طراحی معادله بومی برآورد توان هوازی با آزمون میدانی شش دقیقه پیاده‌روی در کودکان سالم

مجید جلیلی[۱]، فرزاد ناظم*[۲]، اکبر سازوار[۳]

۱. دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

۲. استاد فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

۳. استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت‌بدنی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه ملایر

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۸/۱۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۲/۲۵

چکیده

مهم‌ترین شاخص تندرستی و آمادگی جسمانی، توان هوازی (VO_{2max}) است. دشواری اجرایی اندازه‌گیری آزمایشگاهی توان هوازی، موجب توسعه مدل‌های برآورد توان هوازی با آزمون‌های ورزشی میدانی شده است. هدف این پژوهش طراحی معادله بومی برآورد توان هوازی با آزمون ساده و ایمن شش دقیقه پیاده‌روی (6MWT) در کودکان بود. VO_{2max} ۱۹۲پسر سالم ۸ تا ۱۲ ساله در آزمون بروس تعدیل‌شده به روش آنالیز گازهای تنفسی اندازه‌گیری شد. آزمون 6MWT و متغیرهای ترکیب بدن به‌روش استاندارد اندازه‌گیری شد. از رگرسیون چندمتغیره برای طراحی معادله برآورد توان هوازی نسبی (ml/kg/min) استفاده شد. برای اعتبار سنجی معادله توان هوازی از روش همبستگی و مدل گرافیکی بلاند-آلتمن استفاده شد. همبستگی بالایی میان VO_{2max} اندازه‌گیری‌شده به روش مستقیم و متغیرهای مستقل مشاهده شد ($p\leq$۰/۰۰۱، ۰/۷۳٤ –۰/۲۵=r). توان هوازی پسران با استفاده از وزن و آزمون 6MWT قابل برآورد بود ($p\leq$۰/۰۰۱، SEE=۲/۷٤ ml/kg/min، r^2=۰/۷٤۳). صحت مدل بومی توان هوازی با همبستگی بالا میان VO_{2max} اندازه‌گیری‌شده و برآوردشده تایید شد ($p\leq$۰/۰۰۱، r=۰/۸٦۱)؛ همچنین، مدل گرافیکی بلاند-آلتمن حاکی از توافق بالا میان VO_{2max} اندازه‌گیری‌شده بود. به‌نظر می‌رسد، مربیان ورزش و تندرستی با کاربست معادله بومی برآورد توان هوازی برمبنای آزمون 6MWT می‌توانند به سادگی توان هوازی کودکان را اندازه‌گیری و بنابراین ارزیابی مناسبی از تاثیر تمرین‌های ورزشی بر آمادگی قلبی-تنفسی ایشان در اختیار داشته باشند.

کلیدواژه‌ها: کودکان، آزمون شش دقیقه پیاده‌روی، معادلات پیشگوی توان هوازی.

$$\mathbf{VO_{2max}}\ (ml/kg/min) = ۵/۳۵۹ + ۰/۰٦۷ \times 6MWT\ (\text{متر}) - ۰/۲۸٦ \times \text{وزن}\ (\text{کیلوگرم})$$

Develop of native aerobic power prediction equation by the 6-minute walk test in healthy child

Jalili, M [1]., Nazem, F[2]., Sazvar, A [3].

1. PhD Sport Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Iran
2. Full Professor, Sport Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Iran
3. Assistant Professor, Sport Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Malayer University, Iran

Abstract

Aerobic power (VO_{2max}) is an important indicator of the health and physical fitness. Executive problems in direct VO_{2max} measurement has led to developing sub-maximal aerobic power prediction equations. The purpose of present study was to develop native aerobic power prediction equation based on 6-Minute Walk Test (6MWT) and body composition indices in children. In 192 healthy children (8 to 12 years) VO_{2max} was objectively measured by Bruce treadmill protocol with gas analysis. The 6MWT was performed according to ATS guidelines. Also, anthropometric measurements were measured according to standard methods. Multiple regression analysis was used to design aerobic power (ml/kg/min) prediction equation. Accuracy of native VO_{2max} prediction equation was assessed by Pearson correlation and Bland-Altman approach between measured and predicted VO2max. Significant correlation was observed between direct VO2max and independent variables (r=0.25-0.734). Aerobic power of the boys could be predicted by weight and 6MWT according to the following equation: VO_{2max}(ml/kg/min)= 5.359 + (0.067 × 6MWD m) – (0.286 × Weight kg) (r^2=0.743, SEE=2.74 ml/kg/min, p≤0.001). Strong correlation was observed between measured and predicted VO2max (r=0.861, P≤0.001). In addition, Bland and Altman plots demonstrated a high degree of consistency between measured and predicted VO2max. Exercise and fitness coaches by utilization of native aerobic prediction equation based on the 6MWT and weight could be able to assess the aerobic power of the boys and to evaluation of the effects of exercise training on cardio-respiratory fitness.

Keywords: Children, 6-Minute Walk Test, Aerobic Power Prediction Equation.

*. f.nazem1336@gmail.com

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.2.3]

مقدمه

اندازه‌گیری و پایش شاخص‌های مرتبط با سلامتی و آمادگی جسمانی از اصول مهم در پایش سلامت عمومی کودکان محسوب می‌شود. آمادگی قلبی-تنفسی یا توان هوازی، مهم‌ترین شاخص مرتبط با سلامتی است که در میادین ورزشی و مراکز مرتبط با تندرستی و نیز در مدارس اندازه‌گیری می‌شود (۱). توان هوازی بیانگر توانایی قلب، رگ‌های خونی، ریه، و عضلات در اجرای فعالیت‌های بدنی روزانه و فعالیت‌های ورزشی می‌باشد (۲). استاندارد طلایی ارزیابی توان هوازی، اندازه‌گیری مستقیم حداکثر اکسیژن مصرفی (VO2max) با استفاده از دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی در آزمون‌های ورزشی فزاینده است (۲). به‌رغم آن، اندازه‌گیری مستقیم VO2max به دلیل مشکلات اجرایی نظیر؛ پیچیدگی، هزینه زیاد، نیاز به کادر متخصص، زمانبر بودن و احتمال بروز حملات قلبی-تنفسی محدود شده است؛ بنابراین، اجرای این روش استاندارد در اغلب مواقع به‌ویژه زمانی که جمعیت‌های گسترده سنجش می‌شود با توجه به محدودیت هزینه و زمان مقدور نیست (۳). راه برون‌رفت از این مشکل اجرایی، استفاده از آزمون‌های میدانی زیر بیشینه برای برآورد VO2max مستقیم است (۱،۲). آزمون‌های ورزشی میدانی زیر بیشینه یک تکنیک ارزان، ایمن، اجرایی و ساده برای برآورد توان هوازی است. این قسم آزمون‌های ورزشی مبتنی بر زمان یا مسافت است (۲). آزمون‌های میدانی متنوعی از جمله آزمون‌های پلکان و آزمون‌های پیاده‌روی و دویدن طراحی شده است (۲). از میان آزمون‌های میدانی، آزمون شش دقیقه پیاده‌روی ((6-minute walk test (6-MWT) به دلیل سادگی اجرا و مقبولیت در کودکان به‌طور گسترده در محیط‌های درمانی و سلامت به کار گرفته می‌شود (۳). در آزمون ٦ دقیقه پیاده‌روی، بیشینه مسافتی که فرد می‌تواند در مدت شش دقیقه با الگوی پیاده‌روی طی کند، اندازه‌گیری می‌شود (٤). مطالعات فراوانی اعتبار و پایایی آزمون شش دقیقه پیاده‌روی در کودکان را تایید کرده است (۱۱-۵).

در مطالعات پیشین همبستگی میان توان هوازی اندازه‌گیری شده به روش آنالیز گازهای تنفسی و مسافت پیموده‌شده در آزمون شش دقیقه پیاده‌روی در کودکان و نوجوانان گزارش شده است (R=۰/٤٤ -۰/۷۲۳) (۵،۱۲)، اما تا کنون معادله‌ای برای برآورد توان هوازی بر مبنای آزمون شش دقیقه پیاده‌روی در این رده سنی طراحی نشده است. در این زمینه، فقط یک مطالعه روی بچه‌های چاق، اقدام به طراحی معادله برآورد توان هوازی با استفاده از آزمون شش دقیقه پیاده‌روی نموده است که بر اساس نتایج مطالعه مذکور، توان هوازی بچه‌های چاق با متغیرهای مسافت پیموده‌شده در آزمون شش دقیقه پیاده‌روی و BMI برآورد شدنی بود (۱۳). البته، در این مطالعه مقدار ضریب تعیین و خطای استاندارد برآورد گزارش نشده است. مطالعات دیگری در جمعیت‌های سالم و بیمار در دامنه سنی مختلف (کودک تا میانسال)، توانایی آزمون شش دقیقه پیاده‌روی را در برآورد توان هوازی تایید کرده است. برای نمونه، توان هوازی زنان چاق با مسافت پیموده‌شده در آزمون شش دقیقه پیاده‌روی و یک معادله خطی برآورد شده است (١٤)؛ همچنین توان هوازی بچه‌های بیمار با آزمون ورزشی شش دقیقه پیاده‌روی برآورد شدنی بود (١٥،١٦). علاوه بر این، در مطالعات

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.2.3]

دیگری روی بزرگسالان سالم، گزارش شد که آزمون شش دقیقه پیاده‌روی به همراه متغیرهای دموگرافی با دقت قابل قبولی ممکن است توان هوازی این افراد را برآورد نماید (R^2=۰/۶۰-۰/۷۲) (۱۷،۱۸). با بررسی مطالعات پیشین در این زمینه، معادله برآورد توان هوازی بر مبنای آزمون شش دقیقه پیاده‌روی ویژه پسران سالم مشاهده نشد؛ بنابراین، هدف این مطالعه طراحی معادله بومی برآورد توان هوازی بر مبنای آزمون شش دقیقه پیاده‌روی و متغیرهای ترکیب بدن در دانش آموزان پسر مقطع ابتدایی بود.

روش‌شناسی

این پژوهش یک مطالعه مقطعی و کاربردی بود که در آن ۱۹۲ پسر سالم ۸ تا ۱۲ ساله داوطلبانه شرکت کردند. در انتخاب مدارس سعی بر احتراز از سوگیری عواملی مانند تنوع جغرافیایی، فرهنگی و اقتصادی و تاثیری که بر سبک زندگی، ویژگی‌های آنتروپومتری و نیز آمادگی قلبی-تنفسی نمونه‌های پژوهش دارد، بوده است؛ بنابراین، از میان مدارس مقطع ابتدایی سطح شهر شش مدرسه از مناطق متفاوت جغرافیایی، فرهنگی و اقتصادی شهر همدان به‌طور خوشه‌ای هدفمند انتخاب شد. پرسشنامه سلامتی به دانش‌آموزان ارایه و از آنها خواسته شد با مشورت والدین خود آن‌را تکمیل نمایند. ملاک ورود به مطالعه، عدم ابتلا به بیماری‌های مرتبط با مشکلات قلبی-عروقی، تنفسی، عصبی-عضلانی، آناتومیکی و متابولیک در دانش‌آموزان بود که در زمان توزیع فرم رضایت‌نامه به دانش‌آموزان تذکر داده شد. فرایند پژوهش حاضر از سوی کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی همدان با شماره کد کمیته اخلاق: IR.UMSHA.REC.1394.116 تایید گردید. در ضمن، نامهٔ کتبی برای تایید سلامتی کامل و رضایت جهت شرکت دانش‌آموزان در مطالعه از والدین دانش‌آموزان با امضا و اثر انگشت اخذ شد. در آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی، متغیرهای سن (۰/۱ سال)، قد (سانتیمتر)، وزن (کیلوگرم) و شاخص توده بدن (BMI) (kg/m^2) به روش استاندارد اندازه‌گیری شد (۲). برای اندازه‌گیری مستقیم VO_{2max}، آزمودنی‌ها پروتکل تعدیل‌شده بروس را روی تردمیل مدل (h/p/cosmos Saturn 300/125 Germany) مجهز به دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی (PowerCube, Ganshorn Medizin Electronic GmbH, Germany) اجرا کردند.

به دلیل آن‌که مراحل ابتدایی این پروتکل سرعت و شیب ملایم داشت، آزمودنی‌ها به سادگی می‌توانستند با الگوی پیاده‌روی و سپس دویدن آرام روی تردمیل با کم‌ترین فشار آشنا شوند. نمونه گازهای تنفسی در اجرای آزمون استاندارد با استفاده از ماسک لاستیکی منعطف و متناسب با اندازه سر و صورت دانش‌آموزان که روی صورت تنظیم می‌شد (Hans Rudolph, Kansas City, MS, USA)، جمع‌آوری گردید و سپس با دستگاه خودکار گازآنالایزر تجزیه و تحلیل شد. به‌طوری که، در هر ۱۰ ثانیه، سنجش متغیرهای تنفسی ثبت و در نمایشگر متصل به دستگاه قابل مشاهده و ذخیره می‌شد. ضربان قلب آزمودنی‌ها به‌طور پیوسته در طول اجرای آزمون با تله‌متری مدل (Polar Heart Rate Transmitter Model T34 Germany) ثبت می‌شد که در نرم‌افزار تردمیل در نمایشگر در هر لحظه قابل مشاهده بود. زمان پایان پروتکل وامانده‌ساز و تعیین VO_{2max}، هنگامی مشخص می‌شد که در هر آزمودنی حداقل دو مورد از چهار

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.2.3]

ملاک ذیل، مشاهده می‌شد: ۱) رسیدن به تواتر ضربان قلب ≥۸۵٪ حداکثر ضربان قلب محاسبه‌شده مطابق رابطه تاناکا (۱۹)، ۲) نسبت تبادل تنفسی (RER)≥۱/۱، ۳) مشاهده عدم تعادل در دویدن، ٤) واماندگی ارادی آزمودنی و امتناع از ادامه کار علیرغم تشویق‌های کلامی آزمونگر (۲۰). برای تعیین VO_{2max}، میانگین بیش‌ترین VO_2 مصرفی ظرف ۲۰ ثانیهٔ انتهای پروتکل استفاده می‌شد. از آزمودنی‌ها خواسته شده بود که پیش از اجرای آزمون آزمایشگاهی، از انجام هرگونه فعالیت بدنی نسبتاً شدید در ظرف ٤۸ ساعت پرهیز کنند؛ همچنین، به آزمودنی‌ها گفته شد که وعدهٔ غذایی خود را حداقل سه ساعت پیش از آزمون میل نموده و سپس از خوردن هر ماده غذایی دیگر غیر از آب، امتناع نمایند. روزانه قبل و بعد آزمون آزمایشگاهی، کالیبراسیون‌های مربوط به شرایط محیطی، حجم‌ها و نسبت گازهای کپسول اکسیژن مطابق دستورالعمل شرکت سازنده گازآنالایزر انجام می‌گرفت.

جدول ۱. مشخصات آزمودنی‌ها و متغیرهای اندازه‌گیری‌شده در تحقیق

متغیرها	میانگین ± انحراف معیار
سن (سال)	۱۰/۲۱±۱/٤۸
قد (سانتی‌متر)	۱٤۲/۵۲±۹/۵٦
وزن (کیلوگرم)	۳۷/۱۳±۱۰/۰۲
BMI (کیلوگرم بر متر مربع)	۱۸/۰۳±۳/۳
ضربان قلب استراحت (ضربه در دقیقه)	۸۵/۲۲±۸/۹۳
حداکثر ضربان قلب برآورد شده* (ضربه در دقیقه)	۲۰۰/۸۵±۰/۸٦
VO_2max نسبی (میلی‌لیتر بر وزن بدن در دقیقه)	٤۰/۷۱±۵/۳۵
VO_2max مطلق (لیتر در دقیقه)	۱/٤۷۳±۰/۲۹۱
VO_2 آستانه لاکتات (میلی‌لیتر بر وزن بدن در دقیقه)	۲٦/۰۳±٦/٦۹
نسبت تبادل تنفسی (RER)	۱/۱۸±۰/۰۷
ضربان قلب پایانی آزمون بروس (ضربه در دقیقه)	۲۰۷/۸±۲/٤
مسافت پیموده‌شده در آزمون ٦ دقیقه پیاده‌روی (متر)	٦۹۰±٤۸
ضربان قلب پایان آزمون ٦ دقیقه پیاده‌روی (ضربه در دقیقه)	۱۷۹/٦٦±۹/٦٦

* حداکثر ضربان قلب براورد شده بر اساس معادله تاناکا (سن × ۰/۷ – ۲۰۸) (۱۹).

آزمون شش دقیقه پیاده‌روی در راهرو آموزشگاه‌های منتخب و در صورت مساعدبودن آب و هوا در حیاط آموزشگاه در یک مسیر صاف و مستقیم به طول ۳۰ متر که دو انتهای مسیر با دو مخروط جهت دور زدن مشخص شده بود، مطابق رهنمودهای انجمن توراکس آمریکا (ATS) (٤) اجرا شد. مسیر رفت و برگشت پیاده‌روی هر سه متر مشخص شده بود تا در لحظه پایان آزمون، متراژ پایانی دقیقاً بر حسب متر محاسبه گردد. از آزمودنی‌ها خواسته شد تا با کفش و لباس راحت در آزمون شش دقیقه پیاده‌روی شرکت نموده و از شرکت در فعالیت بدنی شدید دو ساعت پیش از آزمون خودداری نمایند. قبل از آزمون دانش‌آموزان به مدت ۱۰ دقیقه روی صندلی نشسته و در پایان این دوره ضربان قلب (Polar-T34 Germany) در حالت

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.2.3]

استراحت ثبت گردید. در ابتدا به دانش‌آموزان گفته شد که هدف از آزمون شش دقیقه پیاده‌روی بیش‌ترین مسافتی است که آن‌ها می‌توانند به‌طور رفت و برگشت با بیش‌ترین سرعت ترجیهی پیاده‌روی (و نه دویدن) طی نمایند. در طول آزمون، آزمودنی در هر دقیقه تشویق کلامی ساده و زمان باقی‌مانده را طبق رهنمودهای ATS دریافت می‌کرد (٤). در طی آزمون، ضربان قلب دانش‌آموزان در هر دقیقه با دستگاه ضربان‌سنج (تله متری) جهت اندازه‌گیری بار کار ثبت می‌شد. به محض پایان آزمون شش دقیقه پیاده‌روی، از آزمودنی خواسته می‌شد تا در محل ایستاده که در این لحظه ضربان قلب مجدداً اندازه‌گیری شده و سپس مسافت طی‌شده محاسبه می‌گردید. برای حذف سوگیری ناشی از اثر آزمونگر، تمامی آزمون‌ها با یک آزمون‌گر اجرا شد. لازم به ذکر است که اعتبار (r=۰/٦٣٨ ،p≤۰/۰۰۱) و پایایی (ICC=۰/۹۷) آزمون شش دقیقه پیاده‌روی در کودکان و نوجوانان ایرانی ارزیابی و تایید شده است (۱۲).

با توجه به این‌که هدف پژوهش طراحی معادله برآورد VO2max در پسران بود، برای محاسبه نمونه آماری که منجر به یک معادله مناسب شود، از فرمول EPV ≥ ۲۰[1] استفاده شد (۲۱). در این فرمول به ازای هر متغیر مستقل تاثیرگذار در معادله رگرسیونی حداقل ۲۰ آزمودنی باید انتخاب شود. بر اساس مطالعات گذشته متغیرهایی که در مدل برآورد VO2max بر مبنای آزمون شش دقیقه پیاده‌روی تاثیرگذار بودند، مشخص گردید؛ بر این اساس، چهار متغیر وزن، BMI، ضربان قلب استراحت و مسافت پیموده‌شده لحاظ گردید (۱۸-۱۲)؛ بنابراین، مطابق رابطهٔ فوق حداقل نمونه آماری ۱۰۰ نفر می‌باشد که برای اطمینان بیش‌تر و افزایش دقت مطالعه و نیز با درنظر گرفتن احتمال انصراف آزمودنی‌ها در مدت پژوهش، نمونه آماری بیش‌تری لحاظ گردید که در پایان ۱۹۲ دانش‌آموز پسر سالم ۷ تا ۱۲ ساله برای تجزیه و تحلیل‌های آماری در اختیار پژوهشگر بود. برای بررسی ارتباط توان هوازی با متغیرهای مستقل از همبستگی پیرسون استفاده شد. به منظور طراحی معادله بومی برآورد توان هوازی، از رگرسیون چندمتغیره (step-wise) و برای راستی آزمایی معادله طراحی‌شده از همبستگی پیرسون و مدل گرافیکی بلاند-آلتمن میان توان هوازی اندازه‌گیری‌شده و برآوردشده در آزمودنی‌های حاضر استفاده شد. به منظور ارزیابی قدرت و اعتبار معادله طراحی‌شده، از مولفه‌های ضریب تعیین (r^2) خطای استاندارد برآورد (SEE) و خطای استاندارد برآورد نسبی (%SEE) (%SEE=(SEE/ اندازه‌گیری‌شده میانگین 6MWD)×۱۰۰) استفاده شد (۲۲). تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ در سطح آماری P≤۰/۰۵ انجام شد.

یافته‌ها

مشخصات آزمودنی‌ها، نتایج آزمون شش دقیقه پیاده‌روی و پروتکل وامانده‌ساز در جدول شماره ۱ ارایه شده است. میانگین VO2max اندازه‌گیری‌شده به‌روش آنالیز گازهای تنفسی ۴۰/۷۱±۵/۳۵ ml/kg/min بود. آزمودنی‌ها حداکثر سعی ارادی خود را برای احراز VO2max واقعی‌شان اجرا کردند، به‌طوری‌که آن‌ها پروتکل بروس تعدیل‌شده را با ۲۰۷/۸ ضربان قلب در دقیقه که معادل با فشار کار ۱۰۳ درصد حداکثر ضربان

1. Event Per Variable (EPV)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.2.3]

قلب نظری‌شان بود، به پایان رساندند و نسبت تبادل تنفسی در انتهای آزمون فزاینده معادل ۱/۱۸ بود (جدول ۱) که این نتایج مهر تاییدی بر واقعی‌بودن VO2max آزمودنی‌ها بود؛ همچنین، دانش‌آموزان آزمون شش دقیقه پیاده‌روی را با فشار کار ۸۶ درصد حداکثر ضربان قلب اندازه‌گیری‌شده‌شان (۱۷۹/۶۶ ضربه در دقیقه) به پایان رساندند. همبستگی معناداری میان توان هوازی اندازه‌گیری‌شده با آزمون شش دقیقه پیاده‌روی و دیگر متغیرهای مستقل مشاهده شد (r=۰/۲۵-۰/۷۳۴) (p≤۰/۰۰۱) (جدول ۲). بر اساس الگوی رگرسیون خطی چند متغیره، توان هوازی پسران کودک سالم ایرانی با متغیرهای وزن و مسافت پیموده شده در آزمون شش دقیقه پیاده‌روی مطابق معادله زیر قابل برآورد بود (۰/۰۰۱).

$$\mathbf{VO_{2max}}\ (ml/kg/min)=۵/۳۵۹+۰/۰۶۷\times 6MWT\ (\text{متر})-۰/۲۸۶\times \text{وزن}\ (\text{کیلوگرم})$$

اعتبار مدل بومی برآورد توان هوازی با مشاهده همبستگی بالا میان توان هوازی اندازه‌گیری‌شده و برآوردشده در آزمودنی‌های حاضر تایید شد (r=۰/۸۶۱ ،p≤۰/۰۰۱) (شکل ۱). در شکل ۲ نمودار توافق بلاند-آلتمن مشاهده می‌شود. در این نمودار میانگین ظرفیت عملی برآوردشده و اندازه‌گیری‌شده (محور افقی) در برابر اختلاف میانگین ظرفیت عملی برآوردشده و اندازه‌گیری‌شده (محور عمودی) ارایه شده است. میانگین اختلاف‌ها و فاصلهٔ اطمینان ۹۵ درصد (Mean±2SD) (۲/۷±۰/۲۴۱-) به ترتیب با خطوط صاف و نقطه چین مشخص شده است.

جدول ۲. ماتریکس همبستگی ضرفیت عملی با متغیرهای مستقل

متغیرها	توان هوازی نسبی (ml/kg/min)	توان هوازی مطلق (L/min)	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مجذور قد)
توان هوازی نسبی (ml/kg/min)	-					
توان هوازی مطلق (L/min)	۰/۰۷۵-	-				
سن (سال)	۰/۰۴۶-	۰/۶۸۰**	-			
قد (سانتی‌متر)	۰/۲۵۰-**	۰/۷۷۲**	۰/۷۶۸**	-		
وزن (کیلوگرم)	۰/۶۳۴-**	۰/۷۸۰**	۰/۵۶۳**	۰/۷۵۸**	-	
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مجذور قد)	۰/۷۳۴-**	۰/۵۸۴**	۰/۲۹۳**	۰/۴۱۵**	۰/۹۰۲**	-
آزمون شش دقیقه پیاده‌روی (متر)	۰/۶۸۲**	۰/۳۰۱**	۰/۴۱۶**	۰/۲۷۰-**	۰/۱۶۵-*	۰/۴۰۴-**

*p≤۰/۰۵ ،**p≤۰/۰۰۱

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.2.3]

بحث

این مطالعه اولین تلاش برای طراحی معادله برآورد توان هوازی با آزمون ساده و ایمن شش دقیقه پیاده‌روی در کودکان سالم در ایران است. در این مطالعه آزمون شش دقیقه پیاده‌روی همبستگی خوبی با توان هوازی اندازه‌گیری‌شده در پسران داشت (r=۰/٦٨٢ ،p≤۰/۰۰۱)؛ همچنین، توان هوازی پسران ایرانی با متغیرهای وزن و مسافت طی‌شده در آزمون شش دقیقه پیاده‌روی قابل برآورد بود (p≤۰/۰۰۱، ۲/۷٤ ml/kg/min، SEE= ،r^2=۰/۷٤۳). استفاده از آزمون‌های ورزشی فزاینده به‌منظور اندازه‌گیری توان هوازی، به دلیل مشکلات اجرایی و ایمنی آزمودنی‌ها، از دغدغه‌های محققان و مربیان و نیز آزمودنی‌ها محسوب شده که کاربست این آزمون‌های استاندارد را محدود کرده است (۲). تلاش‌های فراوانی برای طراحی معادلات ورزشی پیشگو به‌منظور برآورد توان هوازی صورت گرفته است. مطالعات قبلی کارایی آزمون ورزشی با شدت زیربیشینه را در برآورد توان هوازی تایید کرده است (۱۳،۱٤،۱۷،۱۸). براساس مطالعات گذشته، آزمون شش دقیقه پیاده‌روی با ویژگی ایمنی، سادگی، ارزان‌بودن و عدم نیاز به امکانات خاص، به‌عنوان یکه آزمون زیربیشینه، ممکن است جایگزین مناسبی برای آزمون‌های گران‌قیمت و پیچیده استاندارد آزمایشگاهی باشد (۳،۲۳). میزان مسافتی که در آزمون شش دقیقه پیاده‌روی طی می‌شود، اغلب برای ارزیابی کارایی دستگاه قلبی- تنفسی کودکان استفاده شده است (۲٤)؛ به بیان دیگر، میزان مسافت طی‌شده در این آزمون میدانی بازتابی از کارایی دستگاه قلب و عروق و تنفس است اما، مطالعات محدودی صحت مسافت پیموده‌شده را با روش مستقیم اندازه‌گیری VO_{2max} بررسی کرده‌اند (۵،۱۲). مطالعه حاضر همسو با مطالعات پیشین در بچه‌های سالم در هنگ‌کنگ (R=۰/٤٤)، اعتبار آزمون شش دقیقه پیاده‌روی را در انعکاس آمادگی قلبی- تنفسی نشان‌داد (۵). به‌طوری‌که ارتباط میان مسافت پیموده‌شده در آزمون شش دقیقه پیاده‌روی با VO2max واقعی پسران (R=۰/٦٨٢) مشاهده شد؛ از سوی دیگر، ارتباط میان توان هوازی با آزمون شش دقیقه پیاده‌روی در بچه‌های مبتلا به چاقی، بیماری‌های قلبی-تنفسی و بیماری‌های حاد گزارش شده است (۷،۱۳،۲۵،۲٦)؛ همچنین، همسو با مطالعات پیشین (۲۷،۲۸) متغیرهای وزن (R= -۰/٦٨٢) و BMI (R= -۰/۷۳٤) همبستگی مناسبی با توان هوازی اندازه‌گیری‌شده داشت. به‌نظر می‌رسد در میان متغیرهای ترکیب‌بدنی که به‌راحتی و با کم‌ترین امکانات و بدون آموزش خاصی اندازه‌گیری می‌شوند، متغییرهای وزن و BMI جزو متغیرهای تاثیرگذار بر توان هوازی کودکان است اما، اختلاف مقادیر گزارش‌شده راجع به همبستگی میان عوامل آنتروپومتری با توان هوازی اندازه‌گیری‌شده در مطالعات مختلف ممکن است به دلایل تنوع در نژاد، دامنه سنی، جنس، وضعیت سلامتی و بیماری آزمودنی‌های پژوهش باشد. از سوی دیگر در مطالعه حاضر همبستگی منفی ناچیزی (P=۰/۵۲٤، R= -۰/۰٤٦) میان سن و توان هوازی نسبی (میلی‌لیتر بر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه) در کودکان ۸ تا ۱۲ ساله مشاهده شد؛ که نشان می‌دهد عامل سن تاثیر چندانی در تغییرات توان هوازی نسبی کودکان ندارد. در پژوهش حاضر همبستگی مثبت بالایی (P≤۰/۰۰۱، R=۰/٦٨۰) میان سن و توان هوازی مطلق (لیتر در دقیقه) در کودکان ۸ تا ۱۲ ساله مشاهده شد؛ به این معنی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.2.3]

که، عامل سن در افزایش توان هوازی مطلق پسران ۸ تا ۱۲ ساله به‌شدت تاثیرگذار است. این نتیجه همسو با منابع علمی است به‌طوری که در سنین کودکی و نوجوانی، توان هوازی مطلق (L/min) در هر دو جنس بطور یکنواخت و به موازات افزایش اندازه بدن، با شیبی تند افزایش می‌یابد. در پسران این افزایش تا پایان دوره نوجوانی ادامه دارد، اما در دختران تا سن ۱۲ یا ۱۳ سالگی افزایش چشمگیری می‌یابد. این الگو در توان هوازی نسبی (ml/kg/min) صدق نمی‌کند و توان هوازی نسبی در پسران در دوره کودکی و نوجوانی تقریباً ثابت است. در مقایسه، توان هوازی نسبی در دختران در دوره نوجوانی به دلیل افزایش بافت چربی بدن در آنها کاهش می یابد (۲۹). ممکن است یک دلیل برای همبستگی منفی میان توان هوازی نسبی با سن در آزمودنی‌های حاضر کاهش نامحسوس میزان فعالیت بدنی در دانش آموزان ابتدایی همزمان با افزایش سن باشد.

در پسران مطالعه حاضر، همبستگی آزمون میدانی شش دقیقه پیاده‌روی با توان هوازی نسبی چشمگیرتر از توان هوازی مطلق بود. این نتیجه بیانگر این است که در ارزیابی توان هوازی کودکان به دلیل این‌که پسران در حال رشد و نمو هستند، مناسب است از مقیاس نسبی توان هوازی استفاده شود. این نکته همسو با منابع علمی است که بیان می‌کند که توان هوازی نسبی در کودکان و نوجوانان در مقایسه با توان هوازی مطلق بسیار حساس‌تر است (۲۹). با توجه به موارد ذکرشده، در این حوزه هیچ معادله برآورد توان هوازی کودکان بر مبنای آزمون میدانی شش دقیقه پیاده‌روی در پسران کودک سالم طراحی نشده است. در بزرگسالان معادلات برآورد توان هوازی بر مبنای آزمون شش دقیقه پیاده‌روی طراحی شده است (۱۴،۱۷،۱۸). معادله‌های برآورد توان هوازی منتشرشده بر مبنای آزمون‌های ورزشی میدانی مقادیر متنوعی از ضریب تعیین (R^2=۰/۴۲-۰/۹۱) و خطای استاندارد برآورد (SEE=۲/۰۵-۴/۵۷ ml/kg/mim) گزارش کرده‌اند (۱،۳). در مطالعه حاضر مقادیر ضریب تعیین و خطای استاندارد معادله برآورد توان هوازی بر مبنای آزمون شش دقیقه پیاده‌روی در دامنه خوبی گزارش شد (r^2=۰/۷۴۳ ،SEE=۲/۷۴ ml/kg/min ،p≤۰/۰۰۱) که بر این مبنا عوامل وزن و مسافت طی‌شده در آزمون شش دقیقه پیاده‌روی ممکن است ۷۳ درصد از واریانس توان هوازی پسران کودک سالم را تبیین کنند. خطای برآورد نسبی (%SEE) این معادله بومی ml/kg/min ۲/۷۴ است که معادل ٦/٦٤ درصد میانگین توان هوازی اندازه‌گیری‌شان می‌باشد. اختلاف در تعداد نمونه آماری، نوع و تعداد متغیرهای مستقل پیشگو و روش اندازه‌گیری مستقیم VO_{2max} ممکن است دامنه گسترده مقادیر ضریب تعیین و خطای استاندارد برآورد گزارش‌شده در مطالعات مختلف را تبیین کند.

جدول ۳. الگوی رگرسیون برآورد توان هوازی

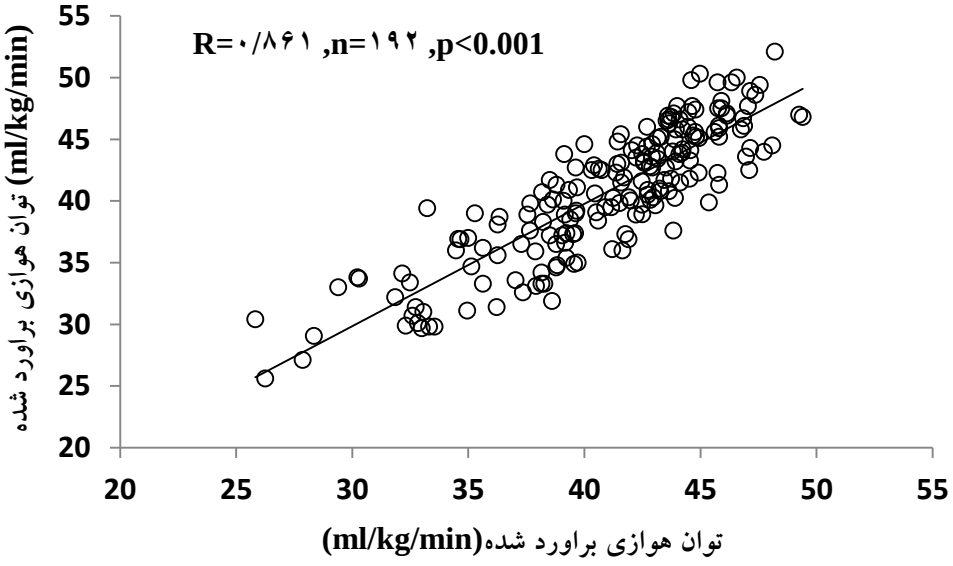
VO2peak	Coefficients (B)	β	SEE
Constant	۵/۳۹۵		۳/۱۱۳
آزمون 6MWT (متر)	۰/۰٦۷	۰/ ۵۹۵ *	۰/۰۰٤
وزن (کیلوگرم)	-۰/۲۸٦	-۰/۵۳۳ *	۰/۰۲۰

* p≤۰/۰۰۱، (SEE= ۲/۷۴ ml/kg/min، r^2=۰/۷۴۳)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.2.3]

در مطالعه حاضر صحت مدل بومی در برآورد توان هوازی، با بررسی همبستگی میان توان هوازی اندازه‌گیری‌شده و برآوردشده و نیز روش گرافیکی و کیفی بلاند آلتمن (۳۰) در آزمودنی‌های حاضر بررسی و تایید گردید. به‌طوری که همبستگی زیادی میان دو روش مستقیم و برآورد توان هوازی مشاهده شد (r=۰/۸۶۱ ،p≤۰/۰۰۱) (شکل ۱)؛ همچنین، همانطور که در نمودار بلاند-آلتمن مشاهده می‌شود میانگین ظرفیت عملی برآوردشده و اندازه‌گیری‌شده (محور افقی) در برابر اختلاف میانگین ظرفیت عملی برآوردشده و اندازه‌گیری‌شده (محور عمودی) ارایه شده است. میانگین اختلاف‌ها و فاصلهٔ اطمینان ۹۵ درصد (Mean±2SD) (۲/۷±۰/۲۴۱-) به ترتیب با خطوط صاف و نقطه‌چین مشخص شده است. این نمودار حاکی از آن است که برآورد ظرفیت عملی با معادله بومی طراحی‌شده در آزمودنی‌های حاضر از دقت خوبی برخوردار است. اما، به‌منظور اعتماد بیش‌تر به این مدل بومی و تعمیم‌پذیری بیش‌تر این آزمون در پسران کودک، اعتبارسنجی این معادله بومی در یک جمعیت دیگر سالم یا بیمار لازم به نظر می‌رسد که به مطالعات آتی نیازمند است.



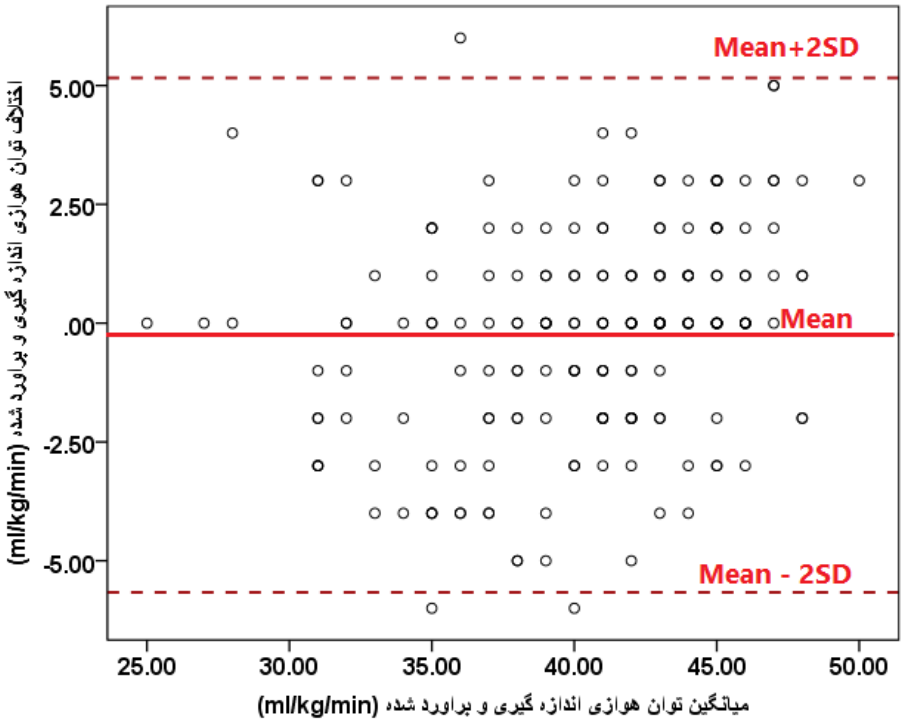
شکل ۱. همبستگی بین توان هوازی اندازه‌گیری‌شده و برآوردشده در پسران

باید اذعان داشت که مقدار ضریب تعیین پیش‌بین برابر R2=۰/۷۴۳ و خطای برآورد (ml/kg/min SEE=۲/۷۴ مقداری قابل ملاحظه است؛ به بیان دیگر، در این معادله برآورد ظرفیت عملی مقدار R=۰/۸۶۳ بوده است. مقدار ضریب تعیین و خطای برآورد معادله بومی برآورد ظرفیت عملی در مطالعه حاضر همسو با مطالعات قبلی در رابطه با معادلات برآورد ظرفیت عملی با آزمون بیشینه و زیربیشینه دیگر جمعیت‌ها است (۲،۱۵،۱۷،۱۸). همچنین بر اساس آزمون تی همبسته تفاوت معناداری میان ظرفیت عملی اندازه‌گیری‌شده (میلی‌لیتر بر وزن بدن ۵/۳۵±۴۰/۷۱) و برآوردشده (میلی‌لیتر بر وزن بدن ۴/۶۶±۴۰/۹۵) مشاهده نشد

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.2.3]

(P=۰/۲۲۱ میلی‌لیتر بر وزن بدن در دقیقه ۰/۲٤۱= میانگین اختلاف). این نتیجه نیز موید صحت مدل بومی برآورد ظرفیت عملی بر مبنای آزمون شش دقیقه پیاده‌روی است.



شکل ۲. نمودار بلاند – آلتمن: میانگین ظرفیت عملی برآوردشده و اندازه‌گیری‌شده (محور افقی) در برابر اختلاف میانگین ظرفیت عملی برآوردشده و اندازه‌گیری‌شده (محور عمودی). میانگین اختلاف‌ها و فاصلهٔ اطمینان ۹۵ درصد (Mean±2SD) (۲/۷±۰/۲۴۱-) به‌ترتیب به وسیلهٔ خطوط صاف و نقطه‌چین مشخص شده است.

با توجه به اهمیت اندازه‌گیری کارایی دستگاه قلبی–تنفسی که شاخص اصلی آمادگی جسمانی و بهداشت جسم افراد سالم و بیمار است (۳۱)، استفاده از معادله بومی برآورد توان هوازی بر مبنای آزمون زیر بیشینه شش دقیقه پیاده‌روی اهمیت کاربرد این معادله بومی را برجسته می‌کند. از نقاط ضعف این مطالعه نبود اطلاعات مربوط به دختران کودک سالم است که مطالعات آینده در این جنس ضروری است. با استناد به اطلاعات موجود، مقاله حاضر اولین پژوهش در طراحی معادله برآورد توان هوازی بر مبنای آزمون میدانی شش دقیقه پیاده‌روی ویژه پسران کودک سالم است. نمونهٔ آماری نسبتاً بزرگ (۱۹۲ نفر) و اندازه‌گیری مستقیم VO2max با پروتکل تردمیل درمانده‌ساز بروس تعدیل‌شده به همراه آنالیز گازهای تنفسی از محاسن این مطالعه است. نظر به این‌که اجرای آزمون شش دقیقه پیاده‌روی و متغیرهای ترکیب بدن در هر مدرسه، سالن ورزشی و نیز کلینیک‌های درمانی به سادگی قابل اندازه‌گیری می‌شود، بنابراین، کاربست معادله بومی برآورد توان هوازی بر مبنای آزمون شش دقیقه پیاده‌روی برای ارزیابی آمادگی قلبی–تنفسی به‌ویژه در جمعیت‌های بزرگ اهمیت دارد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.2.3]

نتیجه‌گیری

مربیان ورزش و تندرستی و معلمان تربیت‌بدنی با کاربست معادله بومی برآورد توان هوازی بر مبنای آزمون شش دقیقه پیاده‌روی با ویژگی سادگی، ایمنی و ارزانی، می‌توانند برآورد نسبتاً دقیقی از توان هوازی پسران کودک سالم در اختیار داشته باشند. به نظر می‌رسد معادله بومی توان هوازی بر مبنای آزمون میدانی شش دقیقه پیاده‌روی ممکن است در ارزیابی تاثیر برنامه‌های ورزشی بر کارایی دستگاه قلبی-تنفسی کودکان سودمند باشد که نیاز به مطالعات آینده دارد.

تشکر و قدردانی

این پژوهش مستخرج از پایان‌نامه دکتری فیزیولوژی ورزشی در دانشگاه بوعلی سینا است. و برای این موضوع نویسندگان این اثر از همکاران در دانشگاه بوعلی سینا، اداره آموزش و پرورش نواحی یک و دو شهرستان همدان، دانش‌آموزان و والدین آن‌ها که صمیمانه همکاری داشتند، تشکر می‌نمایند.

منابع

1. Abut, F., Akay, M.F. (2015). Machine learning and statistical methods for the prediction of maximal oxygen uptake: recent advances. Medical Devices (Auckland, NZ). 8: 369-79.
2. Medicine ACoS. (2013). ACSM's health-related physical fitness assessment manual: Lippincott Williams & Wilkins.
3. Mayorga-Vega, D., Bocanegra-Parrilla, R., Ornelas, M., Viciana, J. (2016). Criterion-related validity of the distance- and time-based walk/run field tests for estimating cardiorespiratory fitness: A systematic review and meta-analysis. PLoS One. 11(3): e0151671.
4. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. (2002). American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 166(1): 111-7.
5. Li, A.M., Yin, J., Yu, C.C.W., Tsang, T., So, H.K., Wong, E., Chan, D., Hon, E.K.L., Sung, R. (2005). The six-minute walk test in healthy children: reliability and validity. The European Respiratory Journal. 25: 1057-60.
6. Geiger, R., Strasak, A., Treml, B., Gasser, K., Kleinsasser, A., Fischer, V., Geiger, H., Loeckinger, A., Stein, J.I. (2007). Six-minute walk test in children and adolescents. The Journal of pediatrics. 150(4): 395-9.
7. Morinder, G., Mattsson, E., Sollander, C., Marcus, C., Larsson, U.E. (2009). Six-minute walk test in obese children and adolescents: reproducibility and validity. Physiotherapy Research International : the Journal for Researchers and Clinicians in Physical Therapy. 14(2): 91-104.
8. Lesser, D.J., Fleming, M.M., Maher, C.A., Kim, S.B., Woo, M.S., Keens, T.G. (2010). Does the 6-min walk test correlate with the exercise stress test in children? Pediatric Pulmonology. 45(2): 135-40.
9. Limsuwan, A., Wongwandee, R., Khowsathit, P. (2010). Correlation between 6-min walk test and exercise stress test in healthy children. Acta Paediatrica (Oslo, Norway: 1992). 99(3): 438-41.
10. Boucault, R., Fernandes, M., Oliveira Carvalho, V. (2013). Six-minute walking test in children. Disability and rehabilitation. 35(18): 1586-7.
11. Goemans, N., Klingels, K., van den Hauwe, M., Van Orshoven, A., Vanpraet, S., Feys, H., Buyse, G. (2013). Test-retest reliability and developmental evolution of the 6-min walk test in Caucasian boys aged 5-12 years. Neuromuscular Disorders: NMD. 23(1): 19-24.
12. Jalili, M., Nazem, F. (2017). Evaluation of validity and reliability of diagnostic 6 minute walk test (6MWT) in the measurment of cardio-respiratory efficiency with gass exchage analysis in boys. Jundishapur Scientific Medical Journal. 16(2): 209-22.
13. Vanhelst, J., Fardy, P.S., Salleron, J., Béghin, L. (2013). The six-minute walk test in obese youth: reproducibility, validity, and prediction equation to assess aerobic power. Disability and Rehabilitation. 35(6): 479-82.
14. Metz, L., Thivel, D., Peirrera, B., Richard, R., Julian, V., Duclos, M. (2017). A new equation based on the 6-min walking test to predict VO2peak in women with obesity. Disability and Rehabilitation. 40(14): 1702-7.
15. Zapico, A.G., Fuentes, D., Rojo-Tirado, M.A., Calderon, F.J., Rosenzweig, E.B., Garofano, R.P. (2016). Predicting peak oxygen uptake from the 6-minute walk test in patients with pulmonary hypertension. Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention. 36(3). 203-8.
16. Harmsen, W.J., Ribbers, G.M., Slaman, J., Heijenbrok-Kal, M.H., Khajeh, L., van Kooten, F., Neggers, S.J., van den Berg-Emons, R.J. (2017). The six-minute walk test predicts cardiorespiratory fitness in individuals with aneurysmal subarachnoid hemorrhage. Topics in Sroke Rehabilitation. 24(4): 250-5.
17. Burr, J.F., Bredin, S.S., Faktor, M.D., Warburton, D.E. (2011). The 6-minute walk test as a predictor of objectively measured aerobic fitness in healthy working-aged adults. The Physician and Sportsmedicine. 39(2): 133-9.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.2.3]

18. Cao, Z.B., Miyatake, N., Aoyama, T., Higuchi, M., Tabata, I. (2013). Prediction of maximal oxygen uptake from a 3-minute walk based on gender, age, and body composition. Journal of Physical Activity & Health. 10(2): 280-7.
19. Tanaka, H., Monahan, K.D., Seals, D.R. (). Age-predicted maximal heart rate revisited. Journal of the American College of Cardiology. 37(1): 153-6.
20. Winter, E.M., Jones, A.M., Davison, R.C.R., Bromley, P.D., Mercer, T.H. (2006) . Sport and exercise physiology testing guidelines: volume I–sport testing: The British Association of Sport and Exercise Sciences Guide: Routledge.
21. Ogundimu, E.O., Altman, D.G., Collins, G.S. (2016). Adequate sample size for developing prediction models is not simply related to events per variable. Journal of Clinical Epidemiology. 76: 175-82.
22. Hinkle, D., Wiersma, W., Jurs, S.G. (2003) . Applied statistics for the behavioral sciences. Fifth edition.
23. Du, H., Newton, P.J., Salamonson, Y., Carrieri-Kohlman, V.L., Davidson, P.M. (2009). A review of the six-minute walk test: its implication as a self-administered assessment tool. European Journal of Cardiovascular Nursing. 8(1): 2-8.
24. Jalili, M., Nazem, F. (). Design and cross-validation of six-minute walk test (6MWT) prediction equation in Iranian healthy males aged 7 to 16 years. Iranian Journal of Ergonomics. 5(2): 17-25.
25. Moalla, W., Gauthier, R., Maingourd, Y., Ahmaidi, S. (2005). Six-minute walking test to assess exercise tolerance and cardiorespiratory responses during training program in children with congenital heart disease. International Journal of Sports Medicine. 26(09): 756-62.
26. Nixon, P.A., Joswiak, M.L., Fricker, F.J. (1996). A six-minute walk test for assessing exercise tolerance in severely ill children. The Journal of Pediatrics. 129(3): 362-6.
27. De Araujo, S., Miguel-dos-Santos, R., Silva, R., Cabral-de-Oliveira, A. (2015). Association between body mass index and cardiorespiratory fitness as predictor of health status in schoolchildren. Revista Andaluza de Medicina del Deporte. 8(2):73-8.
28. Sharma, M., Kamal, R., Chawla, K. (2016). Correlation of body composition to aerobic capacity; A cross sectional study. International Journal of Applied Research. 2(1):38-42.
29. van Rossum, J.H. (1987). Life span motor development: Kathleen M. Haywood, Champaign, IL: Human Kinetics Publishers. pp. 339. (hard cover). ISBN: 0-87322-054-4: North-Holland.
30. Bland, J.M., Altman, D.G. (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. Lancet. 1: 307-10.
31. Tveter, A.T., Dagfinrud, H., Moseng, T., Holm, I. (2014). Measuring health-related physical fitness in physiotherapy practice: reliability, validity, and feasibility of clinical field tests and a patient-reported measure. The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 44(3): 206-16.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1397.16.16.2.3]