

## ارتباط بین توان هوازی با سطح فعالیت بدنی و عوامل تن سنجی در پسران ۱۶-۱۲ سال

مرتضی حاجی نیا<sup>۱</sup>، محمدرضا حامدی نیا<sup>۲</sup>، امیرحسین حقیقی<sup>۳</sup>

۱. کارشناس ارشد دانشگاه حکیم سبزواری \*

۲. استاد دانشگاه حکیم سبزواری

۳. دانشیار دانشگاه حکیم سبزواری

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۱۳

### چکیده

این پژوهش با هدف بررسی ارتباط بین توان هوازی با سطح فعالیت بدنی و عوامل تن سنجی در پسران ۱۶-۱۲ سال طراحی و مورد مطالعه قرار گرفت. بدین منظور تعداد ۲۷۵ نوجوان پسر ۱۶-۱۲ ساله شهر بردسکن با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای انتخاب شدند. ویژگی‌هایی شامل قد، وزن، BMI، WHR، درصد چربی بدن، سطح فعالیت بدنی، سطح بدن و Vo2max آزمودنی‌ها محاسبه شد. تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار spss15 و آزمون ضریب همبستگی پیرسون و اسپیرمن، رگرسیون چند متغیره، تحلیل واریانس یک طرفه (ANOVA) انجام شد. بین توان هوازی با سن ( $r = -0.35$ )، وزن ( $r = -0.34$ )، درصد چربی ( $r = -0.47$ )، BMI ( $r = -0.42$ )، WHR ( $r = -0.20$ ) و سطح بدن ( $r = -0.30$ ) ارتباط معکوس معناداری مشاهده شد ( $P < 0.01$ ). بین قد و توان هوازی ارتباط معناداری مشاهده نشد ( $r = -0.14$ ). هم‌چنین بین سطح فعالیت بدنی و توان هوازی ارتباط مستقیم معناداری مشاهده شد ( $r = 0.47$ ). مقادیر توان هوازی گروه سطح بالای فعالیت بدنی به طور معناداری نسبت به دو گروه سطح فعالیت بدنی متوسط و پایین بیشتر بود. مهم‌ترین متغیرها در پیش‌بینی اکسیژن مصرفی بیشینه نسبی پسران سن، درصد چربی بدن و فعالیت بدنی بود. میزان توان هوازی و سطح فعالیت بدنی با افزایش سن کاهش معناداری یافت. می‌توان نتیجه‌گیری نمود سن، درصد چربی بدن و فعالیت بدنی از عوامل موثر بر اکسیژن مصرفی بیشینه نسبی پسران است.

**واژگان کلیدی:** توان هوازی، ترکیب بدن، سطح بدن، فعالیت بدنی.

### مقدمه

توانایی قلب، شش‌ها و دستگاه گردش خون به تحمل فشارهای ورزشی برای مدت زمان طولانی را آمادگی قلبی - تنفسی گویند (۱). زندگی بی تحرک، ضعف آمادگی هوازی و سطح چاقی بدن از عوامل مهم بیماری کرونری قلبی (CHD) به شمار می‌رود. از این رو، افراد چاق بیشتر از افراد لاغر در معرض پرفشارخونی، اختلالات چربی خون، دیابت و افزایش انسولین خون قرار می‌گیرند (۲). پیشرفت روزافزون فناوری، منجر به کاهش فعالیت بدنی شده است و شواهد گویای آن است که فعالیت بدنی به تدریج در بین دانش آموزان مدارس رو به کاهش است و چاقی به عنوان عمومی‌ترین ناهنجاری مزمن در کودکان و نوجوانان جوامع صنعتی شناخته شده است. بر همین اساس مطالعه‌های اخیر به کاهش میزان آمادگی قلبی - تنفسی در کودکان و بزرگسالان اشاره دارد (۳،۴). پت و همکاران (۲۰۰۶)<sup>۱</sup> نشان دادند جوانانی که BMI بالا، سطوح فعالیت بدنی پایین و سطوح بالایی از رفتارهای غیرفعال دارند، دارای آمادگی قلبی - عروقی پایین هستند (۴).

در بررسی اکسیژن مصرفی بیشینه کودکان و نوجوانان طی دوران رشد و نمو جسمانی، عوامل متعددی مثل سن (۱)، جنس (۵)، وراثت (۶)، ارتفاع، ضریب قلب، میزان هموگلوبین، حجم قلب، حجم خون، نوع و درصد تارهای عضلانی (۱)، اندازه‌ی بطن چپ قلب، درصد چربی بدن (BF٪)، توده بدون چربی (FFM)، توده چربی (FM)، سطح بدن و فعالیت بدنی (۷) مؤثر است. سرلک و همکاران (۱۳۸۷) در مطالعه‌ای نشان دادند متغیرهای وزن و درصد چربی بدن از عوامل مؤثر بر اکسیژن مصرفی بیشینه دختران نوجوان غیر ورزشکار است (۸). نتایج حاکی از افزایش توان هوازی از کودکی تا نوجوانی در هر دو جنس است (۹،۱۰). در مطالعات طولی انجام شده روی پسران، برخی افزایش، برخی کاهش و سایرین ثبات در  $Vo_{2max}$  به ازای هر کیلوگرم در دقیقه را همراه با افزایش سن گزارش کرده‌اند (۱۰-۱۲). تفاوت‌های موجود در روند تغییرات  $Vo_{2max}$  نسبی همراه با افزایش سن با اثر سایر عوامل مؤثر بر آمادگی هوازی توصیف می‌شود. تفاوت در تغییرات ترکیب بدنی به هنگام رشد و تغییرات در فعالیت بدنی روزانه را می‌توان به این اختلافات نسبت داد (۳،۱۲). چاترجی و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۶) ارتباط معناداری بین حداکثر اکسیژن مصرفی با سن، قد، وزن و سطح بدن در آزمودنی‌های غیرفعال نشان دادند (۱۳). درحالی‌که آقاعلی نژاد (۱۳۸۸) و ازلیگ<sup>۳</sup> (۲۰۰۴) عدم ارتباط بین توان هوازی و قد را نشان دادند (۱۴،۱۵). ازلیگ (۲۰۰۴) عدم ارتباط بین توان هوازی و قد، سن و وزن بدن را نشان داد؛ اما، گائینی و همکاران (۱۳۷۹) ارتباط معکوس بین توان هوازی با وزن بدن را نشان

- 
1. Pate et al
  2. Chatterjee et al
  3. Ozcelik

دادند (۱۵،۱۶). ارتباط قوی و مثبتی بین مقدار فعالیت بدنی یا ورزشی و آمادگی هوازی در بزرگسالان وجود دارد. این ارتباط در کودکان و نوجوانان روشن نیست (۱۷). فعالیت و عدم فعالیت مقدار آمادگی قلبی- عروقی را تغییر می دهد (۱۸). اهمیت آمادگی قلبی- عروقی به عنوان یکی از اجزای مهم آمادگی جسمانی در سلامتی و تندرستی و همچنین در ورزش قهرمانی امری آشکار است. با توجه به اطلاعات آماری و شواهد موجود، متأسفانه امروزه مدارس کشورمان به سمت کوچکتر و محدودتر شدن فضای ورزشی در پیش اند و با ایجاد مدارس غیرانتفاعی در ساختمان‌های آپارتمانی، عملاً از فضای ورزشی مورد نیاز دانش آموزان صرف نظر می شود. بنابراین عامل مهم سلامتی یعنی تحرک و فعالیت بدنی به طور جدی محدود می گردد و متعاقب آن دانش آموزان از آمادگی جسمانی به ویژه آمادگی قلبی- عروقی فاصله می گیرند و انجام فعالیت به منازل کوچک آپارتمانی موقوف می گردد که آن هم مشکلات مخصوص به خود دارد. در چنین شرایطی دانش آموزانی که عضو هیچ باشگاهی نیستند و والدین آن‌ها نیز به امر ورزش و تحرک آن‌ها توجهی ندارند عملاً از انجام تمرینات بدنی در این برهه حساس از رشد جسمی محروم می گردند (۱۹). با توجه به این که منحنی‌های تکاملی عوامل ذکر شده نتیجه تحقیقات خارجی است و در کودکانی با نژادهای متفاوت از نژاد ایرانی انجام گرفته است (۲۰)، احتمالاً ملاک مناسبی برای شناخت ویژگی‌های مذکور در افراد ایرانی وجود ندارد. لذا، بررسی و ارتباط بین توان هوازی و عادات فعالیت بدنی و عوامل مرتبط با سلامتی در کودکان و نوجوانان به ویژه در فرهنگ‌های مختلف به مطالعات بیشتری نیاز دارد. چنان که این موضوع در بسیاری از جوامع غربی صورت گرفته است. در ایران نیز مطالعات معدودی صورت گرفته است، اما با توجه به نژاد، فرهنگ، سبک زندگی و آب و هوای مختلف مطالعاتی در این زمینه در مناطق مختلف لازم است. وجود نتایج ناهمسو در ارتباط بین عوامل مختلف با توان هوازی، نبود آگاهی دقیق از مقدار توان هوازی و مهم‌ترین عوامل موثر بر آن در جمعیت‌های مختلف خصوصاً نوجوانان، پژوهشگر را بر آن داشته تا به شناسایی روند این تغییرات کمک کند. بدیهی است با شناخت مقدار توان هوازی در سنین مختلف و مهم‌ترین عوامل تاثیر گذار می توان در تدوین برنامه‌های تمرینی و ارزشیابی نتایج این برنامه‌ها به گونه‌ای مناسب و علمی عمل کرد. این به ویژه برای معلمان ورزش و مربیانی که با نوجوانان سروکار دارند از ارزش ویژه‌ای برخوردار خواهد بود. همچنین افراد قوی و ضعیف در این متغیرها مشخص می شوند و می توان برای بهبود افراد ضعیف و استعدادیابی افراد قوی برنامه ریزی کرد.

### روش پژوهش

روش تحقیق حاضر از نوع توصیفی است. جامعه آماری تحقیق حاضر شامل کلیه دانش آموزان پسر ۱۲-۱۶ سال (مقاطع راهنمایی و دبیرستان) شهر بردسکن بودند و تعداد آن‌ها برابر با ۱۱۵۰ نفر بود.

از این میان براساس جدول مورگان تعداد ۲۷۵ نفر با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی انتخاب شدند. در این روش سعی شد ابتدا تعداد مدارس راهنمایی و دبیرستان پسرانه به صورت تصادفی خوشه‌ای انتخاب شوند. سپس با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده نمونه‌های آماری به صورت قرعه کشی از تمامی مدارس مربوطه انتخاب شوند. میزان فعالیت بدنی با پرسش‌نامه فعالیت بدنی نوجوانان (PAQ-C)<sup>۱</sup> گرفته شد. این پرسش‌نامه دارای ۹ سوال است که هر سوال ارزش‌هایی از ۱ تا ۵ می‌گیرد. در نهایت میانگین ۹ سوال به عنوان نمره فعالیت بدنی فرد در نظر گرفته می‌شود که این نمره از ۱ تا ۵ است. اعتبار این پرسش‌نامه در مقابل پرسش‌نامه اوقات فراغت ( $r=0.46$ ) و کالری‌سنج ( $r=0.39$ ) در مجموع، متوسط و پایایی آن برای دختران ( $r=0.83$ ) و پسران ( $r=0.80$ ) در مجموع، بالا است (۲۱). در این مطالعه نمرات فعالیت بدنی بین ۱ تا ۲/۳۳ به عنوان سطح پایین فعالیت بدنی، نمرات بین ۲/۳۴ تا ۳/۶۶ به عنوان سطح فعالیت بدنی متوسط و نمرات بالاتر از ۳/۶۷ تا ۵ به عنوان سطح بالای فعالیت بدنی طبقه بندی شد (۲۲). آمادگی قلبی-تنفسی در کل تحت تأثیر عوامل متعددی هم‌چون وراثت، سن، جنس، ترکیب بدن، اندازه‌های آنتروپومتریک و فعالیت بدنی است (۱۶). چون عوامل یادشده از جهت تأثیری که بر توان هوازی دارند حائز اهمیت هستند و با توجه به این که پژوهش حاضر میدانی و جمعیت گسترده‌ای از دانش‌آموزان را شامل می‌شود، سعی شده است متغیرهایی مورد بررسی قرار گیرند که قابلیت، اندازه‌گیری آسان، کم هزینه، کاربردی و دارای اهمیت زیادی در وضعیت تندرستی و سلامتی افراد داشته باشند. قد دانش‌آموزان بدون کفش، در حالی که پاها به هم چسبیده و باسن و شانه‌ها و پس سر در تماس با نمایه قدسنج بود، اندازه‌گیری شد. وزن دانش‌آموزان نیز بر مبنای کیلوگرم و با استفاده از ترازوی سکا (seca) ساخت کشور آلمان در شرایطی که دانش‌آموزان بدون کفش و دارای لباس سبک بودند، اندازه‌گیری شد. برای هر دانش‌آموز نمایه توده بدن به صورت نسبت وزن برحسب کیلوگرم تقسیم بر توان دو قد برحسب متر محاسبه شد. برای تعیین اضافه وزن و چاقی از صدک‌های BMI مرکز کنترل و پیشگیری از بیماری‌های آمریکا (CDC 2000)<sup>۲</sup> استفاده شد. BMI کمتر از صدک ۵ برای سن و جنس به عنوان لاغر، BMI بین صدک ۸۵ تا ۹۵ به عنوان اضافه وزن و BMI بالاتر از صدک ۹۵ به عنوان چاق تعریف شد (۲۳). اندازه دور کمر در سطح ناف و اندازه دور باسن در محل بیشترین قطر باسن، اندازه‌گیری شد. سپس WHR از تقسیم اندازه دور کمر به دور باسن محاسبه گردید. میزان ضخامت پوستی سه سر بازو،

1. The physical activity questionnaire for older children-PAQ-C  
2. Centers for Disease Control and Prevention

تحت کتفی و سینه‌ای آزمودنی‌ها بوسیله کالیپر سایهان<sup>۱</sup> (مدل SH5020) ساخت کشور کره، چگالی بدن با استفاده از معادله جکسون و پولاک (۱۹۸۵)<sup>۲</sup> تعیین شد (۲۴). برای اندازه‌گیری سطح بدن (BSA)<sup>۳</sup> از معادله ماستلر<sup>۴</sup> (۱۹۸۷) استفاده شد (۲۵). سپس، درصد چربی بدن آزمودنی‌ها با استفاده از فرمول  $100 \times (4/50 - \frac{4/570}{\text{چگالی بدن}})$  تعیین شد (۲۶). در این مطالعه حداکثر اکسیژن مصرفی از طریق آزمون ۲۰ متر شاتل ران و فرمول تاکاهاشی و همکاران (۲۰۰۴)<sup>۵</sup> استفاده شد (جنس مرد=۰، زن=۱) (۲۷).

$$\text{VO}_2\text{max} = 61/1 - 2/20 * \text{جنس} - 0/462 * \text{سن} - 0/268 * \text{BMI} + 0/192 * \text{دورها}$$

در تحقیق حاضر از روش‌های آماری شامل آمار توصیفی (میانگین، انحراف معیار) برای توصیف داده‌ها و آزمون ضریب همبستگی پیرسون و اسپیرمن، رگرسیون چند متغیره، آزمون تحلیل واریانس یک طرفه (ANOVA) و آزمون تعقیبی LSD استفاده شد. کلیه عملیات آماری توسط نرم افزار SPSS نسخه ۱۵ انجام گرفت و سطح معناداری  $P \leq 0.05$  در نظر گرفته شد. از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف برای بررسی طبیعی بودن داده‌ها استفاده شد.

## نتایج

ویژگی‌های فیزیکی و تن سنجی آزمودنی‌ها شامل قد، وزن، درصد چربی بدن، WHR، BSA، BMI و  $\text{VO}_2\text{max}$  به تفکیک سن در جدول ۱ نشان داده شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

- 
1. Saehan
  2. Jackson & Pollock
  3. Body surface area
  4. Mosteller
  5. Takahashi et al

جدول ۱- آماره‌های توصیفی عوامل تن سنجی، VO<sub>2</sub>max و فعالیت بدنی

سن (سال)	۱۲ سال n= ۵۵	۱۳ سال n= ۵۵	۱۴ سال n= ۵۵	۱۵ سال n= ۵۵	۱۶ سال n= ۵۵	۱۶-۱۲ سال n= ۲۷۵
قد (سانتیمتر)	۱۴۳/۷ ± ۶/۱*	۱۴۸/۷ ± ۶/۸	۱۵۲/۴ ± ۶/۵	۱۶۱/۶ ± ۹/۹	۱۶۶/۲ ± ۸/۱	۱۵۴/۵۹ ± ۱۱/۲۲
وزن (کیلوگرم)	۳۴/۸ ± ۵/۸	۳۹/۰۷ ± ۷/۸	۴۲/۳ ± ۷/۹	۴۹/۳ ± ۹/۳	۵۶/۱ ± ۱۳/۳	۴۴/۳ ± ۱۱/۸
BMI (کیلوگرم بر متر مربع)	۱۶/۷ ± ۱/۸	۱۷/۵ ± ۲/۹	۱۸/۱۱ ± ۲/۵	۱۸/۷ ± ۲/۵	۲۰/۱ ± ۳/۴	۱۸/۲ ± ۲/۹
درصد چربی بدن	۹/۰۴ ± ۲/۵	۱۰/۴ ± ۴/۷	۹/۴۶ ± ۳/۲	۱۰/۶۳ ± ۳/۴	۱۱/۶ ± ۴/۱	۱۰/۲۲ ± ۳/۸
WHR	۰/۸۶ ± ۰/۰۳	۰/۸۷ ± ۰/۰۴	۰/۸۷ ± ۰/۰۴	۰/۸۵ ± ۰/۰۴	۰/۸۳ ± ۰/۰۵	۰/۸۶ ± ۰/۰۴
BSA (متر مربع)	۱/۱۷ ± ۰/۱۱	۱/۲۶ ± ۰/۱۴	۱/۳۳ ± ۰/۱۴	۱/۴۸ ± ۰/۱۷	۱/۶۰ ± ۰/۲۱	۱/۳۷ ± ۰/۲۲
فعالیت بدنی	۳/۱۸ ± ۰/۶۶	۳/۰۶ ± ۰/۶۰	۲/۷۴ ± ۰/۸۲	۲/۷۵ ± ۰/۶۱	۲/۶۴ ± ۰/۶۹	۲/۸۷ ± ۰/۷۱
VO <sub>2</sub> max (میلی لیتر بر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه)	۵۰/۷۸ ± ۲/۳	۴۹/۰۷ ± ۳/۱۷	۴۸/۵۲ ± ۳/۰۶	۴۸/۴۹ ± ۳/۷	۴۶/۸۶ ± ۳/۳	۴۸/۷۴ ± ۲/۶۸

\* اعداد به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده اند.

بین VO<sub>2</sub>max (میلی لیتر بر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه) با سن، وزن، درصد چربی بدن، سطح بدن، BMI و WHR ارتباط معکوس معناداری مشاهده شد. اما، بین VO<sub>2</sub>max (میلی لیتر بر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه) و قد ارتباط معناداری مشاهده نشد. بین VO<sub>2</sub>max (میلی لیتر بر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه) و فعالیت بدنی ارتباط مثبت معناداری مشاهده شد (جدول ۲).

جدول ۲- همبستگی بین VO<sub>2</sub>max با عوامل تن سنجی و فعالیت بدنی

متغیر	سن	قد	وزن	درصد چربی بدن	سطح بدن	فعالیت بدنی	BMI	WHR
VO <sub>2</sub> max	-۰/۳۵*	-۰/۱۴	-۰/۳۴*	-۰/۴۷*	-۰/۳۰*	-۰/۴۷*	-۰/۴۳*	-۰/۲۰*

\* سطح معناداری P<0.0005 می باشد.

نتایج نشان داد مقادیر  $VO_2max$  آزمودنی‌ها در گروه سطح بالای فعالیت بدنی به‌طور معناداری نسبت به دو گروه سطح فعالیت بدنی متوسط ( $P < 0.032$ ) و سطح فعالیت بدنی پایین ( $P < 0.0005$ ) بیشتر است. مقادیر  $VO_2max$  در گروه سطح فعالیت بدنی متوسط به‌طور معناداری نسبت به گروه سطح پایین فعالیت بدنی بالاتر بود ( $P < 0.001$ ) (جدول ۳).

جدول ۳- مقادیر  $VO_2max$  آزمودنی‌ها در سطوح مختلف فعالیت بدنی

فعالیت بدنی	پایین n= ۸۳	متوسط n= ۱۶۷	شدید n= ۲۵	کل n= ۲۷۵
$VO_2max$	۴۷/۷۶±۳/۷*	۴۹/۲۶±۳/۲۸	۵۰/۸۲±۲/۸۶	۴۸/۹۵±۳/۴۸

\*اعداد به صورت میانگین±انحراف معیار بیان شده اند.

تحلیل رگرسیون چندمتغیره نشان داد مهم‌ترین متغیرها در پیش‌بینی اکسیژن مصرفی بیشینه نسبی پسران سن، درصد چربی بدن و فعالیت بدنی است. در مدل خلاصه مدل رگرسیون چندمتغیره، معادله رگرسیونی خطی چندمتغیره زیر را در برآورد اکسیژن مصرفی بیشینه نسبی پسران نوجوان پیشنهاد می‌کند:

$$\text{فعالیت بدنی (درصد چربی)} + ۱/۳۴ \text{ (فعالیت بدنی)} + ۰/۳۳ \text{ (سن)} - ۰/۹۸ \text{ (سن)} - ۵۰/۵۵ \text{ (سن)} = VO_2max \text{ نسبی}$$

### بحث و نتیجه گیری

یکی از یافته‌های پژوهش حاضر مشاهده رابطه غیرمعنادار ( $-۰/۱۴$ ) بین قد و  $VO_2max$  بود. نتایج برخی مطالعات انجام شده با یافته‌های مطالعه حاضر همسو است (۱۴،۱۶). برای نمونه گائینی و همکاران (۱۳۷۹) همبستگی  $-۰/۱۰$  را بین قد و  $VO_2max$  در دختران ۱۸-۱۷ ساله گزارش کردند (۱۶). اما، برخی مطالعات ارتباط معناداری بین قد و  $VO_2max$  گزارش کردند (۱۱،۲۳). به طوری که پژوهش حاضر آقاعلی نژاد و همکاران (۱۳۸۸) بروز این نتایج ناهمسو در مطالعات را این‌گونه بیان می‌کنند که به دلیل اثر عوامل وراثتی و محیطی در برآورد توان هوازی بیشینه، پژوهش‌های انجام شده در محیط‌ها و جوامع مختلف نتایج متفاوتی ارائه داده اند. همچنین بیان می‌کنند، این تفاوت‌ها ممکن است به دلیل اثر عواملی به غیر از قد، مانند طول پا و ساق، ترکیب بدنی و توده عضلانی باشد (۱۴).

شاید بتوان عدم ارتباط معنادار بین  $VO_2max$  و قد در دانش آموزان پسر ۱۶-۱۲ ساله شهر بردسکن را این‌گونه تفسیر کرد که علاوه بر قد عوامل دیگری هم‌چون دامنه سنی آزمودنی، مهارت، انگیزش

و سطح فعالیت بدنی می تواند دلیل هم‌خوانی یا عدم هم‌خوانی پژوهش حاضر با پژوهش‌های مذکور باشد.

پژوهش حاضر نشان داد بین  $Vo_2max$  و وزن ارتباط معکوس معناداری ( $-0/34$ ) وجود دارد. نتایج برخی از مطالعات انجام شده با یافته‌های مطالعه حاضر همسو است و از نتایج این مطالعه حمایت می‌کند (۴،۱۳،۱۶). برای نمونه باقری و همکاران (۱۳۸۵) همبستگی  $-0/42$  را بین وزن و  $Vo_2max$  در دانشجویان گزارش کردند (۲۸). نظرعلی و همکاران (۲۰۱۰) ارتباط معکوس، اما غیرمعناداری بین وزن و  $Vo_2max$  در تیم ملی جودو دختران ایران مشاهده نمودند (۲۹). موتا و همکاران (۲۰۰۲)<sup>۱</sup> بیان می‌کند در جریان رشد،  $Vo_2max$  در هر دو جنس در مقایسه با توده بدن به نسبت کمتری افزایش می‌یابد، به همین دلیل مقادیر  $Vo_2max$  به ازای هر کیلوگرم وزن بدن روندی کاهشی را نشان می‌دهد (۱۲). پت و همکاران (۲۰۰۶) بیان می‌کنند وقتی آمادگی قلبی-عروقی با آزمون‌های تحمل وزن (راه رفتن و دویدن روی تردمیل)، اندازه‌گیری می‌شود، داشتن وزن بیشتر نیازمند صرف انرژی بیشتری برای انجام هر حرکت در سرعت معین است. از طرفی با افزایش سن، بافت چربی که منجر به افزایش وزن می‌شود افزایش می‌یابد و این دلیل کاهش  $Vo_2max$  است (۴). شاید بتوان علت بدست آمدن چنین نتیجه‌ای در پژوهش حاضر را به عوامل مختلفی مرتبط دانست. از جمله این که برخی آزمودنی‌های ما در سنین رشد و بلوغ بودند و ترکیب بدن آنان مرتب در حال تغییر بوده است. و از آن جا که توان هوازی وابسته به تغییرات چربی است، با افزایش سن توان هوازی کاهش یافت که احتمالاً به علت افزایش چربی، وزن و هم‌چنین کم شدن سطح فعالیت بدنی در این دوره سنی است.

در پژوهش حاضر ارتباط معکوس معناداری ( $-0/34$ ) بین  $Vo_2max$  و BMI مشاهده شد. نتایج برخی از مطالعات انجام شده با یافته‌های مطالعه حاضر همسو است (۸،۱۶،۲۰،۳۰). برای نمونه سرلک و همکاران (۱۳۸۷) همبستگی  $-0/37$  را بین BMI و  $Vo_2max$  در دختران نوجوان گزارش کردند (۸). درحالی‌که استاجیک و همکاران (۲۰۱۱)<sup>۲</sup> ارتباط معناداری بین BMI و  $Vo_2max$  در کودکان ۶-۱۴ ساله صربستانی مشاهده نکردند (۳۱). قراخانلو و همکاران (۱۳۸۶) درحالی‌که نتایجی موافق با تحقیق ما گرفتند اظهار داشتند افزایش BMI همراه با افزایش سن، نشان‌دهنده تفاوت تغییرات نسبی وزن و قد در سنین مختلف است، به طوری که با افزایش سن، وزن نسبت به قد افزایش بیشتری دارد. بنابراین علیرغم این که اجرای استقامتی با افزایش سن افزایش می‌یابد، زمانی که  $Vo_2max$  به نسبت وزن بدن بیان می‌شود با BMI همبستگی معکوس نشان می‌دهد (۲۰). از طرفی برخی

1. Mota et al
2. Ostojic et al



آزمودنی‌های پژوهش حاضر در سنین رشد و بلوغ قرار گرفته و در این سنین وزن بدن و در نتیجه BMI افزایش می‌یابد، انتظار می‌رود هر چند  $vo_2max$  نیز دچار افزایش می‌شود اما تغییرات BMI بیشتر از  $vo_2max$  باشد، به طوری که با افزایش BMI میزان  $vo_2max$  کاهش یابد.

پژوهش حاضر ارتباط معکوس معناداری ( $-0/47$ ) بین درصد چربی بدن و  $Vo_2max$  نشان داد. برخی بررسی‌ها یافته‌های مشابهی را نشان دادند (۳۲، ۳۱، ۲۹، ۱۶، ۸). برای نمونه سرلک و همکاران (۱۳۸۷) همبستگی  $-0/47$  را بین درصد چربی بدن و  $Vo_2max$  در دختران نوجوان گزارش کردند (۸). در حالی که، قراخلو و همکاران (۱۳۸۶) ارتباط معکوس معناداری بین درصد چربی بدن و  $Vo_2max$  در پسران ۱۱-۱۸ ساله شهرستان سیرجان مشاهده نکردند و اظهار داشتند چون استفاده از آزمون شاتل ران برای برآورد  $Vo_2max$  با حمل وزن بدن سروکار دارد ممکن است چربی بدن بر مقدار برآورد شده  $Vo_2max$  تاثیر داشته باشد. همچنین، کودکان با درصد چربی بدن بالاتر از آمادگی بدنی کمتری برخوردار هستند و نمی‌توانند همانند کودکانی با درصد چربی کمتر فعالیت بدنی خصوصاً فعالیت‌هایی که مستلزم حمل وزن است را انجام دهند (۲۰). درصد بالای چربی، سبب کاهش قابلیت نسبی رساندن اکسیژن به بافت‌ها و در نتیجه پایین آمدن استقامت قلبی - عروقی شخص می‌شود (به نقل از ۱۶).

پژوهش حاضر ارتباط معکوس معناداری ( $-0/20$ ) بین  $WHR$  و  $Vo_2max$  نشان داد. برخی بررسی‌ها یافته‌های مشابهی را نشان دادند (۳۲، ۳۳). برای نمونه باقری و همکاران (۱۳۸۵) همبستگی  $-0/20$  را بین  $WHR$  و  $Vo_2max$  گزارش کردند (۲۸). در حالی که، قراخلو و همکاران (۱۳۸۶) ارتباط مثبت معناداری بین  $WHR$  و  $Vo_2max$  در پسران ۱۱-۱۸ ساله شهرستان سیرجان مشاهده کردند (۲۰). مطالعات نشان می‌دهند افراد با آمادگی قلبی - عروقی متوسط و بالا دارای سطوح پایین چربی مرکزی، چربی کل، چربی زیرپوستی شکمی و احشایی نسبت به افراد با آمادگی قلبی - عروقی پایین تر هستند. از طرفی یکی از روش‌های ارزیابی توزیع چربی اضافی بدن استفاده از نسبت محیط کمر به لگن ( $WHR$ ) است. از این رو آمادگی قلبی - عروقی بالا با کاهش چربی مرکزی و کاهش مرتبط با سن در محیط کمر در طول کودکی مرتبط است. لذا، انتظار می‌رود با افزایش  $WHR$  آمادگی قلبی - عروقی کاهش یابد و ارتباطی منفی بین  $WHR$  و  $Vo_2max$  مشاهده شود.

پژوهش حاضر ارتباط معکوس معناداری ( $-0/30$ ) بین سطح بدن و  $Vo_2max$  نشان داد. مطالعات کمی به ارتباط سطح بدن و  $Vo_2max$  پرداخته‌اند، اما نتایج برخی مطالعات با یافته‌های مطالعه حاضر همسو است (۱۳، ۱۶). برای نمونه گائینی و همکاران (۱۳۷۹) همبستگی  $-0/48$  را بین سطح بدن و  $Vo_2max$  در دختران ۱۷-۱۸ ساله گزارش کردند (۱۶). با توجه به این که میزان سطح بدن از فرمول قد و وزن بدست آمد و این دو عامل با افزایش سن افزایش یافته و میزان  $Vo_2max$  کاهش

یافت، قد و وزن ارتباط معکوسی را با  $Vo_2max$  نشان دادند لذا، با توجه به این که با افزایش سن سطح بدن نیز افزایش یافته دور از انتظار نیست که بین  $Vo_2max$  و سطح بدن ارتباط معکوس مشاهده شود.

مطالعه حاضر نشان داد سن، درصد چربی و فعالیت بدنی پیش‌گویی‌کننده‌های معناداری از  $Vo_2max$  بود. به طوری که درصد پیش‌بینی با استفاده از این معادله برای برآورد  $Vo_2max$ ، ۶۵ درصد بود. موتا و همکاران (۲۰۰۲) در کودکان ۸-۱۶ ساله نشان دادند، بلوغ جنسی بر تغییرات آمادگی هوازی (۵ درصد در پسران و ۸ درصد در دختران) تأثیر معناداری دارد. در عین حال، در هر دو جنس، مهم‌ترین عامل تغییر  $Vo_2max$  درصد چربی بدن است (۱۰ درصد در دختران و ۲۲ درصد در پسران). قد نیز بخشی از تغییرات  $Vo_2max$  را شامل می‌شود (۱۲). همسو با نتایج به دست آمده از این پژوهش، یافته‌های پژوهش‌های انجام شده در کشورهای مختلف علت تفاوت‌ها در اکسیژن مصرفی بیشینه نسبی را بالیدگی بیولوژیکی هم‌چنین تفاوت در درصد چربی بدن معرفی می‌کنند و تفاوت در درصد چربی بدن را بازتابی از بالیدگی بیولوژیکی می‌دانند (۸). دنکر و همکاران (۲۰۱۰) در کودکان ۶-۷ ساله نشان دادند، فعالیت بدنی ۸-۲ درصد از تغییرات  $Vo_2max$  را توضیح می‌دهد (۳۴). از مهم‌ترین متغیرهای پیش‌بینی‌کننده  $Vo_2max$  در نوجوانان بردسکنی درصد چربی است. این برجستگی به دلیل رشد و تغییرات مرتبط با ترکیب بدنی در آمادگی هوازی در طول نوجوانی است. از طرفی شرکت در فعالیت بدنی آمادگی را بهبود داده و بنابراین اندازه بافت چربی را کاهش می‌دهد و این کاهش با افزایش  $Vo_2max$  همراه خواهد شد. چون داشتن سبک زندگی غیر فعال باعث کاهش سطوح آمادگی و افزایش بافت چربی می‌شود، در نتیجه اگر تمرین‌های استقامت قلبی-تنفسی به همراه برنامه‌های کنترل وزن برای کاهش چربی بدن با هم اجرا شوند، اثر بهتری خواهند داشت. البته چون برخی آزمودنی‌های ما در سنین رشد و بلوغ قرار گرفته نباید تأثیر بلوغ بر توان هوازی نادیده گرفته شود. به طوری که بعضی پژوهش‌ها نیز بر این مطلب اشاره دارند و ارتباط معناداری را بین توان هوازی و سن اوج سرعت قد (PHV)<sup>۲</sup>، صفات ثانویه جنسی و سن اسکلتی نشان دادند.

با توجه به ارتباط معکوس و معنادار بین توان هوازی و درصد چربی، وزن، سطح بدن، BMI، WHR و ارتباط مثبت معنادار بین توان هوازی و فعالیت بدنی می‌توان بیان کرد، توجه به افزایش فعالیت بدنی در افراد با وزن، درصد چربی، BMI و WHR بالا برای جلوگیری از کاهش آمادگی قلبی-عروقی مفید باشد. هم‌چنین، این یافته‌ها پژوهش‌گران را بر آن می‌دارد تا هر گاه بحثی از توان هوازی بیشینه نسبی نوجوانان پیش‌آید، توجه خاصی به سن، درصد چربی و فعالیت بدنی نمایند. امید است

1. Dencker et al
2. Peak height velocity

تا با انجام پژوهش‌ها روی اقلشار دیگر جامعه، هم‌چنین با استفاده از شیوه‌های دقیق تر و معتبرتر، رابطه دقیق تمامی شاخص‌های آنتروپومتریکی، غیر آنتروپومتریکی و قلبی- عروقی با اکسیژن مصرفی بیشینه روشن تر گردد تا با درکی عمیق، نسبت به عوامل مؤثر بر توان هوازی بتوانیم در رابطه با آمادگی جسمانی و سیستم هوازی نوجوانان و جوانان آینده‌ساز ورزش کشور بحث و گفتگو کنیم.

### تشکر و قدردانی

نویسندگان بدین وسیله تشکر و قدردانی خود را از مدیران، دبیران تربیت بدنی، دانش آموزان مدارس دبیرستان و راهنمایی شهرستان بردسکن و تمامی کسانی که ما را در انجام این پژوهش یاری کردند، اعلام می‌دارند.

### منابع

- 1) Armstrong N, Welsman J R. Development of Aerobic Fitness during Childhood and Adolescence. *Pediatr exerc sci*. 2000; 12(2): 128-49.
- 2) Andersen L B, Haraidstottir J. Coronary heart disease risk factors, physical activity, and fitness in young dancers. *MED SCI SPORT EXER*. 1995; 27(2):158-63.
- 3) Dencker M, Thorsson O, Karlsson M K, Lindén C, Eiberg S, Wollmer P, et al. Gender differences and determinants of aerobic fitness in children aged 8–11 years. *Eur j appl physiol*. 2007; 99(1): 19-26.
- 4) Pate R R, Wang C h Y, Dowda M, Farrell S W, O'Neill J R. Cardiorespiratory Fitness Levels Among US Youth 12 to 19 Years of Age. *Arch pediat adol med*. 2006; 160(10):1005-12.
- 5) Armstrong N, Welsman J R, Nevill A M, Kirby B J. Modeling growth and maturation changes in peak oxygen uptake in 11- 13 yr olds. *J appl physiol*. 1999; 87(6): 2230-2236.
- 6) Bouchard C. Aerobic performance in brothers, dizygotic and monozygotic twins. *Med sci sport exer*. 1988; 18(6): 639-45.
- ۷) شارکی براین. فیزیولوژی ورزش. مترجم: رحمانی نیا فرهاد. چاپ اول. تهران: انتشارات دفتر تحقیقات و توسعه وزارت آموزش و پرورش، معاونت تربیت بدنی و تندرستی؛ ۱۹۸۷. ص ۸۷-۱۷۵.
- ۸) سرلک زهرا، شجاعی معصومه، گائینی عباسعلی، کاشی علی. مقایسه اکسیژن مصرفی بیشینه دختران نوجوان غیر ورزشکار با وضعیت بالیدگی متفاوت. فصلنامه المپیک. ۱۳۸۷؛ ۱۶(۴۲): ۳۸-۲۹.
- 9) Armstrong N, Welsman J R. Assessment and interpretation of aerobic fitness in children and adolescents. *Exercise sport sci r*. 1994; 22:435-76.
- 10) Kemper H C, Devente W, Van Medhelen W, Twisk J W. Adolescent motor skill and performance: is physical activity in adolescent related to adult physical fitness?. *Am j hum biol*. 2001; 13(2): 180-9.

- 11) Rutenfranz J, Mácek M, Lange Andersen K, Bell R D, Vávra J, Radvanský J, Klimmer F, Kylian H. The relationship between changing body height and growth related changes in maximal aerobic power. *Eur j appl physiol o.* 1990; 60(4): 282-7.
- 12) Mota J, Guerra S, Leondro C, Pinto A, Ribeiro G C, Duorte J A. Association of moturation, sex and body fat in cardiorespiratory fitness. *Am j hum biol.* 2002; 14(6): 707-12.
- 13) Chatterjee S, Chatterjee P, Bandyopadhyay A. Prediction of Maximal Oxygen Consumption from Body mass, Height and Body Surface Area in Young Sedentary Subjects. *Indian J Physiol Pharmacol.* 2006; 50(2): 181-6.
- ۱۴) آقاعلی نژاد حمید، ملانوری مهدیه، شریف نژاد علی، دلفان مریم، مشکوتی فرحناز. ارتباط بین قد و توان هوازی بیشینه در آزمون‌های پله کوبین و سنجش گازهای تنفسی روی چرخ کارسنج. فصلنامه پژوهش در علوم ورزشی. ۱۳۸۸؛ ۲۲(۱): ۷۱-۸۳.
- 15) Ozcelik O, Aslan M, Ayar A, Kelestimur H. Effects of Body Mass Index on Maximal Work Production Capacity and Aerobic Fitness During Incremental Exercise. *Physiol res.* 2004; 53(2): 165-70.
- ۱۶) گایینی عباسعلی، رحمانی نیا فرهاد، حسینی سیده مرجان. بررسی رابطه بین توان هوازی، با ترکیب و ابعاد بدن دانش آموزان دختر غیر ورزشکار. فصلنامه المپیک. ۱۳۷۹؛ ۳-۴(۱۸): ۶۶-۵۷.
- 17) Ekelund U, Poortvliet E, Nilsson A, Yngve A, Holmberg A, Sgostrom M. Physical activity in relation to arabic fitness and body fat in 14 to 15 year old boys and girls. *Eur j appl physiol.* 2001; 85(3-4): 145-201.
- 18) AL-Hazzaa H M, Sulaiman M A. Maximal oxygen uptake and daily Physical activity in 7- to 12- year- old boys. *Pediatr exerc sci.* 1993; 5(4): 357-66.
- ۱۹) صفری شهرام. بررسی و مقایسه اعتبار برآورد توان هوازی از طریق آزمون‌های پله کانادایی و یک مایل راهپیمایی دویدن با ملاک قراردادن آزمون بیست متر رفت و برگشت بین دانش آموزان پسر ورزشکار و غیرورزشکار مقطع متوسطه شهرتهران، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت معلم تهران؛ ۱۳۸۱.
- ۲۰) قراخانلو رضا، محمودآبادی رضا، آقاعلی نژاد حمید، محمودآبادی مهدی. ارزیابی روند تغییرات ترکیب بدنی و  $VO_2max$  و همبستگی بین آنها در پسران ۱۱-۱۸ سال. فصلنامه المپیک. ۱۳۸۶؛ ۴(۴۰): ۹۶-۸۵.
- 21) Crocker P R E, Bailey D A, Faulkner R A, Kowalski K C, McGrath R. Measuring general levels of physical activity: Preliminary evidence for the Physical Activity Questionnaire for Older Children. *Med sci sport exer.* 1997; 29(10): 1344-9.
- 22) Dan S P Jr, Mohd Nasir M T, Zalilah M S. Sex and ethnic differentials in physical activity levels of adolescents in kuantan. *Mal j nutr.* 2007; 13(2): 109-20.
- ۲۳) خوش فطرت محمدرضا، رحمانی خدیجه، کلانتری ناصر، غفارپور معصومه، محرابی بداله، اسماعیل زاده احمد. ارزیابی و مقایسه الگوی مصرف مواد غذایی و نمایه توده بدنی پسران نوجوان شهری و روستایی شهرستان زرین شهر، سال تحصیلی ۱۳۸۰-۸۱. مجله پایش. ۱۳۸۶؛ ۶(۲): ۱۱۹-۲۷.
- 24) Jackson A S, Pollock M L. Practical Assessment of Body Composition. *Physician sportsmed.* 1985; 13: 76-90.

- 25) Mosteller R D. Simplified Calculation of Body Surface Area. N Engl J Med 1987; 22: 317(17): 1098.
- 26) Brozek J, Grande F, Anderson J T, Keys A. Densitometric Analysis of Body Composition: Revision of Some Quantitative Assumptions. Ann ny acad sci. 1963; 110(26): 113-40.
- 27) Takahashi Y, Kumakura N, Matsuzaka A, Yamazo M, Ikeda A, Wilk B, Bar O. Validity of the Multistage 20-M Shuttle-Run Test for Japanese Children Adolescents, and Adults. *Pediatr exerc sci*. 2004; 16(2):113-25.
- ۲۸) باقری ابوطالب، محبی حمید، رحمانی نیا فرهاد. ارتباط میزان هزینه انرژی (فعالیت بدنی)، آمادگی هوازی و عوامل خطرزای کرونر قلب در دانشجویان پسر غیر ورزشکار. حرکت. ۱۳۸۵؛ ۲۷: ۸۷-۷۳.
- 29) Nazar Ali p, Hanachi p, Rezaei Nejad N. The Relation of Body Fats, Anthropometric Factor and Physiological Functions of Iranian Female National Judo Team. *Modern applied sci*. 2010; 4(6): 25-9.
- 30) McGavock J M, Torrance B D, McGuire K A, Wozny P D, Lewanczuk R Z. Cardiorespiratory Fitness and the Risk of Overweight in Youth: The Health Longitudinal Study of Cardiometabolic Health. *Obesity*. 2009; 17(9):1802-7.
- 31) Ostojic S M, Stojanovic M D, Stojanovic V, Maric J, Njaradi N. Correlation between Fitness and Fatness in 6-14-year Old Serbian School Children. *J health popul nutr*. 2011; 29(1): 53-60.
- 32) Twisk J W R, Kemper H C G, Mechelen W. Prediction of Cardiovascular Disease Risk Factor later in life by Physical Activity and physical Fitness in youth. *Int j sports med*. 2002; 23(1): 44-9.
- 33) Fathi M, Rahmani Nia F, Moradpoorian M R, Asgari M, Rezaee R. The Relationship between Maximum Aerobic Power and Coronary Heart Disease Risk Factors. *World journal of sport sci*. 2009; 2(1): 1-6.
- 34) Dencker M, Bugge A, Hermansen B, Andersen L B. Objectively measured daily physical activity related to aerobic fitness in young children. *J sport sci*. 2010; 28(2): 139-45.

ارجاع دهی به روش ونکوور:

حاجی نیا مرتضی، حامدی نیا محمدرضا، حقیقی امیرحسین. ارتباط بین توان هوازی با سطح فعالیت

بدنی و عوامل تن سنجی در پسران ۱۶-۱۲ سال. فیزیولوژی ورزشی. پاییز ۱۳۹۳؛ ۶(۲۳): ۶۸-۵۵.

**The relationship between aerobic power to physical activity levels and anthropometric factors among 12-16 years old boys**

M. Hajinia<sup>1</sup>, M.R Hamedinia<sup>2</sup>, A.H Haghighi<sup>3</sup>

1. Master of Hakim Sabzevari University\*
2. Professor at Hakim Sabzevari University
3. Associate Professor at Hakim Sabzevari University

**Received date: 2013/10/05**

**Accepted date: 2014/01/04**

---

**Abstract**

This study designed and investigated the Relationship between aerobic power to physical activity levels and anthropometric factors among 12-16 Year- Old Boys. Therefore 275 Bardaskan's male adolescents aged 12-16 selected using random cluster sampling. subject Characteristics include height, weight, BMI, WHR, body fat percent, physical activity level, body surface area and aerobic power, where was measured using the validated methods. Data were analyzed using Pearson correlation and Spearman correlation coefficients, multiple regression and Anova in SPSS version 15. The results showed that there was significant inverse relationship between aerobic power and indicators of age ( $r=-0.35$ ), weight ( $r=-0.34$ ), fat percent ( $r=-0.47$ ), BMI ( $r=-0.42$ ), WHR ( $r=-0.20$ ), and body surface area ( $r=-0.30$ ) ( $p<0.01$ ). There was not significant correlation between aerobic power and Height ( $r=-0.14$ ). There was significant positive correlation between aerobic power and Physical activity levels (PAL) ( $r=0.47$ ). Aerobic power was significantly higher in subjects with high level PAL than subjects with moderate and low PAL. The Rates aerobic power and level of physical activity was significantly decreased with increasing age. It can be concluded that regard to PAL increase in subjects with high BMI, WHR, Weight, body fat percentage is useful to prevent from reduction of cardiopulmonary fitness. As well as Age, body fat percentage and physical activity were factors that affected the relative maximum oxygen uptake of boys.

**Keywords:** Aerobic power, Body composition, Body surface, Physical activity.

---

---

\* Corresponding author

E-mail: m.hajinia1361@gmail.com