(مقالهٔ پژوهشی)

بررسی اعتبار و پایایی آزمون تشخیصی ۶ دقیقه پیاده روی در سنجش کارایی دستگاه قلبی– تنفسی پسران به روش آنالیز گازهای تنفسی

مجید جلیلی[۱]، فرزاد ناظم[۲*]

۱-دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش.
۲- استاد فیزیولوژی کار و فعالیت بدنی.

۱و۲-گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

*نویسندهٔ مسؤول:
فرزاد ناظم؛ گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.
تلفن: ۰۰۹۸۹۱۸۱۱۱۷۹۱۱
Email: f.nazem1336@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: استفاده از آزمون‌های میدانی استاندارد در حوزه‌های سنجش توانایی فیزیولوژیکی ورزشکاران زبده، شرایط بالینی و توانبخشی بیماران، ابزاری موثر جهت ارزیابی آمادگی قلبی- تنفسی محسوب می‌شود. هدف این پژوهش، ارزیابی اعتبار و پایایی آزمون ۶ دقیقه پیاده روی (6MWT) در پسران کودک و نوجوان سالم ایرانی می باشد.

روش بررسی: حداکثر اکسیژن مصرفی به روش آنالیز گازهای تنفسی در پروتکل تردمیل بروس تعدیل شده در ۳۴۹ پسر ۸ تا ۱۷ ساله اندازه‌گیری شد. مسافت پیموده شده در آزمون ۶ دقیقه پیاده روی (6MWD) به همراه متغیرهای آنتروپومتریک به روش استاندارد ثبت گردید. برای ارزیابی اعتبار و پایایی آزمون 6MWT به ترتیب از آزمون‌های همبستگی پیرسون و شاخص همبستگی درون خوشه ای(ICC) استفاده شد.

یافته‌ها: میانگین 6MWD بچه ها۶۰±۷۰۲ متر بود که به موازات سن افزایش می یافت. اعتبار آزمون 6MWT با مشاهده همبستگی مناسب بین 6MWD و حداکثر اکسیژن مصرفی تایید گردید (p<۰/۰۰۱، r=۰/۶۳۸). با استفاده از همبستگی سهمی با کنترل عامل سن، میزان همبستگی به میزان(p<۰/۰۰۱، r=۰/۷۳۳) افزایش یافت. همچنین آزمون 6MWT از پایایی بسیار عالی برخوردار بود (ICC=۰/۹۸). بطوری که 6MWD در نوبت‌های اول و دوم به ترتیب ۶۷۸ و ۷۰۰ و اندازه اختلاف ۱۴ متر (معادل ۲ درصد) گزارش شد.

نتیجه‌گیری: پژوهش حاضر اولین مطالعه در ارزیابی اعتبار و پایایی آزمون 6MWT برای پسران ایرانی است. با کاربست آزمون 6MWT، مربیان ورزش، پزشکان، متخصصان طب فیزیکی و فیزیوتراپیست‌ها یک ابزار ساده، ایمن و ارزان جهت اندازه گیری سطح آمادگی قلبی- تنفسی بچه های سالم و بیمار در اختیار خواهند داشت.

کلید واژگان: آزمون ۶ دقیقه پیاده روی، آمادگی قلبی تنفسی، اعتبار، پایایی.

دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۹/۱۹ **دریافت مقالهٔ اصلاح‌شده: ۱۳۹۶/۱/۲۸** **اعلام قبولی: ۱۳۹۶/۲/۶**

مقدمه

واکنش افراد به آزمون‌های ورزشی استاندارد، یک ابزار ارزیابی بالینی مهم محسوب می‌شود. به گونه‌ای که بکارگیری آن، ارزیابی نسبتاً جامعی از کارکرد دستگاه های قلبی-عروقی، تنفسی و متابولیک فرد را ارائه می‌دهد (۱-۳). استاندارد طلایی برای ارزیابی آمادگی قلبی-تنفسی، اندازه گیری حداکثر اکسیژن مصرفی ($VO2_{peak}$) در آزمون ورزشی وامانده ساز(Maximal Graded exercise Test (GXT)) بر روی تردمیل یا دوچرخه با استفاده از دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی می باشد (۳). با این حال، دخالت عواملی مانند هزینه بالا، زمان بر بودن، نیاز به کارشناسان خبره، پیچیدگی اجرا و خطر بروز حملات قلبی-تنفسی بویژه در بیماران، کاربست این نوع آزمون های استاندارد را محدود کرده است (۲, ۴).

از آنجا که اغلب فعالیت‌های روزانه بچه ها معمولاً در سطح زیر بیشینه انجام می‌گیرد، اغلب محققین و پزشکان از آزمون های ورزشی زیر بیشینه به عنوان جایگزین آزمون های ورزشی قلبی-تنفسی درمانده ساز برای ارزیابی کارایی دستگاه قلبی-تنفسی استفاده می‌کنند(۲, ۳, ۵). در این زمینه، رایج ترین آزمون ورزشی زیر بیشینه برای اندازه گیری آمادگی قلبی-تنفسی/ظرفیت عملی، آزمون ۶ دقیقه پیاده-روی ((6MWT) :6 minute walk test) است. این آزمون زیر بیشینه، بیشترین مسافتی که فرد می‌تواند ظرف ۶ دقیقه بصورت پیاده روی بپیماید را اندازه‌گیری می کند(۶). مطالعات مروری بیان می کنند که استفاده از آزمون 6MWT بسیار ساده و مورد پذیرش آزمودنی‌ها بوده و بازتاب بهتری از نقش فعالیت های روزمره افراد در مقایسه با دیگر آزمون‌های پیاده‌روی را نشان می دهد(۳). بطوری که توانایی فرد برای پیاده روی مسافت معین، یک روشی سریع، ساده و ارزان جهت ارزیابی ظرفیت عملی فرد محسوب می شود.

مطالعات پژوهشی آشکار می کنند که آزمون 6MWT برای همه افراد بویژه بیماران قابل تحمل بوده و بطور گسترده قبل و بعد از مداخلات بالینی یا برنامه‌های بازتوانی قلبی-عروقی و تنفسی بکار برده می شود (۲, ۷-۱۰). بطوری که مولفه اندازه مسافت پیموده شده در مدت ۶ دقیقه، می‌تواند حتی نرخ ابتلا و مرگ و میر ناشی از بیماری های قلبی- تنفسی و سایر بیماری ها را پیش گویی کند (۴, ۱۱-۱۳). علاوه براین، به دلیل سادگی اجرا و هزینه بسیار پایین،6MWT در مطالعات همه گیر شناسی برای سنجش ظرفیت عملی، کاربرد فراوان دارد.

با توجه به تاثیر عوامل نژاد، منطقه جغرافیایی، وضعیت فرهنگی و اقتصادی جوامع مختلف بر شاخص آمادگی دستگاه قلبی-تنفسی (۳) و نیز نبود مطالعه پیرامون اعتبار و پایایی آزمون 6MWT در جمعیت کودک و نوجوان سالم در کشور و حتی در منطقه خاورمیانه، لذا، بررسی اعتبار و پایایی این آزمون تشخیصی ساده و ایمن در جمعیت ایران برای بکار گیری آن لازم به نظر می رسد. به بیان دیگر، قبل از استفاده از هر آزمون یا وسیله اندازه‌گیری، بویژه آزمون‌های میدانی که متاثر از ویژگی‌های جمعیتی می باشند، ارزیابی اعتبار و پایایی آن الزامی است(۱۴). در مطالعات قبلی، برای اعتبار سنجی آزمون 6MWT از روش استاندارد یا اندازه‌گیری مستقیم VO_{2peak} کمتراستفاده شده است. وانگهی، اغلب پروتکل‌های ورزشی که برای اعتبار سنجی آزمون 6MWT بکار گرفته شده اند، اغلب از نوع چرخ کارسنج بوده (۱۵, ۱۶)، که به دلیل عدم تحمل وزن و ناتوانی در بکارگیری همه عضلات اسکلتی بدن، VO_{2peak} افراد حدود ۱۰ درصد کمتر از اندازه واقعی، بدست می آید (۱۷). به نظر می‌رسد تفاوت در روش‌شناسی با تاکید بر ارزیابی اعتبار آزمون 6MWT، به بروز نتایج ناهمسان در اعتبار آزمون ۶ دقیقه پیاده روی در کودکان و نوجوانان

منجرشده است (۰/۷۶– ۰/۳۴= r) (۵, ۱۵–۱۹). لذا، ارزیابی اعتبار و پایایی آزمون میدانی 6MWT در جمعیت کودک و نوجوان کشورهای مختلف جهت جلب اعتماد متخصصان حوزه سلامت و بهداشت در بکار گیری این آزمون میدانی ساده و ایمن، ضروری به نظر می رسد.

با استناد به شواهد علمی در دسترس می توان گفت که در تا کنون در زمینه سنجش اعتبار آزمون 6MWT پسران کودک و نوجوان ایرانی مطالعه علمی انجام نگرفته است. بنابراین هدف این مطالعه، سنجش اعتبار و پایایی آزمون 6MWT با استفاده از روش استاندارد طلایی یا سنجش مستقیم گازهای تنفسی پسران سالم ۸ تا ۱۷ ساله ایرانی می باشد.

روش بررسی

آزمودنی‌ها

این پژوهش، یک مطالعه کاربردی و آینده نگر است که ۳۴۹ کودک و نوجوان پسر سالم ۸ تا ۱۷ ساله بصورت تصادفی در این طرح شرکت کردند. ابتدا، پس از هماهنگی با مدیریت اداره آموزش و پرورش نواحی یک و دو شهر همدان، ۱۸ مدرسه بصورت خوشه‌ای انتخاب شدند و تلاش شد که از سوگیری پیرامون نقش عواملی مانند تنوع جغرافیایی، فرهنگی و اقتصادی و تاثیر آنها بر سبک زندگی، ظرفیت‌های فیزیولوژیک(ظرفیت عملی) و ویژگی‌های آنتروپومتریکی متفاوت بر جامعه آماری مورد مطالعه حتی الامکان جلوگیری شود. بطوری که از میان جمعیت آماری در مقاطع تحصیلی ابتدایی، متوسطه اول و دوم، ۶ مدرسه (در مجموع ۱۸ مدرسه) بصورت خوشه ای هدفمند بعنوان نمونه آماری انتخاب گردید. ۸ مدرسه نیز به دلیل عدم همکاری عوامل اجرایی آموزشگاه یا نبود فضای فیزیکی مناسب برای اندازه‌گیری آزمون میدانی از مطالعه خارج گردید. ابتدا پرسشنامه سلامتی به بچه ها ارائه گردید و از آنها خواسته شد که آنرا با مشورت والدین خود تکمیل نمایند. همچنین پرونده سلامتی-پزشکی دانش آموزان نیز در هر مدرسه بازبینی شد. تعیین نمونه آماری از طریق فرمول زیر محاسبه گردید(۲۰):

$$N \geq 50 + (8 * m)$$

دراین رابطه، N نمونه آماری و m تعداد متغیرهای تاثیر گذار در آزمون 6MWT است. دراین میان، طراحی یک معادله بومی پیشگویی آزمون 6MWT در پسران کودک و نوجوان تحت مطالعه، مورد نظر بود که اطلاعات آن ارائه نشده است.

با استناد به پیشینه‌های علمی وابسته و ملاحظه این نکته که حداقل ۸ متغیر مداخله گر(مانند سن، قد، وزن، شاخص توده بدن، محیط کمر، محیط لگن، نسبت کمر به لگن، ضربان قلب استراحت) می‌توانند در آزمون تشخیصی 6MWT تاثیر گذار باشند، اندازه m متناسب با نمونه آماری معادل ۸ در نظرگرفته شد و به این ترتیب، حداقل نمونه آماری ۱۱۴ آزمودنی به دست آمد. ازسوی دیگر، ویژگی‌های آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها در طیف سنی کودک و نوجوان با هم کاملاً متفاوت بودند، از این رو، محاسبه نمونه آماری برای هر دو رده سنی از نمونه ها انجام گرفت؛ به طوری که حداقل نمونه آماری ۲۲۸ نفر (۲ × ۱۱۴) محاسبه شد که برای اطمینان از صحت بیشتر داده ها، حجم نمونه آماری بیشتر برابر ۳۴۹ منظور شد. این تعداد از بچه‌ها، توانستند که آزمون‌های آزمایشگاهی و میدانی را در شرایط سلامت کامل و بدون بروز نارسایی به پایان برسانند.

پرسشنامه سلامتی همراه با یک فرم ویژه که در آن هدف و فرایند اجرای طرح و نیز اعلام آمادگی هر آزمودنی جهت شرکت در پژوهش بیان شده بود، تکمیل گردید. بدینوسیله دانش آموزانی که دارای مشکلات قلبی-عروقی،

تنفسی، عصبی–عضلانی، آناتومیکی، متابولیک بوده و در ۳ ماه اخیر، سابقه بستری در بیمارستان داشته و یا سرماخوردگی شدید در ۴ هفته گذشته داشتند، ازمطالعه خارج شدند. اندازه گیری ها در مدت زمان ۱۰ ماه (از مهر ۱۳۹۴ تا خرداد ۱۳۹۵) انجام گرفت. دانش آموزان برای دو نوبت جداگانه در آزمون ها شرکت کردند. در جلسه اول، مشخصات آنتروپومتری و VO_{2peak} بچه‌ها به روش مستقیم در آزمایشگاه علوم ورزشی دانشگاه بوعلی سینا در دمای ۱۹ تا ۲۲ درجه سانتیگراد، رطوبت نسبی ۳۹ تا ۴۳ درصد، ارتفاع ۱۸۶۰ متر از سطح دریا و با سطح آلاینده های هوا در سطح نرمال اندازه گیری شد. جلسه دوم در مدرسه برگزار شد و بچه‌ها آزمون 6MWT را اجرا کردند. فرایند این پژوهش توسط کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی همدان با کد کمیته اخلاق (IR.UMSHA.REC.1394.116) مورد تایید قرار گرفت. همچنین نامه کتبی جهت تایید سلامتی کامل و رضایت جهت شرکت دانش آموزان در مطالعه از والدین دانش آموزان با امضا و اثر انگشت اخذ گردید.

اندازه گیری مستقیم VO_{2eak}

پس از ورود آزمودنی ها به آزمایشگاه فیزیولوژی کار، متغیرهای سن (۰/۱ سال)، قد (cm)، وزن (kg)، شاخص توده بدن (BMI) (kg/m^2)، محیط‌های کمر و لگن (cm)، نسبت کمر به لگن، به روش استاندارد اندازه گیری شدند (۲۱). برای اندازه گیری مستقیم $V0_{2peak}$، بچه ها پروتکل تعدیل شده 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) اجراکردند. از آنجا که مراحل ابتدایی این پروتکل دارای سرعت و شیب ملایم است، آزمودنی ها به راحتی توانستند با الگوی پیاده روی و سپس دویدن آرام روی تردمیل با کمترین استرس آشنا شوند. نمونه گازهای تنفسی حین اجرای آزمون استاندارد با استفاده از ماسک لاستیکی راحت و متناسب با اندازه سر و صورت بچه ها که روی صورت تنظیم می شد (Hans Rudolph, Kansas City, MS, USA)، جمع آوری گردیده و سپس بوسیله دستگاه خودکار گازآنالایزر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بطوری که در هر ۱۰ ثانیه، سنجش متغیرهای تنفسی ثبت و در مانیتور متصل به دستگاه مشاهده و ذخیره می شد. همچنین تواتر ضربان قلب بطور پیوسته در طول اجرای آزمون بوسیله تله متری مدل (Polar Heart Rate Transmitter Model T34 Germany) ثبت می شد که در نرم افزار مانیتور در هر ثانیه قابل مشاهده بود. زمان پایان پروتکل وامانده ساز و تعیین $V0_{2peak}$، هنگامی مشخص می شد که در هر آزمودنی حداقل دو مورد از چهار ملاک ذیل، مشاهده می شد؛ ۱) رسیدن به تواترضربان قلب > ۸۵٪ حداکثر ضربان قلب محاسبه شده مطابق رابطه تاناکا (۲۲)، ۲) نسبت تبادل تنفسی (RER) > ۱/۱ ، ۳) مشاهده عدم تعادل دردویدن، ۴) واماندگی ارادی آزمودنی و امتناع از ادامه کارعلیرغم تشویق های کلامی آزمونگر (۲۳). برای تعیین $V0_{2peak}$، میانگین بیشترین VO_2 مصرفی ظرف ۲۰ ثانیه ی انتهای پروتکل مورد استفاده قرار می گرفت. از آزمودنی‌ها خواسته شده بود که قبل از اجرای آزمون آزمایشگاهی، از انجام هر گونه فعالیت بدنی نسبتاً شدید در ظرف ۴۸ ساعت پرهیز کنند. همچنین به آزمودنی ها گفته شده که وعده غذایی خود را حداقل ۳ ساعت قبل از آزمون میل نموده و سپس از خوردن هر ماده غذایی دیگر غیر از آب، امتناع نمایند. روازنه مطابق دستورالعمل شرکت سازنده دستگاه گاز آنالایز، قبل و بعد از استفاده، دستگاه گازانالایزر بوسیله سیلندر (پیستون) ۱ لیتری لیتری، کالیبره می‌شد.

آزمون 6MWT

این آزمون میدانی در راهرو و در صورت مساعد بودن شرایط جوی در حیاط مدرسه در یک مسیر صاف و مستقیم به طول ۳۰ متر که دو انتهای مسیر با دو مخروط پلاستیکی جهت دور زدن مشخص شده بود، طبق دستورالعمل انجمن توراکس آمریکا (ATS) اجرا شد (۶). طول مسیر پیاده روی برای هر ۳ متر بصورت رفت و برگشت علامت گزاری شده بود. از آزمودنی ها خواسته شد تا با داشتن کفش و لباس ورزشی مناسب در آزمون 6MWT شرکت نموده و از شرکت در فعالیت بدنی شدید برای ۳ ساعت قبل از اجرای آزمون خودداری نمایند. قبل از آزمون، دانش آموزان به مدت ۱۰ دقیقه روی صندلی راحتی نشسته و سپس متغیرهای فشار خون (Ri-medic Automated Blood Pressure Monitor) و درصد اشباع اکسیژن (Riester ri-fox N Finger Pulse Oximeter)، در وضعیت استراحت ثبت گردید. ابتدا توضیح کافی درباره نحوه اجرای آزمون 6MWT توسط آزمونگر به بچه ها ارائه می شد. بطوری که هدف بهینه اجرای تست، پیمودن بیشترین مسافتی است که بتوانند بصورت رفت و برگشت با سرعت ترجیهی با الگوی پیاده روی (نه دویدن) طی کنند. هر دانش آموز در طول ۶ دقیقه آزمون، با فاصله زمانی یک دقیقه، تشویق کلامی ساده شده و زمان باقی مانده طبق رهنمود ATS اعلام می گردید (۶). همچنین ضربان قلب آزمودنی در هر دقیقه بوسیله دستگاه تله متری ضربان سنج مدل (Polar Heart Rate Transmitter Model T34 Germany) برای اندازه گیری بارکار ثبت می شد. هنگامی که آزمون 6MWT پایان می یافت،از آزمودنی خواسته می شد تا در مکان توقف، بایستد تا مسافت پیموده شده ثبت شود. آنگاه بلافاصله متغیرهای ضربان قلب، درصد اشباع اکسیژن و فشارخون در پایان فعالیت پیاده روی تعیین می گردید. برای حذف امکان سو گیری ناشی از اثر آزمونگر، همه تست‌ها توسط یک آزمون گر اجرا شد.

همچنین برای اطمینان از پایایی آزمون 6MWT، تعداد معینی از نمونه آماری(۷۳ نفر) به عنوان گروه سنجش پایایی بطور تصادفی انتخاب شدند وآزمون 6MWT را ۲ نوبت با فاصله زمانی ۱ هفته اجرا کردند.

تجزیه و تحلیل آماری

پس از بررسی توزیع طبیعی داده‌ها بروش آزمون کولموگروف اسمیرنف، از آماره‌های توصیفی (Mean±SD) برای نشان دادن متغیرهای اندازه گیری شده، استفاده شد. در بررسی پایایی آزمون 6MWT از ضریب همبستگی درون خوشه ای (ICC) (Intraclass Correlation Coefficient) و روش توافق بلاند-آلتمن (Bland-Altman Plot) استفاده گردید. برای ارزیابی اعتبارآزمون 6MWT، ارتباط اندازه مسافت طی شده در آزمون 6MWT با VO_{2peak} اندازه گیری شده، بوسیله همبستگی پیرسون بررسی شد (۱۴). تجزیه و تحلیل های آماری داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ در سطح آماری $P < ۰/۰۵$ انجام گرفت.

یافته‌ها

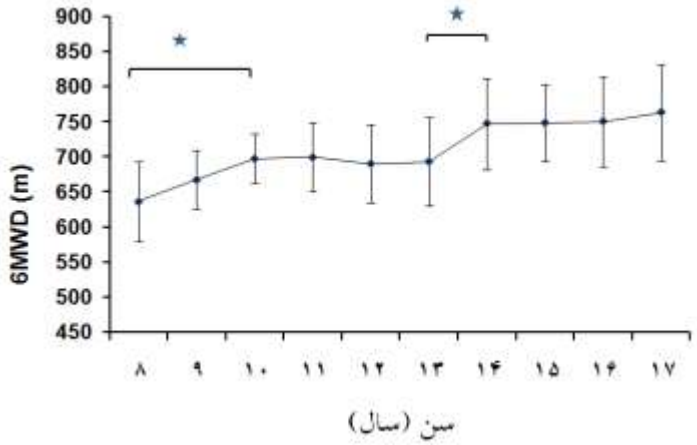
مشخصات آزمودنی‌ها، نتایج آزمون 6MWT و پروتکل هوازی و امانده ساز در جدول ۱ ارائه شده است. همه آزمودنی‌ها موفق به اجرای آزمون 6MWT شدند. میانگین مسافت طی شده هنگام اجرای آزمون ۶ دقیقه راه رفتن (6MWD) در پسران کودک و نوجوان ۶۰±۷۰۲ متر بود. این میانگین 6MWD از سن ۸ تا ۱۷ سالگی بطور ممتد افزایش داشت؛ اما بیشترین افزایش در سنین ۸ ، ۹ و ۱۳ سالگی بود ($P<۰/۰۵$) (شکل ۱). میانگین تغییرات ضربان قلب در آزمون 6MWT در وضعیت استراحت ۸±۸۲ ضربه در دقیقه به ۲۲±۱۶۴ ضربه در دقیقه در پایان آزمون افزایش یافت (شکل ۲). ضریب همبستگی درون

رتبه ای (۰/۹۹-۰/۹۸) (ICC =۰/۹۸۸) نشان داد که آزمون 6MWT از پایایی بسیار خوبی برخوردار است. در گروه سنجش پایایی، 6MWD در نوبت‌های اول ودوم به ترتیب ۷۷±۶۸۷ و ۷۸±۷۰۰ متر و میانگین اختلاف دو بار اندازه-گیری برابر ۱۴ متر بود. همچنین نمودار همگرایی بلاندـآلتمن از توافق بالای دو نوبت اندازه‌گیری آزمون 6MWT در گروه سنجش پایایی حکایت داشت (شکل ۳). این نمودار، میانگین اختلافات و فاصله اطمینان ۹۵٪ دو نوبت 6MWD گروه سنجش پایایی را نشان می دهد، که در این مطالعه به میزان (۳۸/۱۷ و ۱۰/۴۳-) ۱۳/۸۸ گزارش گردید که این نمودار از عدم تفاوت معنادار در دو مرتبه اندازه گیری و سرانجام، پایایی عالی این آزمون میدانی حکایت دارد. همبستگی معناداری میان 6MWD و VO_{2peak} مشاهده شد (r =۰/۶۳۸ ،p<۰/۰۰۱) (شکل ۴). اما، هنگام استفاده ازمدل آماری همبستگی سهمی (Partial correlation) میان 6MWD و VO_{2peak}، با کنترل عامل سن، مقدار این همبستگی افزایش پیدا کرد (p<۰/۰۰۱، r=۰/۷۳۳). با استناد به منابع علم آمار، ضریب همبستگی >۰/۷۰ بالا، بین ۰/۵۰ تا ۰/۷۰ خوب، بین ۰/۳۰ تا ۰/۵۰ متوسط و کمتر از ۳۰ ضعیف محاسبه می شود (۱۴).

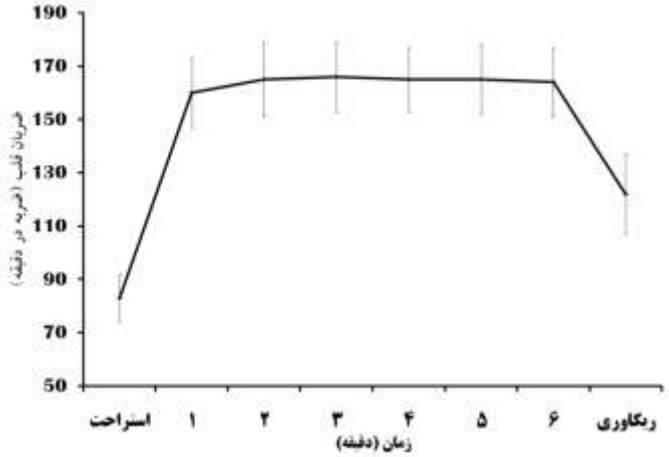
جدول ۱: مشخصات آزمودنی های و متغیرهای اندازه گیری شده در تحقیق

متغیر ها	میانگین ± انحراف معیار
سن (سال)	۱۲/۴۹±۲/۷۲
قد (سانتیمتر)	۱۵۴/۹۹±۱۶/۲۳
وزن (کیلوگرم)	۵۰/۱۹±۱۹/۷۸
BMI(کیلوگرم بر متر مربع)	۲۰/۱۳±۴/۷۰
VO2peak (میلی لیتر بر وزن بدن در دقیق)	۴۱/۰۶±۶/۳۳
6MWD (متر)	۷۰۲±۶۰
اشباع اکسیژن استراحت (٪)	۹۷/۳±۰/۹
اشباع اکسیژن ورزش (٪)	۹۵/۶±۱/۵
میانگین فشار خون استراحت (میلیمتر جیوه)	۸۰/۷۱±۸/۶۸
میانگین فشار خون ورزش (میلیمتر جیوه)	۱۰۰/۳۲±۵/۴۵
ضربان قلب استراحت (ضربه در دقیقه)	۸۳/۲۴±۹/۶
ضربان قلب پایان آزمون 6MWT (ضربه در دقیقه)	۱۷۶/۱۱±۱۳/۰۷
اختلاف ضربان قلب (ضربه در دقیقه)	۸۲/۸±۱۵/۸۳
حداکثر ضربان قلب براورد شده* (ضربه در دقیقه)	۱۹۹

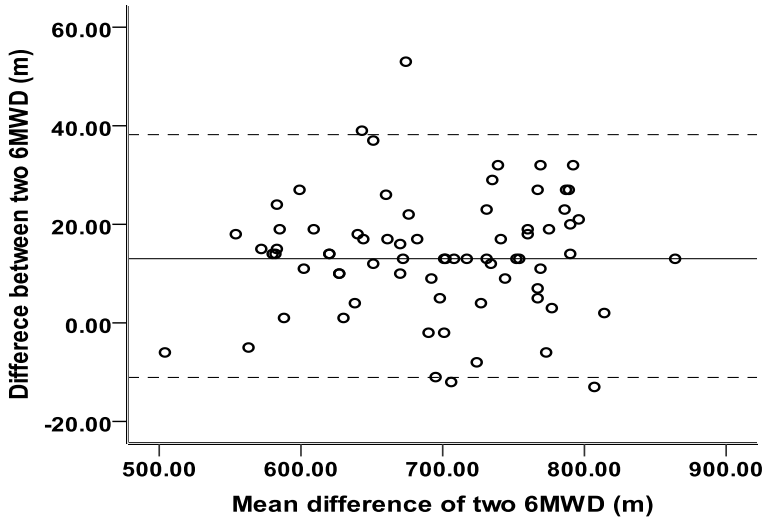
*: حداکثر ضربان قلب براورد شده بر اساس معادله تاناکا (۲۲)



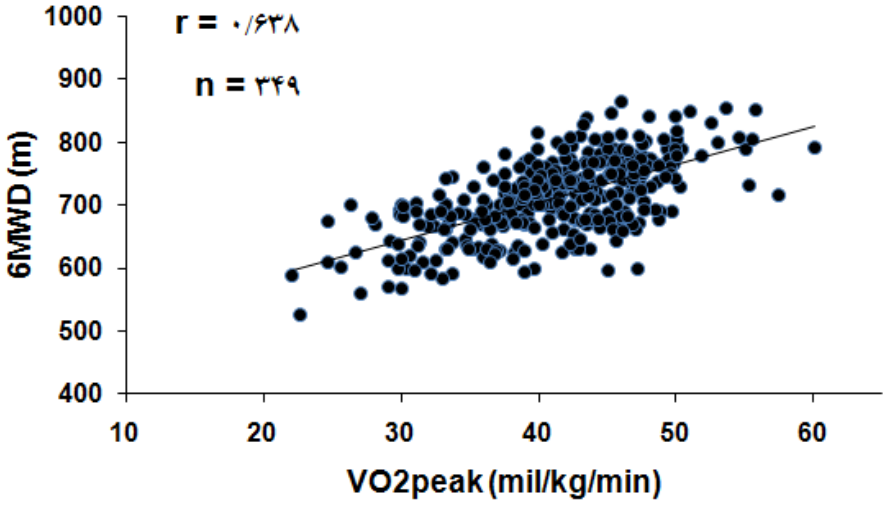
نمودار ۱: تغییرات افزایشی 6MWD پسران با به موازات افزایش سن (*افزایش معنادار در 6MWD، $p<0.05$)



نمودار ۲: الگوی تغییرات ضربان قلب پسران کودک و نوجوان در آزمون 6MWT



نمودار ۳: نمودار بلاند – آلتمن: توافق بین 6MWD در دو بار اندازه گیری آزمون. محور افقی بیانگر میانگین دو 6MWD و محور عمودی اختلاف دو 6MWD می باشد. میانگین (۱۳/۸۸ متر) و فاصلهٔ اطمینان ۹۵ درصد (۱۰/۳۸،۴۳/۱۸- متر) به ترتیب به‌وسیلهٔ خط تیره و خط نقطه‌چین نشان داده شده است.



نمودار ۴: همبستگی 6MWD با VO_{2peak} در پسران کودک و نوجوان

بحث و نتیجه گیری

در پژوهش حاضر، اعتبار و پایایی آزمون 6MWT بررسی شد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که با ملاحظه همبستگی معناداری بین 6MWD و VO_{2peak} اندازه گیری شده در آزمون ورزشی وامانده ساز، این آزمون میدانی از اعتبار بالایی برای پسران کودک و نوجوان سالم برخورداراست. همچنین ضریب عالی همبستگی ICC و عدم تفاوت معنادار در دو نوبت تکرار آزمون 6MWT نشان از پایایی عالی این آزمون داشت.

ارزیابی سطح آمادگی قلبی-تنفسی مهمترین مولفه مرتبط با سلامتی و بهداشت ارگانیسم اطلاق می شود که در شرایط درمانی و مطالعات پژوهشی مورد ارزیابی قرار می گیرد(۱-۳). در این میان، کاربست آزمون‌های ورزشی فزاینده برای اندازه‌گیری ظرفیت عملی نقش برجسته در سنجش ظرفیت عملی بچه‌های سالم و نیز مدیریت و مداخلات بلند مدت بالینی در بیماران دارد (۳). اما، اغلب بچه ها شاید نتوانند آزمون های ورزشی فزاینده را براحتی و بدون و وقوع امکان خطر تا پایان کار تحمل نمایند (۱۸). بااین حال، چون فعالیت‌های روزانه بچه ها معمولاً در سطح زیر بیشینه انجام می‌گیرد، آزمون 6MWT می تواند بازتاب بهتری از توانایی فیزیکی و ظرفیت عملی شان را ارائه دهد (۱۰, ۲۴). آزمون 6MWT به دلیل ساده گی اجرا، اعتبار و پایایی مناسب، نخست به عنوان جایگزین آزمون‌های ورزشی آزمایشگاهی فزاینده در بزرگسالان و سالمندان قرار گرفت (۳, ۶, ۱۱). استفاده از آزمون 6MWT در ارزیابی ظرفیت عملی کودکان و نوجوانان با بیماری‌های قلبی-تنفسی(۱۸)، سیستیک فیبروسیس(۱۵)، ناهنجاری‌های کلیوی (۵) و کودکان با بیماری های حاد (۷) نیز تایید شده است. با این وجود، گزارش های علمی گذشته، اغلب روی افراد بیمار متمرکز بوده و کمتر از جمعیت بچه‌های سالم استفاده شده است. با این حال، نیاز به وجود اطلاعات معتبر و پایا در رابطه با آزمون 6MWT در بچه های سالم برای دستیابی به یک مطالعه تجربی مرجع که زمینه ساز انجام مطالعات آتی گردد، لازم به نظر می رسد. به عنوان مثال، با تایید سطح اعتبار و پایایی آزمون 6MWT در هر رده سنی، گام اساسی بعدی برای بکارگیری گسترده این آزمون میدانی تشخیصی، در دسترس بودن اندازه‌های نرمال این آزمون یا طراحی معادلات پیشگوی 6MWT بر حسب جمعیت‌های سالم خواهد بود. به بیان دیگر، در صورت وجود مقادیر نرمال بر حسب جمعیت‌های سالم، نتایج آزمون 6MWT می‌تواند به منزله یک مقایسه بالینی برای همتایان بیماران اطلاق شود که این موضوع باید در مطالعات آتی در سنین مختلف مدنظر قرار گیرد. به نظر می رسد که مطالعه حاضر، اولین تلاش علمی برای وارسی اعتبار و پایایی آزمون میدانی 6MWT در پسران کودک و نوجوان سالم ایرانی است. زیرا درگام نخست، بررسی اعتبار و پایایی این آزمون در طیف گسترده سنی بچه‌های سالم، الزامی به نظر می‌رسد تا بتوان در مطالعات بعدی در کنار انجام پژوهش‌های بالینی روی بچه هابی بیمار، توانایی تشخیصی این آزمون میدانی مورد بازبینی و تامل بیشتر قرار گیرد.

میانگین 6MWD در پسران کودک و نوجوان تحت مطالعه، ۶۰±۷۰۲ متر بود که از سنین ۸ تا ۱۷ سالگی بطور ممتد افزایش داشت، به‌طوری که مسافت طی شده بچه های ۸ ساله هنگام آزمون 6MWT از ۴۱±۶۳۶ متر به ۶۵±۷۶۳ متر در ۱۷ سالگی افزایش پیدا کرد (شکل ۱). این نتیجه همسو با مطالعات قبلی در سایر کشورها بدست آمد (۲۵-۲۸). این روند افزایشی در 6MWD را می‌توان بوسیله اثرات نمو و بالیدگی بدن بر الگوی گام برداری، فعال سازی

دستگاه عضلانی-اسکلتی که به موازت افزایش سن رخ می دهد، توجیه کرد (۲۸).

آزمودنی های این مطالعه، آزمون 6MWT را با فشار کار زیر بیشینه (میانگین ۱۷۶ضربه معادل ۷۹ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه) انجام دادند (شکل ۲). گرچه، سنجش تواتر ضربان قلب در آزمون های ورزشی استاندارد و معتبر بویژه در بیماران، مزیت‌های بالینی به همراه دارد. اما، گزارش های علمی نشان می دهد که در غیاب آزمون های استاندارد قلبی- تنفسی استاندارد، از ضربان قلب به دست آمده هنگام آزمون 6MWT می توان به عنوان مقیاسی برای تجویز برنامه های توانبخشی ورزشی این بیماران بهره گرفت (۱, ۲). با این حال، استفاده از مولفه ضربان قلب به دست آمده بچه های سالم هنگام آزمون میدانی 6MWT را نمی توان تنها مقیاس برای تجویز برنامه ورزشی دانست. زیرا شدت این آزمون برای بچه های سالم، معمولاً در سطوح زیر بیشینه رخ می دهد (۲۵, ۲۶, ۲۹).

گزارش‌ها نشان می‌دهد که اختلاف‌های نژادی، آنتروپومتریکی، جغرافیایی، فرهنگی و اقتصادی جوامع، می تواند روی نتایج حاصل از اعتبار یک آزمون ورزشی تاثیر گذار باشند (۲۷, ۳۰). در مطالعه حاضر، بین 6MWD و VO_{2peak} نسبی (mil/kg/min) ، ارتباط خوبی (۰/۶۳۸ = r) مشاهده شد (شکل ۴). علاوه بر این، همبستگی سهمی (Partial correlation) میان مسافت طی شده در آزمون 6MWT و VO_{2peak} نسبی با کنترل عامل سن به افزایش معنادار همبستگی به سطح (p<۰/۰۰۱، r =۰/۷۳۳) منجرگردید. به بیان دیگر، با کاربست آماره ی همبستگی سهمی، اعتبارآزمون 6MWT افزایش پیدا کرد. دراین رابطه، گزارش لی و همکاران (۱۷) همبستگی متوسطی بین 6MWD و VO_{2peak} بر حسب ارزش مطلق (L/min) نشان داد (r=۰/۴۴). در مطالعه حاضر نیز سطح همبستگی میان 6MWD و VO_{2peak} مطلق در حد متوسط (r=۰/۴۹۶) بدست آمد. با تکیه بر پیشینه های علمی، به نظر می‌رسد که استفاده از مقیاس نسبی VO_{2peak} (mil/kg/min) به مراتب از دقت بالاتر در مقایسه با ارزش مطلق VO_{2peak}(L/min) در تبیین کارکرد آمادگی قلبی-تنفسی کودکان و نوجوانان برخورداراست؛ حتی زمانی که ارزش VO_{2peak} بر حسب وزن خالص بدن (LBM) محاسبه می شود، اندازه دقت برآورد ظرفیت عملی بچه ها همچنان افزایش می یابد (۳۱).

در مطالعات علمی در بچه هایی با مشکلات چاقی (۱۹) یا بیماری های مزمن (۵, ۱۵, ۱۸)، ارتباط معناداری بین 6MWD و VO_{2peak} گزارش شده است (۰/۷۶- r=۰/۷۰). اما، در مطالعه مورندینر و همکاران (۱۶) روی بچه های چاق، همبستگی 6MWD و VO_{2peak} براورد شده به مراتب پایینتر بود (r=۰/۳۴). بنابراین، امکان دارد که سطح همبستگی 6MWD و VO_{2peak} در جمعیت بیمار به مراتب برجسته تر از همتایان سالم شان باشد (۳).

اجرای دقیق آزمون 6MWT مطابق رهنمودهای ATS منجر به کاهش اثریادگیری (Lerning Effect) خواهد شد. بنابراین، در این پژوهش با اجرای دقیق آزمون6MWT، حتی‌الامکان مداخله یادگیری در آزمون 6MWT را به حداقل رساندیم(۶). با این وجود، برای اطمینان از پایایی آزمون 6MWT، اختلاف مسافت طی شده در دو وهله اندازه‌گیری این آزمون میدانی (Δ6MWD)، نباید بیشتر از ۱۰ درصد مسافت طی شده در وهله اول باشد (۶, ۱۴). در پژوهش ما پایایی آزمون 6MWT را با تکرار اندازه گیری برای ۷۳ آزمودنی ارزیابی شد. Δ6MWD به میزان ۱۴ متر (معادل ۲ درصد 6MWD بار اول) بود. همچنین اندازه توافق میان دو نوبت اندازه‌گیری (شکل۳) و ضریب همبستگی عالی درون خوشه ای (ICC= ۰/۹۸) از پایایی عالی این آزمون میدانی در پسران سالم کودک و نوجوان ایرانی حکایت دارد. مطالعات

قبلی، پایایی آزمون 6MWT را برای کودکان و نوجوان در حد عالی نشان داده است (۰/۹۹ - ۰/۹۰ = ICC) (۱۶, ۱۷, ۱۹, ۳۲). اغلب کودکان و نوجوانان سالم، انگیزه بالایی برای انجام آزمون های ورزشی دارند. بنابراین، به نظر می رسد که دلایل قانع کننده ای برای چشم پوشی از اثر یادگیری در آزمون 6MWT در این رده سنی، بویژه هنگامی که مطالعات مقطعی یا همه گیر شناسی با نمونه آماری نسبتاً بالا در جمعیت سالم اجرا می‌شود، وجود داشته باشد. اما، این نکته در برنامه های درمانی و بازتوانی بیماران، جایی که نقش یک آزمون تمرینی/آزمایشی برای آشنا شدن بیمار با آزمون الزامی است، باید لحاظ شود (۲, ۷–۱۰).

از مزیت‌های مطالعه حاضر، حجم نمونه آماری و دامنه سنی نسبتاً بزرگ (به ترتیب ۳۴۹ نفر با طیف سنی ۸ تا ۱۷ سال)، اعتبار بهینه و پایایی عالی آزمون 6MWT در پسران کودک و نوجوان ایرانی را می‌توان برشمرد که می تواند اعتماد پژوهشگران، پزشکان، متخصصان طب فیزیکی و مربیان ورزش و تندرستی را برای استفاده از این آزمون زیربیشینه به خود جلب نماید. از محدودیت های پژوهش حاضر، امکان سوگیری در انتخاب آزمودنی‌ها، یا اینکه امکان دارد که دانش آموزان فعال، که به طور مرتب در برنامه‌های ورزشی سازمان یافته در رشته‌های ورزشی مختلف شرکت می کنند، تمایل بیشتری برای شرکت در این پروژه را داشته و از ظرفیت عملی بالاتر پایه نسبت به همتای خود داشته باشند(۲۶). زیرا، مطالعات نشان داده است که میانگین آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها در شرایط انتخاب داوطلبانه ۵ تا ۱۰ درصد بیشتر از شرایط انتخاب تصادفی است (۷). همچنین سطح انگیزه آزمودنی می تواند بر آزمون ۶ دقیقه راه رفتن تاثیر گذار باشد (۲۸).

در پژوهش حاضر، آزمون 6MWT در پسران کودک و نوجوان از اعتبار و پایایی بالایی برخوردار بود و به نظر می رسد که استفاده از این آزمون با تکیه بر اعتبار و پایایی بالای آن، می‌تواند برای مربیان ورزش و تندرستی و احتمالا کادر درمانگر از مسیر سنجش کارایی دستگاه ظرفیت قلبی–تنفسی و نیز پیگیری ارزیابی مداخلات بالینی و توانبخشی بیماران موثر باشد.

قدردانی

این پژوهش برگرفته از پایان نامه دکتری فیزیولوژی ورزشی در دانشگاه بوعلی سینا است. بدینوسیله نویسندگان این اثر، ازحوزه پژوهشی و فناوری دانشگاه بوعلی سینا، کادر اداره آموزش و پرورش شهرستان همدان، مدیریت آموزشگاها و دانش آموزان و والدین آنها که امکان انجام این طرح را فراهم کردند، صمیمانه تشکر می نمایند.

منابع

1-Bartels B, de Groot JF, Terwee CB. The six-minute walk test in chronic pediatric conditions: a systematic review of measurement properties. Physical therapy. 2013 Apr;93(4):529-41. PubMed PMID: 23162042. Epub 2012/11/20. Eng.

2-Oliveira MF, Zanussi G ,Sprovieri B, Lobo DM, Mastrocolla LE, Umeda, II, et al. Alternatives to Aerobic Exercise Prescription in Patients with Chronic Heart Failure. Arquivos brasileiros de cardiologia. 2016 Feb;106(2):97-104. PubMed PMID: 26815313. Pubmed Central PMCID: PMC476 .۵۰۰۷Epub 2016/01/28. Eng Por.

3-Solway S, Brooks D, Lacasse Y, Thomas S. A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain. Chest. 2001 Jan;119(1):256-70. PubMed PMID: 11157613 .Epub 2001/02/07. Eng.
4-Papathanasiou JV, Ilieva E, Marinov B. Six-minute walk test: an effective and necessary tool in modern cardiac rehabilitation. Hellenic journal of cardiology : HJC = Hellenike kardiologike epitheorese. 2013 Mar-Apr;54(2):126-30 .PubMed PMID: 23557612. Epub 2013/04/06. Eng.
5-Nixon PA, Joswiak ML, Fricker FJ. A six-minute walk test for assessing exercise tolerance in severely ill children. The Journal of pediatrics. 1996 Sep;129(3):362-6. PubMed PMID: 8804324. Epub 1996/09/01. Eng.
6-ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. American journal of respiratory and critical care medicine. 2002 Jul 1;166(1):111-7. PubMed PMID: 12091180. Epub 2002/07/02. Eng.
7-Takken T, Engelbert R, van Bergen M, Groothoff J, Nauta J ,van Hoeck K, et al. Six-minute walking test in children with ESRD: discrimination validity and construct validity. Pediatric nephrology (Berlin, Germany). 2009 Nov;24(11):2217-23. PubMed PMID: 19633871. Pubmed Central PMCID: PMC2753769. Epub 2009/07/28. Eng.
8-Chuang ML, Lin IF, Wasserman K. The body weight-walking distance product as related to lung function, anaerobic threshold and peak VO2 in COPD patients. Respiratory medicine. 2001 Jul;95(7):618-26. PubMed PMID: 11453321. Epub 2001/07/17. Eng.
9-Boucault R, Fernandes M, Oliveira Carvalho V. Six-minute walking test in children. Disability and rehabilitation. 2013 Aug;35(18):1586-7. PubMed PMID: 23294465. Epub 2013/01/09. Eng.
10-Cruz-Anleu ID, Banos-Mejia BO, Galicia-Amor S. [Six-minute walk test in children with neuromuscular disease.]. Revista medica del Instituto Mexicano del Seguro Social. 2013 November-December;51(6):674-9. PubMed PMID: 24290021. Epub 2013/12/03. Prueba de marcha de seis minutos en ninos con enfermedad neuromuscular. Spa.
11-Du H, Newton PJ, Salamonson Y, Carrieri-Kohlman VL, Davidson PM. A review of the six-minute walk test: its implication as a self-administered assessment tool. European journal of cardiovascular nursing. 2009;8(1):2-8.
12-Salzman SH. The 6-min walk test :clinical and research role, technique, coding, and reimbursement. Chest. 2009 May;135(5):1345-52. PubMed PMID: 19420202. Epub 2009/05/08. Eng.
13-Enright PL. The six-minute walk test. Respiratory care. 2003 Aug;48(8):783-5. PubMed PMID: 12890299. Epub 2003/2/8 Eng.
14-Hinkle DE, Wiersma W, Jurs SG. Applied statistics for the behavioral sciences. 2003.
15-Gulmans VA, van Veldhoven NH, de Meer K, Helders PJ. The six-minute walking test in children with cystic fibrosis: reliability and validity. Pediatric pulmonology. 1996 Aug;22(2):85-9. PubMed PMID: 8875580. Epub 1996/08/01. Eng.
16-Morinder G, Mattsson E, Sollander C, Marcus C, Larsson UE. Six-minute walk test in obese children and adolescents: reproducibility and validity. Physiotherapy research international : the journal for researchers and clinicians in physical therapy. 2009 Jun;14(2):91-104. PubMed PMID: 19003813. Epub 2008/11/13. Eng.
17-Li AM, Yin J, Yu CC, Tsang T, So HK, Wong E, et al. The six-minute walk test in healthy children: reliability and validity. The European respiratory journal. 2005 Jun;25(6):1057-60. PubMed PMID: 15929962. Epub 2005/06/03. Eng.
18-Moalla W, Gauthier R, Maingourd Y, Ahmaidi S. 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. 2005;26(09):756-62.
19-Vanhelst J, Fardy PS, Salleron J, Béghin L. The six-minute walk test in obese youth: reproducibility, validity, and prediction equation to assess aerobic power. Disability and rehabilitation. 2013;35(6):479-82.
20-Tabachnick BG, Fidell LS, Osterlind SJ. Using multivariate statistics. 2001.
21-Medicine ACoS. ACSM's health-related physical fitness assessment manual: Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
22-Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. Journal of the American College of Cardiology. 2001 Jan;37(1):153-6. PubMed PMID: 11153730. Epub 2001/01/12. Eng.
23-Winter EM, Jones AM, Davison RR, Bromley PD, Mercer TH. Sport and Exercise Physiology Testing Guidelines: Volume I–Sport Testing: The British Association of Sport and Exercise Sciences Guide: Routledge; 2006.
24-Rostagno C, Gensini GF. Six minute walk test: a simple and useful test to evaluate functional capacity in patients with heart failure. Internal and emergency medicine. 2008 Sep;3(3):205-12. PubMed PMID: 18299800. Epub 2008/02/27. Eng.

25-Geiger R, Strasak A, Treml B, Gasser K, Kleinsasser A, Fischer V, et al. Six-minute walk test in children and adolescents. The Journal of pediatrics. 2007 Apr;150(4):395-9, 9.e1-2. PubMed PMID: 17382117. Epub 2007/03/27. Eng.

26-Li AM, Yin J, Au JT, So HK, Tsang T, Wong E, et al. Standard reference for the six-minute-walk test in healthy children aged 7 to 16 years. American journal of respiratory and critical care medicine. 2007 Jul 15;176(2):174-80. PubMed PMID: 17463419. Epub 2007/04/28. Eng.

27-Saad HB, Prefaut C, Missaoui R, Mohamed IH, Tabka Z, Hayot M. Reference equation for 6-min walk distance in healthy North African children 6–16 years old. Pediatric pulmonology. 2009;44(4):316-24.

28-Ulrich S, Hildenbrand FF, Treder U, Fischler M, Keusch S, Speich R, et al. Reference values for the 6-minute walk test in healthy children and adolescents in Switzerland. BMC pulmonary medicine. 2013;13(1):1.

29-Lammers AE, Hislop AA, Flynn Y, Haworth SG. The 6-minute walk test: normal values for children of 4–11 years of age. Archives of disease in childhood. 2008;93(6):464-8.

30-Dourado VZ] .Reference Equations for the 6-Minute Walk Test in Healthy Individuals.]. Arquivos brasileiros de cardiologia. 2011 Feb 25. PubMed PMID: 21359481. Epub 2011/03/02. Equacoes de Referencia para o Teste de Caminhada de Seis Minutos em Individuos Saudaveis .Por.

31-Loftin M, Sothern M, Abe T, Bonis M. Expression of VO2peak in Children and Youth, with Special Reference to Allometric Scaling. Sports Medicine. 2016;46(10):1451-60.

32-Goemans N, Klingels K, van den Hauwe M, Van Orshoven A, Vanpraet S, Feys H ,et al. Test-retest reliability and developmental evolution of the 6-min walk test in Caucasian boys aged 5-12 years. Neuromuscular disorders : NMD. 2013 Jan;23(1):19-24. PubMed PMID: 23137525. Epub 2012/11/10. Eng.

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

Majid Jalili[1], Farzad Nazem[1*]

1-PhD Student of Physical Education and Sport Sciences.
2-Professor of Sport Physiology Physical activity.

1,2-Department of Sport Physiology, Section of Health Science, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

**Corresponding author:*
Ensieh Sharifi; Department of Sport Physiology, Section of Health Science, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
Tel: +989181117911
Email: f.nazem1336@gmail.com

Abstract

Background and Objective: Application of standard field tests for measurement of the physiological abilities of elite athletes, clinical conditions and/or diseases rehabilitations, can be as an outstanding tool for cardiorespiratory fitness evaluation. The aim of this study was to evaluate validity and reproducibility of the 6 minute walk test (6MWT) in healthy children and adolescent boys.

Subjects and Methods: Actual peak oxygen uptake (VO2peak) was measured in modified Buruce protocol with gass exchange analysis in 349 healthy boys (8-17 yrs). Six- minute walk distance (6MWD) and anthropometric variables were measured with standard methods. Pearson correlation and intraclass correlation coefficient (ICC) were used to assess concurrent validity and reproducibility of the 6MWT respectively.

Results: Concurrent validity of the 6MWT was confirmed by good correlation between 6MWD and VO2peak ($r=0.638$, $p<0.001$). Using partial correlation controlling for age, this correlation increased ($r=0.733$, $p<0.001$). Reproducibility of the 6MWT was demonstrated by ICC of 98% in first and second 6MWT (687±77 and 700±78 and mean diff : 14 m respectively).

Conclusion: This is the first study about validity and reproducibility of the 6MWT in Iranian boys. With application of the 6MWT, physicians, physical therapists exercise coaches will receive a simple, inexpensive and safe assessment tool to evaluate functional exercise capacity in healthy and sick children and adolescents.

Keywords: Six-minute walk test, Cardio-respiratory Fitness - validity and reliability.

►*Please cite this paper as:*
Jalili M, Nazem F. 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 Sci Med J 2017;16(2):209-222.

Received: Dec 9, 2016 **Revised: Apr 17, 2017** **Accepted: Apr 26, 2017**