



Association between Physical Activity, Aerobic Power, and Lipid Profile in Children: An Accelerometer-Based Study

Masoud Shakki¹ | Saeed Ghorbani^{2✉} | Neda Aghaei Bahmanbeglou³

1. Department of Physical Education, Ali.C., Islamic Azad University, Aliabad Katoul, Iran.

E-mail: masoudshakki@gmail.com

2. Corresponding author, Department of Physical Education, Isl.C., Islamic Azad University, Islamshahr, Iran.

E-mail: saeedghorbani@iau.ac.ir

3. Department of Physical Education, Ali.C., Islamic Azad University, Aliabad Katoul, Iran.

E-mail: nedaghaei@gmail.com

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article	Objective: Moderate to vigorous intensity physical activity has significant benefits for lifelong health. Physical activity is positively associated with cardiorespiratory fitness, blood pressure, lipid profile, and insulin sensitivity. Physical activity is particularly important in the prevention and treatment of childhood and adolescent obesity, but its levels are particularly low in children and adolescents with obesity and may have greater effects on cardiovascular fitness. The aim of this study was to investigate the relationship between physical activity with aerobic capacity and lipid profile in primary school girls.
Article history: Received 27 August 2025 Revised 8 September 2025 Accepted 18 September 2025 Published 11 November 2025	Methods: The present study was conducted using a descriptive-correlation method among 9-12 year old children in Aliabad Katoul city. For this purpose, 420 female students were selected using a convenience sampling method. The ActiGraph wGT3X-BT accelerometer was used to measure physical activity patterns, the 20-meter shuttle run exhaustion test (Beep test) was used to measure aerobic power, and the Pars Azmoun biochemistry kit was used to measure lipid profiles using the photometric method. Correlation test was used to analyze the data.
Keywords: Physical Activity, Aerobic Power, Lipid Profile,	Results: Accelerometer data showed that only 6.08 percent of the children's total time was spent on moderate to vigorous physical activity, with an average of 38.47 minutes per day, and there was a significant difference between the children's moderate to vigorous physical activity and the amount recommended by the World Health Organization. Moderate to vigorous physical activity had a direct and significant relationship with aerobic capacity ($P < 0.001$, $r = 0.666$), an inverse and significant relationship with TC and LDL ($P = 0.001$, $r = -0.433$), ($P < 0.001$, $r = -0.692$), and a direct and significant relationship with HDL ($P < 0.001$, $r = 0.788$).
	Conclusions: Children do not devote enough time to physical activity that promotes health, and moderate to vigorous physical activity improves aerobic fitness and reduces the risk of cardiovascular diseases.

Cite this article: Shakki, Masoud., Ghorbani, Saeed., & Aghaei Bahmanbeglou, Neda. (2025). Association between Physical Activity, Aerobic Fitness, and Lipid Profile in Children: An Accelerometer-Based Study. *Jahesh*, 3 (3), 25-38.



© The Author(s).

Publisher: Gorgan Branch, Islamic Azad University.



بررسی ارتباط بین فعالیت بدنی، توان هوازی و نیمرخ لیپیدی در کودکان:

یک مطالعه مبتنی بر شتاب‌سنج

مسعود شکی^۱ | سعید قربانی^۲ | ندا آقایی بهمن بگلو^۳

۱. گروه تربیت بدنی، واحد علی آباد کتول، دانشگاه آزاد اسلامی، علی آباد کتول، ایران. رایانامه: masoudshakki@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، گروه تربیت بدنی، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلامشهر، ایران. رایانامه: saeedghorbani@iau.ac.ir

۳. گروه تربیت بدنی، واحد علی آباد کتول، دانشگاه آزاد اسلامی، علی آباد کتول، ایران. رایانامه: nedaghaei@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۶/۵	هدف: فعالیت بدنی با شدت متوسط تا شدید مزایای قابل توجهی برای سلامتی مادام العمر دارد. فعالیت بدنی به طور مثبت با آمادگی قلبی-تنفسی، فشار خون، پروفایل لیپیدی و حساسیت به انسولین مرتبط است. فعالیت بدنی به ویژه در پیشگیری و درمان چاقی کودکان و نوجوانان مهم است، اما سطوح آن به ویژه در کودکان و نوجوانان دارای چاقی پایین است و ممکن است اثرات بیشتری بر روی آمادگی قلبی عروقی داشته باشد. هدف از این پژوهش بررسی ارتباط بین فعالیت بدنی با توان هوازی و نیمرخ لیپیدی کودکان دختر دبستانی بود.
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۶/۱۷	روش پژوهش: پژوهش حاضر با روش توصیفی-همبستگی در بین کودکان ۹ تا ۱۲ سال مقطع ابتدایی شهرستان علی آباد کتول انجام شد. برای این منظور ۴۲۰ دانش آموز دختر به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. برای اندازه‌گیری الگوی فعالیت بدنی از شتاب‌سنج ActiGraph wGT3X-BT، برای اندازه‌گیری توان هوازی از آزمون وامانده‌ساز ۲۰ متر شاتل ران (Beep test) و برای سنجش نیمرخ لیپیدی از کیت بیوشیمی پارس آزمون به روش فتومتری استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون همبستگی استفاده شد.
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۶/۲۷	یافته‌ها: داده‌های شتاب سنج نشان داد تنها ۶/۰۸ درصد از کل زمان کودکان صرف فعالیت بدنی متوسط تا شدید شده بود که میانگین آن ۳۸/۴۷ دقیقه در روز بود و بین فعالیت بدنی متوسط تا شدید کودکان با میزان توصیه شده سازمان جهانی بهداشت اختلاف معنی‌داری وجود داشت. فعالیت بدنی متوسط تا شدید با توان هوازی رابطه مستقیم و معنی‌دار ($r = ۰/۶۶۶$, $P < ۰/۰۰۱$)، با TC و LDL به ترتیب رابطه معکوس و معنی‌داری ($r = -۰/۴۳۳$, $P = ۰/۰۰۱$) داشت. ($r = ۰/۷۸۸$, $P < ۰/۰۰۱$) و با HDL رابطه مستقیم و معنی‌داری داشت.
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۸/۲۰	نتیجه‌گیری: کودکان مدت زمان کافی به فعالیت بدنی که سلامتی را ارتقا می‌بخشد، اختصاص نمی‌دهند، همچنین فعالیت بدنی متوسط تا شدید باعث بهبود آمادگی هوازی و کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی می‌شود.
کلیدواژه‌ها: فعالیت بدنی، توان هوازی، نیمرخ لیپیدی.	

استناد: شکی، مسعود؛ قربانی، سعید و آقایی بهمن بگلو، ندا (۱۴۰۴). بررسی ارتباط بین فعالیت بدنی، توان هوازی و نیمرخ لیپیدی در کودکان: یک مطالعه مبتنی بر شتاب‌سنج. جهش، ۳ (۳)، ۲۵-۳۸.



مقدمه

شیوع اضافه وزن و چاقی در طول سه دهه اخیر افزایش ۸ درصدی در جمعیت جهان داشته است که این مشکل در بین کودکان و نوجوانان نیز گسترش یافته است (حجتی ضیادشتی و همکاران، ۲۰۲۰). ارتباط روشنی بین بیماری‌های قلبی عروقی^۱ (CVD) و سطوح افزایش یافته لیپیدهای خونی و بی‌حرکی وجود دارد. بیماری‌های قلبی عروقی علت اصلی مرگ و میر در سطح جهان است (وس^۲ و همکاران، ۲۰۲۰). افزایش کلسترول تام پلاسما^۳ (TC) و لیپوپروتئین‌های با چگالی کم^۴ (LDL) و همچنین کاهش لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا^۵ (HDL) پیش‌بینی کننده‌های قوی بیماری قلبی عروقی هستند (پیترز^۶ و همکاران، ۲۰۱۶). به طور خاص، اثر اصلی ضد تصلب HDL انتقال معکوس کلسترول است. افزایش HDL، کلسترول را از عروق محیطی پاک می‌کند و آن را برای دفع به سیستم صفراوی به کبد منتقل می‌کند در حالی که افزایش LDL، کلسترول بیشتری را از کبد به بافت‌های محیطی منتقل کرده و در نتیجه خطر تصلب شرایین را افزایش می‌دهد (کوئین^۷ و همکاران، ۲۰۲۱). تصلب شرایین متعاقباً ممکن است جریان خون را مختل کرده و باعث بیماری‌های ایسکمیک قلب یا مغز شود (رایتاکاری^۸ و همکاران، ۲۰۲۲). فرآیند تصلب شرایین از دوران کودکی شروع می‌شود (رایتاکاری و همکاران، ۲۰۲۲). تجمع لیپوپروتئین‌ها و لیپیدها از دوران کودکی تا بزرگسالی ادامه دارد (میدوفسکی^۹ و همکاران، ۲۰۲۳) و نشان داده شده است که دیس‌لیپیدمی کودک، هم بیماری‌های قلبی عروقی پیش‌بالینی و هم رویدادهای قلبی عروقی را پیش‌بینی می‌کند. بنابراین، تلاش‌ها برای کاهش دیس‌لیپیدمی باید از دوران کودکی آغاز شود (جیکوبز^{۱۰} و همکاران، ۲۰۲۲). به خوبی مستند شده است که فعالیت بدنی^{۱۱} (PA) از بروز و مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی جلوگیری می‌کند (ساگلو^{۱۲} و همکاران، ۲۰۲۳). در کودکان، شواهد منسجمی از ارتباطات مقطعی و آینده‌نگر برای فعالیت بدنی، به ویژه فعالیت بدنی با شدت متوسط تا شدید^{۱۳} (MVPA)، برای جلوگیری از سندرم متابولیک وجود دارد (استاونسبو^{۱۴} و همکاران، ۲۰۱۸). سازمان جهانی بهداشت^{۱۵} برای بزرگسالان، حداقل ۱۵۰ دقیقه فعالیت بدنی متوسط تا شدید در هفته و برای کودکان و نوجوانان ۶۰ دقیقه فعالیت متوسط تا شدید در هفته را توصیه می‌کند (رسل^{۱۶} و همکاران، ۲۰۲۰). علیرغم این هشدارها، عدم فعالیت بدنی کافی در سطح جهانی بین سال‌های ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۹ بسیار رایج بوده است. این وضعیت در میان کودکان و نوجوانان حتی جدی‌تر به نظر می‌رسد. به همین دلیل توجه زیادی به سیاست‌ها و برنامه‌هایی برای ارتقای فعالیت بدنی در این گروه سنی معطوف شده است (گاتهلد^{۱۷} و همکاران، ۲۰۲۰). فعالیت بدنی با شدت متوسط تا شدید با مزایای قابل توجهی برای سلامتی مادام‌العمر مرتبط است. برای مثال، در میان نوجوانان، مطالعات طولی نشان داده است که MVPA بالاتر به طور مثبت با استحکام استخوان مطلوب (جانز^{۱۸} و همکاران، ۲۰۱۴)، آمادگی قلبی تنفسی، فشار خون، پروفایل لیپیدی و حساسیت به انسولین مرتبط است (هندرسون^{۱۹} و همکاران، ۲۰۱۴). آمادگی هوازی، توانایی کلی سیستم‌های قلبی عروقی و ریوی را برای تأمین اکسیژن در طول فعالیت نشان می‌دهد و شامل فعالیت‌هایی از چند دقیقه تا چند ساعت با شدت‌های گوناگون است که ممکن است به صورت شنا، دوچرخه سواری، دویدن و غیره به انجام برسد. این نوع تمرین توانایی بدن برای اجرای فعالیت‌های طولانی مدت را

1. Cardiovascular diseases (CVD)
2. Vos
3. Total Cholesterol (TC)
4. Low-density lipoprotein (LDL)
5. High-density lipoprotein (HDL)
6. Peters
7. Qin
8. Raitakari
9. Maidowski
10. Jacobs
11. Physical activity (PA)
12. Sagelv
13. Moderate to vigorous physical activity (MVPA)
14. Stavnsbo
15. World Health Organization (WHO)
16. Rosselli
17. Guthold
18. Janz
19. Henderson

عمدتاً از طریق افزایش توان هوازی یا اکسیژن مصرفی اوج^۱ افزایش می دهد (آرم استرانگ و ولسمن^۲، ۲۰۱۹). بنابراین، به عنوان یک شاخص اصلی در سلامت محسوب می شود (جانسن و بلانک^۳، ۲۰۱۰). در بزرگسالی، سطح پایین آمادگی هوازی با بیماری های قلبی عروقی، مرگ زودرس به هر دلیلی، دیابت و سکنه مغزی مرتبط است (جاروای^۴ و همکاران، ۲۰۱۹). در دوران کودکی و نوجوانی، سطح کافی از آمادگی هوازی می تواند میزان چاقی را کاهش دهد، رشد سالم استخوان ها، عملکرد تحصیلی بهتر و سلامت روان را بهبود بخشد، میزان چربی کل و مرکزی بدن و خطر ابتلا به بیماری های قلبی عروقی را در بزرگسالی کاهش دهد (دآندراگونزالوز^۵ و همکاران، ۲۰۲۲). در سال های اخیر، آمادگی هوازی کودکان و نوجوانان کاهش یافته است، برخی عوامل بر سطح آمادگی هوازی تأثیر منفی می گذارند، مانند عوامل بیولوژیکی (جنسیت)، عوامل اجتماعی-اقتصادی (سطح اقتصادی) و عوامل قابل اصلاح سبک زندگی (چربی اضافی بدن، زمان استفاده از تلویزیون و فعالیت بدنی) (مارتینز^۶ و همکاران، ۲۰۲۱). با توجه به اینکه فعالیت بدنی و آمادگی هوازی متغیرهایی مرتبط با شاخص های سلامت جسمی و روانی (به ویژه عوامل قابل اصلاح) هستند، مطالعات بر شناسایی وجود ارتباط بین آنها متمرکز شده اند (گونزالوز و همکاران، ۲۰۱۵؛ سیلوا^۷ و همکاران، ۲۰۱۶؛ برگز^۸ و همکاران، ۲۰۲۱). علاوه بر این واقعیت که اکثر مطالعات دارای طراحی مقطعی هستند که شناسایی علت و معلول را غیرممکن می سازد، یافته ها بی نتیجه به نظر می رسند. در حالی که برخی مطالعات جداگانه هیچ ارتباطی بین فعالیت بدنی و آمادگی هوازی پیدا نکردند (برگز و همکاران، ۲۰۲۱)، یک بررسی سیستماتیک، ترکیبی از مطالعات مختلف را ارائه داد و نشان داد که ارتباط مثبتی بین متغیرها وجود دارد (گونزالوز و همکاران، ۲۰۱۵). با وجود شواهد ارزشمند موجود، محدودیت های قابل توجهی در پژوهش های پیشین وجود دارد. نخست آنکه بسیاری از مطالعات پیشین عمدتاً با طراحی مقطعی و ابزارهای خودگزارشی انجام شده اند که دقت کافی در سنجش فعالیت بدنی را فراهم نمی کنند. دوم، اغلب تحقیقات صرفاً به بررسی ارتباط فعالیت بدنی یا توان هوازی با شاخص های سلامت قلبی عروقی پرداخته اند و کمتر مطالعه ای این دو متغیر را به طور همزمان در ارتباط با نیمرخ لیپیدی کودکان ارزیابی کرده است. سوم، استفاده از ابزارهای عینی و دقیق مانند شتاب سنج برای پایش فعالیت بدنی در مطالعات این حوزه هنوز محدود است. در نتیجه، شواهد علمی کافی و جامع درباره ارتباط همزمان فعالیت بدنی، توان هوازی و نیمرخ لیپیدی در کودکان وجود ندارد. همچنین نتایج متفاوت، محدودیت هایی را برای برنامه ریزی اقدامات ارتقای سلامت تحمیل می کند، زیرا با قطعیت مشخص نیست که آیا فعالیت بدنی واقعاً با پارامترهای آمادگی هوازی و نیمرخ لیپیدی تداخل دارد یا خیر و چگونه این رابطه رخ می دهد. این خلأ پژوهشی ضرورت انجام مطالعه حاضر را برجسته می سازد. بنابراین، هدف پژوهش حاضر بررسی ارتباط بین فعالیت بدنی با توان هوازی و نیمرخ لیپیدی کودکان می باشد.

روش شناسی پژوهش

هدف از پژوهش حاضر بررسی رابطه فعالیت بدنی با توان هوازی و نیمرخ لیپیدی دانش آموزان دختر مقطع ابتدایی ۹ تا ۱۲ سال شهر علی آباد کتول انجام شد. روش انجام پژوهش حاضر از نوع توصیفی-همبستگی می باشد. تعداد ۴۲۰ دانش آموز دختر ۹ تا ۱۲ سال مقطع ابتدایی شهرستان علی آباد کتول به صورت نمونه گیری در دسترس به عنوان نمونه آماری پژوهش انتخاب شدند. معیارهای ورود به پژوهش شامل دانش آموز مقطع ابتدایی دختر سوم تا ششم، رضایت نامه کتبی ولی دانش آموز، تکمیل فرم رضایت آگاهانه بود. پیش از آنکه دانش آموزان تصمیم به شرکت در پژوهش بگیرند، روند و اهداف تحقیق برای شرکت کننده به طور کامل شرح داده شد. مراحل این پژوهش خطر و یا عوارض احتمالی برای شرکت کنندگان نداشت. اصل محرمانگی اطلاعات شرکت کنندگان کاملاً رعایت شد و این موضوع به اطلاع آنها نیز رسید.

1. Peak Oxygen Consumption- VO2peak
2. Armstrong & Welsman
3. Janssen & LeBlanc
4. Jarvie
5. de Andrade Gonçalves
6. Martins
7. Silva
8. Borges

فعالیت بدنی کودکان با استفاده از شتاب سنج ActiGraph مدل wGT3X-BT با فرکانس ۳۰ هرتز ساخت کشور آمریکا (ActiGraph LLC, Pensacola, FL, USA) اندازه‌گیری شد. این شتاب سنج سه محوره اطلاعات فعالیت آزمودنی را با دقت بالا ثبت کرد و این اطلاعات از طریق بلوتوث برای سیستم رایانه ارسال و اطلاعات با استفاده از نرم افزار ActiLife مخصوص شتاب سنج تجزیه و تحلیل شد. این شتاب سنج کوچک و سبک دارای ابعاد (۴٫۶ × ۳٫۳ × ۱٫۵ سانتی‌متر) و وزن ۱۹ گرم بود و هیچ مشکلی برای کودکان به وجود نمی‌آورد. استفاده از شتاب سنج یک شیوه غیرتهاجمی بوده و برای مدت یک هفته به صورت ۲۴ ساعته بر روی مچ پا، مچ دست یا دور کمر آزمودنی‌ها وصل شد. این دستگاه میزان بی‌حرکی^۱، شدت فعالیت بدنی (فعالیت بدنی سبک^۲، فعالیت بدنی متوسط^۳، فعالیت بدنی شدید^۴، فعالیت بدنی متوسط تا شدید^۵)، مدت زمان فعالیت متوسط تا شدید روزانه^۶، میزان انرژی مصرفی و هزینه انرژی مربوط به فعالیت‌های بدنی را مشخص کرد (ویجندائل^۷ و همکاران، ۲۰۱۵، چوی^۸ و همکاران، ۲۰۱۱).

به منظور اندازه‌گیری آمادگی قلبی تنفسی، از آزمون وامانده ساز ۲۰ متر شاتل ران (Beep test) چند مرحله‌ای استفاده شد. این آزمون شامل ۲۱ سطح (هر سطح با تعداد رفت و برگشت مختلف) که سطح ۱ و ۲ بیشتر حالت راه رفتن سریع بوده و حالت گرم کردن دارد. در این آزمون فرد مسافت ۲۰ متر را با آهنگ‌های ضربه شمار که از یک دستگاه الکترونیکی پخش می‌شد به حالت دویدن، به نحوی طی می‌کردند که همزمان با نواخته شدن هر آهنگ شخص در انتهای مسیر ۲۰ متر باشد. اگر دوبار متوالی دانش‌آموز همزمان با نواخته شدن زنگ نمی‌توانست خود را به فاصله ۳ متری از خطوط انتهایی برساند، آزمون به پایان می‌رسید. نمره آزمون بر اساس سطوح و شاتل‌های تمام شده و خرده سطح‌ها تعیین شد (کوکا^۹ و همکاران، ۲۰۲). به منظور برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی دانش‌آموزان، سرعت به دست آمده از آزمون شاتل ران را در فرمول زیر قرار داده شد. این فرمول جهت برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی بر حسب ml/kg/min افراد زیر ۱۸ سال در نظر گرفته شده است (ماتسوزاکا^{۱۰} و همکاران، ۲۰۰۴).

برای جنس مرد: ۰ و برای جنس زن: ۱

$$Vo_{2max} = -2/19 - (3/46 \times \text{جنس}) - (BMI \times 0/416) + (5/22 \times \text{سرعت})$$

برای اندازه‌گیری سطح سرمی TC، LDL و HDL در پایان اندازه‌گیری فعالیت بدنی، خون‌گیری از آزمودنی‌ها انجام شد. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شد. سطح سرمی TC، LDL و HDL (بر حسب میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) با استفاده از کیت‌های پارس آزمون (شرکت پارس آزمون، ایران) و به روش فتومتری سنجیده شد. تمامی روش‌های سنجش متغیرها بر اساس دستورالعمل موجود در دفترچه راهنمای شرکت‌های سازنده کیت صورت گرفت. در این پژوهش از آمار توصیفی شامل میانگین و انحراف معیار برای توصیف متغیرهای تحقیق استفاده شد. برای بررسی توزیع نرمال داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. برای بررسی میزان فعالیت بدنی متوسط تا شدید کودکان با ۶۰ دقیقه فعالیت بدنی متوسط تا شدید توصیه شده سازمان جهانی بهداشت از آزمون تی تک نمونه استفاده شد. همچنین برای سنجش همبستگی بین متغیرهای تحقیق از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. سطح معنی داری در سطح ۰/۰۵ در نظر گرفته شده است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از SPSS نسخه ۲۶ استفاده شد.

یافته‌های پژوهش

جدول ۱ میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای پژوهش را نشان می‌دهد.

1. Sedentary Behavior
2. Light Physical Activity (LPA)
3. Moderate Physical Activity (MPA)
4. Vigorous Physical Activity (VPA)
5. Moderate to Vigorous Physical Activity (MVPA)
6. Daily Moderate to Vigorous Physical Activity (Daily MVPA)
7. Wijndaele
8. Choi
9. Cocca
10. Matsuzaka

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای پژوهش

متغیر	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد
وزن کیلوگرم	۴۲۰	۳۵/۹۴	۲/۸۶
قد سانتی متر		۱۴۱/۴۶	۶/۰۳
کلسترول تام (میلی گرم/دسی لیتر) TC		۱۵۲/۵۸	۳۰/۸۲
لیپوپروتئین پرچگال (میلی گرم/دسی لیتر) HDL		۴۵/۴۲	۱۲/۰۸
لیپوپروتئین کم چگال (میلی گرم/دسی لیتر) LDL		۱۰۳/۳۰	۲۵/۹۵
توان هوازی (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه) Vo2max		۲۵/۱۳	۹/۰۱

جدول ۲ میانگین و انحراف استاندارد شاخص های فعالیت بدنی کودکان دختر را نشان می دهد.

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد شاخص فعالیت بدنی

متغیر	میانگین	انحراف استاندارد
رفتار بی تحرکی %	۶۸/۸۵	۱۱/۵۳
فعالیت سبک %	۲۵/۰۷	۸/۸۲
فعالیت متوسط %	۲/۹۱	۱/۲۲
فعالیت شدید %	۳/۱۷	۱/۷۱
فعالیت متوسط تا شدید %	۶/۰۸	۲/۸۳
فعالیت متوسط تا شدید روزانه (دقیقه)	۳۸/۴۷	۱۱/۲۷

جدول ۳. آزمون تی تک نمونه فعالیت بدنی روزانه کودکان دختر

مقدار آزمون: ۶۰							
متغیر	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	t	درجه آزادی	اختلاف میانگین	P
MVPA	۴۲۰	۳۸/۴۷	۱۱/۲۷	- ۳۹/۱۱	۴۱۹	- ۲۱/۵۲	P < ۰/۰۰۱

در مورد توان هوازی نتایج پژوهش نشان داد بین فعالیت بدنی متوسط تا شدید روزانه کودکان با توان هوازی رابطه مستقیم و معنی داری وجود دارد ($r = ۰/۶۶۶$, $P < ۰/۰۰۱$).

جدول ۴. آزمون همبستگی پیرسون بین فعالیت بدنی، توان هوازی و نیمرخ لیپیدی

متغیر	MVPA
توان هوازی Vo2max	$r = ۰/۶۶۶$ $P < ۰/۰۰۱$
کلسترول تام TC	$r = - ۰/۴۳۳$ $P = ۰/۰۰۱$
لیپوپروتئین پر چگال HDL	$r = ۰/۷۸۸$ $P < ۰/۰۰۱$
لیپوپروتئین کم چگال LDL	$r = - ۰/۶۹۲$ $P < ۰/۰۰۱$

بحث و نتیجه گیری

فعالیت بدنی نقش مهمی در بهبود شرایط جسمی کودکان در دراز مدت ایفا می کند (پویتراس^۱ و همکاران، ۲۰۱۶). بررسی فعالیت بدنی متوسط تا شدید دانش آموزان ۹ تا ۱۲ سال شهر ستان علی آباد کتول با حداقل ۶۰ دقیقه فعالیت بدنی متوسط تا شدید در روز طبق دستورالعمل های سازمان جهانی بهداشت نشان داد: کودکان ۶۸/۸۵ در صد از کل زمان را بی تحرک بودند.

همچنین ۲۵/۰۷ در صد از کل زمان صرف فعالیت‌های سبک شده بود. کودکان تنها ۶/۰۸ در صد از کل زمان خود را به فعالیت بدنی متوسط تا شدید پرداخته بودند. مدت زمان فعالیت بدنی متوسط تا شدید روزانه کودکان ۳۸/۴۷ دقیقه بود که این میزان کمتر از دستورالعمل سازمان جهانی بهداشت است. در واقع تنها ۸۳ کودک (۱۹/۷۶٪) به مدت زمان فعالیت بدنی متوسط تا شدید روزانه توصیه شده توسط سازمان جهانی بهداشت دست یافتند. این یافته‌ها با مطالعات دانا و همکاران (۲۰۲۳)، عبدی و همکاران (۲۰۲۲)، برابلی^۱ و همکاران (۲۰۲۲)، گارسیا هرموسا^۲ و همکاران (۲۰۱۳)، تن^۳ و همکاران (۲۰۲۱) که تاکید می‌کنند، کودکان زمان کافی را برای فعالیت بدنی که سلامتی را ارتقا می‌دهد، تخصیص نمی‌دهند، همسو بود. با توجه به فواید متعدد مرتبط با فعالیت بدنی منظم برای سلامت کودکان (پویتراس^۴ و همکاران ۲۰۱۶؛ تن و همکاران ۲۰۲۳؛ چاپات^۵ و همکاران ۲۰۲۰) اکیداً توصیه می‌شود که پزشکان سلامت توجه ویژه‌ای به رفتار فعالیت بدنی دانش آموزان دبستانی داشته باشند. در نتیجه، شناسایی مداخلات و راهبردهایی با هدف افزایش سطح فعالیت بدنی متوسط تا شدید در میان دانش آموزان دبستانی ضروری است. این نتیجه نشان‌دهنده آن است که میزان مشارکت دانش آموزان در فعالیت‌های بدنی، در حد استانداردهای سازمان جهانی بهداشت قرار ندارد. این امر می‌تواند به عوامل متعددی از جمله سیاست‌های مدرسه‌ای، برنامه‌های آموزشی مرتبط با تربیت بدنی، فرهنگ خانوادگی و امکانات ورزشی در دسترس بستگی داشته باشد. مدارس و نهادهای آموزشی نقش مهمی در ترویج فعالیت‌های بدنی ایفا کرده‌اند و ممکن است اجرای برنامه‌های ورزشی متنوع، تشویق والدین و آگاهی‌بخشی در خصوص اهمیت فعالیت فیزیکی از جمله عوامل مؤثر در این نتایج باشد (تن و همکاران، ۲۰۲۳). در محیط مدرسه، وجود تجهیزات و برنامه‌های ورزشی منظم و حمایت مسئولین مدارس بر ارتقای فعالیت بدنی دانش آموزان تأثیرگذار است. البته میزان آگاهی تعیین‌کننده‌ترین و مهم‌ترین عامل شخصی است. همچنین با ترویج فرهنگ استفاده از روش‌های حمل و نقل فعال مانند پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری می‌توان به افزایش میزان فعالیت بدنی دانش آموزان کمک کرد (هاس^۶ و همکاران، ۲۰۱۸).

در مورد توان هوازی نتایج پژوهش نشان داد بین فعالیت بدنی متوسط تا شدید روزانه کودکان با توان هوازی رابطه مستقیم و معنی‌داری وجود دارد ($P < 0.001$, $r = 0.666$). نتایج پژوهش حاضر مبنی بر رابطه مستقیم فعالیت بدنی متوسط تا شدید روزانه با توان هوازی دانش آموزان با نتایج پژوهش سیلوا و همکاران (۲۰۲۲)، گربر^۷ و همکاران (۲۰۲۱)، مولر^۸ و همکاران (۲۰۲۰) و گونزالس^۹ و همکاران (۲۰۲۲) همسو بود. نکته مهم این است که برای کودک در حال رشد، فعالیت هوازی و تمرینات قدرتی منجر به افزایش توده عضلانی و کاهش توده چربی می‌شود (وان در بان^{۱۰} و همکاران، ۲۰۱۴؛ سیگال^{۱۱} و همکاران، ۲۰۱۴). به طور کلی، شواهد قوی تأیید می‌کند که فعالیت بدنی متوسط تا شدید، آمادگی قلبی و عروقی، توده عضلانی، توده استخوان، وزن و عوامل کاهنده خطر قلبی متابولیکی را در کودکان و نوجوانان بهبود می‌بخشد، همانطور که توسط کمیته مشورتی دستورالعمل‌های فعالیت بدنی (۲۰۱۸) مشخص شده است (کمیته مشورتی علمی دستورالعمل‌های فعالیت بدنی^{۱۲}، ۲۰۱۸). کمیته مشورتی علمی دستورالعمل‌های فعالیت بدنی به این نتیجه رسید که در کودکان ۵ تا ۱۳ ساله که فعالیت بدنی متوسط تا شدید منظم دارند، قابلیت‌هایی از جمله حافظه، سرعت پردازش، توجه و عملکرد تحصیلی بهبود می‌یابد (کمیته مشورتی علمی دستورالعمل‌های فعالیت بدنی، ۲۰۱۸). فعالیت بدنی همچنین عملکرد سیستم ایمنی را بهبود می‌بخشد که ممکن است عفونت ریوی را کاهش دهد و باعث بهبود عملکرد هوازی کودکان شود (لانتین^{۱۳} و همکاران، ۲۰۱۷). یک مطالعه طولی ۱۵ ساله نشان داد که افزایش ۳۰ درصدی در نمرات فعالیت بدنی منجر به افزایش ۲ تا ۵ درصدی در سطح آمادگی هوازی در کودکان می‌شود.

2. Brailey
3. García-Hermoso
4. Ten
5. Poitras
6. Chaput
7. Hass
8. Gerber
1. Muller
2. van der Baan
3. González
4. Sigal
5. Physical Activity Guidelines Scientific Advisory Committee
6. Lantín

علاوه بر این، مطالعات نشان داد که کودکان و نوجوانانی که قبلاً آموزش ندیده بودند و با شدت مناسب و مدت زمان کنترل شده ورزش می‌کردند، بهبودهایی در حداکثر جذب اکسیژن نشان دادند (واسنار^۷ و همکاران، ۲۰۲۱). دلیل این امر این است که با ورزش بدن، به ویژه در تمرینات استقامتی، سازگاری‌های اسکلتی-عضلانی مانند بهبود ظرفیت اکسیداتیو رخ می‌دهد. این سازگاری ناشی از افزایش تعداد میتوکندری‌ها، آنزیم‌های مرتبط با اکسیداسیون سوبستراهای انرژی و میزان استفاده از اسیدهای چرب است که در نتیجه جذب حداکثر اکسیژن را افزایش می‌دهد (واسنار و همکاران، ۲۰۲۱). یک واقعیت جالب این است که این افزایش تدریجی در درصد جذب حداکثر اکسیژن در مطالعات فوق‌الذکر با مدت زمان دوره تمرین مرتبط بود، که نشان می‌دهد هرچه دوره تمرین طولانی‌تر باشد، افزایش مشاهده شده در جذب حداکثر اکسیژن بیشتر است، که می‌تواند افزایش آمادگی قلبی تنفسی را برای کسانی که در طول دوره مطالعه ۳۶ ماهه فعال باقی ماندند، توضیح دهد. بلوغ بیولوژیکی عاملی است که بر سطح آمادگی هوازی نوجوانان تأثیر می‌گذارد. دلیل این امر این است که VO_{2max} در مردان در طول دوره بلوغ تا بزرگسالی افزایش می‌یابد، در حالی که در دختران، VO_{2max} فقط در ابتدای بلوغ افزایش می‌یابد و از پایان بلوغ تا بزرگسالی بدون تغییر باقی می‌ماند (گنسالوز^۲ و همکاران، ۲۰۲۱). نتایج پژوهش همچنین نشان داد فعالیت بدنی متوسط تا شدید روزانه کودکان با TC ($r = -0/433, P = 0/001$) و LDL ($r = -0/692, P < 0/001$) رابطه معکوس و معنی‌دار و با HDL رابطه مستقیم و معنی‌داری دارد ($r = 0/788, P < 0/001$). این نتایج با نتایج پژوهش گربر^۳ و همکاران (۲۰۲۲)، سدامدی^۴ و همکاران (۲۰۲۱) همسو و با نتایج وونگ^۵ و همکاران (۲۰۱۶) ناهمسو بود. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که کودکانی دارای سطوح بالاتر کم‌ تحرکی بودن نسبت به کودکانی که میزان فعالیت بدنی متوسط تا شدید بیشتری داشتند، بیشتر در طبقه کودکان چاق، با چربی نسبی بدن بالاتر و توده عضلانی کمتر قرار گرفتند (گربر و همکاران، ۲۰۲۲). تحقیقات قبلی نشان داده است که شیوع اضافه وزن و چاقی در بین کودکان در سن مدرسه به سرعت در حال افزایش است (ردی^۶ و همکاران، ۲۰۱۲). اضافه وزن و چاقی در دوران کودکی بسیار حائز اهمیت است. به نظر می‌رسد اضافه وزن و چاقی نسبتاً پایدار هستند و از کودکی تا نوجوانی و بزرگسالی ادامه می‌یابند. به طور خاص، در یک مطالعه قبلی، دختران چاق ۴ تا ۸ ساله ۴۲ برابر بیشتر احتمال چاق شدن در سن ۱۶ تا ۱۸ سالگی داشتند، در حالی که در پسران این احتمال تقریباً ۲۰ برابر بیشتر بود (لاندین^۷ و همکاران، ۲۰۱۶). سطوح بالاتر چربی ممکن است به طور مستقیم و غیرمستقیم مانع ورزش شود، مانند کودکان چاق که عملکرد حرکتی ادراک شده و یا واقعی کمتری دارند، بنابراین احتمال کمتری برای ورزش کردن دارند. زنان در مقایسه با مردان در معرض خطر بیشتری برای اضافه وزن و چاقی هستند (آرم سترانگ و واسمن، ۲۰۱۹). سگوویا^۸ و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که ۵ هفته فعالیت ورزشی برپایه بازی باعث کاهش معنادار درصد چربی و دور کمر کودکان می‌شود. در پژوهشی دیگر ترتیبیان و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند، پس از دوازده هفته تمرینات هوازی، کاهش معناداری در سطوح تری گلیسیرید و درصد چربی کودکان مشاهده شد. افزایش مقدار کلسترول و لیپوپروتئین کم چگالی (LDL) از عوامل خطرناکی هستند که احتمال ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی را افزایش می‌دهند. هنگامی که سطوح کلسترول در خون خیلی بالا باشد، مقدار مازاد آن در دیواره سرخرگ‌ها تجمع می‌یابد و خطر بیماری کرونری قلب را افزایش می‌دهد. همچنین تجمع بیش از حد کلسترول، به سوء عملکرد حافظه منجر می‌شود (مارزلو، ۲۰۲۲). یافته‌های پژوهش صفریگی و همکاران (۲۰۲۴) نشان داد، چهار هفته تمرین هوازی و بازی برپایه فعالیت هوازی، به ترتیب با ۱۹،۶ و ۶،۱ درصد تغییر، باعث کاهش کلسترول در هر دو گروه تمرین هوازی و بازی برپایه فعالیت هوازی شد که در هر دو گروه، این تغییر معنادار بود. افزایش سطح تری گلیسیرید در بدن، منجر به بروز بیماری‌های قلبی عروقی می‌شود. اما از نظر کلینیکی نمی‌تواند به تنهایی شاخصی برای خطر بیماری‌های قلبی عروقی باشد، بلکه در کنار افزایش میزان کلسترول خون می‌تواند به عنوان عوامل

7. Wassenaar

8. Goncalves

9. Gerber

10. Sedumedi

11. Wong

12. Reddy

1. Lundeen

2. Segovia

خطر قلبی محسوب شوند (صفریگی و همکاران، ۲۰۲۴). به طور کلی نیمرخ لیپیدی به وسیله فعالیت ورزشی و فعالیت بدنی متعادل می شود و برنامه های مختلف تمرینی، توسط افزایش لیپولیز تری گلیسیرید و همچنین بالا بردن اکسیداسیون چربی ها و در نتیجه ایجاد تغییر و تبدیل انرژی در بدن، موجب کاهش کلسترول تام و LDL و افزایش HDL می شود (صفریگی و همکاران، ۲۰۲۴). پژوهشگران معتقدند که شدت فعالیت بدنی از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر سطوح HDL است (طلوعی آذر و همکاران، ۲۰۱۹). اثرات مفید فعالیت بدنی از طریق بازسازی متابولیکی و مولکولی عضلات اسکلتی که قادر به تعدیل پروفایل های لیپیدی هستند، اعمال می شود (مورلی^۱ و همکاران، ۲۰۲۰).

این پژوهش نشان داد نمونه مورد ارزیابی ما سطوح پایینی از فعالیت بدنی را داشتند و ضرورت برنامه ریزی برای افزایش سطح فعالیت بدنی کودکان را می طلبد. علاوه بر این، شدت بیشتر فعالیت بدنی با سطوح پایین تر در صد چربی و افزایش سطح آمادگی هوازی مرتبط بود، که نشان دهنده تأثیر فعالیت بدنی بر میزان آمادگی هوازی می باشد و اهمیت درگیر کردن کودکان در فعالیت بدنی با شدت بالا و کاهش رفتار بی تحرکی را برجسته می کند. در نتیجه، این یافته ها بر اهمیت حیاتی پرداختن به فعالیت بدنی در کودکان تأکید می کند و اجرای استراتژی های مؤثر برای ترویج سبک زندگی فعال در این جمعیت را ضروری می سازد.

تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علی آباد کتول به خاطر همکاری در اجرای پژوهش حاضر سپاسگزاری می شود.

References

- Abdi, K., Hosseini, F. B., Chaharbaghi, Z., & Ghorbani, S. (2022). Impact of social support on wellbeing and health-related quality of life among elderly women: Mediating role of physical activity. *Women's Health Bulletin*, 9(2), 104-109. <https://doi.org/10.30476/WHB.2022.94981.1174> (in Persian)
- Armstrong, N., & Welsman, J. (2019). Youth cardiorespiratory fitness: Evidence, myths and misconceptions. *Bulletin of the World Health Organization*, 97(11), 777. <https://doi.org/10.2471/blt.18.227546>
- Babaei Bonab, S., & Jamali Gharakhanlou, B. (2021). Effect of eight weeks of regular aerobic exercise on apolipoprotein AI gene expression and lipid profile indices in obese women. *Medical Journal of Tabriz University of Medical Sciences and Health Services*, 42(6), 773-780. <https://doi.org/10.34172/mj.2021.019> (in Persian)
- Borges, L. L., Silva, D. A. S., da Silva, A. F., dos Santos, G. D. C. F., Pedrosa, M. S., Pereira, E. V., & de Farias, J. M. (2021). Low aerobic fitness among adolescents: Prevalence and associated factors. *Motricidade*, 17(2), 129-139. <http://dx.doi.org/10.6063/motricidade.19951>
- Brailey, G., Metcalf, B., Lear, R., Price, L., Cumming, S., & Stiles, V. (2022). A comparison of the associations between bone health and three different intensities of accelerometer-derived habitual physical activity in children and adolescents: A systematic review. *Osteoporosis International*, 33(6), 1191-1222. <https://doi.org/10.1007/s00198-021-06218-5>

- Chaput, J. P., Willumsen, J., Bull, F., Chou, R., Ekelund, U., Firth, J., Jago, R., Janssen, I., Katzmarzyk, P. T., Lambert, E., LeBlanc, A. G., Milton, K., Ortega, F. B., Pedersen, B. K., Puder, J. J., & Rutter, H. (2020). 2020 WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour for children and adolescents aged 5–17 years: Summary of the evidence. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 17, 1-9. <https://doi.org/10.1186/s12966-020-01037-z>
- Choi, L., Liu, Z., Matthews, C. E., & Buchowski, M. S. (2011). Validation of accelerometer wear and nonwear time classification algorithm. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(2), 357. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3181ed61a3>
- Dana, A., Ranjbari, S., Chaharbaghi, Z., & Ghorbani, S. (2023). Association between physical activity and motor proficiency among primary school children. *International Journal of School Health*, 10(3), 128-135. <https://doi.org/10.30476/INTJSH.2023.98237.1295> (in Persian)
- De Andrade Gonçalves, E. C., Junior, C. A. S. A., da Silva, V. S., Pelegrini, A., & Silva, D. A. S. (2022). Anthropometric indicators of body fat as discriminators of low levels of cardiorespiratory fitness in adolescents. *Journal of Pediatric Nursing*, 62, 43-50. <https://doi.org/10.1016/j.pedn.2021.11.014>
- García-Hermoso, A., Saavedra, J. M., Ramírez-Vélez, R., Ekelund, U., & del Pozo-Cruz, B. (2017). Reallocating sedentary time to moderate-to-vigorous physical activity but not to light-intensity physical activity is effective to reduce adiposity among youths: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 18(9), 1088-1095. <https://doi.org/10.1111/obr.12552>
- Gerber, M., Ayekoé, S. A., Beckmann, J., Bonfoh, B., Kouassi, K. B., Gba, B. C., Koné, V. H., Ouattara, F., Ouedraogo, A. D., Traoré, F. A., Yéso, V., Zongo, A., Long, K. Z., Nqweniso, S., Probst-Hensch, N., Pühse, U., Steinmann, P., Utzinger, J., & Walter, C. (2021). Moderate-to-vigorous physical activity is associated with cardiorespiratory fitness among primary schoolchildren living in Cote D'ivoire, South Africa, and Tanzania. *Frontiers in Public Health*, 9, Article 671782. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.671782>
- Gerber, M., Lang, C., Beckmann, J., du Randt, R., Long, K. Z., Müller, I., Nienaber, M., Probst-Hensch, N., Steinmann, P., Pühse, U., Utzinger, J., Nqweniso, S., & Walter, C. (2022). Physical activity, sedentary behaviour, weight status, and body composition among South African primary schoolchildren. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(18), Article 11836. <https://doi.org/10.3390/ijerph191811836>
- Gonçalves, E. C. D. A., Fernandes, R., Alves, C. A. S., Silva, D. A. S., & Trindade, E. B. S. D. M. (2021). Oxygen uptake and indicators of obesity: Meta-analysis including 17,604 adolescents. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 27(6), 621-626. https://doi.org/10.1590/1517-8692202127062021_0004
- Gonçalves, E. D. A., Silva, D. A. S., & Nunes, H. G. (2015). Prevalence and factors associated with low aerobic performance levels in adolescents: A systematic review. *Current Pediatric Reviews*, 11(1), 56-70. <https://doi.org/10.2174/1573396311666150501003435>

- González-Gálvez, N., Ribeiro, J. C., & Mota, J. (2022). Cardiorespiratory fitness, obesity and physical activity in schoolchildren: The effect of mediation. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(23), Article 16262. <https://doi.org/10.3390/ijerph192316262>
- Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., & Bull, F. C. (2020). Global trends in insufficient physical activity among adolescents: A pooled analysis of 298 population-based surveys with 1.6 million participants. *The Lancet Child & Adolescent Health*, 4(1), 23-35. [https://doi.org/10.1016/s2352-4642\(19\)30323-2](https://doi.org/10.1016/s2352-4642(19)30323-2)
- Hass, J., & Hartmann, M. (2018). What determines the fruit and vegetables intake of primary school children? An analysis of personal and social determinants. *Appetite*, 120, 82-91. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.08.017>
- Henderson, M., Benedetti, A., & Gray-Donald, K. (2014). Dietary composition and its associations with insulin sensitivity and insulin secretion in youth. *British Journal of Nutrition*, 111(3), 527-534. <https://doi.org/10.1017/s0007114513002572>
- Hojjati Zidashti, Z., Heydari, E., & Izad Dost, F. (2020). Effect of green tea consumption and aerobic-resistance exercise on lipid profile and body composition of overweight and obese postmenopausal women. *Quarterly Journal of Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran Medical Branch*, 30(1), 67-74. <http://dx.doi.org/10.29252/iau.30.1.67> (in Persian)
- Jacobs, D. R., Jr., Woo, J. G., Sinaiko, A. R., Daniels, S. R., Ikonen, J., & Juonala, M. (2022). Childhood cardiovascular risk factors and adult cardiovascular events. *New England Journal of Medicine*, 386(20), 1877-1888. <https://doi.org/10.1056/nejmoa2109191>
- Janssen, I., & LeBlanc, A. G. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7, 1-16. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-7-40>
- Janz, K. F., Letuchy, E. M., Burns, T. L., Gilmore, J. M. E., Torner, J. C., & Levy, S. M. (2014). Objectively measured physical activity trajectories predict adolescent bone strength: Iowa Bone Development Study. *British Journal of Sports Medicine*, 48(13), 1032-1036. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093574>
- Jarvie, J. L., Pandey, A., Ayers, C. R., McGavock, J. M., Sénéchal, M., Berry, J. D., ... & McGuire, D. K. (2019). Aerobic fitness and adherence to guideline-recommended minimum physical activity among ambulatory patients with type 2 diabetes mellitus. *Diabetes Care*, 42(7), 1333-1339. <https://doi.org/10.2337/dc18-2634>
- Lundeen, E. A., Norris, S. A., Adair, L. S., Richter, L. M., & Stein, A. D. (2016). Sex differences in obesity incidence: 20-year prospective cohort in South Africa. *Pediatric Obesity*, 11(1), 75-80. <https://doi.org/10.1111/ijpo.12039>
- Maidowski, L., Kiess, W., Baber, R., Dathan-Stumpf, A., Ceglarek, U., & Vogel, M. (2023). Tracking of serum lipids in healthy children on a year-to-year basis. *BMC Cardiovascular Disorders*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12872-023-03391-9>

- Marezloo, M. (2022). Effect of Intensive Periodic Interval on Cardiovascular Risk Factors (Triglyceride, Total Cholesterol, Low-density Lipoprotein, High-density Lipoprotein, Systolic and Diastolic Blood Pressure) in Obese Men. *Two Quarterly Journals of Movement Physiology and Health*, 2(1), 41-49. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27834603.1401.2.1.4.4> (in Persian)
- Martins, P. C., Alves, C. A. S., Lima, T. R. D., Silva, A. F. D., Moraes, M. S., Zanolenc, S., ... & Silva, D. A. S. (2021). Prevalence of Brazilian children and adolescents who met health criteria for aerobic fitness: Systematic review update for Report Card Brazil Project. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 23, e78858. <https://doi.org/10.1590/1980-0037.2021v23e78858>
- Morelli, C., Avolio, E., Galluccio, A., Caparello, G., Manes, E., Ferraro, S., De Rose, D., Santoro, M., Barone, I., Catalano, S., Andò, S., Sisci, D., Giordano, C., & Bonofiglio, D. (2020). Impact of Vigorous-Intensity Physical Activity on Body Composition Parameters, Lipid Profile Markers, and Irisin Levels in Adolescents: A Cross-Sectional Study. *Nutrients*, 12(3), 742. <https://doi.org/10.3390/nu12030742>
- Muller, I., Walter, C., Du Randt, R., Aerts, A., Adams, L., Degen, J., ... & Gerber, M. (2020). Association between physical activity, cardiorespiratory fitness and clustered cardiovascular risk in South African children from disadvantaged communities: Results from a cross-sectional study. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 6(1), e000823. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2020-000823>
- Peters, S. A., Singhat, Y., Mackay, D., Huxley, R. R., & Woodward, M. (2016). Total cholesterol as a risk factor for coronary heart disease and stroke in women compared with men: A systematic review and meta-analysis. *Atherosclerosis*, 248, 123-131. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2016.03.016>
- Physical Activity Guidelines Scientific Advisory Committee Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report. (2018). *Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report*. U.S. Department of Health and Human Services.
- Poitras, V. J., Gray, C. E., Borghese, M. M., Carson, V., Chaput, J. P., Janssen, I., ... & Tremblay, M. S. (2016). Systematic review of the relationships between objectively measured physical activity and health indicators in school-aged children and youth. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(6), S197-S239. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0663>
- Qin, P., Shi, J., Cao, L., Li, X., Lou, Y., Wang, C., ... & Hu, F. (2021). Low-Density Lipoprotein Cholesterol/High-Density Lipoprotein Cholesterol Ratio and Carotid Intima-Media Thickness: A Cohort Study in China. *Lipids*, 56(1), 59-68. <https://doi.org/10.1002/lipd.12274>
- Raitakari, O., Pahkala, K., & Magnussen, C. G. (2022). Prevention of atherosclerosis from childhood. *Nature Reviews Cardiology*, 19(8), 543-554. <https://doi.org/10.1038/s41569-021-00647-9>

- Rosselli, M., Ermini, E., Tosi, B., Boddi, M., Stefani, L., Toncelli, L., & Modesti, P. A. (2020). Gender differences in barriers to physical activity among adolescents. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 30(9), 1582-1589. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2020.05.005>
- Safarbeigi, M. H., Kordi, M. R., & Gaini, A. A. (2024). The effect of game-based aerobic activity and aerobic exercises on the lipid profile of overweight children. *Research in Educational Sports*, 12(35), 55-70. <https://doi.org/10.22089/res.2025.16805.2523> (in Persian)
- Sagelv, E. H., Hopstock, L. A., Morseth, B., Hansen, B. H., Steene-Johannessen, J., & Johansson, J. (2023). Device-measured physical activity, sedentary time, and risk of all-cause mortality: An individual participant data analysis of four prospective cohort studies. *British Journal of Sports Medicine*, 57(22), 1457–1463. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106568>
- Sedumedi, C. M., Janssen, X., Reilly, J. J., Kruger, H. S., & Monyeki, M. A. (2021). Association between objectively determined physical activity levels and body composition in 6–8-year-old children from a black South African population: BC-IT study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(12), 6453. <https://doi.org/10.3390/ijerph18126453>
- Segovia, Yessica; David, Gutiérrez. Effect of a game-based high intensity interval training program on body composition in primary education: comparison of the Sport Education model and traditional methodology. *Journal of Physical Education and Sport*, 20(2), 791-799. <https://doi.org/10.7752/jpes.2020.02113>
- Sigal, R. J., Alberga, A. S., Goldfield, G. S., Prud'homme, D., Hadjiyannakis, S., Gougeon, R., ... & Kenny, G. P. (2014). Effects of aerobic training, resistance training, or both on percentage body fat and cardiometabolic risk markers in obese adolescents: The healthy eating aerobic and resistance training in youth randomized clinical trial. *JAMA Pediatrics*, 168(11), 1006-1014. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2014.1392>
- Silva, D. A. S., de Andrade Gonçalves, E. C., Coelho, E. F., Cerqueira, M. S., & Werneck, F. Z. (2022). Cardiorespiratory fitness and physical activity among children and adolescents: 3-Year longitudinal study in Brazil. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(18), 11431. <https://doi.org/10.3390/ijerph191811431>
- Silva, D. A. S., Teixeira, D. M., De Oliveira, G., Petroski, E. L., & de Farias, J. M. (2016). Aerobic fitness in adolescents in southern Brazil: Association with sociodemographic aspects, lifestyle and nutritional status. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 9(1), 17-22. <https://doi.org/10.1016/j.ramd.2014.11.002>
- Stavnsbo, M., Resaland, G. K., Anderssen, S. A., Steene-Johannessen, J., Domazet, S. L., Skrede, T., Sardinha, L. B., Kriemler, S., Ekelund, U., Andersen, L. B., & Aadland, E. (2018). Reference values for cardiometabolic risk scores in children and adolescents: Suggesting a common standard. *Atherosclerosis*, 278, 299–306. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2018.10.003>

- Tartibian, B., Kushkestanti, M., & Ebrahimpour Nosrani, S. (2019). The effect of 12-week endurance training on lipid profiles and fat percentage of overweight girls. *New Approaches in Exercise Physiology*, 1(1), 189-200. <https://doi.org/10.22054/nass.2019.10134> (in Persian)
- Ten Velde, G., Plasqui, G., Dorenbos, E., Winkens, B., & Vreugdenhil, A. (2021). Objectively measured physical activity and sedentary time in children with overweight, obesity and morbid obesity: A cross-sectional analysis. *BMC Public Health*, 21, 1-8. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11555->
- Toloueiazar, J., Tofighi, A., & Ghafari, G. (2019). Effect of 8 weeks of selected aquatic aerobic training on lipocalin-2, glycemic and lipid profile indices in overweight middle-aged men. *Journal of Sport Biosciences*, 11(3), 299-314. <https://doi.org/10.22059/jsb.2018.248017.1229> (in Persian)
- Toloueiazar, J., Tofighi, A., & Ghafari, G. (2019). Effect of 8 weeks of selected aquatic aerobic training on lipocalin-2, glycemic and lipid profile indices in overweight middle-aged men. *Journal of Sport Biosciences*, 11(3), 299-314. <https://doi.org/10.22059/jsb.2018.248017.1229> (in Persian)
- Van der Baan-Slootweg, O., Benninga, M. A., Beelen, A., van der Palen, J., Tamminga-Smeulders, C., Tijssen, J. G., & van Aalderen, W. M. (2014). Inpatient treatment of children and adolescents with severe obesity in the Netherlands: A randomized clinical trial. *JAMA Pediatrics*, 168(9), 807-814. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25022831/>
- Vos, T., Lim, S. S., Abbafati, C., Abbas, K. M., Abbasi, M., Abbasifard, M., Abbasi-Kangevari, M., Abbastabar, H., Abd-Allah, F., Abdelalim, A., Abdollahi, M., Abdollahpour, I., Abolhassani, H., Aboyans, V., Abrams, E. M., Abreu, L. G., Abrigo, M. R. M., Abu-Raddad, L. J., Abushouk, A. I., ... Naghavi, M. (2020). Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*, 396(10258), 1204–1222. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)30925-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(20)30925-9)
- Wassenaar, T. M., Wheatley, C. M., Beale, N., Nichols, T., Salvan, P., Meaney, A., ... & Johansen-Berg, H. (2021). The effect of a one-year vigorous physical activity intervention on fitness, cognitive performance and mental health in young adolescents: The Fit to Study cluster randomised controlled trial. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 18, 1-15. <https://doi.org/10.1186/s12966-021-01113-y>
- Wijndaele, K., Westgate, K., Stephens, S. K., Blair, S. N., Bull, F. C., Chastin, S. F., ... & Healy, G. N. (2015). Utilization and harmonization of adult accelerometry data: Review and expert consensus. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(10), 2129. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000661>
- Wong, M., Shiau, S., Yin, M. T., Strehlau, R., Patel, F., Coovadia, A., ... & Arpadi, S. M. (2016). Decreased vigorous physical activity in school-aged children with human immunodeficiency virus in Johannesburg, South Africa. *The Journal of Pediatrics*, 172, 103-109. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2016.01.034>