



The Relationship between Objectively Measured Physical Activity and Atherogenic Index in Primary School Children

Masoud Shakki¹ | Reza Rezaii Shirazi^{2✉} | Saeed Ghorbani³ | Neda Aghaei Bahman Begloo⁴

1-Department of Physical Education and Sport Sciences, Ali.C., Islamic Azad University, Aliabad Katoul, Iran.

Email: masoudshakki@gmail.com

2-Department of Physical Education and Sport Sciences, Ali.C., Islamic Azad University, Aliabad Katoul, Iran.

Email: rezaeishirazireza@gmail.com

3- Department of Physical Education, Isl.C., Islamic Azad University, Islamshahr, Iran.

Email: saeedghorbani_ur@yahoo.com

4-Department of Physical Education and Sport Sciences, Ali.C., Islamic Azad University, Aliabad Katoul, Iran.

Email: nedaghaei@gmail.com

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article	Objective: Physical activity is an important factor in the physical and psychosocial health of children and is also an important aspect in the prevention of obesity. Improving physical activity and mobility in children is associated with improved academic performance and also reducing the risk of metabolic syndrome and cardiovascular diseases in later life. The aim of this study was to investigate the relationship between objectively measured physical activity and the atherogenic index in elementary school children.
Article history: Received 9 June 2025 Revised 11 July 2025 Accepted 13 July 2025 Published 21 July 2025	Methods: The present study was conducted in Aliabad Katul city and a descriptive-correlation method was used for this purpose. The sample size was 420 elementary school boys who were selected by convenience sampling. The ActiGraph wGT3X-BT accelerometer and Pars Azmoun biochemistry kit were used to measure the physical activity pattern and the atherogenic index. Correlation test was used to analyze the data.
Keywords: physical Activity, Inactivity, Accelerometer, Atherogenic Index.	Results: Accelerometer data showed that the participants spent 65.36% of their total time sedentary. They also devoted only 54.8% of their total time to moderate to vigorous physical activity, with the average duration of moderate to vigorous daily physical activity of the participants being 51.48 minutes per day. Inactivity time had a direct and significant relationship with the atherogenic index ($P < 0.001$, $r = 0.202$). There was also a significant inverse relationship between the duration of moderate to vigorous daily physical activity and the atherogenic index ($P < 0.001$, $r = -0.213$).
	Conclusions: The results of the study showed that children who met the World Health Organization guidelines for at least 60 minutes of moderate to vigorous physical activity per day had a lower atherogenic index than children who did not meet the World Health Organization guidelines.

Cite this article: Shakki, Masoud., Rezaii Shirazi, Reza., Ghorbani, Saeed., Aghaei Bahman Begloo, Neda. (2025). The Relationship between Objectively Measured Physical Activity and Atherogenic Index in Primary School Children. *Jahesh*, 3 (1), 19-34.



© The Author(s).

Publisher: Gorgan Branch, Islamic Azad University.

ارتباط بین فعالیت بدنی اندازه گیری شده عینی با شاخص آتروژنیک در کودکان دبستانی

مسعود شکی^۱ | رضا رضایی شیرازی^۲ | سعید قربانی^۳ | ندا آقایی بهمن بگلو^۴

۱. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد علی آباد کتول، دانشگاه آزاد اسلامی، علی آباد کتول، ایران. ایمیل: masoudshakki@gmail.com

۲. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد علی آباد کتول، دانشگاه آزاد اسلامی، علی آباد کتول، ایران. ایمیل: rezaeishirazi@gmail.com

۳. گروه تربیت بدنی، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلامشهر، ایران. ایمیل: saeedghorbani_ur@yahoo.com

۴. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد علی آباد کتول، دانشگاه آزاد اسلامی، علی آباد کتول، ایران. ایمیل: nedaghaci@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۳/۱۹ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۴/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۴/۲۲ تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۴/۳۰ کلیدواژه‌ها: فعالیت بدنی، بی تحرکی، شتاب سنج، شاخص آتروژنیک.	هدف: فعالیت بدنی عامل مهمی در سلامت جسمی و روانی -اجتماعی کودکان و همچنین جنبه مهمی در پیشگیری از چاقی است. بهبود فعالیت بدنی و تحرک در کودکان با بهبود عملکرد تحصیلی و همچنین کاهش خطر ابتلا به سندرم متابولیک و ایجاد بیماری‌های قلبی عروقی در مراحل بعدی زندگی همراه است. هدف از این پژوهش بررسی ارتباط بین فعالیت بدنی اندازه گیری شده عینی با شاخص آتروژنیک در کودکان دبستانی بود. روش پژوهش: پژوهش حاضر در شهرستان علی آباد کتول انجام شد و برای این منظور از روش توصیفی-همبستگی استفاده شد. حجم نمونه ۴۲۰ پسر دانش آموز مقطع ابتدایی بود که به روش نمونه گیری در دسترس انتخاب شدند. شتاب سنج ActiGraph wGT3X-BT و کیت بیوشیمی پارس آزمون برای اندازه گیری الگوی فعالیت بدنی و شاخص آتروژنیک استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون همبستگی استفاده شد. یافته‌ها: داده‌های شتاب سنج نشان داد که شرکت کنندگان ۶۵/۳۶ درصد از کل زمان خود را صرف بی تحرکی کردند. همچنین تنها ۸/۵۴ درصد از کل زمان خود را به فعالیت بدنی متوسط تا شدید اختصاص دادند که میانگین مدت زمان فعالیت بدنی متوسط تا شدید روزانه شرکت کنندگان ۵۱/۴۸ دقیقه در روز بود. زمان بی تحرکی با شاخص آتروژنیک رابطه مستقیم و معنی داری داشت ($r = 0.202, P < 0.001$). همچنین رابطه معکوس و معنی داری بین مدت زمان فعالیت بدنی متوسط تا شدید روزانه و شاخص آتروژنیک مشاهده شد ($r = -0.213, P < 0.001$). نتیجه گیری: نتایج پژوهش نشان داد کودکانی که دستورالعمل سازمان جهانی بهداشت برای داشتن حداقل ۶۰ دقیقه فعالیت بدنی متوسط تا شدید روزانه را رعایت کردند شاخص آتروژنیک پایین تری نسبت به کودکانی داشتند که دستورالعمل سازمان جهانی بهداشت را رعایت نکردند.

استناد: شکی، مسعود؛ رضایی شیرازی، رضا؛ قربانی، سعید؛ آقایی بهمن بگلو، ندا. (۱۴۰۴). ارتباط بین فعالیت بدنی اندازه گیری شده عینی با شاخص آتروژنیک در کودکان دبستانی. جهش، ۳ (۱)، ۱۹-۳۴.



مقدمه

فعالیت بدنی^۱ عامل مهمی در سلامت جسمی و روانی- اجتماعی کودکان و همچنین جنبه مهمی در پیشگیری از چاقی است. بهبود فعالیت بدنی و تحرک در کودکان با بهبود عملکرد تحصیلی و همچنین کاهش خطر ابتلا به سندرم متابولیک و ایجاد بیماری‌های قلبی عروقی در مراحل بعدی زندگی همراه است. حفظ وزن سالم به همین ترتیب با کاهش خطر ابتلا به عوارض متعدد سلامتی (دیابت، بیماری‌های قلبی عروقی، فشار خون بالا و غیره) در کودکان ارتباط دارد (تامپسون^۲ و همکاران، ۲۰۲۰). امروزه افراد بسیار کمی از تغذیه سالم برخوردارند و فعالیت بدنی منظمی دارند و به عبارتی کم تحرک هستند (ریزو^۳ و همکاران، ۲۰۱۶). از نظر بهداشت عمومی، کم تحرکی تمایل به اپیدمی شدن دارد و تأثیر اقتصادی چنین بی تحرکی با فشاری که بر جوامع و سیستم‌های بهداشتی برای مدیریت بیماری‌های مرتبط با بی حرکتی وارد می‌کند قابل تامل است (ریزو و همکاران، ۲۰۱۸). کم تحرکی یکی از علل مرگ است و بین میزان فعالیت بدنی و همه علل مرگ رابطه خطی معکوس وجود دارد (لپانن^۴ و همکاران، ۲۰۱۶). با توجه به شواهد موجود، کم تحرکی در بین کودکان رو به افزایش است و مهمترین ویژگی آن شیوع چاقی در این گروه است (رامسی^۵ و همکاران، ۲۰۲۱). در سال‌های اخیر شیوع بالای اضافه وزن و پیامدهای منفی آن به عنوان یک نگرانی جدی برای بهداشت عمومی در اغلب کشورها مطرح است به طوری که اضافه وزن و چاقی پنجمین عامل خطر مرگ و میر در جهان شناخته شده است (کارخانه و همکاران، ۲۰۲۱). از این رو می‌توان اذعان کرد که شیوع کم‌تحرکی به سرعت در حال تبدیل شدن به یک هنجار اجتماعی و بروز همه‌گیری چاقی است که با همه‌گیری کووید-۱۹ به واسطه کاهش فرصت فعالیت خارج از منزل، شدت بیشتری پیدا کرد (پیسنا^۶ و همکاران، ۲۰۲۲). تحقیقات نشان داده است کودکان دارای اضافه وزن تمایلی به فعالیت ندارند. چاقی در دوران کودکی علاوه بر ایجاد مشکلات جسمانی نظیر اختلالات گوارشی، عضلانی، اسکلتی و ارتوپدی، کاهش آمادگی قلبی- تنفسی، دیابت، افول سلامت روانی و مشکلات رفتاری و عاطفی نظیر افسردگی و روابط اجتماعی نامناسب در بزرگسالی و آینده، عملکرد تحصیلی و شغلی فرد در دوران زندگی را تحت شعاع قرار خواهد داد و بار زیادی را به سیستم‌های بهداشتی و درمانی تحمیل خواهد کرد (کیسوکانس^۷ و همکاران، ۲۰۲۲). با توجه به اینکه کودکان جزو گروه‌های آسیب پذیر جامعه محسوب شده و در زمینه مسائل بهداشتی و درمانی ویژگی‌های خاصی دارند شناخت دقیق نیازها و راهبردهای موثر در جهت برطرف کردن نیازهای آنها ضروری است (بابائی بناب و همکاران، ۲۰۱۹).

برای کودکان، ورزش رایج ترین شکل فعالیت بدنی است. ورزش‌ها عمدتاً به عنوان بازی در دوران مدرسه یا به عنوان ورزش‌های فوق برنامه انجام می‌شود (قربانی و همکاران، ۲۰۲۱). از منظر سلامت، هدف اولیه از فعالیت بدنی باید مربوط به تامین انرژی یا صرف زمان کافی برای بهبود یا حفظ آمادگی جسمانی مرتبط با سلامت باشد (چهارباغی و همکاران، ۲۰۲۲). فعالیت بدنی را می‌توان در ورزش، فعالیت‌های مدرسه، بازی با دوستان یا پیاده روی به مدرسه انجام داد. با این

1. Physical Activity (PA)

2. Thompson

3. Riso

4. Leppänen

5. Ramsey

6. Pysna

7. Kisokanth

حال، فناوری مدرن که فعالیت بدنی کودکان را کاهش داده است، منجر به کاهش فرصت‌های فعالیت‌های انسانی شده و سبک زندگی فعال و پویا را جایگزین سبک زندگی کم‌تحركی کرده است (قربانی و همکاران، ۲۰۲۱؛ چهارباغی و همکاران، ۲۰۲۲). اثرات سلامتی مرتبط با فعالیت بدنی منظم دوران کودکی به طور گسترده توسط متخصصان بهداشت ثبت شده و به خوبی پذیرفته شده است (دانا و همکاران، ۲۰۲۳؛ عبدی و همکاران، ۲۰۲۲). بنابراین، مشارکت منظم در فعالیت بدنی با افزایش توده استخوانی، حفظ وزن سالم، کاهش فشار خون بالا و بهبود پیامدهای روانی اجتماعی در کودکان همراه است (بنی اسدی و همکاران، ۲۰۲۲، ارتگا^۱ و همکاران، ۲۰۰۸؛ پاتریک^۲ و همکاران، ۲۰۰۴؛ استیل^۳ و همکاران، ۲۰۰۹). مستقل از بهبود نتایج آمادگی جسمانی، فعالیت بدنی دوران کودکی نقش دوگانه ای ایفا می‌کند. اول، شواهد زیادی برای حمایت از تأثیر مثبت فعالیت بدنی منظم بر رشد و تکامل سالم وجود دارد. از سوی دیگر، به نظر می‌رسد درگیر شدن زودهنگام با فعالیت بدنی با پایداری بهتر به سبک زندگی سالم و احتمال کمتر بیماری‌های متابولیک و قلبی عروقی همراه باشد (بوردیر^۴ و همکاران، ۲۰۲۳؛ برایلی^۵ و همکاران، ۲۰۲۲). بنابراین، کودکانی که توصیه‌های فعالیت بدنی روزانه را رعایت می‌کنند، ممکن است رشد سالم‌تری داشته باشند و کمتر در بزرگسالی به بیماری‌های غیرواگیر مزمن مبتلا شوند (تاناکا^۶ و همکاران، ۲۰۱۷). با این حال، چندین مطالعه نشان داده است که کودکان در سراسر جهان دستورالعمل‌های WHO را در مورد ۶۰ دقیقه فعالیت بدنی متوسط تا شدید در روز رعایت نمی‌کنند (تن^۷ و همکاران، ۲۰۲۱). این امر باعث می‌شود که به طور مداوم سطح فعالیت بدنی کودکان بررسی شود. بنابراین، هدف اول این مطالعه بررسی عینی وضعیت فعالیت بدنی دانش آموزان دبستانی با استفاده از شتاب سنج بود.

با ترسیم رابطه بین ظرفیت کار فیزیکی و ابتلا به بیماری‌های متابولیکی، قلبی عروقی و مزمن در طول عمر کلی، مشخص می‌شود که تأثیر فعالیت بدنی در دوران کودکی بیش از سایر دوره‌های زندگی است (ریسبرگ و ریزو^۸، ۲۰۲۰؛ پاربخ و استارتون^۹، ۲۰۱۱). در واقع نقش فعالیت ورزشی در پیشگیری از ابتلا به چاقی و بیماری‌های مرتبط با آن، رشد ماهیچه‌ها و استخوان‌ها، بهبود کیفیت خواب و کاهش اضطراب که همگی از مولفه‌های سلامت در دوران رشد هستند، در دوران کودکی بارزتر و موثرتر است. نقش در سلامت دوره‌های بعدی زندگی (ارتگا و همکاران، ۲۰۱۳). شیوع چاقی و اضافه وزن در کودکان و نوجوانان از مهمترین مشکلات مرتبط با حوزه سلامت و بهداشت عمومی است که به سطح هشدار دهنده‌ای در جهان رسیده است. روند رو به رشد چاقی و اضافه وزن کودکان در کشورهای خاورمیانه، از جمله ایران، گزارش شده است. به دلیل شیوع بالا و هزینه‌های سنگین ناشی از چاقی و بیماری‌های مرتبط با آن، توسعه و اجرای برنامه‌های پیشگیری از چاقی به یکی از اولویت‌های اساسی سلامت در بسیاری از کشورها، از جمله ایران تبدیل

8. Ortega

1. Patrick

2. Steele

3. Bourdier

4. Brailey

5. Tanaka

6. Ten

7. Reisberg & Riso

8. Parikh & Stratton

شده است (نیک نام و همکاران، ۲۰۲۲). این در حالی است که افزایش وزن و چاقی بیش از حد، از عوامل مهم تعیین‌کننده سلامت بوده و به تغییرات منفی متابولیکی، مانند فشار خون بالا، افزایش مقاومت در برابر انسولین و شیوع دیابت نوع دو، ایجاد ترومبوز و آمبولی وریدی، شیوع انواع سرطان‌ها، افزایش سطح کلسترول خون، شاخص آتروژنیک و بیماری‌های قلبی ناشی از آن منجر می‌گردد (لی^۹ و همکاران، ۲۰۲۱). برآورد شده است که سالانه درصد بالایی از مرگ و میرها در جهان با بیماری‌های قلبی عروقی ارتباط داشته و ایران هم از این قاعده مستثنی نیست (پنتیرولی^{۱۰} و همکاران، ۲۰۲۰). شاخص آتروژنیک پلازما (AIP^{۱۱}) یکی از روش‌های اندازه‌گیری هایپرلیپیدمی است که عدد بالای آن با احتمال ابتلاء به بیماری عروق کرونری (CDH^{۱۲}) ارتباط مستقیم دارد (نیرومند و همکاران، ۲۰۱۵). این شاخص، روشی ساده و قابل اطمینان برای ارزیابی ریسک فاکتورهای قلبی بوده و با میزان مرگ و میر رابطه مستقیم دارد. بر اساس مطالعات، شاخص آتروژنیک، نشانگر تعادل بین غلظت واقعی TC پلازما و HDL-C است که مسیر انتقال کلسترول در داخل عروق را مشخص می‌کند. با بالا رفتن نسبت TC/HDL-C، ذرات HDL-C کوچک‌تر می‌شوند. بنابراین نسبت بالای شاخص آتروژنیک، بیانگر امکان توقف تولید بهینه HDL-C و تضعیف انتقال معکوس کلسترول است (کین^{۱۳} و همکاران، ۲۰۲۰). بر اساس تحقیقات، یکی از راهکارهای مؤثر در کنترل چاقی و عوارض ناشی از آن، انجام فعالیت بدنی است. مطالعات گذشته نشان داده‌اند که انجام فعالیت بدنی اثر مثبتی بر بهبود ترکیب بدن و شاخص آتروژنیک داشته‌اند (حیدری و همکاران، ۲۰۱۲). بنابراین، هدف دوم این مطالعه بررسی رابطه بین فعالیت بدنی عینی (اندازه‌گیری شده با شتاب سنج) و شاخص آتروژنیک دانش‌آموزان دبستانی بود. به طور کلی، هدف از این مطالعه بررسی رابطه بین فعالیت بدنی با شاخص آتروژنیک در کودکان دبستانی بود.

روش‌شناسی پژوهش

طراحی و شرکت‌کنندگان

پژوهش حاضر با هدف بررسی رابطه فعالیت بدنی با شاخص آتروژنیک دانش‌آموزان مقطع ابتدایی ۹ تا ۱۲ سال شهر علی‌آباد کتول انجام شد. با توجه به موضوع و اهداف تحقیق، روش انجام پژوهش حاضر از نوع توصیفی-همبستگی می‌باشد. برای این منظور تعداد ۴۲۰ دانش‌آموز پسر ۹ تا ۱۲ سال مقطع ابتدایی شهرستان علی‌آباد کتول به صورت نمونه‌گیری در دسترس به عنوان نمونه آماری پژوهش انتخاب شدند. برای انتخاب دانش‌آموزان شرکت‌کننده در پژوهش رضایت‌نامه کتبی از ولی دانش‌آموز نیز اخذ شد. پیش از آنکه دانش‌آموزان تصمیم به شرکت در پژوهش بگیرند، روند و اهداف تحقیق برای شرکت‌کننده به طور کامل شرح داده شد. مراحل این پژوهش خطر و یا عوارض احتمالی برای شرکت‌کنندگان نداشت. پس از موافقت ولی دانش‌آموز برای شرکت در این پژوهش فرم رضایت آگاهانه تکمیل شد. اطلاعات شرکت‌کننده و داده‌هایی که در اختیار محقق قرار داد کاملاً محرمانه باقی ماند و این موضوع به اطلاع شرکت

9. Li

10. Pontiroli

11. Atherogenic Index Plasma (AIP)

12. Coronary Heart Disease

13. Qin

کننده نیز رسید. یک کد شناسایی در طول پژوهش برای هر یک از شرکت کنندگان اختصاص یافته و تمام داده‌ها ناشناخته باقی ماند. در پایان پژوهش نتایج آزمون هر یک از شرکت کنندگان به صورت محرمانه در اختیار آن‌ها قرار گرفت.

فعالیت بدنی

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).

شاخص آتروژنیک

برای اندازه‌گیری سطح سرمی کلسترول تام و لیپوپروتئین پرچگال (بر حسب میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) در پایان یک هفته اندازه‌گیری فعالیت بدنی خون‌گیری از آزمودنی‌ها انجام شد. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شد. سطح سرمی کلسترول تام و لیپوپروتئین پرچگال (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. برای اندازه‌گیری فاکتور خطررزی قلبی‌عروقی از شاخص آتروژنیک پلازما با فرمول زیر استفاده شد (چیکزی^۹ و همکاران، ۲۰۱۸).

$$AIP = (TC_HDL) / (HDL)$$

تحلیل داده‌ها

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. همچنین برای سنجش همبستگی بین متغیرهای تحقیق از آزمون همبستگی 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.

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

یافته‌های پژوهش

مشخصات شرکت کنندگان مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. ۴۲۰ کودک در مطالعه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. تعداد شرکت کنندگان پایه سوم ۹۱ نفر (۲۱/۶۶٪) با میانگین وزن ۳۱/۳۴ و میانگین قد ۱۳۱/۲۷، پایه چهارم ۹۲ نفر (۲۱/۹۰٪) با میانگین وزن ۳۳/۵۸ و میانگین قد ۱۳۸/۶۷، پایه پنجم ۱۱۵ نفر (۲۷/۳۹٪) با میانگین وزن ۳۶/۸۲ و میانگین قد ۱۴۵/۶۰، پایه ششم ۱۲۲ نفر (۲۹/۰۵٪) با میانگین وزن ۳۷/۶۱ و میانگین قد ۱۴۵/۴۳ بود. همچنین تعداد ۱۷۸ نفر (۴۲/۳۹٪) بین ساعت ۵-۶ و تعداد ۲۴۲ نفر (۵۷/۶۱٪) بین ساعت ۶-۷ از خواب بیدار شدند. تعداد ۳۵ نفر (۸/۳۳٪) بین ساعت ۲۱-۲۲، تعداد ۳۱۷ نفر (۷۵/۴۸٪) بین ساعت ۲۲-۲۳ و تعداد ۶۸ نفر (۱۶/۱۹٪) بعد از ساعت ۲۳ به خواب رفتند.

جدول ۱. اطلاعات شرکت کنندگان

مقطع تحصیلی	N	%	وزن کیلوگرم	قد سانتی‌متر
			Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD
پایه سوم	۹۱	۲۱/۶۶	۳۱/۳۴ $\pm$ ۱/۰۲	۱۳۱/۲۷ $\pm$ ۲/۷۴
پایه چهارم	۹۲	۲۱/۹۰	۳۳/۵۸ $\pm$ ۰/۹۹	۱۳۸/۶۷ $\pm$ ۳/۸۷
پایه پنجم	۱۱۵	۲۷/۳۹	۳۶/۸۲ $\pm$ ۱/۰۵	۱۴۵/۶۰ $\pm$ ۲/۸۴
پایه ششم	۱۲۲	۲۹/۰۵	۳۷/۶۱ $\pm$ ۱/۵۵	۱۴۵/۴۳ $\pm$ ۳/۲۵
	۴۲۰	۱۰۰	۳۵/۱۵ $\pm$ ۲/۷۶	۱۴۰/۹۲ $\pm$ ۶/۵۸

زمان بیدار شدن	N	%
۵-۶	۱۷۸	۴۲/۳۹
۶-۷	۲۴۲	۵۷/۶۱
زمان خوابیدن	N	%
۲۱-۲۲	۳۵	۸/۳۳
۲۲-۲۳	۳۱۷	۷۵/۴۸
بعد از ۲۳	۶۸	۱۶/۱۹

فعالیت بدنی

جدول ۲ میانگین و انحراف استاندارد شاخص فعالیت بدنی کودکان را نشان می‌دهد. داده‌های شتاب سنج نشان داد که شرکت کنندگان ۶۵/۳۶ درصد از کل زمان خود را رفتارهای بی تحرکی داشتند. همچنین شرکت کنندگان ۲۶/۱۰ درصد از کل زمان خود را صرف فعالیت بدنی سبک، ۴/۶۱ درصد از کل زمان صرف فعالیت بدنی متوسط و ۳/۹۳ درصد از کل زمان خود را صرف فعالیت بدنی شدید کردند. در واقع شرکت کنندگان ۸/۵۴ درصد از کل زمان خود را به فعالیت بدنی متوسط تا شدید پرداخته بودند. متوسط کل زمان صرف شده برای فعالیت بدنی متوسط تا شدید روزانه ۵۱/۴۸ دقیقه بود که این میزان به وضوح کمتر از دستورالعمل سازمان جهانی بهداشت برای حداقل ۶۰ دقیقه فعالیت بدنی متوسط تا

شدید روزانه است. در واقع داده‌ها شتاب سنج نشان داد که تنها ۱۷۵ کودک (۴۱/۶۶٪) به مدت زمان فعالیت بدنی متوسط تا شدید روزانه توصیه شده توسط سازمان جهانی بهداشت دست یافتند.

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد شاخص فعالیت بدنی

PA	Mean	SD
Sedentary Behavior %	۶۵/۳۶	۹/۸۸
Light PA %	۲۶/۱۰	۶/۰۹
Moderate PA %	۴/۶۱	۲/۱۳
Vigorous PA %	۳/۹۳	۲/۰۴
Moderate to Vigorous PA %	۸/۵۴	۴/۰۸
Daily MVPA (minutes)	۵۱/۴۸	۱۷/۹۸

شاخص آتروژنیک

جدول ۳ میانگین و انحراف استاندارد شاخص آتروژنیک کودکان را نشان می‌دهد. داده‌ها نشان می‌دهد میانگین شاخص آتروژنیک کودکان ۲/۶۴ میلی گرم در دسی لیتر می‌باشد.

جدول ۳. میانگین و انحراف استاندارد شاخص آتروژنیک

AIP (mg/dl)	Mean	SD
سوم	۲/۶۰	۰/۸۵
چهارم	۲/۸۵	۰/۹۵
پنجم	۲/۵۹	۰/۸۶
ششم	۲/۵۸	۰/۷۷
میانگین	۲/۶۴	۰/۸۵

روابط بین الکوی فعالیت بدنی و شاخص آتروژنیک

جدول ۴ نتایج آزمون همبستگی پیرسون بین فعالیت بدنی و شاخص آتروژنیک را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که زمان بی تحرکی به طور مستقیم و معنی‌داری با شاخص آتروژنیک رابطه داشت ($r = ۰/۲۰۲$, $P < ۰/۰۰۱$). علاوه بر این رابطه معکوس و معنی‌داری به ترتیب بین فعالیت بدنی سبک، متوسط، شدید، روزانه و شاخص آتروژنیک برقرار بود ($r = -۰/۲۰۵$, $r = -۰/۲۰۲$, $r = -۰/۲۰۰$, $P < ۰/۰۰۱$).

جدول ۴. نتایج آزمون همبستگی پیرسون بین فعالیت بدنی و شاخص آتروژنیک

	AIP (mg/dl)
Sedentary Behavior	$r = ۰/۲۰۲$ $P < ۰/۰۰۱$
Light PA	$r = -۰/۲۰۰$ $P < ۰/۰۰۱$
Moderate PA	$r = -۰/۲۰۲$

	$P < 0.001$
Vigorous PA	$r = -0.205$ $P < 0.001$
Daily MVPA	$r = -0.213$ $P < 0.001$

شاخص آتروژنیک بر اساس دسته بندی‌های فعالیت بدنی متوسط تا شدید

جدول ۵ نتایج شاخص آتروژنیک بر اساس دسته بندی‌های فعالیت بدنی متوسط تا شدید نشان می‌دهد. برای بررسی اینکه آیا انجام دستورالعمل‌های WHO منجر به بهبود شاخص آتروژنیک می‌شود، شاخص آتروژنیک کودکانی را که دستورالعمل MVPA را رعایت کردند با کودکانی که دستورالعمل MVPA را رعایت نکردند مقایسه کردیم. نتایج نشان داد ۱۷۵ کودک (۴۱/۶۶٪) به MVPA توصیه شده دست یافتند و ۲۴۵ کودک (۵۸/۳۴٪) دستورالعمل MVPA را رعایت نکردند. نتایج نشان داد که کودکانی که دستورالعمل MVPA را رعایت کردند به طور قابل توجهی AIP کمتری نسبت به کودکانی داشتند که دستورالعمل MVPA را رعایت نکردند ($P < 0.001$).

جدول ۵. نتایج شاخص آتروژنیک بر اساس دسته بندی‌های فعالیت بدنی متوسط تا شدید

Variable	MVPA < 60 min/day	MVPA ≥ 60 min/day	Difference
AIP	$2/78 \pm 0/90$	$2/45 \pm 0/74$	$t = 3/96$ $P < 0.001$

بحث و نتیجه‌گیری

فعالیت بدنی عامل مهمی در سلامت جسمی و روانی اجتماعی جوانان و همچنین جنبه مهمی در پیشگیری از چاقی کودکان است. بهبود فعالیت بدنی و تحرک در جوانان با بهبود عملکرد تحصیلی و همچنین کاهش خطر ابتلا به سندرم متابولیک و ایجاد بیماری‌های قلبی عروقی در مراحل بعدی زندگی همراه است. حفظ وزن سالم به همین ترتیب با کاهش خطر ابتلا به عوارض متعدد سلامتی (دیابت، بیماری‌های قلبی عروقی، فشار خون بالا و غیره) در کودکان ارتباط دارد (تامپسون و همکاران، ۲۰۲۰). هدف از این مطالعه بررسی ارتباط بین فعالیت بدنی و شاخص آتروژنیک در دانش آموزان دبستانی بود. به عنوان یک یافته اولیه، مشاهده شد که شرکت کنندگان در این مطالعه ۶۵/۳۶ درصد از کل زمان خود را صرف بی تحرکی کردند، در حالی که تنها ۸/۵۴ درصد از کل زمان خود را به فعالیت بدنی متوسط تا شدید (MVPA) اختصاص دادند. از نظر مدت زمان، میانگین زمان صرف شده برای MVPA در روز ۵۱/۴۸ دقیقه بود. این زمان کمتر از دستورالعمل سازمان بهداشت جهانی برای حداقل ۶۰ دقیقه MVPA در روز است. در واقع، داده‌های ما نشان داد که تنها ۱۷۵ کودک (۴۱/۶۶٪) موفق به رسیدن به سطح توصیه‌شده MVPA شدند. این یافته‌ها با مطالعات قبلی دانا و

همکاران (۲۰۲۳)، عبدی و همکاران (۲۰۲۲)، برایلی و همکاران (۲۰۲۲)، تن و همکاران (۲۰۲۱)، گارسیا^۱ و همکاران (۲۰۱۷)، لاگوئانا^۲ و همکاران (۲۰۱۳)، استیل و همکاران (۲۰۰۹)، پاتریک و همکاران (۲۰۰۴) که تاکید می‌کنند کودکان زمان کافی را برای فعالیت بدنی که سلامتی را ارتقا می‌دهد، تخصیص نمی‌دهند، مطابقت دارد. با توجه به فواید متعدد مرتبط با فعالیت بدنی منظم برای سلامت کودکان، اکیداً توصیه می‌شود که پزشکان سلامت توجه ویژه‌ای به رفتار فعالیت بدنی کودکان دبستانی داشته باشند (پویتراس^۳ و همکاران، ۲۰۱۶؛ تن و همکاران، ۲۰۲۱). در نتیجه، شناسایی مداخلات و راهبردهایی با هدف افزایش سطح MVPA در میان کودکان دبستانی ضروری است.

در مورد شاخص آتروژنیک نتایج این پژوهش نشان داد بین MVPA با AIP کودکان رابطه معنی‌دار و مستقیم وجود دارد ($r = -0.213$, $P < 0.001$). نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش مولر^۴ و همکاران (۲۰۲۰)، نکوینیسو^۵ و همکاران (۲۰۲۰) همسو بود. نتایج پژوهش مولر و همکاران (۲۰۲۰) و نکوینیسو و همکاران (۲۰۲۰) نشان می‌دهد سطح پایین فعالیت بدنی با تجمع عوامل خطر بیماری‌های قلبی عروقی در کودکان مرتبط است. علاوه بر این، یافته‌های ما نشان می‌دهد که تعداد زیادی از دانش آموزان دستورالعمل‌های توصیه شده فعالیت بدنی (حداقل ۶۰ دقیقه فعالیت بدنی متوسط روزانه) را رعایت نمی‌کنند و فعالیت بدنی ناکافی به ویژه در بین دختران شایع است. تغییر سیاست مدارس نیز نقش مهمی در ترویج این وضعیت ایفا می‌کند، زیرا تربیت بدنی در مدارس جایگاه مستقل خود را از دست داد و به حاشیه رانده شد. در واقع، تربیت بدنی با سایر دروس در حوزه یادگیری ترکیب شد. بنابراین، خطرات قلبی عروقی بالاتر در کودکان ممکن است با عدم وجود برنامه‌های نهادی و اجباری فعالیت بدنی در مدارس مرتبط باشد. تجزیه و تحلیل‌های تکمیلی نشان داد که کودکان در مدرسه فعالیت بدنی بسیار کمی داشته‌اند. این موضوع این سوال را مطرح می‌کند که آیا یک درس ورزشی در هفته کافی است و آیا چنین درس تربیت بدنی به اندازه کافی فشرده برای تک تک دانش‌آموزان تدریس می‌شود یا خیر مولر و همکاران (۲۰۲۰). مشخص شده است که فعالیت‌های بدنی پیامدهای مفید متعددی برای سلامت، یعنی نیمرخ لپیدی، سلامت قلبی متابولیک، تناسب اندام عضلانی و استخوان دارد (چاپات^۶ و همکاران، ۲۰۲۰). در میان کودکان خردسال و بزرگتر، نتایج مشابهی در مورد کودکانی که توصیه‌های فعالیت بدنی را رعایت نمی‌کردند، دیده شده است. در همین حال، کودکان فعال میزان فشار خون سیستولیک/دیاستولیک و سطح کلسترول تام نسبت به HDL کمتری نسبت به کودکانی با فعالیت بدنی کمتر داشتند (نکوینیسو و همکاران، ۲۰۲۱). عوامل خطر قلبی عروقی با افزایش سن افزایش می‌یابد. علاوه بر این، کودکان کم‌تحرک‌تر که VO_{2max} پایین‌تری دارند نیز احتمال سطوح بالاتری در عوامل خطر قلبی عروقی دارند (موسا^۷ و همکاران، ۲۰۲۰). در یک مطالعه طولی مشخص شد که چرا خطر بیماری‌های قلبی عروقی پس از شروع مدرسه در کودکان آشکار می‌شود، آن‌ها نتیجه گرفتند که داشتن سطح پایین

1. García
2. Laguna
1. Poitras
2. Muller
3. Nqweniso
4. Chaput
5. Musa

فعالیت بدنی در ۶-۷ سال، پیش‌بینی‌کننده ایجاد خطر قلبی عروقی در مراحل بعدی زندگی است (ماتهوری^۱ و همکاران، ۲۰۱۴). دختران مقادیر بالاتری برای خطر قلبی عروقی فردی و خوشه‌ای نسبت به پسران دارند و کمتر توصیه‌های فعالیت بدنی را رعایت می‌کنند. دلیل احتمالی این یافته‌ها مربوط به دخترانی است که درصد چربی بالاتری دارند، که به شیوع بیشتر اضافه وزن و چاقی کمک می‌کند، که به نوبه خود ممکن است منجر به عوامل خطر قلبی عروقی مانند فشار خون بالا، دیس لیپیدمی یا اختلال در تنظیم گلوکز شود (گرتز و رگیتز^۲، ۲۰۱۹). طبق بررسی‌های مقطعی و طولی قبلی، کودکان دارای اضافه وزن و نامناسب در مقایسه با هم‌تایان سالم و متناسب خود، خطر بیشتری برای افزایش خطر بیماری‌های قلبی عروقی دارند (توئیگ^۳ و همکاران، ۲۰۱۶). مشخص شده است که کم‌تحركی با درصد چربی بدن و سطح تری‌گلیسیرید بالاتر و احتمال ابتلا به عوامل خطرزای قلبی عروقی مرتبط است. به عنوان مثال، کودکان دارای اضافه وزن، بیشترین شیوع افزایش کلسترول تام و فشار خون را در مقایسه با هم‌تایان دارای وزن مناسب و طبیعی خود نشان دادند. همچنین ما همبستگی منفی و معنی‌داری بین MVPA و درصد چربی بدن و خطر قلبی عروقی یافتیم (نکوینیسو و همکاران، ۲۰۲۱).

این پژوهش نشان داد نمونه مورد ارزیابی ما سطوح پایینی از فعالیت بدنی را داشتند و بر نیاز به استراتژی‌های هدفمند برای افزایش فعالیت بدنی در میان کودکان دبستانی تأکید می‌کند. علاوه بر این، شدت بیشتر فعالیت بدنی با سطوح پایین‌تر AIP مرتبط بود، که نشان می‌دهد فعالیت بدنی شدید در کنترل عوامل خطرزای قلبی کودکان نقش دارد که اهمیت درگیر کردن کودکان در فعالیت بدنی با شدت بالا و کاهش رفتار بی‌تحركی را برجسته می‌کند. در نتیجه، این یافته‌ها بر اهمیت حیاتی پرداختن به فعالیت بدنی در کودکان تأکید می‌کند و اجرای استراتژی‌های مؤثر برای ترویج سبک زندگی فعال در این جمعیت را ضروری می‌سازد.

تایید اخلاقی

کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحد علی آباد کتول پژوهش حاضر را با شناسه IR.IAU.AK.REC.1402.008 تایید کرد. همچنین رضایت‌نامه کتبی و فرم رضایت آگاهانه از ولی دانش‌آموز نیز اخذ شد.

6. Muthuri

7. Gerdtz & Regitz

8. Twig

منابع

- 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>
- Babaeibonab, S., Nobaran, E., & Derakhti, R. (2019). Evaluation of relationship between a course of regular physical activity and social physique anxiety in obese women. *Scientific Journal of Nursing, Midwifery and Paramedical Faculty*, 4(3), 16-24. [In Persian].
- Baniasadi, T., Ranjbari, S., Abedini, A., Dana, A., & Ghorbani, S. (2022). Investigation the Association of Internet Addiction with Mental Health and Physical Activity in Teenage Girls: The Mediating Role of Parental Attitude. *Women's Health Bulletin*, 9(4), 243-250. <https://doi.org/10.30476/whb.2022.96915.1197>
- Bourdier, P., Simon, C., Bessesen, D. H., Blanc, S., & Bergouignan, A. (2023). The role of physical activity in the regulation of body weight: The overlooked contribution of light physical activity and sedentary behaviors. *Obesity Reviews*, 24(2), e13528. <https://doi.org/10.1111/obr.13528>
- 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>
- Chaharbaghi, Z., Baniasadi, T., & Ghorbani, S. (2022). Effects of Teacher's Teaching Style in Physical Education on Moderate-to-Vigorous Physical Activity of High-School Students: an Accelerometer-based Study. *International Journal of School Health*, 9(3), 143-150. <https://doi.org/10.30476/intjsh.2022.95204.1224> [In Persian].
- Chaput, J. P., Lambert, M., Mathieu, M. E., Tremblay, M. S., O'loughlin, J., & Tremblay, A. (2012). Physical activity vs. sedentary time: independent associations with adiposity in children. *Pediatric obesity*, 7(3), 251-258. <https://doi.org/10.1111/j.2047-6310.2011.00028.x>
- Chikezie, C. M., Ojiako, O. A., Emejulu, A. A., & Chikezie, P. C. (2018). Atherogenicity of diabetic rats administered single and combinatorial herbal extracts. *Bulletin of Faculty of Pharmacy, Cairo University*, 56(2), 169-174. <https://doi.org/10.1016/j.bfopcu.2018.10.001>
- 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>
- García-Hermoso A, Saavedra JM, 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>
- Ghorbani, S., Tayebi, B., Deylami, K., Rahmannia, G., & Shakki, M. (2021). The Effect of Physical Education in Schools on the Motivation and Physical Activity Behavior of Adolescents: An

- Examination of the Trans-Contextual Model. *Research on Educational Sport*, 8(21), 179-196. <https://doi.org/10.22089/res.2020.8805.1866> [In Persian].
- 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)
- Heydari, M., Freund, J., & Boutcher, S. H. (2012). The effect of high-intensity intermittent exercise on body composition of overweight young males. *J Obes*. <https://doi.org/10.1155/2012/480467> [In Persian].
- Karkhanehei, M., Ahmadian, H., Moradi, O., & Karimi, Q. (2021). The casual model of eating disorder based on self-objectification, experiential avoidance, and perfectionism with mediating role of body image concern in the community of overweight women. *Quarterly Journal of Women and Society*, 12(47), 161-176. <https://doi.org/10.30495/jzv.2021.25676.3329> [In Persian].
- Kisokanth, G., Indrakumar, J., Arulpragasam, A. N., & Ilankoon, I. M. P. S. (2022). The prevalence and related factors of pre-diabetes and diabetes among overweight and obese children in Urban schools. *National Journal of Community Medicine*, 13(01), 27-31. <http://dx.doi.org/10.5455/njcm.20211223111349>
- Laguna M, Ruiz JR, Lara MT, Aznar S. (2013). Recommended levels of physical activity to avoid adiposity in S panish children. *Pediatric Obesity*, 8(1), 62-69. <https://doi.org/10.1111/j.2047-6310.2012.00086.x>
- Leppänen MH, Nyström CD, Henriksson P, Pomeroy J, Ruiz JR, Ortega FB, Cadenas-Sánchez C, Löf M (2016). Physical activity intensity, sedentary behavior, body composition and physical fitness in 4-year-old children: results from the ministop trial. *International Journal of Obesity*, 40(7), 1126-1133. <https://doi.org/10.1038/ijo.2016.54>
- Li, Y., Teng, D., Shi, X., Teng, X., Teng, W., Shan, Z., & Lai, Y. (2021). Changes in the prevalence of obesity and hypertension and demographic risk factor profiles in China over 10 years: two national cross-sectional surveys. *The Lancet Regional Health–Western Pacific*, 15. <https://doi.org/10.1016/j.lanwpc.2021.100227>
- 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>
- Niknam, M., Omidvar, N., & Amiri, P. (2022). Community Readiness as a Prerequisite for Childhood Obesity Prevention Programs: A Scoping Review. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*, 23(6), 397-408. [In Persian].
- Niroumand, S., Khajedaluee, M., Khadem-Rezaian, M., Abrishami, M., Juya, M., Khodaei, G., & Dadgarmoghaddam, M. (2015). Atherogenic index of plasma (AIP): A marker of cardiovascular disease. *Med J Islamic Republic Iran*, 29, 240. [In Persian].
- Nqweniso, S., Walter, C., du Randt, R., Aerts, A., Adams, L., Degen, J., ... & Gerber, M. (2020). Prevention of overweight and hypertension through cardiorespiratory fitness and extracurricular

- sport participation among South African schoolchildren. *Sustainability*, 12(16), 6581. <https://doi.org/10.3390/su12166581>
- Ortega, F. B., Ruiz, J. R., & Castillo, M. J. (2013). Actividad física, condición física y sobrepeso en niños y adolescentes: evidencia procedente de estudios epidemiológicos. *Endocrinología y Nutrición*, 60(8), 458-469. <https://doi.org/10.1016/j.endonu.2012.10.006>
- Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., & Sjöström, M. (2008). Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *International journal of obesity*, 32(1), 1-11. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803774>
- Parikh, T., & Stratton, G. (2011). Influence of intensity of physical activity on adiposity and cardiorespiratory fitness in 5–18 year olds. *Sports Medicine*, 41, 477-488. <https://doi.org/10.2165/11588750-000000000-00000>
- Patrick, K., Norman, G. J., Calfas, K. J., Sallis, J. F., Zabinski, M. F., Rupp, J., & Cella, J. (2004). Diet, physical activity, and sedentary behaviors as risk factors for overweight in adolescence. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, 158(4), 385-390. <https://doi.org/10.1001/archpedi.158.4.385>
- Poitras VJ, Gray CE, Borghese MM, Carson V, Chaput JP, Janssen I, Katzmarzyk PT, Pate RR, Connor Gorber S, Kho ME, Sampson M, Tremblay MS. (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>
- Pontioli, A. E., Ceriani, V., & Tagliabue, E. (2020). Compared with controls, bariatric surgery prevents long-term mortality in persons with obesity only above median age of cohorts: a systematic review and meta-analysis. *Obesity Surgery*, 30, 2487-2496. <https://doi.org/10.1007/s11695-020-04530-3>
- Pysna, J., Pyšný, L., Cihlár, D., Petrů, D., Müllerová, L. H., Čtvrtečka, L., ... & Suchý, J. (2022). Physical activity and BMI before and after the situation caused by COVID-19 in upper primary school pupils in the Czech Republic. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5), 3068. <https://doi.org/10.3390/ijerph19053068>
- Qin, Z., Zhou, K., Li, Y., Cheng, W., Wang, Z., Wang, J., ... & Zhou, Y. (2020). The atherogenic index of plasma plays an important role in predicting the prognosis of type 2 diabetic subjects undergoing percutaneous coronary intervention: results from an observational cohort study in China. *Cardiovascular diabetology*, 19, 1-11. <https://doi.org/10.1186/s12933-020-0989-8>
- Ramsey KA, Rojer AGM, D'Andrea L, Otten RHJ, Heymans MW, Trappenburg MC, Verlaan S, Whittaker AC, Meskers CGM, Maier AB. (2021). The association of objectively measured physical activity and sedentary behavior with skeletal muscle strength and muscle power in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing research reviews*, 67, 101266. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2021.101266>
- Reisberg, K., Riso, E. M., & Jürimäe, J. (2020). Associations between physical activity, body composition, and physical fitness in the transition from preschool to school. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 30(11), 2251-2263. <https://doi.org/10.1111/sms.13784>
- Riso, E. M., Kull, M., Mooses, K., & Jürimäe, J. (2018). Physical activity, sedentary time and sleep duration: associations with body composition in 10–12-year-old Estonian schoolchildren. *BMC Public Health*, 18, 1-7. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5406-9>

- Riso, E. M., Kull, M., Mooses, K., Hannus, A., & Jürimäe, J. (2016). Objectively measured physical activity levels and sedentary time in 7–9-year-old Estonian schoolchildren: independent associations with body composition parameters. *BMC Public Health*, 16, 1-10. <https://doi.org/10.1186/s12889-016-3000-6>
- Steele, R. M., Van Sluijs, E. M., Cassidy, A., Griffin, S. J., & Ekelund, U. (2009). Targeting sedentary time or moderate-and vigorous-intensity activity: independent relations with adiposity in a population-based sample of 10-y-old British children. *The American journal of clinical nutrition*, 90(5), 1185-1192. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.28153>
- Tanaka, C., Tanaka, M., Okuda, M., Inoue, S., Aoyama, T., & Tanaka, S. (2017). Association between objectively evaluated physical activity and sedentary behavior and screen time in primary school children. *BMC research notes*, 10, 1-8. <https://doi.org/10.1186/s13104-017-2495-y>
- 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/s12889-021-11555-5>
- Thompson H R., Sridharshi C. Hewawitharana , Janice K., Carolyn R., Talmage E., Gosliner,. W, Whetstone,. L, Woodward-Lopez,. W (2020). SNAP-Ed physical activity interventions in low-income schools are associated with greater cardiovascular fitness among 5th and 7th grade students in California, *Preventive Medicine Reports*, s 20 (2020) 101222. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2020.101222>
- 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>