# اثر شدت فعالیت ورزشی طناب‌زنی بر نشانگرهای بزاقی فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک در دانش‌آموزان دختر

نگار رستمی[۱]، محمد گله‌داری[۲*]

۱. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲. استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

**مقاله پژوهشی** تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۱۰/۲۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۳/۱۱ شماره صفحات: **۸۵ تا ۹۳**

## چکیده

تعیین شدت تمرین در برنامه‌های ورزشی کودکان همواره از اهمیت زیادی برخوردار بوده است. هدف این پژوهش بررسی فعالیت طناب‌زنی با سه شدت متفاوت بر پاسخ حاد کروموگرانین A و آلفا آمیلاز بزاقی در دانش‌آموزان دختر بود. ٤٥ دانش‌آموز مقطع چهارم ابتدایی به سه گروه (شدت پایین، متوسط و بالا) تقسیم‌بندی شدند. آزمودنی‌ها یک جلسه فعالیت طناب‌زنی را با سه شدت ۵۰، ٦٥ و ۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره، طبق ضرب‌آهنگ مترونوم اجرا کردند. ضربان قلب ذخیره به روش کاروونن محاسبه شد. قبل و بلافاصله پس فعالیت نمونه‌های آلفا آمیلاز و کروموگرانین A بزاقی جمع‌آوری و با روش الایزا سنجش شدند. از آزمون‌های t و تحلیل واریانس برای بررسی داده‌ها استفاده شد. آلفا آمیلاز و کروموگرانین A پس از هر سه شدت به‌طور معناداری افزایش یافتند. نتایج تفاوت معنی‌داری بین شدت‌ها در میزان کروموگرانین A نشان نداد، درحالی‌که میزان آلفا آمیلاز در گروه با شدت ۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره بیشتر از گروه ۵۰ درصد بود. گرچه نیاز به تحقیقات بیشتر در این زمینه وجود دارد اما با توجه به نتایج حاضر می‌توان گفت احتمالاً یک جلسه فعالیت طناب زنی با شدت ۵۰ درصد ضربان قلب ذخیره اثر افزایشی کمتری بر آلفا آمیلاز بزاقی دانش‌آموزان دختر دارد.

**کلیدواژه‌ها:** آلفا آمیلاز، کروموگرانین A، طناب‌زنی، استرس، کاتکولامین

# The effect of rope skipping exercise intensity on salivary markers of sympathetic nervous system activity in girl students

**Negar Rostami[1]., Mohamad Galedari[2*]**

1. Master graduate, Department of Sport Physiology, Faculty of Humanities, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Sport Physiology, Faculty of Humanities, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

## Abstract

Determining the intensity of exercise in children's sports programs has always been very important. The aim of this study was to investigate the rope skipping exercise with three different intensities on the acute response of salivary chromogranin A and alpha-amylase in girl students. 45 fourth grade students were divided into three groups (low, moderate and high intensity). They performed one session of rope skipping with three intensities of 50, 65, and 75% reserve heart rate, according to the metronome rhythm. The reserve heart rate was calculated by the Karvonen method. Samples of salivary immunoglobulin A and cortisol were collected before and immediately after the exercise and measured by the ELISA method. T-test and analysis of variance were used to evaluate the data. Alpha-amylase and chromogranin A increased significantly after all three intensities. It was Also shown that there is no significant difference between intensities in the amount of chromogranin A, While the amount of alpha-amylase in the group with an intensity of 75% of the reserve heart rate was more than 50%. Although more research is needed in this area, according to the present results, it can be said that probably a session of rope skipping with 50% of reserve heart rate has a less increasing effect on salivary alpha-amylase of girl students.

**Keyword:** Alpha-Amylase, Chromogranin A, Rope Skipping, Stress, Catecholamine

*. m.galedari@gmail.com

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.10.2 ]

[ DOI: 10.29252/jsmt.19.1.85 ]

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.10.2 ]

[ DOI: 10.29252/jsmt.19.1.85 ]

**مقدمه**

با توجه به فیزیولوژی متفاوت کودکان در مقایسه با بزرگ‌سالان همواره در نظر گرفتن ملاحظات ویژه برای شدت و حجم تمرین ورزشی از چالش‌های اصلی طراحی برنامه تمرینی کودکان بوده است. بنابراین پایش پاسخ به فعالیت ورزشی یکی از مهم‌ترین ارزیابی‌ها برای تنظیم شدت فعالیت در کودکان است و برای دستیابی به این مهم می‌توان از طریق اندازه‌گیری‌های غیرتهاجمی، برخی از فاکتورهای مرتبط با استرس و شدت فعالیت ورزشی را بررسی کرد (۱, ۲). به‌طورکلی سیستم پاسخ به فعالیت بدنی به ترتیب در سه سطح پاراسمپاتیک، سمپاتیک و محور HPA وارد عمل می‌شود. در صورت کافی نبودن سیستم پاراسمپاتیک برای پاسخ به فشار ناشی از ورزش، فعالیت سیستم سمپاتیک آغاز و موجب ترشح کاتکولامین‌ها (اپی نفرین و نوراپی نفرین) و درنتیجه افزایش تون قلبی عروقی، میزان ضربان قلب و تنفس و افزایش جریان خون به سمت عضلات می‌شود (۳). فعالیت به‌عنوان یکی از محرک‌های مهم سیستم عصبی سمپاتیک بر ترکیبات بزاق مؤثر است، بنابراین برخی از پروتئین‌های بزاقی به‌عنوان نشانگرهای جایگزین فعالیت سیستم سمپاتیک و کاتکولامین‌های خون در طول ورزش پیشنهادشده است (٤, ٥).

در این میان کروموگرانین A[1] یک گلیکوپروتئین اسیدی متعلق به خانواده گرانولین است که همراه با کاتکولامین‌ها از بخش مرکزی غدد فوق کلیوی و وزیکول‌های نورونی رها می‌شود. کروموگرانین A بزاقی به‌عنوان یک نشانگر استرس جدید مطرح‌شده است که رابطه نزدیکی با افزایش فعالیت سمپاتیک در هر دو بخش مرکزی فوق کلیه و انتهای اعصاب محیطی سمپاتیک دارد (٦). دیگر فاکتور مهم و قابل‌بررسی در ارتباط با فعالیت سمپاتیک، آلفا آمیلاز است که به‌صورت قابل‌توجهی با کروموگرانین A مرتبط است. آلفا آمیلاز یکی از فراوان‌ترین پروتئین‌های موجود در بزاق است و به‌عنوان یک آنزیم گوارشی از غدد پاروتید[2] و زیرفکی در پاسخ به فعالیت آدرنرژیک هنگام ورزش، فشارهای جسمانی یا روانی آزاد می‌شود که ارتباط مستقیمی با فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک دارد (۷, ۸). آلفا آمیلاز بزاقی و کروموگرانین A خاصیت ضد باکتریایی دارند (۹) و برای ارزیابی ارتباط بین فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک و ایمنی مخاطی به دنبال استرس در شرایط معمولی و پاتولوژیک مهم هستند (۱۰). قابل‌ذکر است هر دو در طول فعالیت ورزشی فزاینده تا واماندگی افزایش می‌یابند و شکستی در منحنی افزایش آن‌ها ایجاد می‌شود که این شکست با آستانه لاکتات مطابقت دارد که به همین دلیل سطوح بزاقی این پروتئین‌ها به‌عنوان نشانگرهای آستانه لاکتات مطرح‌شده‌اند (۱۱–۱۳). در پژوهش‌های انجام‌شده فعالیت ورزشی با شدت‌های مختلف موردبررسی قرارگرفته است و نتایج متناقضی در ارتباط با غلظت بزاقی آلفا آمیلاز و کروموگرانین A گزارش‌شده است (۸, ١٤, ١٥).

در ارتباط با کودکان نشان داده‌شده است که میزان فعالیت کاتکولامین‌ها با افزایش سن بیشتر می‌شود اما اگر نسبت به‌اندازه سطح بدن مقایسه شود تفاوتی بین آن‌ها با بزرگ‌سالان وجود ندارد (١٦) به‌طوری‌که ثابت‌شده

1. Chromogranin A
2. Parotid

است که الگوی ترشح روزانه آلفا آمیلاز شبیه بزرگ‌سالان است اما در نظر اندازه ترشح بسیار کمتر است (۱۷). با توجه به اینکه کودکان در مدرسه نوعی استرس و اضطراب ناشی از افزایش میزان تکالیف درسی، رقابت برای کسب نمرات خوب، ترس از عدم موفقیت، فشار روی همسالان و قلدری را احساس می‌کنند، می‌توان انتظار الگویی متفاوت از بزرگ‌سالان در ترشح آلفا آمیلاز و کروموگرانین A داشت (۱۸). همچنین به نظر می‌رسد جنسیت نیز تعیین‌کننده مهمی در ترشح آلفا آمیلاز و کروموگرانین A باشد، گرچه پژوهش‌های موجود بسیار متناقض بوده و نمی‌توان در این مورد به جمع‌بندی کامل و روشنی رسید (۱۹-۲۱).

با توجه به تغییرات اساسی که در سال‌های اخیر در طرح درس تربیت‌بدنی مدارس به‌خصوص مقطع ابتدایی ایجادشده است، اهمیت پرداختن به موضوع ورزش کودکان بیشتر احساس می‌شود. طناب‌زنی یکی از انواع فعالیت‌های ورزشی است که امروزه در بین دانش‌آموزان مورد استقبال فراوان قرارگرفته است و حتی در طرح درس تربیت‌بدنی مدارس ایران گنجانده‌شده است. فعالیت طناب‌زنی به دلیل اینکه برای اجرای آن محدودیت مکانی وجود ندارد و در هر مکانی قابل‌اجرا است و همچنین نیاز به تجهیزات خاص و گران‌قیمت ندارد، گاهی اوقات توسط دختران به سایر انواع تمرینات ورزشی ترجیح داده می‌شود؛ اما با توجه به اینکه در حین طناب زدن یا دیگر ورزش‌های با شدت بالا فشار زیادی را تحمل می‌شود، بررسی فاکتورهای استرسی جهت طراحی هر چه بهتر برنامه ورزشی مدارس اهمیت دارد. هدف این پژوهش بررسی یک جلسه فعالیت طناب-زنی با سه شدت ۵۰، ٦٥ و ۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره بر پاسخ حاد کروموگرانین A و آلفا آمیلاز بزاقی در دانش‌آموزان دختر پایه چهارم ابتدایی و همچنین مقایسه این شدت‌ها در میزان ترشح این فاکتورها بود.

## روش‌شناسی

٤٥ دانش‌آموز دختر مقطع چهارم ابتدایی شهر اهواز با استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. در یک جلسه توجیهی والدین و دانش‌آموزان با اهداف، مراحل اجرا و مزایای شرکت در پژوهش آشنا شدند. آزمودنی‌ها با رضایت کامل در پژوهش داوطلب شدند و در صورت عدم تمایل به ادامه در هر مرحله می‌توانستند از پژوهش خارج شوند. مهارت کافی در طناب‌زنی، نداشتن مشکلات ارتوپدی و بیماری‌های خاص، عدم انجام جراحی لثه در ماه گذشته و شاخص توده بدن زیرصدک ۷۵ از معیارهای ورود آزمودنی‌ها به پژوهش بود. آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی به سه گروه فعالیت با شدت پایین (۵۰ درصد ضربان قلب ذخیره)، فعالیت با شدت متوسط (٦٥ درصد ضربان قلب ذخیره) و فعالیت با شدت بالا (۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره) تقسیم شدند. ویژگی‌های کلی دانش‌آموزان انتخاب‌شده در جدول شماره ۱ آمده است. فعالیت ورزشی طناب‌زنی شامل پرش ساده به‌صورت متناوب بود. قد و وزن آزمودنی‌ها با استفاده از ترازو و قد سنج (سکا، ساخت کشور آلمان) به ترتیب با حساسیت ۱ سانتی‌متر و ۰/۱ کیلوگرم اندازه‌گیری شد.



[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.10.2 ]
[ DOI: 10.29252/jsmt.19.1.85 ]

جدول شماره ۱. ویژگی‌های آنتروپومتریکی آزمودنی‌های پژوهش

| متغیر | گروه | | |
|---|---|---|---|
| | فعالیت با شدت پایین (n = ۱۳) | فعالیت با شدت متوسط (n = ۱۵) | فعالیت با شدت بالا (n = ۱٤) |
| قد (سانتی‌متر) | ۱۳۸/۵±۸/۲ | ۱۳۷/٤±٦/۵ | ۱۳۸/٦٤±۵/۹ |
| وزن (کیلوگرم) | ۳۵/۷±۸/۷ | ۳۵/۵±۸/۱ | ۳۷/٦±۹/۱ |
| شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع) | ۱۸/۳±۳/٤ | ۱۸/٤±۳/۵ | ۱۹/۳±۳/۹ |

ضربان قلب ذخیره با استفاده از روش کاروونن[1] محاسبه شد. بدین‌صورت که ابتدا ضربان قلب استراحتی آزمودنی‌ها پس از ۳۰ دقیقه استراحت در وضعیت نشسته به‌وسیله ضربان‌سنج پلار (R600، ساخت کشور فنلاند) اندازه‌گیری شد. ضربان قلب بیشینه آزمودنی‌ها با استفاده از فرمول «سن- ۲۲۰» به دست آمد؛ اما ازآنجاکه این فرمول برای کودکان چندان معتبر نیست، برای اطمینان از ضربان قلب بیشینه، آزمودنی‌ها در یک فعالیت فزاینده بر روی تردمیل شرکت نمودند. آزمون فزاینده یک آزمون غیر تداومی بود که طی چند مرحله ٤ دقیقه‌ای (۳ دقیقه فعالیت و ۱ دقیقه استراحت) تا واماندگی اجرا می‌شد. سرعت در مراحل اول و دوم به ترتیب ۹ و ۱۰ کیلومتر بر ساعت بود و در مراحل بعد سرعت ۱۰ کیلومتر بر ساعت ثابت نگه‌داشته اما شیب در هر مرحله ۲/۵ درصد افزایش داده می‌شد. در ٤۵ ثانیه پایانی هر مرحله میزان درک فشار بر اساس شاخص ۱۰ ارزشی بورگ از آزمودنی‌ها پرسیده می‌شد. بالاترین ضربان قلب ثبت‌شده در این آزمون به‌عنوان ضربان قلب بیشینه آزمودنی در نظر گرفته شد و بر اساس آن ضربان قلب هدف محاسبه گردید (۱۲). ضربان قلب استراحتی از ضربان قلب بیشینه کسر شد و ضربان قلب ذخیره به دست آمد. درنهایت ضربان قلب ذخیره درشدت موردنظر ضرب و عدد حاصل با ضربان قلب استراحتی جمع شد و بدین ترتیب ضربان قلب هدف فعالیت حاصل شد.

برای تسهیل در حفظ شدت فعالیت در حین طناب‌زنی، دو هفته پیش از شروع انجام تمرین اصلی، با استفاده از مترونوم ضرب‌آهنگی مطابق شدت‌های موردنظر برای هر آزمودنی به دست آمد. سپس در هر جلسه از ضرب‌آهنگ به‌دست‌آمده برای کنترل شدت استفاده شد. بدین‌صورت که ضرب‌آهنگ مترونوم پخش می‌شد و فرد با هر ضربه یک طناب باید می‌زد. شدت فعالیت ۵۰ درصد برابر با ٤۵ ضربه، شدت فعالیت ٦۰ درصد برابر با ۵۵ ضربه و شدت فعالیت ۷۵ درصد برابر با ٦۵ ضربه بود. آزمودنی‌ها تمرین را به‌صورت متناوب با وهله‌های سه دقیقه طناب زدن با شدت موردنظر و دو دقیقه طناب زدن آرام انجام دادند. جلسه تمرین شامل ۵ وهله ۳ دقیقه‌ای طناب زدن با شدت موردنظر با فواصل استراحت فعال ۲ دقیقه‌ای بود. هر جلسه فعالیت طناب‌زنی با ۱۰ دقیقه گرم کردن شامل دویدن نرم، کشش و پرش‌های کوتاه شروع و با ۳ دقیقه سرد کردن شامل کشش‌های ایستا خاتمه یافت. کل جلسه تمرین ۳۸ دقیقه به طول انجامید.

1. Karvonen



[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.10.2 ]
[ DOI: 10.29252/jsmt.19.1.85 ]

نمونه‌ها قبل از شروع جلسه تمرین و بلافاصله پس از اتمام جلسه فعالیت طناب‌زنی به روش تخلیه غیرفعال در لوله‌های مخصوص جمع‌آوری شد. بدین منظور ۱۰ دقیقه پیش از نمونه‌گیری آزمودنی‌ها دهانشان را با آب شسته و پیش از ریختن نمونه در لوله‌آزمایش اولین بزاق جمع شده را قورت دادند و سپس مبادرت به ریختن نمونه در لوله نمودند. کروموگرانین A با استفاده از کیت الایزا[1] با حساسیت ۲/۲۷ نانوگرم بر میلی‌لیتر و غلظت آلفا آمیلاز بزاقی با استفاده از کیت الایزا با حساسیت ۱۰/۱۳ واحد بر لیتر اندازه‌گیری شد. برای هر دو کیت مقدار CV درون‌سنجی و برون سنجی به ترتیب کمتر از ۱۰ و ۱۲ درصد بود.

میانگین و انحراف استاندارد برای وصف داده‌ها استفاده شد. برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف، از آزمون t وابسته برای مقایسه تغییر در هر شدت از تمرین، از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه برای مقایسه تفاوت بین شدت‌های مختلف و از آزمون تعقیبی LSD برای مشخص نمودن محل تفاوت بین گروه‌ها استفاده شد. سطح معناداری $P\leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد. تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2016 صورت گرفت.

## یافته‌ها

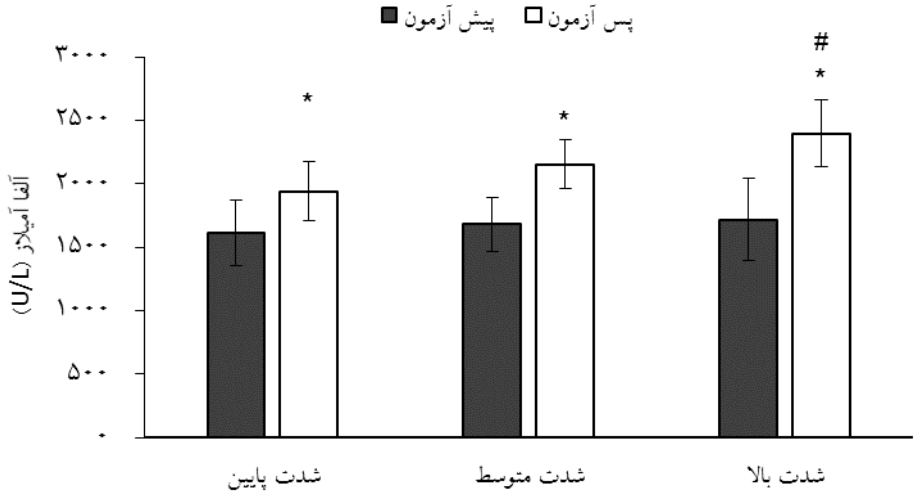
بررسی نتایج آزمون t وابسته نشان داد که غلظت آلفا آمیلاز بزاقی در پاسخ به هر سه فعالیت طناب زنی با شدت ۵۰ درصد ($t_{(۱۲)}=-۵/۷۹۲$, $P=۰/۰۰۱$)، ٦٥ درصد ($t_{(۱٤)}=-۸/٥٤۲$, $P=۰/۰۰۱$) و ۷۵ درصد ($t_{(۱۳)}=-٦/۷۱۹$, $P=۰/۰۰۱$) ضربان قلب ذخیره به‌طور معناداری افزایش می‌یابد.

نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه نشان داد که بین شدت‌های مختلف در پاسخ به آلفا آمیلاز تفاوت معنی‌داری وجود دارد $F_{(۲,۳۸)}=۸/۰۱٦$, $P=۰/۰۳۱$. استفاده از آزمون تعقیبی LSD نشان داده شد که میزان افزایش غلظت آلفا آمیلاز بزاقی در پاسخ به فعالیت طناب‌زنی با شدت بالا به‌طور معناداری بیشتر از فعالیت با شدت پایین است $P=۰/۰۱۹$، اما تفاوت معناداری بین فعالیت با شدت متوسط و بالا $P=۰/۱۹٤$ و همچنین بین فعالیت با شدت متوسط و پایین $P=۰/۲٤۹$ وجود نداشت.

1. Eastbiopharm Inc. China



[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.10.2 ]
[ DOI: 10.29252/jsmt.19.1.85 ]

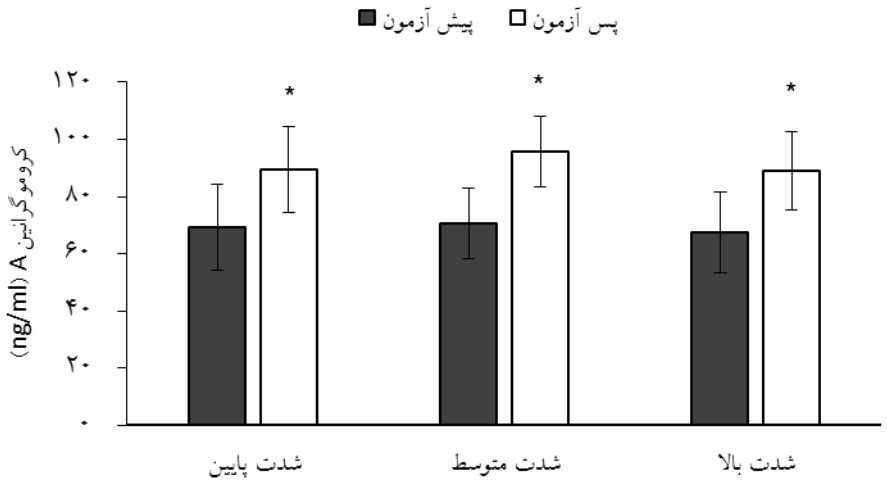



شکل ۱. میانگین (± انحراف معیار) آلفا آمیلاز بزاقی قبل و بلافاصله بعد از طناب‌زنی

* معنی‌داری نسبت به پیش‌آزمون (P=۰/۰۰۱) و # معنی‌داری نسبت به‌شدت پایین در پس‌آزمون

بررسی نتایج آزمون t وابسته نشان داد که غلظت کروموگرانین A بزاقی در پاسخ به هر سه فعالیت طناب زنی با شدت ۵۰ درصد ($t_{(۱۲)}$=-۵/۱۴۸, P=۰/۰۰۱)، ٦٥ درصد ($t_{(۱٤)}$=-۸/۷۲۱, P=۰/۰۰۱) و ۷۵ درصد ($t_{(۱۳)}$=-۵/۰۱۷, P=۰/۰۰۱) ضربان قلب ذخیره به‌طور معناداری افزایش می‌یابد.

نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه نشان داد که بین شدت‌های مختلف در پاسخ به کروموگرانین A تفاوت معنی‌داری وجود ندارد $F_{(۲,۳۸)}$=۲/۱۸٦, P=۰/۱۲٦.




شکل ۲. میانگین (± انحراف معیار) کروموگرانین A بزاقی قبل و بلافاصله بعد از طناب زنی

* معنی‌داری نسبت به پیش‌آزمون (P=۰/۰۰۱)

## بحث

هدف این پژوهش بررسی فعالیت طناب‌زنی با سه شدت متفاوت بر پاسخ حاد کروموگرانین A و آلفا آمیلاز بزاقی در دانش‌آموزان دختر بود. نتایج پژوهش نشان داد که فعالیت طناب‌زنی با سه شدت فعالیت ۵۰، ٦٥ و



[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.10.2 ]
[ DOI: 10.29252/jsmt.19.1.85 ]

۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره موجب افزایش آلفا آمیلاز و کروموگرانین A بزاقی کودکان بلافاصله بعد از فعالیت می‌شود. گرچه تفاوت معنی‌داری بین شدت‌های مختلف بر میزان کروموگرانین A مشاهده نشد اما میزان ترشح آلفا آمیلاز درشدت بالا نسبت به‌شدت پایین به‌طور معنی‌داری بیشتر بود.

نتایج پژوهش حاضر با مطالعات والش و همکاران (۱۹۹۹) آلگرو و همکاران (۲۰۰۸)، کاپرانیکا و همکاران (۲۰۱۷) و گالینا وهمکاران (۲۰۱۱) همخوان (۸, ۹, ۱٤, ۲۲)، اما با مطالعه لیگتنبرگ و همکاران (۲۰۱۵) ناهمخوان بود. لیگتنبرگ نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین آمیلاز بزاقی بین فعالیت با شدت پایین، شدت بالا و همچنین مقادیر پایه وجود ندارد (۱۵). آن‌ها تمرین دویدن را به مدت ۱۰ دقیقه اجرا کردند اما در پژوهش حاضر فعالیت طناب‌زنی انتخاب شد که ازنظر شدت فعالیت میزان بالاتری محسوب می‌شود، بنابراین انتظار افزایش میزان آلفا آمیلاز بین شدت بالا و پایین وجود دارد. آلگروف و همکاران (۲۰۰۸) نیز همانند پژوهش ما نشان دادند که ورزش با شدت بالا و متوسط موجب افزایش آلفا آمیلاز و کروموگرانین A بلافاصله بعد از فعالیت می‌شود اما برخلاف پژوهش ما ورزش با شدت پایین موجب تغییر معنی‌داری در میزان آن‌ها نمی‌شود (۹).

استرس‌های جسمانی و روانی اثرات فیزیولوژیک خود را از طریق مسیرهای خاص سیستم عصبی خودکار اعمال می‌کنند. یکی از این‌ها مسیر «سمپاتیک-آدرنال-مدولاری» است که در آن سیستم عصبی سمپاتیک رهاسازی کاتکولامین‌ها (آدرنالین و نورآدرنالین) را از بخش مرکزی فوق کلیه آغاز می‌کند که موجب پاسخ «جنگ‌وگریز» و درنتیجه افزایش جریان خون عضله، قلب و مغز می‌شود. این مسیر موجب تحریک قابل‌توجه آلفا آمیلاز و کروموگرانین A می‌شود و نقش مهمی در مواجه با فشارهای فیزیولوژیک فعالیت ورزشی دارد (۹). ترشح این دو عامل بعد از فعالیت ورزشی اثبات‌شده است اما ارتباط آن‌ها با شدت‌های مختلف ورزشی نتایج متناقضی را به همراه داشته است. به‌طورکلی هنگام تنفس دهانی در طی فعالیت ورزشی میزان تبخیر بالا می‌رود درنتیجه غلظت پروتئین‌های بزاقی افزایش می‌یابد. از طرفی نیز فعالیت ورزشی موجب ترشح بیشتر بزاق و غلظت بیشتر آن می‌شود که این دلایل می‌تواند بخشی از تأثیر فعالیت ورزشی بر آلفا آمیلاز و کروموگرانین A را توجیه کند (۲۳, ۲٤). قابل‌ذکر است که فعالیت ورزشی شدید موجب سرکوب سیستم ایمنی بدن و همچنین احتمال بروز عفونت دستگاه تنفس فوقانی در ورزشکاران می‌شود (۲۵) اما انجام منظم تمرینات ورزشی در طولانی‌مدت می‌تواند موجب تقویت سیستم ایمنی و درنتیجه اثرات مفیدی شود.

در پژوهش حاضر نشان داده شد، فعالیت ورزشی با شدت‌های مختلف می‌تواند موجب افزایش مقادیر بزاقی آلفا آمیلاز و کروموگرانین A شود، اما با مقایسه شدت‌های مختلف فعالیت ثابت شد که فعالیت طناب‌زنی با شدت بالا فقط موجب افزایش بیشتر آلفا آمیلاز در مقایسه با شدت پایین می‌شود و تفاوت معنی‌داری را در کروموگرانین A به وجود نمی‌آورد. ازآنجاکه آلفا آمیلاز بزاقی از غدد بزاقی ترشح می‌شوند و نیازی به انتقال آن از جریان خون به بزاق نیست، معمولاً نسبت به کروموگرانین A نشانگر حساس‌تری است (۹). شاید دلیل تفاوت میزان آلفا آمیلاز درشدت بالا و پایین حساسیت بیشتر این فاکتور باشد. همچنین با توجه به این نکته



[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.10.2 ]
[ DOI: 10.29252/jsmt.19.1.85 ]

که سطوح آلفا آمیلاز بزاقی در طول فعالیت فزاینده تا واماندگی افزایش می‌یابد و در آستانه لاکتات این افزایش به دلیل رهاسازی بیشتر کاتکولامین‌ها شدت بیشتری می‌گیرد، موجب تفاوت قابل‌توجه ترشح آلفا آمیلاز در شدت‌های بالا نسبت به شدت‌های پایین می‌شود (۱۱).

الگوی روزانه ترشح نشانگرهای بزاقی نیز می‌تواند موجب تغییراتی در طول شبانه‌روز و درنتیجه اندازه‌گیری نشانگرهای استرسی شود که در تحقیقات آینده باید موردتوجه قرار گیرد. به‌طوری‌که آلفا آمیلاز یک ساعت بعد از بیدار شدن از خواب دچار کاهش می‌شود اما در ادامه روز افزایش‌یافته و در حدود ساعت ٤:۳۰ دقیقه عصر این افزایش به اوج خود می‌رسد و سپس کاهش می‌یابد (٢٦). کروموگرانین نیز هنگام بیدار شدن در بالاترین سطح خود است اما در طول روز به مقادیر ثابتی می‌رسد (۲۷).

گرچه مکانیسم‌های متعددی در تنظیم مقادیر یراقی این نشانگرها نقش دارند اما درمجموع نشان داده‌شده است که آلفا آمیلاز در مقایسه با کروموگرانینA می‌تواند نشانگر مفیدتری برای فعالیت سمپاتیک بدن در برابر استرس باشد (۱۳). از طرفی هنوز مشخص نیست که کروموگرانینA شاخص معتبرتری برای کدام نوع استرس روانی یا فیزیولوژیکی است گرچه احتمال دارد که شاخص نسبتاً بهتری برای استرس روانی در نظر گرفته شود (۲۸).

## نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که پاسخ کروموگرانینA به سه شدت فعالیت طناب‌زنی مشابه است. همچنین غلظت آلفا آمیلاز بزاقی پاسخ مشابهی را درشدت ۵۰ و ٦٥ درصد ضربان قلب ذخیره نشان داد، اما پاسخ آن به‌شدت ۷۵ درصد بیشتر از شدت ۵۰ درصد بود. با توجه به اینکه دانش‌آموزان فعالیت‌های بدنی دیگری به‌جز طناب‌زنی نیز در داخل یا خارج از مدرسه انجام می‌دادند، بررسی درازمدت فعالیت و پیشنهاد شدت مناسب ازنظر عوامل استرسی مشکل به نظر می‌رسید. بنابراین پژوهش حاضر به‌صورت کوتاه‌مدت آزمودنی‌ها را تحت کنترل قرار داد و پروتکل ورزش به یک جلسه محدود شد؛ بنابراین با توجه نتایج حاضر به نظر می‌رسد که احتمالاً یک جلسه فعالیت طناب زنی با شدت ۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره نسبت به‌شدت ۵۰ درصد موجب افزایش بیشتر آلفا آمیلاز بزاقی در دانش‌آموزان دختر می‌شود که می‌توان این موضوع را در موقعیت‌های حاد استرسی در ورزش کودکان موردتوجه قرار داد.

## منابع


1. Hernández LM, Taylor MK. 2020. Salivary gland anatomy and physiology. Salivary Bioscience 17: 11-20.
2. Soyab T. 2020. Salivary Glands: A Brief View on Types, Anatomy & Histological Features. Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology 4:14-22
3. Del Giudice M, Ellis BJ, Shirtcliff EA. 2011. The adaptive calibration model of stress responsivity. Neuroscience & Biobehavioral Reviews. 35(7):62-92.
4. Wing C. 2019. A Brief Review of Salivary Biomarkers as Stress Indicators in Sport and Exercise. Strength & Conditioning Journal. 41(2):80-88.
5. Jones AW, Davison G. Exercise, immunity, and illness. 2019. Muscle and Exercise Physiology: Elsevier. 317-44.
6. Han M, Choi K, Kim SJ. 2020. A Systematic Review of Chromogranin a (CGA) and its Biomedical Applications, Unveiling its Structure-Related Functions. Biophysical Journal. 118(3):37a-38a.




[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]
[ DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.10.2 ]
[ DOI: 10.29252/jsmt.19.1.85 ]

7. Ali N, Nater UM. 2020. Salivary alpha-amylase as a biomarker of stress in behavioral medicine. International Journal of Behavioral Medicine. 27(3):337-42.
8. Gallina S, Di Mauro M, D'Amico MA, D'Angelo E, Sablone A, Di Fonso A, et al. 2011. Salivary chromogranin A, but not α-amylase, correlates with cardiovascular parameters during high-intensity exercise. Clinical Endocrinology. 75(6):747-52.
9. Allgrove JE, Gomes E, Hough J, Gleeson M. 2008. Effects of exercise intensity on salivary antimicrobial proteins and markers of stress in active men. Journal of Sports Sciences. 26(6):653-61.
10. Chennaoui M, Bougard C, Drogou C, Langrume C, Miller C, Gomez-Merino D, et al. 2016. Stress biomarkers, mood states, and sleep during a major competition:"Success" and "failure" athlete's profile of high-level swimmers. Frontiers in Physiology. 7:94-99.
11. Bortolini MS, De Agostini GG, Reis IT, Silva Lamounier RPM, Blumberg JB, Espindola FS. 2009. Total protein of whole saliva as a biomarker of anaerobic threshold. Research quarterly for exercise and sport. 80(3):604-10.
12. Calvo F, Chicharro JL, Bandrés F, Lucía A, Pérez M, Álvarez J, et al. 1997. Anaerobic threshold determination with analysis of salivary amylase. Canadian Journal of Applied Physiology. 22(6):553-61.
13. Leicht CA, Paulson TA, Goosey-Tolfrey VL, Bishop NC. 2017. Salivary alpha amylase not chromogranin A reflects sympathetic activity: exercise responses in elite male wheelchair athletes with or without cervical spinal cord injury. Sports Medicine-open. 3(1):1-9.
14. Capranica L, Condello G, Tornello F, Iona T, Chiodo S, Valenzano A, et al. 2017. Salivary alpha-amylase, salivary cortisol, and anxiety during a youth taekwondo championship: An observational study. Medicine. 96(28): 22-30
15. Ligtenberg AJ, Brand HS, van den Keijbus PA, Veerman EC. 2015. The effect of physical exercise on salivary secretion of MUC5B, amylase and lysozyme. Archives of oral biology. 60(11):1639-44.
16. Armando I, Levin G, Barontini M. 1983. Evaluation of sympathetic nervous system and adrenomedullary activity in normal children. Journal of the Autonomic Nervous System. 8(1):57-63.
17. Wolf JM, Nicholls E, Chen E. 2008. Chronic stress, salivary cortisol, and α-amylase in children with asthma and healthy children. Biological Psychology. 78(1):20-28.
18. Jena SK, Mohanty B. 2016. Stress in preschool children and its correlation with salivary chromogranin A. Muller Journal of Medical Sciences and Research. 7:105-10.
19. Filaire E, Dreux B, Massart A, Nourrit B, Rama L, Teixeira A. 2009. Salivary alpha-amylase, cortisol and chromogranin A responses to a lecture: impact of sex. European Journal of Applied Physiology. 106(1):71-77.
20. van Stegeren AH, Wolf OT, Kindt M. 2008. Salivary alpha amylase and cortisol responses to different stress tasks: impact of sex. International journal of Psychophysiology. 69(1):33-40.
21. Fischer-Colbrie R, Schmid K, Mahata S, Mahata M, Laslop A, Bauer J. 1992. Sex-Related Differences in Chromogranin A, Chromogranin B and Secretogranin II Gene Expression in Rat Pituitary. Journal of Neuroendocrinology. 4(1):125-30.
22. Walsh N. 1999. The effects of high-intensity intermittent exercise on saliva IgA, total protein and alpha-amylase. Journal of Sports Sciences. 17(2):129-34.
23. Walsh NP, Montague JC, Callow N, Rowlands AV. 2004. Saliva flow rate, total protein concentration and osmolality as potential markers of whole body hydration status during progressive acute dehydration in humans. Archives of Oral Biology. 49(2):149-54.
24. Ligtenberg AJ, Liem EH, Brand HS, Veerman EC. 2016. The effect of exercise on salivary viscosity. Diagnostics. 6(4):40-51.
25. Gleeson M, Pyne DB. 2000. Exercise effects on mucosal immunity. Immunology and cell biology. 78(5):536-44.
26. Nater UM, Rohleder N, Schlotz W, Ehlert U, Kirschbaum C. 2007. Determinants of the diurnal course of salivary alpha-amylase. Psycho Neuroendocrinology. 32(4):392-401.
27. Den R, Toda M, Nagasawa S, Kitamura K, Morimoto K. 2007. Circadian rhythm of human salivary chromogranin A. Biomedical Research. 28(1):57-60.
28. Saruta J, Tsukinoki K, Sasaguri K, Ishii H, Yasuda M, Osamura YR, et al. 2005. Expression and localization of chromogranin A gene and protein in human submandibular gland. Cells Tissues Organs. 180(4):237-44.



**نحوه درج مقاله: نگار رستمی، محمد گله‌داری، (۱۴۰۰). اثر شدت فعالیت ورزشی طناب‌زنی بر نشانگرهای بزاقی فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک در دانش‌آموزان دختر. پژوهش در طب ورزشی و فناوری. ۱۹(۱):۹۳-۸۵. دی او آی ۱۰.۲۹۲۵۲/jsmt.۱۹.۱.۸۵**

**How to cite this article**: Negar Rostami., Mohamad Galedari. (2021). The effect of rope skipping exercise intensity on salivary markers of sympathetic nervous system activity in girl students. 19(1):85-93. (In Persian). DOI: 10.29252/jsmt.19.1.85.


[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.10.2 ]

[ DOI: 10.29252/jsmt.19.1.85 ]