Journal of Sport Biosciences
University of Tehran Press
Online ISSN: 2676-4148

Investigating Stress Biomarkers in Adolescents: The Role of Physical Activity in Modulating Cortisol and Salivary Alpha-Amylase

Mitra Khademosharie[1*], Marzieh Sadat Azarniveh[2], Seyyed Alireza Tavakoli Khormizi[3]

1. Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, Kosar University of Bojnord, Bojnord, Iran. E-mail:m.khadem@kub.ac.ir.
2. Department of Sports Sciences, Faculty of Literature and Humanities, Zabol University, Zabol, Iran. Email: m.azarnive@uoz.ac.ir.
3. PhD student in Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Khorasan Razavi, Iran / Physical Education Teacher, Modares Yazdi High School, District 1, Education, Yazd, Yazd, Iran

Article Info

Article type:
Research

Article history:
Received:
11 November 2025
Received in revised form:
4 April 2026
Accepted:
5 April 2026
Published online:
21 March 2026

Keywords:
Adolescents,
Alpha-amylase,
Cortisol,
Physical activity,
Salivary biomarkers.

ABSTRACT

Introduction: Changes in adolescents' lifestyles pose serious challenges to their physical and mental health. Therefore, the aim of this study was to investigate the effects of different levels of physical activity on salivary stress biomarkers (cortisol and salivary alpha-amylase [sAA]) in adolescents.

Methods: In this descriptive cross-sectional study, 60 adolescent boys aged 14–16 years from District 1 of Yazd were voluntarily selected using simple sampling and divided into three groups—inactive, active, and athletic (20 participants in each group)—based on their scores on the Baecke Physical Activity Questionnaire. Morning saliva samples (8–9 a.m.) were collected to control for circadian fluctuations, and cortisol and sAA concentrations were measured using ELISA kits (DiaMetra, Italy, and Eastbiopharm, China). Data were analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA) followed by Bonferroni and James-Howell post-hoc tests in SPSS version 16 (significance level: $P \leq 0.05$).

Results: The results showed that cortisol ($P = 0.004$) and salivary alpha-amylase ($P < 0.001$) levels were significantly lower in the athletic and active groups than in the inactive group, with the greatest reduction observed in the athletic group.

Conclusion: Regular physical activity, particularly at higher levels, can significantly reduce salivary stress biomarkers through modulation of the HPA axis and the autonomic nervous system and can be used as an effective non-pharmacological intervention to reduce stress and promote mental health in adolescents.

Cite this article: Khademosharie, M., Azarniveh, M.S. Tavakoli Khormizi , S.A. Investigating Stress Biomarkers in Adolescents: The Role of Physical Activity in Modulating Cortisol and Salivary Alpha-Amylase. *Journal of Sport Biosciences.* 2026; 18 (1):23-32.

DOI: http//doi.org/10.22059/JSB.2026.406548.1690.

Journal of Sport Biosciences by University of Tehran Press is licensed under CC BY-NC 4.0. | Web site: https://jsb.ut.ac.ir/ | Email: jsb@ut.ac.ir.

© The Author(s). Publisher: University of Tehran Press.

University of Tehran Press

Journal of Sport Biosciences

Online ISSN: 2676-4148

Extended Abstract

Introduction

Adolescence is a crucial developmental stage characterized by significant physical and psychological changes, often accompanied by heightened stress from lifestyle factors such as academic pressure, social challenges, and decreased physical activity. Chronic stress activates the hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis and the sympathetic nervous system, resulting in increased levels of stress biomarkers, including cortisol and salivary alpha-amylase (sAA). These biomarkers serve as reliable indicators of stress and are linked to negative mental and physical health outcomes. Physical activity has been recognized as a potential modulator of stress responses. Research suggests that regular exercise can reduce HPA axis activation and enhance resilience to stress. However, the relationship between different levels of physical activity and salivary stress biomarkers in adolescents is still not well understood. This study aimed to investigate how varying levels of physical activity—classified as inactive, active, and athletic—influence salivary cortisol and sAA levels in adolescent boys. It was hypothesized that higher levels of physical activity would correspond with lower concentrations of stress biomarkerS.

Methods

This descriptive cross-sectional study involved 60 adolescent boys aged 14 to 16 years from region 1 of Yazd, Iran, who were selected through simple random sampling. The participants were divided into three groups based on their levels of physical activity: inactive, active, and athletic, with 20 participants in each group. Physical activity was assessed using the Baecke questionnaire, a validated tool for measuring habitual physical activity across work, sport, and leisure domains. Saliva samples were collected under standardized conditions to measure cortisol and salivary alpha-amylase (sAA) concentrations using the enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), which is a highly sensitive method for quantifying biomarkers. Data were analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA) in SPSS version 16, followed by Bonferroni and James-Howell post hoc tests to identify differences between groups. The significance level was set at $p \leq 0.05$.

Results

The results showed significant differences in the levels of salivary stress biomarkers among the three groups studied. Cortisol levels were notably lower in both the athletic ($p = 0.004$) and active groups when compared to the inactive group, with the athletic group experiencing the most pronounced decrease. Likewise, salivary alpha-amylase (sAA) levels were significantly reduced in the athletic and active groups ($p < 0.001$), with the athletic group demonstrating the greatest reduction. These findings suggest a dose-response relationship, indicating that higher levels of physical activity are associated with greater decreases in stress biomarkers.

Conclusion

The findings support the hypothesis that regular physical activity, especially at high intensity, significantly reduces levels of salivary cortisol and sAA in adolescents. These results are consistent with previous research showing that exercise influences the HPA axis and the sympathetic nervous system, helping to mitigate stress responses. The more substantial reduction in biomarkers observed in the athletic group suggests that consistent, high-intensity physical activity may provide greater benefits for stress management compared to moderate or no activity. These findings have important implications for public health, as they highlight the potential of physical activity-based interventions to enhance mental health and resilience to stress in adolescents. However, there are limitations to this study, including its cross-sectional design, which prevents causal inferences, and the focus on male participants, which may limit the generalizability of the results. Future research should investigate the long-term effects and include more diverse populations. In conclusion, this study emphasizes the vital role of physical activity in reducing stress biomarkers and advocates for its inclusion in adolescent health programs to promote mental well-being.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines: IR.UB.REC.1404.062

Funding: No funding

Authors' contribution: All authors contributed to the study design and have read and approved the final manuscript

Conflict of interest: The authors declared no conflict of interest

Acknowledgments: The authors thank all the participants who helped and supported us in this research.

علوم زیستی ورزشی
انتشارات دانشگاه تهران
شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۴۱۴۸

بررسی نشانگرهای استرس در نوجوانان: تأکید بر نقش فعالیت بدنی در تعدیل کورتیزول و آلفا آمیلاز بزاقی

میترا خادم الشریعه[۱*]، مرضیه السادات آذرنیوه[۲]، سیدعلیرضا توکلی خورمیزی[۳]

۱.استادیار گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کوثر بجنورد، بجنورد، ایران. رایانامه m.khadem@kub.ac.ir

۲. استادیار گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه زابل، زابل، ایران. رایانامه. m.azarnive@uoz.ac.ir

۳. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار،خراسان رضوی، ایران / دبیر تربیت بدنی، دبیرستان مدرس یزدی، ناحیه ۱، آموزش و پرورش، یزد، یزد، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۲۸
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۱/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۱/۲۳
تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۱/۳۰

کلیدواژه‌ها:
آلفا-آمیلاز
بیومارکرهای بزاقی
کورتیزول
فعالیت بدنی
نوجوانان

چکیده

مقدمه: دگرگونی در سبک زندگی نوجوانان، چالش‌های جدی برای سلامت جسمی و روانی آنها به‌همراه دارد. از این‌رو هدف از این تحقیق بررسی تأثیر سطوح مختلف فعالیت بدنی بر بیومارکرهای استرس بزاقی (کورتیزول و آلفا-آمیلاز بزاقی (sAA) در نوجوانان بود.

روش پژوهش: در این تحقیق توصیفی-مقطعی، ۶۰ پسر نوجوان ۱۴ تا ۱۶ ساله از منطقهٔ یک یزد به‌صورت داوطلبانه و با نمونه‌گیری ساده انتخاب شدند و بر اساس نمرهٔ پرسشنامهٔ بِک (Baecke) به سه گروه غیرفعال، فعال و ورزشکار (۲۰ نفر در هر گروه) تقسیم شدند. نمونه‌های بزاقی صبحگاهی (۸-۹ صبح) به‌منظور کنترل نوسانات شبانه‌روزی جمع‌آوری و با روش الایزا کیت‌های (DiaMetra ایتالیا) و (Eastbiopharm چین) غلظت کورتیزول و sAA ا ندازه‌گیری شد. داده‌ها با آزمون‌های آنووا و تعقیبی بونفرونی و جیمز-هاول در نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۶ تحلیل شدند (سطح معناداری $P\leq ۰/۰۵$).

یافته‌ها: نتایج نشان داد سطوح کورتیزول ($P =۰/۰۰۴$) و الفا امیلاز بزاقی ($P <۰/۰۰۱$)، در گروه‌های ورزشکار و فعال به‌طور معناداری کمتر از گروه غیرفعال بود و بیشترین کاهش در گروه ورزشکار مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: فعالیت بدنی منظم به‌ویژه در سطوح بالا می‌تواند با تعدیل محور HPA و سیستم عصبی خودمختار، بیومارکرهای استرس بزاقی را به‌طور چشمگیری کاهش دهد و به‌عنوان مداخلهٔ غیردارویی مؤثر در کاهش استرس و ارتقای سلامت روان نوجوانان به‌کار رود.

استناد: خادم الشریعه، میترا؛ آذرنیوه، معصومه السادات؛ توکلی خورمیزی، سیدعلیرضا. بررسی نشانگرهای استرس در نوجوانان: تأکید بر نقش فعالیت بدنی در تعدیل کورتیزول و آلفا آمیلاز بزاقی. نشریه علوم زیستی ورزشی.۱۴۰۵؛ (۱)۱۸:۳۲-۲۳.

DOI: http//doi.org/10.22059/JSB.2026.406548.1690.

دسترسی به این نشریه علمی، رایگان است و حق مالکیت فکری خود را بر اساس لایسنس کریتیو کامنز (CC BY-NC 4.0) به نویسندگان واگذار کرده است.| آدرس نشریه: https://jsb.ut.ac.ir/ | ایمیل: jsb@ut.ac.ir

ناشر: انتشارات دانشگاه تهران. © نویسندگان.

مقدمه

جامعهٔ ایران در دهه‌های اخیر، مانند بسیاری از جوامع مدرن، دستخوش تحولات گسترده‌ای در ابعاد اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی شده است. یکی از برجسته‌ترین این تغییرات، دگرگونی در سبک زندگی جوانان و به‌ویژه نوجوانان است که چالش‌های جدی برای سلامت جسمی و روانی آنها به‌همراه داشته است. کم‌تحرکی و افزایش شیوع اضافه وزن و چاقی ناشی از آن، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین پیامدهای این تغییرات، به معضلی جهانی تبدیل شده است. بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی، بیش از ۸۰ درصد نوجوانان در سراسر جهان از نظر جسمانی غیرفعال‌اند، به‌طوری‌که یا فعالیت بدنی کافی ندارند یا ساعات طولانی را صرف فعالیت‌های کم مانند تماشای تلویزیون، بازی‌های ویدئویی یا استفاده بیش‌ازحد از شبکه‌های اجتماعی می‌کنند[۱]. در کشورهای با درآمد متوسط، این رقم به ۸۴ درصد می‌رسد که نشان‌دهندهٔ بحران سلامت عمومی است [۲]. کم‌تحرکی نه‌تنها خطر بیماری‌های غیرواگیر مانند دیابت نوع دو و بیماری‌های قلبی–عروقی را افزایش می‌دهد، بلکه به‌منزلهٔ عامل خطری برای مشکلات سلامت روان، از جمله اضطراب و افسردگی، شناخته شده است [۳، ۴].

نوجوانان به‌دلیل تغییرات بیولوژیکی و روان‌شناختی مرتبط با بلوغ، فشارهای تحصیلی برای کسب نمرات بالا، انتظارات شغلی و رقابت برای مشارکت در فعالیت‌های اجتماعی و علمی، پیوسته در معرض استرس قرار دارند. استرس مزمن می‌تواند تأثیرات مخربی بر سیستم‌های فیزیولوژیکی، از جمله سیستم‌های قلبی–عروقی، ایمنی، عصبی و غدد درون‌ریز داشته باشد و خطر ابتلا به بیماری‌هایی مانند دیابت، فشار خون بالا، افسردگی و حتی اختلالات رفتاری مانند سوءمصرف مواد را افزایش دهد [۵]. با توجه به ماهیت چندبعدی استرس، استفادهٔ صرف از ابزارهای خودگزارشی ممکن است بازتاب‌دهندهٔ دقیق پاسخ‌های فیزیولوژیکی مرتبط با استرس نباشد، زیرا این ابزارها تحت تأثیر سوگیری‌های شناختی و هیجانی قرار می‌گیرند [۶]. از این‌رو، اندازه‌گیری شاخص‌های زیستی می‌تواند ارزیابی عینی‌تری از فعالیت سیستم‌های تنظیم‌کنندهٔ استرس فراهم کند [۷]. برای ارزیابی دقیق استرس، بیومارکرهای بزاقی مانند کورتیزول، آلفا–آمیلاز بزاقی (sAA[1])، به‌دلیل غیرتهاجمی بودن و حساسیت زیاد به تغییرات فیزیولوژیکی، به‌عنوان ابزارهای ارزشمندی شناخته شده‌اند [۸، ۹].

کورتیزول، هورمون اصلی گلوکوکورتیکوئید در انسان، از طریق فعال‌سازی محور هیپوتالاموس–هیپوفیز–آدرنال (HPA[2]) در پاسخ به استرس‌های روانی–اجتماعی ترشح می‌شود و سطوح آن در بزاق به‌طور دقیق منعکس‌کنندهٔ کورتیزول آزاد در خون است [۸]. این هورمون در شرایط استرس با تجزیهٔ گلوکز و اسیدهای چرب برای تأمین انرژی، کاهش التهاب و تنظیم سیستم ایمنی نقش کلیدی ایفا می‌کند [۹]. با این حال، سطوح بالای مزمن کورتیزول با پیامدهای منفی مانند چاقی، دیابت، افسردگی و کاهش تراکم استخوانی مرتبط است [۱۰].

آلفا–آمیلاز بزاقی(sAA) که تحت کنترل سیستم عصبی خودمختار و به‌ویژه شاخهٔ سمپاتیک ترشح می‌شود، به‌عنوان نشانگری حساس برای ارزیابی فعالیت سیستم سمپاتیک–آدرنومدولاری در پاسخ به استرس شناخته شده است. افزایش فعالیت sAA در شرایط استرس روانی–اجتماعی به‌طور مکرر گزارش شده است [۱۱، ۱۲]. فعال شدن مکرر یا طولانی‌مدت این سیستم‌ها می‌تواند به اختلال در تنظیم پاسخ‌های ایمنی و عصبی منجر شود و در نهایت پیامدهای منفی سلامت را در پی داشته باشد. در همین زمینه، استرس مزمن با افزایش خطر عفونت‌ها، اختلال عملکرد ایمنی و بروز مشکلات روان‌شناختی مرتبط دانسته شده است [۱۳]. با توجه به این پیامدهای نامطلوب، شناسایی راهکارهای مؤثر برای کاهش فعالیت بیش‌ازحد محورهای استرس از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این میان، فعالیت بدنی منظم به‌عنوان راهبرد غیردارویی مؤثر برای کاهش واکنش‌پذیری استرس و بهبود سلامت روان معرفی شده است [۱۴]. فعالیت بدنی از طریق تعدیل محور هیپوتالاموس–هیپوفیز–آدرنال (HPA) و سیستم عصبی خودمختار (ANS[3])، موجب کاهش پاسخ‌های فیزیولوژیکی مرتبط با استرس، از جمله فشار خون [۱۵]، ضربان قلب [۱۶] و ترشح کورتیزول می‌شود و در نتیجه به بهبود سازگاری با استرس کمک می‌کند [۱۷].

[1] · Salivary Alpha-Amylase

[2] · Hypothalamic–Pituitary–Adrenal Axis

[3] · Autonomic Nervous System

در برخی مطالعات تجربی مشاهده شده که فعالیت بدنی کوتاه‌مدت یا با شدت‌های خاص (به‌ویژه متوسط یا شدید) ممکن است به‌طور چشمگیری سطح کورتیزول بزاقی را افزایش دهد یا حداقل کاهش معناداری در آن ایجاد نکند .برای مثال، در تحقیقی که اثر فعالیت بدنی و استرس روانی بر سطوح کورتیزول بزاقی بررسی شد، ۱۵ دقیقه ورزش با شدت بالا و آزمون استرس روانی هر دوسبب افزایش شایان توجه کورتیزول شدند و تفاوت معناداری بین اثر افزایش کورتیزول ناشی از ورزش و استرس مشاهده نشد؛ این نتایج نشان می‌دهد که در برخی موارد، ورزش می‌تواند به اندازهٔ خود استرس موجب افزایش کورتیزول شود و اثر آن بر بیومارکرهای استرس همیشه کاهش‌دهنده نیست [۱۸]. اگرچه بسیاری از تحقیقات نشان داده‌اند که افزایش سطح sAA می‌تواند شاخصی برای پاسخ سیستم عصبی سمپاتیک در شرایط استرس باشد، شواهد مبنی بر اینکه فعالیت بدنی منظم به کاهش یا تعدیل sAA منجر شود، متناقض است. درحالی‌که تحلیل‌های نظام‌مند و برخی بررسی‌ها sAA را به‌عنوان نشانگر قابل اعتماد پاسخ استرس معرفی کرده‌اند، ارتباط بین تغییرات sAA و ورزش یا فعالیت بدنی همیشه قوی و قطعی نبوده است و نتایج برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که افزایش sAA در پاسخ به فعالیت فیزیولوژیک ممکن است مستقل از تأثیرات فعالیت بدنی باشد یا با پاسخ کورتیزول همبستگی بالایی نداشته باشد [۱۹].

این تأثیرات به ترکیبی از بهبود منابع روان‌شناختی (مانند مقابلهٔ بهتر با استرس) و کاهش واکنش‌های فیزیولوژیکی به استرس نسبت داده می‌شود [۲۰]. با این حال، تأثیر سطوح مختلف فعالیت بدنی (کم، متوسط و شدید) بر بیومارکرهای استرس بزاقی در نوجوانان ایرانی کمتر بررسی شده است. با توجه به نقش حیاتی نوجوانان به‌عنوان نیروی انسانی و آینده‌سازان جامعه و افزایش شیوع کم‌تحرکی و استرس در این گروه سنی، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف فعالیت بدنی بر بیومارکرهای استرس بزاقی (کورتیزول و sAA) در نوجوانان انجام گرفت تا شواهد علمی برای طراحی مداخلات سلامت‌محور ارائه دهد.

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش به‌صورت توصیفی–مقطعی و با رویکرد مقایسه‌ای انجام گرفت. ابتدا وضعیت سلامت شرکت‌کنندگان از طریق بررسی پروندهٔ بهداشتی، اطلاعات مربی بهداشت مدرسه و معاینهٔ بالینی توسط پزشک ارزیابی شد. بر اساس معیارهای ورود به تحقیق، از جمله عدم ابتلا به بیماری‌های عفونی، بیماری‌های مزمن، سابقهٔ بیماری‌های ارثی جسمی یا روانی و عدم مصرف داروهای خاص، افراد تأیید شده و وارد پژوهش شدند.

در جلسه‌ای حضوری با والدین، جزئیات اجرای تحقیق توضیح داده شده و رضایت‌نامهٔ کتبی برای مشارکت فرزندانشان دریافت شد. همچنین والدین از محرمانه بودن اطلاعات و اختیار خروج از تحقیق در هر زمان آگاه شدند و به آنها اطمینان داده شد که به‌صورت ناشناس و بی‌نام در پژوهش شرکت خواهند کرد. این تحقیق همچنین در کمیتهٔ اخلاق پژوهش دانشگاه بجنورد با کد اخلاق IR.UB.REC.1404.062 به تصویب رسیده است.

شرکت‌کنندگان

جامعهٔ آماری شامل تمامی پسران نوجوان ۱۴ تا ۱۶ سالهٔ مشغول به تحصیل در سال ۱۴۰۳ در منطقهٔ یک شهر یزد بود. از این میان، ۶۰ فرد واجد شرایط (در قالب سه گروه ۲۰ نفره) به‌صورت داوطلبانه و با روش نمونه‌گیری ساده و در دسترس انتخاب شدند.

ابزار

اندازه‌گیری بیومارکرها: برای سنجش کورتیزول بزاقی، از کیت الایزای کورتیزول بزاقی (Salivary Cortisol ELISA Kit; DKO020, DiaMetra, Italy) (با حساسیت ۵۰ نانوگرم بر لیتر) استفاده شد. سطوح آلفا–آمیلاز بزاقی نیز با استفاده از کیت الایزای اختصاصی (Salivary

(Alpha-Amylase ELISA Kit; Eastbiopharm, China) (با حساسیت ۱۰,۱۳ واحد بر لیتر برای sAA) و طبق دستورالعمل‌های شرکت سازنده ارزیابی شد. برای جلوگیری از تأثیر نوسانات شبانه‌روزی، نمونه‌گیری بین ساعات ۸ تا ۹ صبح در محل مدرسه انجام گرفت.

روند اجرای پژوهش

اطلاعات دموگرافیک (سن، قد، وزن، و شاخص تودهٔ بدنی (BMI) جمع‌آوری و پرسشنامهٔ بین‌المللی فعالیت بدنی بِک (Baecke) توسط شرکت‌کنندگان تکمیل شد. بر اساس نتایج پرسشنامه، افراد در یکی از سه گروه غیرفعال، فعال، یا ورزشکار (اعضای تیم‌های فوتبال شهرستان یزد با سابقهٔ بیش از سه سال) دسته‌بندی شدند، به‌طوری‌که گروه ورزشکار شامل اعضای تیم‌های رسمی فوتبال شهرستان یزد با حداقل سه سال سابقهٔ تمرین منظم و شرکت در مسابقات بود. گروه فعال شامل دانش‌آموزانی بود که به‌طور منظم حداقل سه جلسه فعالیت بدنی در هفته انجام می‌دادند، اما عضو تیم‌های رسمی نبودند، گروه غیرفعال شامل افرادی بود که فعالیت بدنی منظم هفتگی نداشتند. همچنین نمونه‌های بزاقی برای اندازه‌گیری غلظت کورتیزول و آلفا-آمیلاز بزاقی (sAA) جمع‌آوری شد.

اندازه‌گیری‌های فیزیکی: قد با استفاده از متر نواری با دقت یک سانتی‌متر و وزن با ترازوی دیجیتال مارک Burer آلمان با دقت ۰/۱ کیلوگرم اندازه‌گیری شد. شاخص تودهٔ بدنی با فرمول وزن (کیلوگرم) / (قد^2 (متر) = BMI محاسبه شد.

پرسشنامهٔ فعالیت بدنی: برای ارزیابی سطح فعالیت بدنی و دسته‌بندی شرکت‌کنندگان به گروه‌های فعال و غیرفعال، از پرسشنامهٔ استاندارد فعالیت بدنی بِک استفاده شد. این پرسشنامه که توسط مراکز علمی مانند دانشگاه علوم پزشکی ایران و دانشگاه تهران ترجمه و اعتبارسنجی شده، شامل ۱۶ گویه است و سطح فعالیت بدنی را با مقیاس لیکرت می‌سنجد. پایایی درونی پرسشنامه با آزمون آلفای کرونباخ بررسی شد و ضریب پایایی ۰/۸۳ به‌دست آمد.

جمع‌آوری نمونه‌های بزاقی: نمونه‌های بزاقی با روش spitting جمع‌آوری شدند. به شرکت‌کنندگان توصیه شد ۹۰ دقیقه پیش از نمونه‌گیری از ورزش، خوردن، آشامیدن، استفاده از دهان‌شویه، مسواک زدن، صحبت کردن یا حرکات سر خودداری کنند. ابتدا دهان با آب مقطر شست‌وشو شد و پس از یک بار بلعیدن بزاق، شرکت‌کنندگان بزاق را در کف دهان جمع کردند و هر دقیقه به مدت پنج دقیقه در لوله‌های پلاستیکی مخصوص (فالکون) ریختند. نمونه‌ها در باکس یخ به آزمایشگاه منتقل شده، با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ و مایع رویی با میکروپیپت جدا شد. سپس نمونه‌ها در دمای ۲۰- درجهٔ‌سانتی‌گراد نگهداری شدند.

روش آماری

تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۶ انجام گرفت و سطح معناداری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. توزیع طبیعی داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و همگنی واریانس‌ها با آزمون لِوِن بررسی شد. برای توصیف داده‌ها از آمار توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) و برای مقایسهٔ متغیرهای کمی از آزمون آنووا استفاده شد. در صورت معناداری، آزمون‌های تعقیبی بونفرونی و جیمز-هاول به‌کار رفتند.

یافته‌های پژوهش

آمار توصیفی (انحراف استاندارد± میانگین) در مورد مشخصات آزمودنی‌ها در جدول ۱ آورده شده است. نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف، توزیع طبیعی داده‌ها را تأیید کرد (P >۰/۰۵) و نتایج آزمون لون نشان داد واریانس‌های آمیلاز آلفا ناهمگن بودند (P=۰/۰۳)، بنابراین از آزمون تعقیبی جیمز-هاول جهت بررسی تفاوت بین گروه‌ها استفاده شد، درحالی‌که واریانس‌های کورتیزول همگن بودند و تفاوت معناداری با هم نداشتند (P >۰/۰۵).

جدول ۱. مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها

گروه‌ها / شاخص	ورزشکار	فعال	غیرفعال
سن (سال)	۱۵/۴±۱/۰۹	۱۵/۵۲±۱/۲۴	۱۵/۶۹±۱/۱۳
وزن (کیلوگرم)	۶۶/۸۱±۱۱/۱۶	۶۴/۹۸±۱۲/۰۲	۷۲/۸۸±۱۵/۸۳
قد (سانتی‌متر)	۱/۶۶±۵/۸۲	۱/۶۵±۷/۳۶	۱/۶۶±۷/۶۸
BMI (Kg/m2)	۲۴/۰۷	۲۳/۷۹	۲۶/۲۲

نتایج تحلیل آماری نشان داد که بین سطوح کورتیزول بزاقی در گروه‌های مورد بررسی تفاوت معناداری وجود دارد (P =۰/۰۰۴). آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که سطوح کورتیزول در گروه‌های ورزشکار (P =۰/۰۰۵) و فعال ((P =۰/۰۳۷) به‌طور معناداری کمتر از گروه غیرفعال بود و بیشترین کاهش در گروه ورزشکار مشاهده شد (جدول ۲).

همچنین برای آلفا–آمیلاز بزاقی (sAA) تفاوت معناداری بین میانگین گروه‌ها یافت شد (p <۰/۰۰۱). نتایج آزمون تعقیبی جیمز–هاول حاکی از آن بود که مقادیر sAA در گروه‌های فعال و ورزشکار به‌طور معناداری کمتر از گروه غیرفعال بود (P <۰/۰۰۱) (جدول ۲).

جدول ۲. نتایج آزمون آماری بیومارکرهای استرس بزاقی در گروه‌های مورد fvvsd

شاخص	گروه‌ها	M±SD	F	sig
کورتیزول (ng/mL)	ورزشکار	۱۱/۲۳± ۵/۸۵	۶/۰۲۱	۰/۰۰۴*
	فعال	۱۲/۴۱± ۵/۰۹		
	غیرفعال	۱۵/۶۸± ۵/۱۸		
آمیلاز آلفا (U/ml)	ورزشکار	۷۲/۱۵± ۳/۴۷	۴۰۱/۰۷	۰/۰۰۰۱*
	فعال	۸۵/۱۲± ۴/۲۹		
	غیرفعال	۱۰۴/۷۹± ۵/۱۸		

* سطح معناداری P≤۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که سطوح فعالیت بدنی به‌طور معناداری بر بیومارکرهای استرس بزاقی (کورتیزول، آلفا–آمیلاز بزاقی) در نوجوانان تأثیر می‌گذارد. این یافته‌ها با شواهد علمی اخیر همخوانی دارد و نقش فعالیت بدنی را به‌عنوان یک مداخلهٔ مؤثر در تعدیل پاسخ‌های استرسی در نوجوانان تأیید می‌کند.

سطوح کورتیزول بزاقی در گروه‌های ورزشکار به‌طور معناداری پایین‌تر از گروه غیرفعال بود. این نتیجه با تحقیقات اخیر همراستاست که نشان داده‌اند فعالیت بدنی منظم، به‌ویژه با شدت متوسط تا بالا، واکنش‌پذیری محور هیپوتالاموس–هیپوفیز–آدرنال (HPA) را کاهش می‌دهد و به کاهش ترشح کورتیزول در پاسخ به استرس منجر می‌شود [۱۴، ۱۷]. کورتیزول، به‌عنوان یک نشانگر کلیدی استرس، از طریق فعال‌سازی محور HPA در پاسخ به محرک‌های روانی–اجتماعی ترشح می‌شود و سطوح بالای مزمن آن با پیامدهای منفی مانند افسردگی، چاقی و دیابت مرتبط است [۲۰]. کاهش کورتیزول در گروه‌های ورزشکار و فعال ممکن است به بهبود تنظیم محور HPA نسبت داده شود که از طریق سازگاری‌های فیزیولوژیکی ناشی از تمرین منظم، مانند افزایش حساسیت گیرنده‌های گلوکوکورتیکوئید و کاهش التهاب سیستمیک، رخ می‌دهد [۲۱]. علاوه بر این، فعالیت بدنی می‌تواند با افزایش ترشح اندورفین‌ها و بهبود خلق‌وخو، درک

استرس روانی را کاهش دهد که به‌طور غیرمستقیم ترشح کورتیزول را مهار می‌کند [۲۲]. بیشترین کاهش کورتیزول در گروه ورزشکار احتمالاً به‌دلیل شدت و نظم بالاتر فعالیت بدنی در این گروه است که با یافته‌های ونگ و همکاران (۲۰۲۵) مبنی بر اثر دوز–پاسخ فعالیت بدنی بر کاهش استرس همخوانی دارد [۲۳].

نتایج نشان داد که سطوح آلفا–آمیلاز بزاقی (sAA) در گروه‌های فعال و ورزشکار به‌طور معناداری پایین‌تر از گروه غیرفعال بود (P<۰/۰۰۱). آلفا–آمیلاز بزاقی، که تحت کنترل سیستم عصبی خودمختار [۱] و به‌ویژه شاخهٔ سمپاتیک ترشح می‌شود، به‌عنوان نشانگری حساس برای استرس حاد شناخته شده است [۲۴]. کاهش sAA در گروه‌های فعال و ورزشکار با نتایج مطالعات قبلی مانند زحانی و همکاران (۲۰۲۳) مطابقت دارد که نشان دادند فعالیت بدنی منظم واکنش‌پذیری سیستم سمپاتیک را در پاسخ به استرس کاهش می‌دهد [۲۵]. این اثر ممکن است به دلیل سازگاری‌های ANS ناشی از تمرین باشد که شامل کاهش حساسیت گیرنده‌های آدرنرژیک و بهبود تعادل سمپاتیک–پاراسمپاتیک است [۲۶]. از آنجا که sAA با استرس روانی–اجتماعی، پرخاشگری و اختلال حافظه مرتبط است [۱۲، ۲۷]، کاهش آن در گروه‌های فعال و ورزشکار می‌تواند نشان‌دهندهٔ بهبود سلامت روان و کاهش تأثیرات منفی استرس در این گروه‌ها باشد. نبود تفاوت معنادار بین گروه‌های فعال و ورزشکار ممکن است به‌دلیل شباهت در شدت فعالیت بدنی یا مدت تمرین باشد که نیاز به بررسی‌های دقیق‌تر در آینده دارد.

یافته‌های این تحقیق نشان‌دهندهٔ تأثیر مثبت فعالیت بدنی بر کاهش بیومارکرهای استرس بزاقی (کورتیزول، sAA) در نوجوانان است. این تأثیرات احتمالاً از طریق چندین سازوکار فیزیولوژیکی رخ می‌دهند؛ نخست، فعالیت بدنی منظم با کاهش واکنش‌پذیری محور HPA و ANS، پاسخ‌های استرسی را تعدیل می‌کند [۱۴، ۲۸]؛ دوم، تمرینات بدنی با افزایش ترشح نوروترانسمیترهای بهبوددهندهٔ خلق‌وخو مانند سروتونین و دوپامین، درک استرس روانی را کاهش می‌دهند[۲۲]؛ سوم، فعالیت بدنی می‌تواند با کاهش التهاب سیستمیک و بهبود سوخت‌وساز گلوکز، تأثیرات منفی استرس مزمن را خنثی کند [۲۹]. این سازوکارها به‌طور جمعی به بهبود سلامت روان و کاهش خطر بیماری‌های مرتبط با استرس در نوجوانان کمک می‌کنند.

این تحقیق دارای چندین محدودیت بود؛ نخست، اندازهٔ نمونه ممکن است برای تشخیص تفاوت‌های ظریف در شاخص‌ها کافی نبوده باشد؛ دوم، مدت و شدت فعالیت بدنی در گروه‌های فعال و ورزشکار به‌طور دقیق کنترل نشده بود که می‌تواند بر نتایج تأثیر بگذارد؛ سوم، عوامل مخدوش‌کننده مانند رژیم غذایی، کیفیت خواب و استرس روانی–اجتماعی به‌طور کامل کنترل نشدند که ممکن است بر سطوح بیومارکرها اثر گذاشته باشد. در نهایت، این تحقیق تنها یک مقطع زمانی را بررسی کرد و تأثیرات بلندمدت فعالیت بدنی بر بیومارکرهای استرس ارزیابی نشد، از این‌رو تحقیقات آتی در این زمینه ضروری به‌نظر می‌رسد.

نتایج این تحقیق نشان داد که فعالیت بدنی منظم، به‌ویژه در سطوح بالا (گروه ورزشکار)، به‌طور معناداری سطوح کورتیزول، آلفا–آمیلاز بزاقی را در نوجوانان کاهش می‌دهد. این یافته‌ها بر اهمیت فعالیت بدنی به‌عنوان راهبرد غیرتهاجمی برای کاهش استرس و بهبود سلامت روان در نوجوانان تأکید می‌کنند. با توجه به افزایش شیوع کم‌تحرکی و استرس در این گروه سنی، مداخلات مبتنی بر فعالیت بدنی می‌توانند نقش کلیدی در ارتقای سلامت عمومی ایفا کنند.

تقدیر و تشکر

از تمامی عزیزانی که در انجام این تحقیق ما را یاری رساندند، به‌ویژه مسئولان، دانش‌آموزان و والدین محترمشان تشکر و قدردانی می‌کنیم.

References

[1]. Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, Borodulin K, Buman MP, Cardon G, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med*. 2020;54(24):1451-62. doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955

[2]. Guthold R, Stevens GA, Riley LM, Bull FC. Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1.6 million participants. *Lancet Child Adolesc Health*. 2020;4(1):23-35.

[3]. Jiang L, Cao Y, Ni S, Chen X, Shen M, Lv H, et al. Association of sedentary behavior with anxiety, depression, and suicide ideation in college students. *Front Psychiatry*. 2020;11:566098.

[4]. Gan WY, Mohamed SF, Law LS. Unhealthy lifestyle associated with higher intake of sugar-sweetened beverages among Malaysian school-aged adolescents. In*t J Environ Res Public Health*. 2019;16(15):2785.

[5]. Speranza L, Filiz KD, Lippiello P, Ferraro MG, Pascarella S, Miniaci MC, et al. Enduring neurobiological consequences of early-life stress: insights from rodent behavioral paradigms. *Biomedicines*. 2024;12(9):1978.

[6]. Wulsin LR, Sagui-Henson SJ, Roos LG, Wang D, Jenkins B, Cohen BE, Shah AJ, Slavich GM. Stress measurement in primary care: Conceptual issues, barriers, resources, and recommendations for study. *Psychosomatic medicine*. 2022;84(3):267-75.

[7]. Koolhaas JM, Bartolomucci A, Buwalda B, de Boer SF, Flügge G, Korte SM, Meerlo P, Murison R, Olivier B, Palanza P, Richter-Levin G. Stress revisited: a critical evaluation of the stress concept. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2011;35(5):1291-301.

[8]. Chaturvedi Y, Chaturvedy S, Marwah N, Chaturvedi S, Agarwal S, Agarwal N. Salivary cortisol and alpha-amylase—biomarkers of stress in children undergoing extraction: an in vivo study. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2018;11(3):214-8.

[9]. Tammayan M, Jantaratnotai N, Pachimsawat P. Differential responses of salivary cortisol, amylase, and chromogranin A to academic stress. *PLoS One*. 2021;16(8):e0256172.

[10]. Knezevic E, Nenic K, Milanovic V, Knezevic NN. The role of cortisol in chronic stress, neurodegenerative diseases, and psychological disorders. Cells. 2023;12(23):2726.

[11]. Chong LS, Senich KL, Ahmad S, Olezeski CL, Gordis EB. Psychologically aggressive parenting and later aggression: salivary alpha-amylase reactivity and sex as moderators. *Int J Psychophysiol*. 2023;194:112260.

[12]. Gordis EB, Granger DA, Susman EJ. Asymmetry between salivary cortisol and α-amylase reactivity to stress: Relation to aggressive behavior in adolescents. *Psychoneuroendocrinology*. 2006;31(8):976-987.

[13]. Engeland C, Hugo F, Hilgert J, Nascimento G, Junges R, Lim HJ, et al. Psychological distress and salivary secretory immunity. *Brain Behav Immun*. 2016;52:11-7.

[14]. Moyers SA, Hagger MS. Physical activity and cortisol regulation: a meta-analysis. *Biol Psychol*. 2023;179:108548. https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2023.108548.

[15]. Hamer M, Taylor A, Steptoe A. The effect of acute aerobic exercise on stress related blood pressure responses: a systematic review and meta-analysis. *Biol Psychol*. 2006;71(2):183-90. https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2005.04.004

[16]. Bigalke JA, Greenlund IM, Nicevski JR, Tikkanen AL, Carter JR. Sympathetic neural reactivity to the Trier social stress test. J Physiol. 2022;600(16):3705-24. https://doi.org/10.1113/JP283358

[17]. Mazgelytė E, Karčiauskaitė D. Cortisol in metabolic syndrome. Adv Clin Chem. 2024;123:129-56. https://doi.org/10.1016/bs.acc.2024.06.008

[18]. Ponce P, Del Arco A, Loprinzi P. Physical activity versus psychological stress: effects on salivary cortisol and working memory performance. Medicina. 2019;55(5):119.

[19]. Allwood MA, Handwerger K, Kivlighan KT, Granger DA, Stroud LR. Direct and moderating links of salivary alpha-amylase and cortisol stress-reactivity to youth behavioral and emotional adjustment. Biological psychology. 2011 Sep 1;88(1):57-64.

[20]. Gianaros PJ, Wager TD. Brain-body pathways linking psychological stress and physical health. Curr Dir Psychol Sci. 2015;24(4):313-21. https://doi.org/10.1177/0963721415581476

[21]. Chrousos GP. Stress and disorders of the stress system. *Nat Rev Endocrinol*. 2009;19(5):374-381.

[22]. Hegberg NJ, Tone EB. Physical activity and stress resilience: considering those at-risk for developing mental health problems. *Ment Health Phys Act*. 2015;8:1-7. https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2014.10.001

[23]. Wang J, Chen L, Liang Y, Chen T, Yuan Y, Yang Y, Fang H, Xie T, Zhuang J. Optimal dose of aerobic exercise for reducing depressive symptoms in children and adolescents: A meta-analysis of randomized controlled trials and dose-response analysis. *Journal of Affective Disorders*. 2025 May 27:119501.

[24]. Erta G, Gersone G, Jurka A, Tretjakovs P. Salivary α-Amylase as a Metabolic Biomarker: Analytical Tools, Challenges, and Clinical Perspectives. *International Journal of Molecular Sciences*. 2025 Jul 30;26(15):7365.23. doi.org/10.3390/ijms26157365

[25]. Szuhany KL, Malgaroli M, Bonanno GA. Physical activity may buffer against depression and promote resilience after major life stressors. *Mental Health and Physical Activity*. 2023 Mar 1;24:100505.

[26]. Carter JR, Ray CA. Sympathetic neural adaptations to exercise training in humans. Autonomic Neuroscience. 2015 Mar 1;188:36-43. https://doi.org/10.1016/j.autneu.2014.10.020.

[27]. Vineetha R, Pai KM, Varghese J, Shashikanth MC. Usefulness of salivary alpha amylase as a biomarker of chronic stress and stress-related oral mucosal changes – a pilot study. *J Clin Exp Dent*. 2014;6(2):e132-7. doi: 10.4317/jced.51355.

[28]. St-Pierre DH, Richard D. The effect of exercise on the hypothalamic-pituitary-adrenal axis. *Endocrinology of physical activity and sport*. 2020 Feb 27:41-54.

[29]. Hill EE, Zack E, Battaglini C, Viru M, Viru A, Hackney AC. Exercise and circulating cortisol levels: the intensity threshold effect. *J Endocrinol Invest*. 2008;31(7):587-91.