها و مدت فعالیت می‌باشد. افزایش سطح آنزیم‌های کبدی خصوصاً آنزیم سرمی AST نشان‌دهنده‌ی آسیب غشای سلول‌های عضلانی و تراوش این آنزیم‌ها به گردش خون است. این آنزیم‌ها در عضلات و کبد موجود می‌باشند؛ نفوذپذیری غشاء منجر به ورود این مواد به داخل سرم خون می‌شود و این رخداد در بیشتر ورزش‌هایی که عضله آسیب می‌بیند اتفاق می‌افتد (هانکین و همکاران، ۲۰۱۴). در طول تمرین ورزشی شدید فعالیت عضلات اسکلتی برای تولید انرژی و حفظ تنش افزایش می‌یابد. در طول تولید انرژی هوازی AST و ALT آمینواسیدها را کاتابولیزه می‌کند و به آن‌ها اجازه ورود به چرخه اسیدسیتریک برای تولید ATP را می‌دهد. آنزیم ALT پایین‌ترین تراکم را در استخوان‌ها دارد و بیشترین تراکم این آنزیم مربوط به بافت کبدی است (شمس‌الدینی و همکاران، ۲۰۱۵). بنابراین افزایش در میزان این آنزیم‌ها بیانگر آسیب کبدی و یا فشار بیش‌ازحد به کبد می‌باشد. با توجه به محدوده‌های مرجع برای آنزیم‌ها، مشاهده می‌شود که سطوح پایه آن‌ها متفاوت است و این می‌تواند یکی از دلایل تفاوت در مقادیر این آنزیم‌ها (آمینو ترانسفرازها در مقایسه با آلکالین فسفاتاز) باشد؛ علاوه بر این در مطالعه حاضر تأثیر تمرین تست درمانده ساز بروس بر آنزیم‌های کبدی مورد بررسی قرار گرفته است؛ در حالیکه در مطالعات دیگر، نوع تمرینات، متفاوت از مطالعه حاضر بود. به عبارت دیگر، نوع فعالیت‌های ورزشی به کار گرفته نیز اثرات متفاوتی را بر سیستم‌های ترشحی و متابولیسمی می‌گذارد که این امر شاید یکی از دلایل ناهمخوانی نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های سایر مطالعات باشد. شایان‌ذکر است که مطالعات متعددی افزایش فعالیت آنزیم‌های کبدی را بعد از انجام فعالیت‌های بدنی مختلف گزارش کرده‌اند (پری و همکاران، ۲۰۰۸). افزایش فعالیت آنزیم‌های کبدی را می‌توان به عوامل گوناگونی نسبت داد. محققان به‌غیر از عوامل وراثتی و محیطی (هانکین و همکاران، ۲۰۱۴)، چندین فرضیه از جمله فرضیه هیپوکسی، استرس گرمایی و همولیز، ضایعات ناشی از فرایندهای مکانیکی، تغییرات حجم پلاسما و یا تغییر در نفوذپذیری

غشاء بعد از انجام فعالیت برای توجیه افزایش فعالیت آنزیم های کبدی وجود دارد. از محدودیت های پژوهش حاضر می توان به عدم تعیین میزان دقیق چربی کبد و عدم بررسی شاخص های آسیب عضلانی اشاره کرد. همچنین که پیشنهاد می شود که در مطالعات آتی اثر سایر تست های ورزشی مورد بررسی قرار گیرد.

## نتیجه گیری

هدف از این مطالعه بررسی تغییرات پاسخ آنزیم های کبدی به یک جلسه تست درمانده ساز بروس بود. به نظر می رسد وقتی شدت ورزش یا فعالیت به حدی افزایش می یابد که بافت عضلانی می تواند آن را تحمل کند (نقطه شکستگی)، آنزیم های کبدی داخل سلولی به داخل مایع میان بافتی نشت می کنند. این مواد توسط سیستم لنفاوی جمع شده و در جریان خون آزاد می شوند. بنابراین، مقدار این آنزیم ها می تواند شاخصی برای اندازه گیری آسیب کبدی باشد. مهم ترین یافته ی تحقیق حاضر این بود که پروتکل مورداستفاده شده به احتمال زیاد در ایجاد آسیب عضلانی موفق بوده است، به طوری که فعالیت انجام شده برای ایجاد این آسیب، در این تحقیق شامل دویدن تا سرحد خستگی بود که باعث افزایش در میزان آنزیم های کبدی AST، ALP و ALT گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل شد. بنابراین می توان نتیجه گیری کرد که فعالیت های درمانده ساز که تولید انرژی آن بیشتر هوازی است بر میزان فعالیت آنزیم های کبدی تأثیرگذار است، زیرا برای ادامه این نوع فعالیت ها نیاز بیشتری به تولید انرژی از طریق دستگاه هوازی وجود دارد و احتمال آسیب غشای سلول های کبدی در فعالیت های وامانده ساز وجود دارد. بنابراین، یک جلسه ورزش وامانده ساز برای افرادی که دارای این سطح از تناسب اندام هستند، ممکن است با خطرات سایر سلول های بدن، به ویژه عضلات همراه باشد. بنابراین، به مربیان توصیه می شود که برای جلوگیری از آسیب های بافتی برای تمرینات خود برنامه ریزی صحیح را انجام دهند.

## مشارکت نویسندگان

مفهوم پردازی و طراحی مطالعه یا جمع آوری داده ها، یا تجزیه و تحلیل و تفسیر داده ها: سید حامد

قیامی - معرفت سیاه کوهیان

تهیه پیش نویس مقاله:

بازبینی جهت تدوین محتوای اندیشمندانه:

تأیید دست نوشته پیش از ارسال به مجله:

منافع متقابل در این پژوهش هیچ گونه تعارض منافی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

## منابع مالی

منابع مالی ندارد.

## ملاحظات اخلاقی

پژوهش حاضر برگرفته از طرح پژوهشی دانشجوی آقای محمود خدادوست مصوب کمیته اخلاق دانشگاه محقق اردبیلی می‌باشد. تحقیق حاضر با نظارت و تصویب معاونت پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی (ره) و زیر نظر اساتید محترم این دانشگاه و در آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه) و با آگاهی و کسب رضایت‌نامه کامل از آزمودنی‌ها و رعایت کامل اصول اخلاقی انجام شد. در این راستا، آزمودنی‌ها از کلیه جنبه‌های تحقیق آگاهی داشته و هر زمان که می‌خواستند، می‌توانستند از پروژه تحقیق خارج شوند.

## قدردانی

همچنین از کلیه دانشجویان ورزشکار شرکت‌کننده که با تمام وجود در آزمون‌های این تحقیق مشارکت نمودند کمال تشکر و سپاس را داریم.

## References

- Clarkson PM, Kearns AK, Rouzier P, Rubin R, Thompson PD. Serum creatine kinase levels and renal function measures in exertional muscle damage. *Medicine and science in sports and exercise*. 2006; 38(4):623.
- Soleimani A, Shakerian S, Ranjbar R. Changes in liver enzymes after the implementation of astrand and rast tests in overweight individuals. *Journal of Advances in Medical and Biomedical Research*. 2019; 27(121):1-7.
- Praphatsorn P, Thong-Ngam D, Kulaputana O, Klaikeaw N. Effects of intense exercise on biochemical and histological changes in rat liver and pancreas. *Asian Biomedicine*. 2010; 4(4):619-25.
- Ikemefuna F, Meludu S, Dioka C, Onah C, Okwara J, Nwankwo M, et al. Pattern of Some Liver Enzymes and Cardiovascular Changes during a Trademill Exercise. *IOSR Journal of Pharmacy*. 2014; 4:24-7.
- Amireault S, Baier JM, Spencer JR. Physical activity preferences among older adults: A systematic review. *Journal of aging and physical activity*. 2019; 27(1):128-39.
- Smith A, Passey S, Greensmith L, Mudera V, Lewis M. Characterization and optimization of a simple, repeatable system for the long term in vitro culture of aligned myotubes in 3D. *Journal of cellular biochemistry*. 2012; 113(3):1044-53.
- Souza C, Garcez-Leme L. Evaluation of myocardial alterations using the enzymatic profile of elderly long-distance runners. *European Review of Aging and Physical Activity*. 2006; 3(2):91-4.
- Elinav E, Ben-Dov IZ, Ackerman E, Kiderman A, Glikberg F, Shapira Y, et al. Correlation between serum alanine aminotransferase activity and age: an inverted U curve pattern. *American Journal of Gastroenterology*. 2005; 100(10):2201-4.
- Rahmioglu N, Andrew T, Cherkas L, Surdulescu G, Swaminathan R, Spector T, et al. Epidemiology and genetic epidemiology of the liver function test proteins. *PLoS One*. 2009; 4(2)
- Kelley GA, Kelley KS. Progressive resistance exercise and resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Hypertension*. 2000; 35(3):838-43.
- Kawano M, Shono N, Yoshimura T, Yamaguchi M, Hirano T, Hisatomi A. Improved cardio-respiratory fitness correlates with changes in the number and size of small

- dense LDL: randomized controlled trial with exercise training and dietary instruction. *Internal Medicine*. 2009; 48(1):25-32.
- Skenderi KP, Kavouras SA, Anastasiou CA, Yiannakouris N, Matalas A-L. Exertional rhabdomyolysis during a 246-km continuous running race. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2006; 38(6):1054-7.
- Suzuki K, Peake J, Nosaka K, Okutsu M, Abbiss CR, Surriano R, et al. Changes in markers of muscle damage, inflammation and HSP70 after an Ironman Triathlon race. *European journal of applied physiology*. 2006; 98(6):525-34.
- Mir A, Aminai M, Marefati H. The impression of aerobic exercises to enzymes measure and liver fat in the man suffering to non-alcoholic fatty liver. *Int Res J Appl Basic Sci*. 2012; 3(9):1897-901.
- Bijeh N, Rashidlamir A, Hejazi K. The effect of eight weeks swimming training on hepatic enzymes and hematological values in young female. *International Journal of Basic Sciences & Applied Research*. 2013; 2.
- Weinberger M, Abu-Hasan M. Perceptions and pathophysiology of dyspnea and exercise intolerance. *Pediatric clinics of North America*. 2009; 56(1):33-48.
- Bürger-Mendonça M, Bielavsky M, Barbosa FC. Liver overload in Brazilian triathletes after half-ironman competition is related muscle fatigue. *Annals of hepatology*. 2008; 7(3):245-8
- Ekun OA, Emiabata AF, Abiodun OC, Ogidi NO, Adefolaju FO, Ekun OO. Effects of football sporting activity on renal and liver functions among young undergraduate students of a Nigerian tertiary institution. *BMJ open sport & exercise medicine*. 2017; 3(1):e000223.
- Bashiri J HH, Bashiri M, Nikbakht H, Gaeini A . . . I Effect of Concurrent Creatine Monohydrate Ingestion and Resistance Training on Hepatic Enzymes Activity Levels in Non-Athlete Males. *Endocrinology and Metabolism*. 2010; 12((1):42-7.
- Akbarnezhad A, Ravasi A, Aminian RT, Nourmohammadi I. The effect of creatine and glutamine supplements on athletic performance in elite wrestlers after one acute period of weight losing. 2006.
- Shephard, R. J., & Johnson, N. (2015). Effects of physical activity upon the liver. *European journal of applied physiology*, 115, 1-46(2015)
- Pettersson J, Hindorf U, Persson P, Bengtsson T, Malmqvist U, Werkström V, et al. Muscular exercise can cause highly pathological liver function tests in healthy men. *British journal of clinical pharmacology*. 2008; 65(2):253-9.
- Reinhart, M. B., Huntington, C. R., Blair, L. J., Heniford, B. T., & Augenstein, V. A... Indocyanine green: historical context, current applications, and future considerations. *Surgical innovation*, 23(2), 2016. 166-175-
- Khorshidi D, Matinhomae H, Azarbayjani M, HOSSEIN NA. Effect of one period of aerobic exercise on serum levels of alkaline phosphatase and osteocalcin in patients with type 2 diabetes. 2012.
- Rezaeeshirazi R, Hossini F, Tarasi Z, Shaygan Asl N. The effect of an aerobic exercise program on general health and hepatic enzymes among incarcerated addicts *Aust J Basic Appl Sci*. 2011; 10:1191-4.
- Gaeini P, Island I, Ghorbani P. The effect of one bout high intensity interval training on liver enzymes level in elite soccer players. *Global J Sci Eng Technol*. 2013; 5(2):192-202.

- Adedapo K, Akinosun O, Odegbemi B, Arinola O, Adedeji O. Plasma biochemical changes during moderate and vigorous exercises. *Int J Sport Sci Eng.* 2009; 3(2):073-6.
- Wu H-J, Chen K-T, Shee B-W, Chang H-C, Huang Y-J, Yang R-S. Effects of 24 h ultramarathon on biochemical and hematological parameters. *World journal of gastroenterology: WJG.* 2004; 10(18):2711.
- Rezaei M, Rahimi E, Bordbar S, Namdar S. The effects of three sessions of running on a negative slope on serum levels of liver enzymes in adult male rats. 2013.
- Kim JY, Kim ES, Jeon JY, Jekal Y. Improved insulin resistance, adiponectin and liver enzymes without change in plasma vaspin level after 12 weeks of exercise training among obese male adolescents. *The Korean Journal of Obesity.* 2011; 20(3):138-46.
- Hunkin SL, Fahrner B, Gastin PB. Creatine kinase and its relationship with match performance in elite Australian Rules football. *Journal of science and medicine in sport.* 2014; 17(3):332-6.
- Shamsoddini A, Sobhani V, Ghamar Chehreh ME, Alavian SM, Zaree A. Effect of Aerobic and Resistance Exercise Training on Liver Enzymes and Hepatic Fat in Iranian Men With Nonalcoholic Fatty Liver Disease. *Hepat Mon.* 2015; 15(10):e31434-e.
- Perry CG, Heigenhauser GJ, Bonen A, Spriet LL. High-intensity aerobic interval training increases fat and carbohydrate metabolic capacities in human skeletal muscle. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism.* 2008; 33(6):1112-23.
- Mena P, Maynar M, Campillo J. Changes in plasma enzyme activities in professional racing cyclists. *British journal of sports medicine.* 1996; 30(2):122-4.