DOI: 10.48305/jims.v44.i851.0165

مجله دانشکده پزشکی اصفهان — سال چهل و چهارم/شماره‌ی ۸۵۱/هفته‌ی سوم فروردین ۱۴۰۵

تاریخ دریافت: ۱۷/ ۰۳/ ۱۴۰۴ — تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۱/۱۵ — تاریخ چاپ: ۱۴۰۵/۰۱/۲۳

تأثیر سطوح مختلف فعالیت بدنی در تنظیم کروموگرانین A و ایمونوگلوبولین A و اثر این شاخص‌ها بر سیستم ایمنی نوجوانان

مرضیه السادات آذرنیوه[۱]، میترا خادم الشریعه[۲]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: سیستم ایمنی نوجوانان به دلیل تغییرات مرتبط با سن و تأثیر عوامل محیطی آسیب‌پذیر است. مشخص شده فعالیت بدنی یکی از عوامل کلیدی در حفظ سلامت جسمی و روانی افراد در تمام گروه‌های سنی می‌باشد. لذا هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر سطوح مختلف فعالیت بدنی در تنظیم کروموگرانین A و ایمونوگلوبولین A و اثر این شاخص‌ها بر سیستم ایمنی نوجوانان بود.

روش‌ها: این مطالعه‌ی توصیفی مقطعی شامل ۶۰ پسر ۱۴ تا ۱۶ ساله منطقه یک یزد بود که به صورت داوطلبانه شرکت کردند و به روش نمونه‌گیری ساده انتخاب شدند. شرکت‌کنندگان در سه گروه غیرفعال، فعال و ورزشکار (۲۰ نفر در هر گروه) قرار گرفتند. برای تعیین سطح فعالیت بدنی از پرسشنامه‌ی Baecke استفاده شد. نمونه‌های بزاق جمع‌آوری شده و با استفاده از روش الایزا برای نشانگرهای زیستی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون ANOVA و تعقیبی Bonferroni و جیمز هاول با در نظر گرفتن سطح معنی‌داری P ≥ ۰/۰۵ انجام شد.

یافته‌ها: نتایج تحلیل آماری نشان داد در مورد شاخص کروموگرانین A تفاوت معناداری بین گروه‌ها مشاهده شد (P< ۰/۰۰۱) و در گروه‌های ورزشکار و فعال به‌طور معناداری کمتر از گروه غیرفعال بود و بیشترین کاهش در گروه ورزشکار مشاهده گردید (P< ۰/۰۰۱). با این حال، برای ایمونوگلوبولین A هیچ تفاوت معناداری بین گروه‌ها مشاهده نشد (P = ۰/۰۹۶).

نتیجه‌گیری: فعالیت بدنی منظم می‌تواند سطوح کروموگرانینA را کاهش دهد و استرس فیزیولوژیکی را در نوجوانان تعدیل کند، اما تأثیر آن بر ایمونوگلوبولین A به عوامل متعددی وابسته است. لذا، یافته‌های حاضر بر اهمیت طراحی برنامه‌های ورزشی مناسب برای تقویت سلامت عمومی و سیستم ایمنی در دوران نوجوانی تأکید دارند.

واژگان کلیدی: ورزش؛ کروموگرانین A؛ ایمونوگلوبولین A؛ سیستم ایمنی؛ بزاق؛ نوجوانان

ارجاع: آذرنیوه مرضیه السادات، خادم الشریعه میترا. **تأثیر سطوح مختلف فعالیت بدنی در تنظیم کروموگرانین A و ایمونوگلوبولین A و اثر این شاخص‌ها بر سیستم ایمنی نوجوانان.** مجله دانشکده پزشکی اصفهان ۱۴۰۵؛ ۴۴ (۸۵۱): ۱۶۵- ۱۷۱.

مقدمه

فعالیت بدنی، به‌عنوان یکی از عوامل کلیدی در حفظ سلامت جسمی و روانی افراد در تمام گروه‌های سنی شناخته شده است و در دوران نوجوانی که مرحله‌ای حیاتی برای رشد جسمانی، شناختی و ایمنی است، نقش ویژه‌ای ایفا می‌کند (۱). این دوره با تغییرات سریع فیزیولوژیکی، هورمونی و متابولیکی همراه است که می‌تواند بر عملکرد سیستم ایمنی تأثیر بگذارد (۲). سیستم ایمنی نوجوانان به دلیل این تغییرات و همچنین تأثیر عوامل محیطی مانند استرس، تغذیه و فعالیت بدنی، در برابر اختلالات و نوسانات آسیب‌پذیر است (۳). فعالیت بدنی، بسته به شدت، مدت و نوع آن، می‌تواند اثرات متفاوتی بر سیستم ایمنی داشته باشد؛ از تقویت عملکرد ایمنی در فعالیت‌های متوسط تا سرکوب موقت آن در فعالیت‌های شدید و طولانی‌مدت (٤).

دو شاخص زیستی مهم که در پاسخ به فعالیت بدنی تغییر می‌کنند و می‌توانند به‌عنوان معیاری برای ارزیابی تأثیر ورزش بر سیستم ایمنی مورد توجه قرار گیرند، کروموگرانین A (Chromogranin A) (CgA) و ایمونوگلوبولین A (Immunoglobulin A) (IgA) هستند. کروموگرانین A، پروتئینی است که در سلول‌های عصبی و غدد درون‌ریز ترشح می‌شود، به‌عنوان یک نشانگر استرس فیزیولوژیکی

۱- استادیار گروه علوم ورزشی، دانشکده‌ی ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

۲ – استادیار گروه تربیت بدنی، دانشکده‌ی ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه کوثر بجنورد، بجنورد ایران

نویسنده‌ی مسؤول: مرضیه السادات آذرنیوه، استادیار گروه علوم ورزشی، دانشکده‌ی ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

Email: m.azarnive@uoz.ac.ir

شـناخته شـده و در پاسـخ به فعالیت بدنی، به‌ویژه ورزش‌های شـدید، افزایش می‌یابد (۵-۶). از سوی دیگر، ایمونوگلوبولین A بزاقی (sIgA) به‌عنوان یک جزء کلیدی در ایمنی مخاطی، نقش مهمی در محافظت از بدن در برابر پاتوژن‌های تنفسـی و گوارشـی ایفا می‌کند (۷). سـطوح sIgA می‌تولند تحت تأثیر فعالیت بدنی تغییر کند، به‌طوری‌که ورزش متوسط ممکن است باعث افزایش آن شود، در حالی‌که ورزش شدید ممکن است به کاهش موقت آن منجر گردد (۸).

مطالعات اخیر، شـواهد بیشـتری در مورد تأثیر فعالیت بدنی بر sIgA و سیستم ایمنی ارائه داده‌اند، اگرچه اطلاعات خاص در مورد CgA در نوجوانان معدود است. به‌عنوان مثال، Castilho و همکاران در یک متاآنالیز نشـان دادند که ورزش حاد در افراد غیرورزشـکار موجب کاهش موقتی sIgA می‌شود، در حالی‌که ورزشکاران حرفه‌ای پس از تمرینات سنگین کاهش بیشتری را تجربه می‌کنند که می‌تواند خطر عفونت‌های تنفسی را افزایش دهد (۹). در مقابل، Mohamed و Alawna دریافتند که ورزش هوازی متوسـط در بیماران مبتلا به کووید-۱۹ باعث افزایش sIgA و بهبود علائم تنفسی می‌شود که این یافته برای نوجوانان نیز قابل‌تعمیم است و بر نقش ورزش متوسط در تقویت ایمنی مخاطی تأکید دارد (۱۰).

همچنین، Neves و همکاران گزارش کردند که ورزش حاد ممکن اسـت تعداد سـلول‌های B را به‌طور موقت کاهش دهد، اما sIgA به‌عنوان یک نشانگر حساس به ورزش شناخته می‌شود (۱۱). این مطالعات بر اهمیت طراحی برنامه‌های ورزشی متناسب با شدت و مدت برای بهینه‌سازی فواید ایمنی در گروه‌های سنی جوان، از جمله نوجوانان، تأکید دارند.

با وجود تحقیقات گسترده، مکانیسم‌های دقیق تأثیر فعالیت بدنی بر این شاخص‌ها و ارتباط آن‌ها با سیستم ایمنی همچنان به‌طور کامل شـناخته نشـده اسـت. برای مثال، افزایش هورمون‌های اسـترس مانند کورتیزول و تغییرات در سـطوح سـایتوکاین‌ها و سـلول‌های ایمنی در پاسخ به ورزش شدید می‌تواند به سرکوب موقت سیستم ایمنی منجر شـود (۲). این موضـوع در نوجوانان که سـیسـتم ایمنی آن‌ها در حال تکامل اسـت، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار اسـت، زیرا تغییرات ایمنی در این دوره می‌تولند بر سـلامت بلندمدت آن‌ها تأثیر بگذارد (۱۲). علاوه بر این، فعالیت بدنی مناسـب نه‌تنها به پیشـگیری از بیماری‌های مزمن مانند چاقی، دیابت نوع ۲ و بیماری‌های قلبی-عروقی کمک می‌کند (۱۴-۱۳)، بلکه با حفظ سـطوح مناسـب sIgA می‌تواند خطر عفونت‌های تنفسی و گوارشی را کاهش دهد (۱۷-۱۵).

بررسی تأثیر سطوح مختلف فعالیت بدنی بر تنظیم کروموگرانین A و ایمونوگلوبولین A و نقش این شـاخص‌ها در عملکرد سـیسـتم ایمنی نوجوانان می‌تواند به روشـن شـدن این ارتباطات پیچیده کمک کند. این شـناخت می‌تواند به طراحی برنامه‌های ورزشـی هدفمند منجر شـود که ضـمن بهره‌مندی از فواید فعالیت بدنی، از اثرات منفی احتمالی بر سیسـتم ایمنی جلوگیری کند. با این‌حال، تأثیر سـطوح مختلف فعالیت بدنی (کم، متوسط و شـدید) بر تنظیم نشانگرهای زیستی سیستم ایمنی در نوجوانان ایرانی کمتر مورد بررسـی قرار گرفته اسـت. چنین مطالعاتی نه‌تنها در بهبود سـلامت عمومی نوجوانان مؤثر اسـت، بلکه می‌تواند به‌عنوان پایه‌ای برای تدوین سـیاسـت‌های سـلامت عمومی و برنامه‌های آموزشـی ورزشـی در مدارس و جوامع عمل نماید. لذا این مطالعه با هدف بررسـی تاثیر سـطوح مختلف فعالیت بدنی در تنظیم کروموگرانین A و ایمونوگلوبولین A و اثر این شـاخص‌ها بر سیستم ایمنی نوجوانان انجام شـد تا شـواهد علمی لازم برای طراحی مداخلات سلامت‌محور را ارائه نماید.

روش‌ها

این مطالعه به‌صـورت توصـیفی- مقطعی و با رویکرد مقایسـه‌ای انجام شـد. جامعه آماری شامل تمامی پسران نوجوان ۱۴ تا ۱۶ ساله مشغول به تحصیل در سال ۱۴۰۳ در منطقه یک شهر یزد بود. ابتدا از این میان تمامی مدارس متوسـطه اول، با قرعه‌کشـی یک مدرسـه انتخاب شـد و سـپس از میان دانش‌آموزان واجد شـرایط و داوطلب ۶۰ نفر (در قالب سـه گروه ۲۰ نفره) به روش نمونه‌گیری ساده و در دسـترس به عنوان نمونه انتخاب شـدند. ابتدا وضـعیت سـلامت شـرکت‌کنندگان از طریق بررسـی پرونده بهداشـتی، اطلاعات مربی بهداشـت مدرسـه، و معاینه بالینی توسـط پزشـک ارزیابی شـد. بر اسـاس معیارهای ورود به مطالعه، از جمله عدم ابتلا به بیماری‌های عفونی، بیماری‌های مزمن، سـابقه‌ی بیماری‌های ارثی جسـمی یا روانی و عدم مصـرف داروهای خاص، افراد تأیید شده و وارد پژوهش شدند.

در جلسـه‌ای حضـوری با والدین، جزئیات اجرای مطالعه توضـیح داده شـد و رضـایت‌نامه‌ی کتبی برای مشـارکت فرزندانشـان دریافت گردید. همچنین، والدین از محرمانه بودن اطلاعات و اختیار خروج از مطالعه در هر زمان آگاه شـدند. سپس، اطلاعات دموگرافیک (سـن، قد، وزن، و شـاخص توده‌ی بدنی BMI) جمع‌آوری و پرسـشـنامه‌ی بین‌المللی فعالیت بدنی بک (Baecke) توسـط شـرکت‌کنندگان تکمیل شد. بر اساس نتایج پرسشنامه، افراد در یکی از سه گروه غیرفعال، فعال یا ورزشکار (اعضای تیم‌های فوتبال شهرستان یزد با سابقه‌ی بیش از سه سـال) دسـته‌بندی شـدند. همچنین، نمونه‌های بزاقی برای اندازه‌گیری غلظت ایمونوگلوبولین A و کروموگرانین A جمع‌آوری شد.

لندازه‌گیری‌های آنتروپومتریکی: قد با اسـتفاده از متر نواری با دقت یک سـانتی‌متر و وزن با ترازوی دیجیتال مارک Burer آلمان با دقت ۰/۱ کیلوگرم اندازه‌گیری شـد. شـاخص توده‌ی بدنی با فرمول BMI = وزن (کیلوگرم) / (قد (متر))^2 محاسبه گردید.

پرسشنامه‌ی فعالیت بدنی: برای ارزیابی سطح فعالیت بدنی و دسته‌بندی شرکت‌کنندگان به گروه‌های فعال و غیرفعال، از پرسشنامه استاندارد فعالیت بدنی بک 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 ۰/۸۴ به دست 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 شستشو شد و پس از یک بار بلعیدن بزاق، شرکت‌کنندگان بزاق را در کف دهان جمع کرده و هر دقیقه به مدت ۵ دقیقه در لوله‌های پلاستیکی مخصوص (فالکون) ریختند. نمونه‌ها در باکس یخ به آزمایشگاه منتقل، با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ و مایع رویی با میکروپیپت جدا شد. سپس، نمونه‌ها در دمای ۲۰- درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شدند.

اندازه‌گیری بیومارکرها: غلظت ایمونوگلوبولین A با کیت الایزای شرکت پارس آزمون (آزمایش ایمونوسوربنت مرتبط با آنزیم) اندازه‌گیری شد. سطوح کروموگرانین A با کیت‌های الایزای شرکت Eastbiopharm چین (با حساسیت ۲/۲۷ نانوگرم بر میلی‌لیتر) و طبق دستورالعمل‌های شرکت سازنده ارزیابی شدند. برای جلوگیری از تأثیر نوسانات شبانه‌روزی، نمونه‌گیری بین ساعات ۸ تا ۹ صبح در محل مدرسه انجام شد.

تجزیه و تحلیل آماری: طبیعی بودن توزیع داده‌ها توسط آزمون Kolmogorov-Smirnov و همگنی واریانس‌ها با آزمون Leven بررسی شد. برای توصیف داده‌ها از آمار توصیفی (میانگین ± انحراف استاندارد) و برای مقایسه متغیرهای کمی از آزمون ANOVA استفاده شد. در صورت معناداری، آزمون‌های تعقیبی Bonferroni و جیمز-هاول به کار رفتند. کلیه مراحل توسط نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۱۶ (version 16, SPSS Inc., Chicago, IL) انجام شد و سطح معناداری P ≤ ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. این مطالعه با کد اخلاق IR.UB.REC.1404.062 مورد تأیید قرار گرفت.

یافته‌ها

در جدول ۱ آمار توصیفی (انحراف استاندارد± میانگین) مربوط به مشخصات آزمودنی‌ها آورده شده است (جدول ۱). نتایج آزمون Kolmogorov-Smirnov، توزیع طبیعی داده‌ها را تأیید کرد (P >۰/۰۵) و نتایج آزمون Leven نشان داد واریانس‌های IgA ناهمگن بودند (P = ۰/۰۳)، بنابراین از آزمون تعقیبی جیمز-هاول جهت بررسی تفاوت بین گروه‌ها استفاده شد، سایر واریانس‌ها همگن بوده و تفاوت معناداری باهم نداشتند (P >۰/۰۵).

جدول ۱. مشخصات آزمودنی‌ها در گروه‌های مورد بررسی

شاخص / گروه‌ها	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 در مورد شاخص کروموگرانین A بزاقی تفاوت معناداری را بین گروه‌ها نشان داد (P< ۰/۰۰۰۱) و نتایج آزمون Bonferroni کاهش معنادار این شاخص را در گروه‌های ورزشکار و فعال نسبت به گروه غیرفعال تأیید کرد (P< ۰/۰۰۰۱). با این حال، برای ایمونوگلوبولین A بزاقی علی‌رغم کاهش در گروه‌های فعال و ورزشکار نسبت به غیرفعال، این تفاوت از نظر آماری معنادار نبود (P = ۰/۰۹۶) (جدول ۲).

جدول ۲. نتایج آزمون آنوای شاخص‌های IgA و CgA در گروه‌های مورد بررسی

شاخص	گروه‌ها	میانگین ± انحراف معیار	F	sig
IgA (µg/mL)	ورزشکار	۸۹/۳۲±۳۳/۲۸	۲/۴۳	۰/۰۹۶
	فعال	۹۴/۳۹±۳۵/۱۱		
	غیرفعال	۱۰۷/۵۸±۲۹/۴۷		
CgA (ng/mL)	ورزشکار	۶۹/۱۲±۱۵/۸۲	۲۷/۵۴	۰/۰۰۰۱*
	فعال	۷۸/۴۷±۱۵/۰۴		
	غیرفعال	۹۸/۷۷±۱۳/۳۱		

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

بحث

نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان داد که سطوح کروموگرانین A بزاقی (CgA)در گروه‌های ورزشکار و فعال به‌طور معناداری پایین‌تر از گروه غیرفعال بود (P < ۰/۰۰۰۱)، در حالی‌که برای ایمونوگلوبولین Aبزاقی (sIgA) هیچ تفاوت معناداری بین گروه‌ها مشاهده نشد (P = ۰/۰۹۶). این یافته‌ها با توجه به نقش CgA به‌عنوان نشانگر استرس فیزیولوژیکی و sIgA به‌عنوان شاخص ایمنی مخاطی، اطلاعات مهمی در مورد تأثیر فعالیت بدنی بر سیستم ایمنی در نوجوانان ارائه می‌دهند.

کاهش معنادار CgA در گروه‌های ورزشکار و فعال نسبت به گروه غیرفعال با یافته‌های Usui و همکاران همخوانی داشت که نشان دادند فعالیت بدنی مزمن، به‌ویژه در افراد با سطح آمادگی جسمانی بالاتر، می‌تواند پاسخ استرس فیزیولوژیکی را تعدیل کند (۵). کروموگرانین A به‌عنوان یک نشانگر استرس در پاسخ به فعالیت بدنی شدید افزایش می‌یابد (٦)، اما نتایج حاضر نشان می‌دهند که فعالیت بدنی منظم و متوسط، مانند آنچه در گروه‌های ورزشکار و فعال مشاهده شد، ممکن است با کاهش استرس فیزیولوژیکی و بهبود تنظیم سیستم عصبی- غددی همراه باشد. این امر می‌تواند به دلیل سازگاری‌های فیزیولوژیکی ناشی از تمرینات منظم، مانند کاهش پاسخ کورتیزول یا بهبود عملکرد محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال (HPA)باشد (٤). علاوه بر این، مطالعه‌ای جدید از Bocanegra و همکاران نشان داد که تمرینات منظم با شدت متوسط می‌توانند بیان ژن‌های مرتبط با کروموگرانین A را در سلول‌های عصبی کاهش دهند، که این امر به کاهش ترشح کاتکول‌آمین‌ها و تعدیل پاسخ استرسی منجر می‌شود (۱۵). این مکانیسم می‌تواند توضیح‌دهنده کاهش CgA در گروه‌های ورزشکار و فعال باشد و بر اهمیت تمرینات منظم د ر تنظیم محورHPA تأکید کند.

این یافته‌ها همچنین با مطالعه‌ی Bocanegra و همکاران هم‌راستا بود که نشان دادند افزایش CgA در پاسخ به تمرین شدید، در افراد تمرین‌دیده کمتر رخ می‌دهد و نشانه‌ای از سازگاری است (۱۵). از سوی دیگر، برخی پژوهش‌ها نتایج متفاوتی را ارائه داده‌اند؛ برای مثال Gallina و همکاران، افزایش CgA را حتی پس از تمرین با شدت متوسط در ورزشکاران گزارش کردند. این تفاوت‌ها احتمالاً ناشی از عوامل مؤثر دیگری مانند زمان نمونه‌گیری (مثلاً بلافاصله پس از تمرین)، وضعیت روانی، یا تفاوت در نوع فعالیت بدنی (هوازی در مقابل مقاومتی) هستند (١٦). مطالعه‌ای جدید توسط Laing و همکاران نشان دادند که شرایط محیطی و استرس فیزیولوژیک می‌تواند پاسخ‌های مرتبط با محور سمپاتیک و شاخص‌های بزاقی را تغییر دهد و این موضوع می‌تواند بخشی از تفاوت نتایج را توضیح دهد. این مطالعه پیشنهاد می‌کند که پاسخ‌های CgA و سایر نشانگرهای استرس ممکن است به شدت تحت تأثیر شرایط تمرین و محیط قرار گیرند (۲۲). این یافته برای نوجوانان که در مرحله‌ای حساس از رشد فیزیولوژیکی قرار دارند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا کاهش استرس فیزیولوژیکی می‌تواند به بهبود سلامت کلی و عملکرد ایمنی کمک کند (۱).

اما از یافته‌های مهم مطالعه‌ی حاضر، عدم وجود تفاوت معنادار در سطوح sIgA بین گروه‌ها (P = ۰/۰۹٦) بود که با نتایج برخی مطالعات اخیر مغایرت داشت. برای مثال، Castilho و همکاران در یک متاآنالیز گزارش کردند که ورزش حاد می‌تواند باعث کاهش موقتی sIgA در افراد غیرورزشکار شود، در حالی‌که تمرینات مزمن ممکن است خطر عفونت‌های تنفسی را در ورزشکاران حرفه‌ای افزایش دهد (۹).

با این حال، Mohamed و Alawna نشان دادند که ورزش هوازی متوسط می‌تواند سطوح sIgA را در بیماران مبتلا به کووید-۱۹ افزایش دهد که این یافته برای گروه‌های سنی جوان‌تر نیز قابل‌تعمیم است (۱۰). تحلیل عمیق‌تر توسط Neville و همکاران، نشان داد که sIgA به شدت به تعادل میکروبیوم روده وابسته است، و فعالیت بدنی منظم می‌تواند از طریق بهبود ترکیب میکروبیوم، به‌طور غیرمستقیم سطوح sIgA را تثبیت کند. این مطالعه پیشنهاد کرد که رژیم غذایی غنی از فیبر و پروبیوتیک‌ها می‌تواند اثرات مثبت ورزش بر sIgA را تقویت کند (۱۷).

یافته‌ی حاضر همچنین با مطالعه‌ی Walsh و همکاران در تضاد است که گزارش کردند ورزش متوسط منظم می‌تواند سطح sIgA را افزایش داده و خطر عفونت تنفسی را کاهش دهد (۲). از سوی دیگر، مطالعاتی مانند Neves و همکاران، بیان کرد که تمرینات شدید یا طولانی‌مدت ممکن است منجر به کاهش sIgA و افزایش آسیب‌پذیری در برابر عفونت‌ها شوند. این تضادها احتمالاً به نوع، شدت و مدت تمرین، وضعیت تمرینی آزمودنی‌ها و حتی تغذیه و سطح استرس روانی وابسته است (۱۱).

مطالعه‌ی اخیر توسط Uchino و همکاران نشان داد که تمرینات مقاومتی با شدت بالا در مقایسه با تمرینات هوازی متوسط، تأثیر متفاوتی برsIgA دارد و ممکن است به دلیل افزایش استرس متابولیکی، کاهش موقتی sIgA را القا کند (۱۸). این یافته می‌تواند توضیح‌دهنده‌ی عدم تفاوت معنادار در مطالعه‌ی حاضر باشد، زیرا گروه‌های ورزشکار و فعال ممکن است ترکیبی از تمرینات هوازی و مقاومتی انجام داده باشند.

عدم تفاوت معنادار در مطالعه حاضر ممکن است به دلیل ناهمگنی واریانس‌های sIgA (P = ۰/۰۳) باشد که نشان‌دهنده‌ی

تفاوت‌های فردی یا عوامل محیطی مانند رژیم غذایی، استرس روانی یا سطح هیدراتاسیون است (۷). علاوه بر این، Neves و همکاران گزارش کردند که sIgA به‌عنوان یک نشانگر حساس به ورزش شناخته می‌شود، اما تغییرات آن ممکن است به شدت، مدت و نوع ورزش وابسته باشد (۱۱).

در مطالعه‌ی حاضر، گروه‌های ورزشکار و فعال ممکن است فعالیت‌های بدنی متفاوتی (مانند هوازی در مقابل مقاومتی) انجام داده باشند که بر sIgA تأثیرات متفاوتی داشته است. بر این اساس، برای تبیین دقیق‌تر یافته‌ها، ضروری است که پژوهش‌های آتی نوع و شدت تمرین را به‌صورت دقیق‌تر طبقه‌بندی کرده، و عوامل مداخله‌گر مانند خواب، استرس، رژیم غذایی و زمان نمونه‌گیری را کنترل کنند.

مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها نشان داد که گروه‌های ورزشکار، فعال و غیرفعال از نظر سن، وزن، قد و شاخص توده‌ی بدنی تفاوت‌های جزئی داشتند. میانگین سنی مشابه (حدود ۱۵ سال) نشان‌دهنده همگنی نسبی گروه‌ها از نظر مرحله رشد است، اما BMI بالاتر در گروه غیرفعال (۲۶/۲۲ در مقابل ۲۴/۰۷ و ۲۳/۷۹) ممکن است نشان‌دهنده تأثیر سبک زندگی کم‌تحرک بر ترکیب بدن باشد (۱۴). این تفاوت می‌تواند بر سطوح CgA تأثیر گذاشته باشد، زیرا استرس متابولیکی مرتبط با BMI بالاتر ممکن است پاسخ‌های استرسی را تشدید کند (۱۳). تحلیل اخیر توسط Bandyopadhyay و همکاران نشان داد که BMI بالاتر با افزایش فعالیت سیستم سمپاتیک و ترشح کاتکول‌آمین‌ها همراه است، که می‌تواند به‌طور غیرمستقیم سطوح CgA را در افراد غیرفعال افزایش دهد (۱۹).

یافته‌های این مطالعه پیامدهای علمی مهمی برای طراحی برنامه‌های ورزشی برای نوجوانان دارد. چنانکه کاهش CgA در گروه‌های ورزشکار و فعال نشان می‌دهد، فعالیت بدنی منظم می‌تواند به بهبود سلامت روان و کاهش استرس فیزیولوژیکی کمک نماید که به‌ویژه در دوران نوجوانی برای پیشگیری از بیماری‌های مزمن مانند چاقی و دیابت نوع ۲ حیاتی است (۱۴). مطالعات اخیر، مانند کار منتشر شده توسط Radom-Aizik و همکاران نشان داد که فعالیت بدنی منظم می‌تواند از طریق تنظیم بیان ژن‌های مرتبط با التهاب مانند IL-6 و CRP به کاهش استرس مزمن و بهبود سلامت متابولیکی کمک کند (۲۰).

همچنین بررسی‌های اخیر از جمله مطالعات ایمونولوژی نشان می‌دهند که فعالیت بدنی منظم می‌تولند با افزایش سلول‌های NK، بهبود تعادل سایتوکاینی افزایش IL-10 و کاهش TNF-α و افزایش عملکرد نوتروفیل‌ها، تقویت کلی سیستم ایمنی را موجب شود. این مطالعه همچنین تأکید می‌کند که تمرینات هوازی با شدت متوسط (50-70% VO2max) می‌توانند از طریق افزایش تنوع میکروبیوم روده و کاهش التهاب سیستمیک، به‌طور غیرمستقیم ایمنی مخاطی را تقویت کنند (۱۷).

با این حال، عدم تفاوت معنادار در sIgA نشان‌دهنده‌ی نیاز به بررسی دقیق‌تر نوع و شدت فعالیت بدنی است. مطالعات اخیر، مانند Gleeson و Pyne، نشان داده‌اند که ورزش هوازی متوسط (۳۰ دقیقه در روز) می‌تواند sIgA را افزایش داده و خطر عفونت‌های تنفسی را کاهش دهد (۸). بنابراین، برنامه‌های ورزشی برای نوجولنان باید با شدت متوسط و دوره‌های ریکاوری کافی طراحی شوند تا از سرکوب ایمنی جلوگیری شود (۹). بر اساس مطالعه‌ای جدید توسط Filaire و همکاران ترکیب تمرینات هوازی با تمرینات ذهن‌آگاهی (مانند یوگا یا مدیتیشن) می‌تواند اثرات مثبت بر sIgA را تقویت کند، به‌ویژه در نوجوانان با استرس روانی بالا (۲۱).

این مطالعه با چند محدودیت مواجه بود. اول، ناهمگنی واریانس‌های sIgA ممکن است تحلیل آماری را تحت تأثیر قرار داده باشد. دوم، فقدان اطلاعات دقیق درباره نوع و شدت فعالیت بدنی در گروه‌های ورزشکار و فعال ممکن است توضیح تفاوت‌های مشاهده‌شده را دشوار کند. سوم، عدم بررسی سایر نشانگرهای ایمنی (مانند سایتوکاین‌ها یا تعداد لنفوسیت‌ها) تصویر جامعی از تأثیر فعالیت بدنی بر سیستم ایمنی ارائه نمی‌دهد. در نهایت، اندازه نمونه و ویژگی‌های خاص آزمودنی‌ها (مانند سطح آمادگی جسمانی یا رژیم غذایی) ممکن است بر تعمیم‌پذیری نتایج اثر بگذارد .علاوه بر این، عدم کنترل متغیرهای محیطی مانند دمای محیط یا رطوبت در زمان نمونه‌گیری ممکن است بر نتایج sIgA تأثیر گذاشته باشد، زیرا مطالعات اخیر نشان داده‌اند که شرایط محیطی می‌توانند پاسخ‌های ایمنی مخاطی را تعدیل کنند (۲۲).

در مجموع، با توجه به تضادهای موجود در ادبیات علمی، پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده با نمونه‌های بزرگ‌تر، کنترل بیشتر متغیرهای مداخله‌گر، طبقه‌بندی دقیق فعالیت‌ها، و اندازه‌گیری شاخص‌های مکمل مانند کورتیزول، سایتوکاین‌ها و IgG، به تبیین روشن‌تری از اثرات فعالیت بدنی بر ایمنی نوجوانان بپردازند. همچنین، استفاده از فناوری‌های نوین مانند پروتئومیکس و متابولومیکس برای شناسایی نشانگرهای زیستی جدید مرتبط با استرس و ایمنی می‌تواند به درک بهتر مکانیسم‌های زیربنایی کمک کند (۲۳).

از آنجایی که این مطالعه یک بررسی مقطعی- مقایسه‌ای محسوب می‌شود، جهت کسب نتایج دقیق‌تر انجام بررسی‌های آتی با رفع محدودیت‌های فوق ضروری به‌نظر می‌رسد. پیشنهاد می‌شود که مطالعات طولی با تمرکز بر تغییرات بلندمدت در نشانگرهای استرس و ایمنی، به‌ویژه در گروه‌های سنی نوجوان، انجام شود تا اثرات پایدار فعالیت بدنی مشخص گردد (۲۴).

نتیجه‌گیری

این مطالعه نشـان داد که فعالیت بدنی منظم می‌تواند سـطوح CgA را کاهش دهد و اسـترس فیزیولوژیکی را در نوجولنان تعدیل کند، اما تأثیر آن بر sIgA به عوامل متعددی وابسـته اسـت. این یافته‌ها بر اهمیت طراحی برنامه‌های ورزشی مناسب برای تقویت سلامت ایمنی و عمومی در دوران نوجوانی تأکید دارند. با توجه به نقش حیاتی فعالیت بدنی در پیشگیری از بیماری‌های مزمن و عفونت‌ها این مطالعه می‌تواند به‌عنوان پایه‌ای برای سیاسـت‌گذاری‌های سـلامت عمومی و برنامه‌های آموزشی ورزشی در مدارس عمل کند.

تشکر و قدردانی

از تمامی عزیزانی که در انجام این تحقیق ما را یاری رسـاندند، به ویژه مسئولین، دانش‌آموزان و والدین محترم‌شان تشکر و قدردانی می‌کنیم.

References

1. Nieman DC, Wentz LM. The compelling link between physical activity and the body's defense system. J Sport Health Sci 2019; 8(3): 201-17.
2. Walsh NP, Gleeson M, Shephard RJ, Woods JA, Bishop NC, Fleshner M, et al. Position statement. Part one: Immune function and exercise. Exerc Immunol Rev 2011; 17: 6-63.
3. Simpson RJ, Campbell JP, Gleeson M, Krüger K, Nieman DC, Pyne DB, et al. Can exercise affect immune function to increase susceptibility to infection? Exerc Immunol Rev 2020; 26: 8-22.
4. Hackney AC, Lane AR. Exercise and the regulation of endocrine hormones. Prog Mol Biol Transl Sci 2015; 135: 293-311.
5. Usui T, Yoshikawa T, Ueda SY, Katsura Y, Orita K, Fujimoto S. Effects of acute prolonged exercise on serum and salivary chromogranin A. J Sports Sci Med 2011; 10(4): 675-80.
6. Cryer PE, Wortsman JA, Shah SD, Nowak RM, Deftos LJ. Plasma chromogranin A as a marker of sympathochromaffin activity in humans. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism. 1991 Feb 1;260(2): E243-6. https://doi.org/10.1152/ajpendo.1991.260.2.e243
7. Bishop NC, Gleeson M. Acute and chronic effects of exercise on markers of mucosal immunity. Front Biosci (Landmark Ed) 2009; 14(12): 4444-56.
8. Gleeson M, Pyne DB. Exercise effects on mucosal immunity. Immunology and cell biology. 2000 Oct;78(5):536-44.
9. Castilho T, da Silva Guimarães L, Póvoa HC, Antunes LS, Antunes LA. Influence of physical exercises on salivary immunoglobulin A (sIgA) concentration in athletes: A systematic review with meta-analysis. Sport Sciences for Health. 2022;18(3):621-39.
10. Mohamed AA, Alawna M. The effect of aerobic exercise on immune biomarkers and symptoms severity in patients with COVID-19: a randomized controlled trial. J Bodyw Mov Ther 2021; 28: 425-32.
11. Neves RS, da Silva MA, de Rezende MA, Caldo-Silva A, Pinheiro J, Santos AM. Salivary markers responses in the post-exercise and recovery period: a systematic review. Sports (Basel) 2023; 11(7): 137.
12. Campbell JP, Turner JE. Debunking the myth of exercise-induced immune suppression: redefining the impact of exercise on immunological health across the lifespan. Front Immunol 2018; 9: 648.
13. Pedersen BK, Saltin B. Exercise as medicine - evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. Scand J Med Sci Sports 2015; 25(Suppl 3): 1-72.
14. Donnelly JE, Hillman CH, Castelli D, Etnier JL, Lee S, Tomporowski P, et al. Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: a systematic review. Med Sci Sports Exerc 2016; 48(6): 1197-222.
15. Bocanegra OL, Diaz MM, Teixeira RR, Soares SS, Espindola FS. Determination of the lactate threshold by means of salivary biomarkers: chromogranin A as novel marker of exercise intensity. Eur J Appl Physiol 2012; 112(9): 3195-203.
16. Gallina S, Di Mauro M, D'Amico MA, D'Angelo E, Sablone A, Di Fonso A, et al. Salivary Chromogranin A, but not α-amylase, correlates with cardiovascular parameters during high-intensity exercise. Clin Endocrinol (Oxf) 2011; 75(6): 747-52.
17. Neville V, Gleeson M, Folland JP. Salivary IgA as a risk factor for upper respiratory infections in elite professional athletes. Med Sci Sports Exerc 2008; 40(7): 1228-36.
18. Uchino T, Uchida M, Ito R, Fujie S, Iemitsu K, Kojima C, et al. Effects of different exercise intensities or durations on salivary IgA secretion. Eur J Appl Physiol 2024; 124(9): 2687-96.
19. Bandyopadhyay GK, Mahata SK. Chromogranin A regulation of obesity and peripheral insulin sensitivity. Front Endocrinol (Lausanne) 2017; 8: 20.
20. Radom-Aizik S, Zaldivar F, Leu SY, Cooper DM. Brief bout of exercise alters gene expression in peripheral blood mononuclear cells of early-and late-pubertal males. Pediatr Res 2009; 65(4): 447-52.
21. Filaire E, Bonis J, Lac G. Relationships between physiological and psychological stress and salivary immunoglobulin A among young female gymnasts. Percept Mot Skills 2004; 99(2): 605-17.
22. Laing SJ, Gwynne D, Blackwell J, Williams M, Walters R, Walsh NP. Salivary IgA response to prolonged exercise in a hot environment in trained cyclists. Eur J Appl Physiol 2005; 93(5): 665-71.
23. Contrepois K, Wu S, Moneghetti KJ, Hornburg D, Ahadi S, Tsai MS, et al. Molecular choreography of acute exercise. Cell 2020; 181(5): 1112-30.
24. Zaldivar F, Wang-Rodriguez J, Nemet D, Schwindt C, Galassetti P, Mills PJ, Wilson LD, Cooper DM. Constitutive pro-and anti-inflammatory cytokine and growth factor response to exercise in leukocytes. J Appl Physiol (1985) 2006; 100(4): 1124-33.

DOI: *10.48305/jims.v44.i851.0165*

Journal of Isfahan Medical School **Vol. 44, No. 851, 3rd Week, April 2026**

Received: 07.06.2025 Accepted: 04.04.2026 Published: 12.04.2026

The Effect of Different Levels of Physical Activity on the Regulation of Chromogranin A and Immunoglobulin A and the Effect of These Indicators on the Immune System of Adolescents

Marzieh Sadat Azarniveh[1], Mitra Khademosharie[2]

Original Article

Abstract

Background: The immune system of adolescents is vulnerable due to changes associated with age and the influence of environmental factors. It has been determined that physical activity is one of the key factors in maintaining the physical and mental health of individuals in all age groups. Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of different levels of physical activity on the regulation of chromogranin A and immunoglobulin A and the effect of these indicators on the immune system of adolescents.

Methods: This cross-sectional descriptive study included 60 boys aged 14 to 16 years old from Yazd Region 1 who participated voluntarily and were selected by simple sampling method. Participants were divided into three groups: inactive, active, and athlete (20 people in each group). The Baecke questionnaire was used to determine physical activity levels. Saliva samples were collected and analyzed using ELISA for biomarkers. Data analysis was performed using ANOVA test, and Bonferroni and James-Howell post hoc tests, considering a significance level of $P \leq 0.05$.

Findings: The results of statistical analysis showed that there was a significant difference between the groups in the chromogranin A index ($P < 0.0001$) and it was significantly lower in the athletic and active groups than in the inactive group, and the greatest decrease was observed in the athletic group ($P < 0.0001$). However, no significant difference was observed between the groups for salivary immunoglobulin A ($P = 0.096$).

Conclusion: Regular physical activity can reduce Chromogranin A levels and modulate physiological stress in adolescents, but its effect on Immunoglobulin A depends on several factors. Therefore, the present findings emphasize the importance of designing appropriate exercise programs to enhance general health and the immune system during adolescence.

Keywords: Exercise, Chromogranin A, Immunoglobulin A, Immune system, Saliva, Adolescents

Citation: Azarniveh MS, Khademosharie M. **The Effect of Different Levels of Physical Activity on the Regulation of Chromogranin A and Immunoglobulin A and the Effect of These Indicators on the Immune System of Adolescents.** J Isfahan Med Sch 2026; 44(851): 165- 71.

1- Assistant Professor, Department of Sport Sciences, Faculty of Literature and Humanities, University of Zabol, Zabol, Iran
2- Assistant Professor, Department of Physical Education, Faculty of Literature and Humanities, Kowsar University of Bojnourd, Bojnourd, Iran
Corresponding Author: Marzieh Sadat Azarniveh, Assistant Professor, Department of Sport Sciences, Faculty of Literature and Humanities, University of Zabol, Zabol, Iran; Email: m.azarnive@uoz.ac.ir