همبستگی آزمون‌های تردمیل (Gerkin) و پله (ACSM) در برآورد حداکثر ظرفیت هوازی (VO_2-max)

پیام حیدری[۱]، الناز محمدزاده[۲]، سکینه ورمزیار[۳]، فاطمه بیگ‌زاده[۴]

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۱۱ تاریخ ویرایش: ۹۴/۰۵/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۷/۲۰

چکیده

زمینه و هدف: حداکثر ظرفیت هوازی بدن یا VO_{2max}عبارت است از "بیش‌ترین مقدار اکسیژنی که می‌تواند به وسیله دستگاه تنفسی جذب شود و از طریق خون در اختیار ماهیچه‌های عمل‌کننده قرار گیرد". هدف این مطالعه، تعیین همبستگی بین دو روش تردمیل و تست پله در برآورد حداکثر ظرفیت هوازی و تعیین عوامل موثر بر آن در بین دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی قزوین می‌باشند.

روش بررسی: این مطالعه‌ی مقطعی در بین ۶۸ نفر (۴۷پسر و ۲۱دختر) از دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی قزوین که به صورت داوطلبانه شرکت نمودند، انجام شد. افراد مورد مطالعه، ابتدا پرسشنامه‌های سلامت عمومی (PAR-Q) و ویژگی‌های دموگرافیک را تکمیل و در صورت داشتن معیارهای ورود به مطالعه، به وسیله‌ی آزمون‌های پله ACSM و تردمیل Gerkin مورد ارزیابی قرار گرفتند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که میانگین و انحراف معیار حداکثر ظرفیت هوازی برآورد شده از طریق آزمون‌های ACSM و Gerkin به ترتیب ۰/۶۶± ۲/۸۶ و ۰/۳۲± ۱/۸۶ لیتر در دقیقه بود. بررسی رابطه بین دو آزمون نشان داد که همبستگی مثبت و معناداری (r=۰/۷۴۰ و p <۰/۰۰۱) بین نتایج حداکثر ظرفیت هوازی برآورد شده از طریق دو آزمون ACSM و Gerkin وجود دارد. همچنین بین حداکثر ظرفیت هوازی برآورد شده با آزمون ACSM و Gerkin با سن، جنس، وزن، قد، شاخص توده بدنی ارتباط معناداری وجود داشت.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج تقریباً یکسان دو آزمون ACSM و Gerkin ، می‌توان از آزمون پله به جای تردمیل در برآورد حداکثر ظرفیت هوازی استفاده نمود. بعلاوه ویژگی‌های فیزیولوژیک انسان همچون جنس، سن، قد و وزن نقش موثری در حداکثر ظرفیت هوازی دارند.

کلیدواژه‌ها: حداکثر ظرفیت هوازی بدن (Vo_{2-max})، آزمون پله (ACSM)، آزمون تردمیل (Gerkin).

مقدمه

کار ایمن برای کارگران، جلوگیری از بیماری‌های مرتبط با کار، مشارکت کارگران و بهبود عملکرد در کار، چهار هدف اصلی بهداشت حرفه‌ای می‌باشد. از مهم‌ترین استراتژی‌های موجود برای رسیدن به این اهداف، انتخاب کارگران متناسب با شغل مورد نظر و پایش دوره‌ای آن‌ها می‌باشد تا اثرات نامطلوب روی سلامتی آن‌ها خیلی سریع شناسایی شده و پیشگیری‌های مناسب آغاز شود [۱]. در این راستا یکی از اقدام‌های موثر، اندازه‌گیری ظرفیت کار فیزیکی (Physical work capacity) (PWC) است. ظرفیت کار فیزیکی در ارگونومی به محدودیت‌های فیزیولوژیکی توانایی‌های انسان اشاره دارد که ۳۳ درصد از حداکثر ظرفیت هوازی (VO_2max) می‌باشد و گویای بیش‌ترین مقدار انرژی است که شخص می‌تواند بدون این که به سلامتی خود آسیبی رساند، در طول نوبت کاری ۸ ساعته مصرف کند [۲]. حداکثر ظرفیت هوازی، حداکثر نرخ اکسیژن انتقالی ماهیچه‌ها را نشان می‌دهد که در بسیاری از موارد برای سنجیدن تناسب بین فرد با کار مورد نظر، مورد قبول می‌باشد و به فاکتورهایی مانند تهویه و برون‌ده قلبی، رگ‌های خونی و اکسیژن به کار برده شده توسط ماهیچه‌ها وابسته می‌باشد. بنابراین حداکثر ظرفیت هوازی در بسیاری از موارد برای اندازه‌گیری تناسب سیستم قلبی ریوی به کار می‌رود. فعالیت فیزیکی منظم، باعث افزایش حداکثر ظرفیت هوازی و متعاقب آن افزایش

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران.

۲- دانشجوی کارشناسی مهندسی بهداشت حرفه‌ای پیوسته، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران.

۳- استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران. svarmazyar@qums.ac.ir

۴- دانشجوی کارشناسی مهندسی بهداشت حرفه‌ای پیوسته، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران.

تناسب فیزیکی فرد می‌شود [۳]. حداکثر ظرفیت هوازی با توجه به دقت مورد نیاز و سطح ریسک موجود به روش‌های مختلفی اندازه‌گیری خواهد شد. زمانی که دقت بالایی مورد نیاز باشد، از آزمون‌های مستقیم برای تعیین حداکثر ظرفیت هوازی استفاده می‌شود اما در جمعیت‌های کارگری به دلیل سطح ریسک بالا، از تست‌های غیرمستقیم استفاده می‌شود [۲، ۴]. سنجش غیرمستقیم حداکثر ظرفیت هوازی، ارزان و حمل آن‌ها نسبت به آزمون‌های مستقیم راحت‌تر می‌باشد. در سال ۱۹۸۰ تست دوچرخه توسعه پیدا کرد که تعدادی از مشکلات سنجش مستقیم را از جمله زمان‌بر بودن برآورد حداکثر ظرفیت هوازی و تحلیل رفتن انرژی فرد را، رفع کرد اما راه‌حل مناسب برای رفع کامل مشکلات سنجش مستقیم، توسعه‌ی تست پله بود که علاوه بر ایمن، ساده و معتبر بودن در خانه هم قابل انجام می‌باشد [۳، ۴].

برای انجام تست پله آزمون‌های مختلفی مانند آزمون پله مک آردل، هاروارد، کوپین، سیکونولفی، آستراند، بیلی و میروالد، تکومش، جت، کاتن، هودکین و اسکوبیک، یوشی ناگا، روش قراردادی طیاری و رامسی و غیره پیشنهاد شده است که در هر آزمون ارتفاع پله، تعداد دفعات بالا و پائین رفتن از پله، مدت زمان بالا و پائین رفتن از پله، فرمول محاسبه حداکثر ظرفیت هوازی متفاوت است [۵]. یکی از آزمون‌هایی که روی نوار گردان برای محاسبه‌ی حداکثر ظرفیت هوازی استفاده می‌شود، آزمون Gerkin می‌باشد. مزایای استفاده از این آزمون شامل ساده بودن، نیاز نداشتن به تجهیزات پیشرفته، هزینه‌ی کمتر نسبت به اندازه‌گیری مستقیم حداکثر اکسیژن مصرفی و داشتن ریسک کمتر برای افراد دارای بیماری قلبی می‌باشد [۶]. بر اساس حداقل میزان اکسیژن مصرفی از ۰/۳ لیتر در دقیقه تا بیش از ۲/۵ لیتر در دقیقه فرد به ترتیب قادر به انجام کار بسیار سبک تا کار بیش از حد سنگین خواهد بود [۷].

علی‌رغم کاربرد فراوان حداکثر ظرفیت هوازی در زمینه‌های پزشکی، ورزشی، توانبخشی، به ویژه کاربرد این مقوله در بخش صنعت به منظور تعیین تطابق کار با انسان، در کشور ما تحقیقات اندکی در این رابطه صورت گرفته است. همچنین عوامل موثر بر حداکثر ظرفیت هوازی (ویژگی‌های دموگرافیک، شغلی و...) نیز در چند مطالعه محدود مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به موارد فوق هدف این مطالعه برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی و عوامل مرتبط با آن به دو روش تست پله با روش قراردادی طیاری-رامسی و تردمیل با آزمون Gerkin در میان دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی قزوین می‌باشد.

روش بررسی

در این مطالعه مقطعی، پس از انجام مطالعه‌ی پایلوت در بین ۸ نفر از شرکت‌کنندگان و محاسبه‌ی ضریب همبستگی به میزان ۰/۵۱، سطح اطمینان ۹۵ درصد (α=۰/۰۵)، $1-\beta$=0.99

با توجه به فرمول‌های زیر:

$$N = \left[\frac{Z_1-\frac{\alpha}{2}+Z_1-\beta}{Z'r_0-Z'r_1}\right]^2 + 3 \quad و \quad Z' = 0.5\ln(\frac{1+r}{1-r})$$

تعداد نمونه ۶۸ نفر (۴۷ نفر مرد و ۲۱ نفر زن) برآورد گردید. نمونه‌ها از بین افراد دارای شرایط ورود به مطالعه، به صورت تصادفی ساده و از میان تمام دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی قزوین انتخاب شدند. معیار ورود به مطالعه، فقدان سابقه‌ی بیماری‌های قلبی – عروقی، تنفسی و اسکلتی عضلانی، عدم مصرف داروهای مسکن و خواب‌آور، نداشتن شغل با فعالیت فیزیکی بسیار بالا در نظر گرفته شدند. به منظور ایجاد شرایط یکسان در اندازه‌گیری‌ها، کلیه اندازه‌گیری‌ها توسط تجهیزات موجود در آزمایشگاه ارگونومی دانشکده بهداشت و توسط محققین انجام شدند. همچنین دما و رطوبت (دما ۲۷ درجه ی سانتی گراد و رطوبت ۲۲درصد) که از عوامل تاثیرگذار بر حداکثر ظرفیت هوازی می‌باشد، ثابت در نظر گرفته شد.

برای انجام پژوهش پس از هماهنگی و توجیه

شرکت‌کنندگان و قبل از شروع کار، فرم رضایت‌نامه کتبی، پرسشنامه‌ی سلامت عمومی PAR-Q[1] [۸] و پرسشنامه‌ی ویژگی‌های دموگرافیک در اختیار افراد مورد مطالعه قرار گرفت تا آن‌ها را تکمیل کنند. پرسشنامه‌ی سلامت عمومی PAR-Q سوالاتی از قبیل درد قفسه سینه، از دست دادن تعادل و سرگیجه، مشکل استخوانی یا مفصلی و غیره) را در بر می‌گرفت، تا از سلامت کامل افراد اطمینان حاصل شود. پرسشنامه‌ی ویژگی‌های دموگرافیک شامل دو بخش بود که بخش اول آن به صورت مصاحبه‌ی حضوری با دانشجویان به سوالاتی در مورد سن، وضعیت تاهل، سطح تحصیلات، ابتلا به بیماری‌های خاص، استعمال دخانیات، ورزش کردن، مصرف دارو (داروی خاصی مدنظر محققین نبوده است) پاسخ می‌داد . بخش دوم پرسشنامه متغیرهای قابل اندازه‌گیری همچون قد، وزن، شاخص توده بدنی و تعداد ضربان نبض را شامل می‌شد که توسط محققین اندازه‌گیری و در پرسشنامه ثبت می‌شدند. قد افراد با استفاده از متر نواری در شرایط تعریف شده و استاندارد، وزن افراد به وسیله‌ی ترازوی دیجیتال و ضربان نبض با استفاده از دستگاه ضربان‌سنج مدل Beurer در هر دقیقه اندازه‌گیری و در فرم مربوطه ثبت شدند. لازم به ذکر است که قد و وزن دانشجویان با لباس سبک و بدون کفش، کلاه و دستکش اندازه‌گیری شد. سپس در حالی که فرد لباس سبک به تن داشت، تست‌های ورزشی (تست پله و تردمیل) انجام شد.

اندازه‌گیری حداکثر ظرفیت هوازی (VO_2-max)

الف) آزمون پله ACSM[2]

در اندازه‌گیری حداکثر ظرفیت هوازی توسط آزمون پله، از پله‌هایی به ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر برای مردان و۳۳ سانتی‌متری برای زنان استفاده می‌شود به نحوی که فرد مورد آزمایش باید به مدت ۳ دقیقه، پله مزبور را بالا و پایین رود، سپس فرکانس بالا و پایین رفتن از پله در دقیقه به‌دست می‌آید. پس از انجام تست با استفاده از وزن فرد بر حسب کیلوگرم و ضربان قلب اندازه گیری شده بلافاصله پس از انجام آزمون (ضربه در دقیقه)، حداکثر اکسیژن مصرفی از معادله‌ی زیر محاسبه می‌شود [۲]:

$$VO_{2\,max} = \frac{AG(131.5 \times VO_2)}{HR + GF - 72}$$

در این فرمول:

VO_2 : اکسیژن مصرفی (لیتر در دقیقه)،

HR: ضربان قلب فرد (ضربه در دقیقه)،

GF: فاکتور جنسی (برای مردان ۱۰و برای زنان صفر)

AG: فاکتور تصحیح سن است که از طریق معادله‌ی زیر به دست می‌آید:

$$AG = 1.12 - 0.0073\ age$$

در این فرمول age، سن شخص می‌باشد.

VO_2 (اکسیژن مصرفی) در فرمول بالا از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$VO_2 = (0.35 \times f) + (2.395 \times f \times h)$$

در این فرمول:

f: فرکانس بالا و پایین رفتن از پله (step در دقیقه)،

h: ارتفاع پله (متر)

Vo_2 : اکسیژن مصرفی حالت پایدار (اکسیژن مصرفی زیر بیشینه) می‌باشد.

ب) آزمون تردمیل Gerkin

در این آزمون فرد به مدت ۳ دقیقه بر روی تردمیل با سرعت ۳/۵ مایل بر ساعت شروع به حرکت کرده و بعد از ۳ دقیقه سرعت به ۴/۵ مایل بر ساعت افزایش خواهد یافت. فرد به مدت ۱دقیقه در این سرعت فعالیت نموده سپس هر دقیقه ۰/۵مایل بر ساعت به سرعت و ۲٪ به شیب اضافه خواهد شد. زمانی که ضربان قلب فرد به ۸۵٪ حداکثر ضربان قلب (HR_{max})

[1]. Physical Activity Readiness Questionnaire
[2]. American College of Sports Medicine

رسید، تردمیل متوقف و ضربان قلب فرد در یک دقیقه اندازه‌گیری و در فرمول ذیل که مربوط به روش قراردادی طیاری می‌باشد، جایگزین و حداکثر اکسیژن مصرفی محاسبه خواهد شد[۶]:

$$V_{O_2\max} = \frac{0.263(W_b + 10)V + 13.15}{HR + G - 72}$$

Vo_{2max}: ماکزیمم اکسیژن مصرفی (لیتر در دقیقه)
W_b: وزن فرد بر حسب (کیلوگرم)
V: سرعت نوار نقاله (کیلوگرم در ساعت)
HR: ضربان قلب در هنگام راه رفتن بر روی تردمیل (ضربه در دقیقه)
G: فاکتور جنسیت برای مردان ۱۰ و برای زنان صفر
همچنین قابل ذکر می‌باشد که حداکثر ضربان قلب(HR_{max}) از طریق معادله‌ی زیر به دست می‌آید:
HR_{max}=۲۲۰−age
در این فرمول age، سن شخص می‌باشد.

داده‌های گردآوری شده با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۸ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در این مطالعه، به منظور تعیین نرمال بودن پارامترها از آزمون کلوموگروف اسمیرونوف استفاده و بعد از اثبات نرمال بودن داده‌ها برای تعیین روابط بین حداکثر ظرفیت هوازی برآورد شده توسط آزمون‌های تردمیل و پله، از آزمون همبستگی پیرسون و به منظور پی بردن به تفاوت بین میانگین‌های حداکثر ظرفیت هوازی در گروه‌های مختلف از آزمون‌های تی‌تست دو نمونه مستقل (گروه‌های سنی، جنس و استعمال دخانیات) و آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (گروه‌های وزن، قد، شاخص توده بدنی و ساعات ورزش در هفته) استفاده شد. به منظور بررسی فرض برابری واریانس متغیر وابسته (حداکثر ظرفیت هوازی) در نمونه‌ها و عدم معناداری تفاوت آن‌ها از نظر آماری از آزمون لون (Leven) و از سطح معناداری حاصل برای تست t، فاکتور F استفاده شد. در صورت معنادار شدن فاکتور F در آزمون تحلیل واریانس و بررسی فرض برابری واریانس‌ها به شرطی که گروه‌های مورد مطالعه دارای حجم ثابت بوده و پژوهش‌گر بخواهد تفاوت دو به دوی میانگین‌ها را بررسی نماید، از آزمون شفه (Scheffe) استفاده شد.

یافته‌ها

براساس نتایج مطالعه، میانگین سن مردان و زنان مورد مطالعه به ترتیب ۱/۲۹±۲۱/۰۲ و ۰/۹۴±۲۰ به دست آمد. همچنین میانگین حداکثر ظرفیت هوازی حاصل از آزمون‌های پله ACSM و تردمیل Gerkin در افراد مورد مطالعه به ترتیب ۲/۸۶ و ۱/۸۶ لیتر در دقیقه برآورد شد.

حداقل، حداکثر، میانگین و انحراف استاندارد حداکثر ظرفیت هوازی برآورد شده با استفاده از دو آزمون تست پله ACSM و تردمیل Gerkin بر حسب لیتر در دقیقه و به تفکیک جنسیت در جدول شماره ۱ ارایه شده است.

حداقل، حداکثر، میانگین و انحراف استاندارد حداکثر ظرفیت هوازی برای گروه‌های سنی، وزنی، قدی، شاخص توده بدنی و تعداد ساعات ورزش در هفته در جدول شماره ۲ ارایه شده است.

نتایج مطالعه نشان داد که در تمامی گروه‌ها به استثنای ساعات ورزش در هفته در تست پله توسط آزمون آماری تحلیل واریانس و استعمال دخانیات در

جدول ۱- آمارهای توصیفی حداکثر ظرفیت هوازی با استفاده از آزمون‌های پلهACSM و تردمیل Gerkin در جامعه مورد مطالعه (n=۶۸)

جنسیت	VO_2-max (lit/min)	آزمون پله ACSM			آزمون تردمیل Gerkin		
		Mean±SD	Max	Min	Mean±SD	Max	Min
مردان	n=۴۷	۳/۱۹±۰/۵۵	۴/۸۹	۲/۰۸	۱/۹۷±. /۲۹	۲/۶۱	۱/۳۵
زنان	n=۲۱	۲/۱۳±۰/۲۴	۲/۸۰	۱/۷۸	۱/۵۹±. /۱۸	۲/۰۱	۱/۲۶
کل	n=۶۸	۲/۸۶±۰/۶۶	۴/۸۹	۱/۷۸	۱/۸۶±./۳۲	۲/۶۱	۱/۲۶

جدول ۲ – آماره‌های توصیفی حداکثر ظرفیت هوازی، نتایج آزمون‌های تی‌تست دو نمونه‌ی مستقل و تحلیل واریانس سطوح مختلف متغیرهای مستقل در دانشجویان مورد مطالعه (n=۶۸)

VO_2-max (lit/min)		آزمون پله ACSM			آزمون تردمیل Gerkin				
		p	t یا F	M±SD	Max	Min	P-Value	t یا F	M±SD	Max	Min
گروه سنی	۲۱ – ۱۸	۰/۰۰۱	-۳/۳۱	۲/۷۱±۰/۶۶	۴/۸۹	۱/۸۶	۰/۰۰۹	-۲/۶۸	۱/۸۱±۰/۳۲	۲/۶۱	۱/۲۶
	۲۴ – ۲۲			۳/۲۹±۰/۵۴	۴/۰۹	۱/۷۸			۲/۰۷±۰/۳۱	۲/۶۰	۱/۴۶
گروه وزنی (Kg)	۶۰>	<۰/۰۰۱	۳۶/۴۹	۲/۲۷±۰/۳۷	۳/۳۱	۱/۷۸	<۰/۰۰۱	۲۴/۵۳	۱/۵۷±۰/۱۷	۱/۹۱	۱/۲۶
	۷۰ – ۶۰			۲/۹۳±۰/۴۵	۳/۸۲	۱/۹۶			۱/۹۵±۰/۲۴	۲/۶۱	۱/۶۲
	۸۰ – ۷۱			۳/۷۰±۰/۵۱	۴/۸۹	۳/۰۵			۲/۱۳±۰/۳۱	۲/۶۰	۱/۵۴
	۸۰<			۳/۴۶±۰/۳۸	۴/۰۹	۲/۹۹			۲/۱۳±۰/۱۴	۲/۲۲	۱/۸۴
گروه قدی (Cm)	۱۷۰<	<۰/۰۰۱	۱۹/۸۳	۲/۳۹±۰/۵۵	۳/۸۲	۱/۷۸	<۰/۰۰۱	۱۱/۴۴	۱/۶۷±۰/۳۰	۲/۶۱	۱/۲۶
	۱۸۰ – ۱۷۰			۳/۰۸±۰/۵۳	۴/۰۶	۲/۰۸			۱/۹۴±۰/۲۷	۲/۶	۱/۳۵
	۱۸۰<			۳/۴۰±۰/۵۹	۴/۸۹	۲/۶۷			۲/۰۷±۰/۲۳	۲/۵۲	۱/۷۳
گروه BMI	۱۸/۵>	۰/۰۲۱	۴/۱۱	۲/۱۱±۰/۳۲	۲/۶۷	۱/۹۱	۰/۰۰۳	۶/۲۲	۱/۴۷±۰/۲۰	۱/۷۷	۱/۲۶
	۲۴/۹۹ – ۱۸/۵			۲/۹۰±۰/۶۸	۴/۸۹	۱/۷۸			۱/۸۷±۰/۳	۲/۶۱	۱/۳۴
	۲۹/۹۹ – ۲۵			۳/۳۲±۰/۳۲	۳/۷۱	۳/۱۲			۲/۲±۰/۰۱	۲/۲۲	۲/۲
	۳۰<			-	-	-			-	-	-
گروه ورزش در هفته (ساعت)	۳/۹۹ – ۰	۰/۲	۱/۵۹	۲/۷۰±۰/۸۲	۴/۸۹	۱/۷۸	۰/۰۵۱	۳/۲۳	۱/۷۶±۰/۳۲	۲/۲۷	۱/۲۶
	۷/۹۹ – ۴			۲/۹۸±۰/۵۸	۴/۰۶	۲/۰۰			۱/۸۶±۰/۲۴	۲/۲۹	۱/۴۷
	۱۱/۹۹ – ۸			۲/۸۸±۰/۴۷	۳/۴۱	۲/۲۳			۲/۰۰±۰/۳۸	۲/۶۰	۱/۶۵
	۱۲<			۳/۲۴±۰/۳۳	۳/۸۲	۲/۹۳			۲/۱۲±۰/۳۴	۲/۶۱	۱/۷۶
جنس	مرد	<۰/۰۰۱	۱۰/۹۶	۳/۱۹±۰/۵۵	۴/۸۹	۲/۰۸	<۰/۰۰۱	۶/۳۰	۱/۹۷±۰/۳۰	۲/۶۱	۱/۳۵
	زن			۲/۱۳±۰/۲۵	۲/۸۰	۱/۷۸			۱/۵۹±۰/۱۸	۲/۰۱	۱/۲۶
استعمال دخانیات	خیر	۰ /۲۴۴	-۱/۱۷۵	۲/۸۴±۰/۶۹	۴/۸۹	۱/۷۸	۰/۱۵۵	-۱/۴۴	۱/۸۴±۰/۳۱	۲/۶۱	۱/۲۶
	بله			۳/۲۱±۰/۶۳	۳/۸۹	۲/۵۳			۲/۰۵±۰/۳۵	۲/۶۱	۱/۷۵

t : خروجی آزمون آماری تی تست مستقل

F : خروجی آزمون آنالیز واریانس یکطرفه

تست پله و تردمیل توسط آزمون آماری تی‌تست با اطمینان ۹۵ درصد و سطح خطای کمتر از ۵ درصد معنادار می‌باشند که در جدول شماره ۲ ارایه شده‌اند.

با توجه به معنادار شدن فاکتور F در آزمون تحلیل واریانس و در نتیجه معناداری میانگین حداکثر ظرفیت هوازی در گروه‌های مختلف، نتایج آزمون شفه به منظور پی بردن به تفاوت و مقایسه گروه‌ها به صورت دو به دو با یکدیگر در جدول شماره ۳ ارایه شده است.

آزمون همبستگی پیرسون بین حداکثر ظرفیت هوازی حاصل از آزمون‌های پله ACSM و تردمیل Gerkin نشان داد بین این دو پارامتر همبستگی مثبت و معنادار ($r = ۰/۷۴۰$ و $p<۰/۰۰۱$) وجود دارد (شکل ۱).

بحث و نتیجه‌گیری

با برآورد اکسیژن مصرفی توسط فرد می‌توان به قدرت او برای انجام کار فیزیکی مناسب پی برد. میانگین حداکثر ظرفیت هوازی حاصل از آزمون‌های تست پله ACSM و تردمیل Gerkin در بین دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی قزوین به ترتیب ۲/۸۶ و ۱/۸۶ لیتر در دقیقه به دست آمد. با توجه به میزان اکسیژن مصرفی می‌توان قضاوت نمود که افراد مورد مطالعه توانایی انجام کار سنگین و خیلی سنگین را دارند [۷]. یافته‌های حاصل از این مطالعه به وسیله‌ی تست پله با نتایج پژوهش انجام شده توسط ملکی و همکاران در خصوص حداکثر ظرفیت هوازی با برآورد ۳ لیتر در دقیقه در میان آتش‌نشانان [۹] و نتایج مطالعه‌ی زارع دریسی و همکاران در بین دانشجویان با برآورد ۳/۰۳ لیتر در دقیقه [۱۰] هم‌راستا می‌باشد. همچنین نتایج این مطالعه به وسیله‌ی تست تردمیل با نتایج پژوهش انجام شده توسط میبر و همکاران و واندرمیسن و همکاران که در بین آتش‌نشانان [۴، ۶]

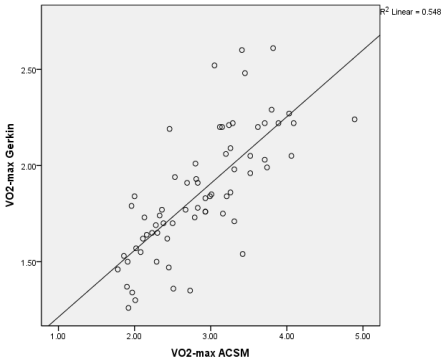
جدول۳- تفاوت دو به دوی میانگین‌ها در گروه‌های وزنی، قدی، شاخص توده‌ی بدن و ساعات ورزش در هفته توسط آزمون شفه

متغیرها	گروه‌بندی		تست تردمیل		تست پله	
	گروه ۱	گروه ۲	p	عدد شفه	p	عدد شفه
وزن	۶۰>	۶۰-۷۰	<۰/۰۰۱	-۰/۳۷	<۰/۰۰۱	-۰/۶۶
	۶۰>	۷۱-۸۰	<۰/۰۰۱	-۰/۵۶	<۰/۰۰۱	-۱/۴۳
	۶۰>	۸۰<	<۰/۰۰۱	-۰/۵۶	<۰/۰۰۱	-۱/۱۹
	۶۰-۷۰	۷۱-۸۰	۰/۱۸۵ *	-۰/۱۸	<۰/۰۰۱	-۰/۷۲
	۶۰-۷۰	۸۰<	۰/۲۷۱ *	-۰/۱۸	۰/۰۳۵	-۰/۵۲
	۷۱-۸۰	۸۰<	۱/۰۰۰ *	-۰/۰۰۰	۰/۶۸۸ *	۰/۲۴
قد	<۱۷۰	۱۷۰-۱۸۰	۰/۰۰۴	-۰/۲۶	<۰/۰۰۱	-۰/۶۹
	<۱۷۰	۱۸۰<	<۰/۰۰۱	-۰/۳۹	<۰/۰۰۱	-۱/۰۲
	۱۷۰-۱۸۰	۱۸۰<	۰/۳۹۲ *	-۰/۱۲	۰/۱۹۳ *	-۰/۳۲
شاخص توده بدن (BMI)	۱۸/۵>	۱۸/۵-۲۴/۹۹	۰/۰۲۱	-۰/۳۹	۰/۰۴۱	-۰/۷۹
	۱۸/۵>	۲۵-۲۹/۹۹	۰/۰۰۶	-۰/۷۳	۰/۰۴۸	-۱/۲۰
	۱۸/۵>	۳۰<	-	-	-	-
	۱۸/۵-۲۴/۹۹	۲۵-۲۹/۹۹	۰/۱۸۲ *	-۰/۳۳	۰/۵۴۲ *	-۰/۴۲
	۱۸/۵-۲۴/۹۹	۳۰<	-	-	-	-
	۲۵-۲۹/۹۹	۳۰<	-	-	-	-
ساعات ورزش در هفته	۰-۳/۹۹	۴-۷/۹۹	۰/۷۱۲ *	-۰/۰۹	۰/۴۹۵ *	-۰/۲۹
	۰-۳/۹۹	۸-۱۱/۹۹	۰/۳۴۵ *	-۰/۲۴	۰/۹۳۰ *	-۰/۱۹
	۰-۳/۹۹	۱۲<	۰/۰۵۸ *	-۰/۳۶	۰/۳۱۲ *	-۰/۵۴
	۴-۷/۹۹	۸-۱۱/۹۹	۰/۷۸۵ *	-۰/۱۳	۰/۹۹۹ *	۰/۱۰
	۴-۷/۹۹	۱۲<	۰/۲۸۳ *	-۰/۲۶	۰/۸۶۴ *	-۰/۲۵
	۸-۱۱/۹۹	۱۲<	۰/۹۰۲ *	-۰/۱۲	۰/۸۱۵ *	-۰/۳۵

*عدم معناداری

مورد ارزیابی قرار گرفته است هم‌خوانی داشته و تقریباً نزدیک می‌باشد.

نتایج این مطالعه نشان داد که بین میانگین حداکثر ظرفیت هوازی برآورد شده از آزمون‌های تست پله



شکل ۱- ارتباط بین حداکثر ظرفیت هوازی برآورد شده از آزمون‌های پله ACSM و تردمیل Gerkin (n=۶۸)

ACSM و تردمیل Gerkin با سن ارتباط معناداری وجود دارد. زیرا با افزایش سن و رشد فیزیولوژیک،حداکثر ضربان و حجم ضربه‌ای قلب و همچنین ظرفیت اسکلتی – عضلانی در محدوده سن جوانی افزایش می‌یابد که این انتظار طبیعی به نظر می‌رسد. این یافته با نتایج حاصل از مطالعه چوبینه و همکاران [۱۱]، دانشمندی و همکاران [۱۲] و ویرتانن و همکاران [۱۳] همسو می‌باشد. بالعکس یافته‌های حاصل از این مطالعه با نتایج پژوهش انجام شده توسط دریسی و همکاران [۱۰]، ملکی و همکاران [۹]، حسام و همکاران [۱۴] و چاترچی و همکاران [۱۵]، کیلبم و همکاران [۱۶] و بوگاجسکا و همکاران [۱۷] مغایریت دارد که در توجیه آن می‌توان به محدود بودن گستره‌ی سنی افراد مورد مطالعه (دانشجویان جوان) در پژوهش

حاضر و گروه‌های سنی متفاوت در مطالعات فوق الذکر اشاره نمود.

نتایج این مطالعه نشان داد که بین میانگین نمره حداکثر ظرفیت هوازی برآورد شده از آزمون‌های پله ACSM و تردمیل Gerkin با وزن، قد و شاخص توده‌ی بدن ارتباط معناداری وجود دارد؛ بدین معنی که با افزایش وزن و طول قد افراد مورد مطالعه، ظرفیت هوازی افزایش می‌یابد که این یافته‌ها با نتایج حاصل از سایر مطالعات [۱۰-۱۲] همسو می‌باشد. این مسئله می‌تواند به دلیل افزایش جذب اکسیژن بیش‌تر توسط سیستم ریوی و رسیدن گلوگز بیشتر توسط جریان خون به عضلات باشد.

نقش ورزش در بهبود عملکرد فیزیولوژیکی و ظرفیت هوازی در مطالعات متعددی نشان داده شده است [۱۱، ۱۸]. نتایج این مطالعه نشان داد که بین میانگین نمره حداکثر ظرفیت هوازی برآورد شده از آزمون پله ACSM و تردمیل Gerkin با ساعات ورزش در هفته ارتباط معناداری وجود ندارد که این یافته‌ها با نتایج حاصل از مطالعات زارع دریسی و همکاران [۱۰] و سایر مطالعات [۱۱، ۱۲، ۱۴] همسو می‌باشد. در توجیه این مسئله که ارتباط بین حداکثر اکسیژن هوازی با ساعت ورزش در هفته معنادار نبوده است، می‌توان بیان داشت که بیش‌تر افراد در طول هفته فعالیت ورزشی داشته‌اند.

نتایج این مطالعه نشان داد که بین میانگین حداکثر ظرفیت هوازی برآورد شده از آزمون‌های تست پله ACSM و تردمیل Gerkin با استعمال دخانیات، ارتباط معناداری وجود ندارد که این یافته‌ها با نتایج حاصل از مطالعات ملکی و همکاران [۹]، حسام و همکاران [۱۴] همسو می‌باشد. هر چند در مطالعات متعددی به کاهش معنادار حداکثر اکسیژن مصرفی در افراد با استعمال دخانیات نسبت به افراد بدون استعمال دخانیات اشاره شده و دلیل آن اشباع خون از منوکسیدکربن موجود در دود سیگار و به دنبال آن کاهش ظرفیت حمل اکسیژن بیان شده است [۱۹] ولی در مطالعه حاضر با توجه به اینکه پژوهش در بین قشر دانشجو انجام شده و اکثر دانشجویان مصرف استعمال دخانیات نداشته و در صورت استفاده به علت سپری نشدن سال‌های زیاد، اثرات بر سیستم قلبی-عروقی مزمن نمی‌باشد.

با توجه به نتایج مطالعه، بین آزمون‌های پله ACSM و تردمیل Gerkin در برآورد حداکثر ظرفیت هوازی همبستگی مثبت و معنادار وجود دارد. با توجه به این‌که حمل تردمیل سخت و دسترسی به آن کم‌تر می‌باشد، به کمک نتایج مطالعه می‌توان برای برآورد حداکثر ظرفیت هوازی، از تست پله به عنوان جایگزین تست تردمیل استفاده شود.

از جمله محدودیت‌های این پژوهش می‌توان به انجام مطالعه در بین دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی قزوین و همچنین محدودیت سنی آن‌ها اشاره نمود که نتایج آن قابل تعمیم به جمعیت عمومی کشور یا دانشجویان سایر دانشگاه‌ها و نیز قشر کارگری نمی‌باشد. محدودیت دیگر این پژوهش مقطعی بودن مطالعه و در نتیجه عدم توانایی در مشاهده‌ی تاثیر عوامل مختلف در گذر زمان می‌باشد.

نتایج برآورد حداکثر ظرفیت هوازی توسط دو آزمون ACSM و Gerkin تقریباً یکسان بود، لذا از نتایج حاصل از دو آزمون می‌توان برای برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی و در نتیجه تعیین ظرفیت فیزیکی انجام کار استفاده نمود. بعلاوه می‌توان نتیجه گرفت که ویژگی‌های فیزیولوژیک انسان همچون جنس، سن، قد و وزن نقش موثری در حداکثر ظرفیت هوازی و در نتیجه توانایی جسمی انسان دارند. با توجه به اینکه در انجام تست تردمیل Gerkin تنظیم سرعت و شیب آزمون نیازمند دقت در زمان‌های مختلف در حین آزمون توسط محقق می‌باشد و از طرف دیگر تست پله ACSM ساده‌تر و حمل آن راحت‌تر می‌باشد، استفاده از تست پله ACSM در محیط‌های صنعتی به سهولت قادر به برآورد حداکثر ظرفیت هوازی بوده و دارای کاربرد بیش‌تری می‌باشد.

منابع

1. Plat M, Frings-Dresen M, Sluiter J. A systematic review of job-specific workers' health surveillance activities for fire-fighting, ambulance, police and military personnel. International archives of occupational and environmental health. 2011;84(8):839-57.
2. Group TaF. International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors. 2 ed: CRC Press. 2006:509-510.
3. Siconolfi SF, Garber CE, Lasater TM, Carleton RA. A simple, valid step test for estimating maximal oxygen uptake in epidemiologic studies. American journal of epidemiology؛ 1985، 121(3): 382-90
4. Vandersmissen G, Verhoogen R, Van Cauwenbergh A, Godderis L. Determinants of maximal oxygen uptake (VO 2 max) in fire fighter testing. Applied ergonomics. 2014;45(4): 1063-6.
5. Mackenzie B. Performance Evaluation Tests, 1 ed. London: Jonathan Pye. 2005.
6. Mier CM , Gibson AL. Evaluation of a treadmill test for predicting the aerobic capacity of firefighters. Occupational Medicine. 2004; 54(6):373-8.
7. Eramaki MA. Body mechanics and design of work stations، 1 ed. Tehran: Omid Majd. 1999. [Persian].
8. Ghasemi B, Azamian J, Nori P. The effect of 12 weeks of functional training on dynamic balance in healthy older women. Journal of Ageing. 2011;5(18):30-37.[Persian].
9. Firoozeh M, Saremi M, Kavousi A, Maleki A. Investigation into Maximal Aerobic Capacity and its Associated Factors in Firefighters. Biennial Conference on Ergonomics. 2014:1-13.[Persian].
10. Zare Derisi F, Rastegar L, Hosseini S, Daneshmandi H, Choobineh A, Mohammadbeigi A. Correlation of Astrand and ACSM Protocols in Estimating the Maximum Aerobic Capacity (Vo2-Max). First Biennial Conference on Iranian ergonomics. 2014;1(3):27-35. [Persian].
11. Choobineh A Barzideh M, Gholami T, Amiri R, Tabatabaei HR, Almasi Hashyanie A. Estimation of aerobic capacity (Vo2-max) and study of its associated factors among male workers of industrial factories in Sepidan/Fars province, 2009. scientific medical journal. 2011;10:1
12. Daneshmandi H, Choobineh A, Rajaei Fard A. Data bank of aerobic capacity (VO2-max) in male industrial workers of Shiraz, Iran, based on age. Health System Research. 2013;9: 42-9.
13. Virtanen M, Vahtera J, Pentti J, Honkonen T, Elovainio M, Kivimaki M. Job strain and psychological distress influence on sickness absence among Finnish employees. American Journal of Preventive Medicine. 2007;33:182-7.
14. Farhadi S, Hesam G, Abazari M, Babayi Y. Design and fabrication of adjustable stair stepping test and its use for measurement of the maximum aerobic capacity in fire fighters. First Biennial Conference on Iranian ergonomics. 2014:1-11 [Persian].
15. Chatterjee S MS, Samanta A. Aerobic capacity of the brick-field workers in eastern India. Industrial Health. 1993;32(2):79-84.
16. Kilbom Å. Physical work capacity of firemen: with special reference to demands during fire fighting. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health. 1980;6(1):48-57.
17. Bugajska JMDT, Jegier A, Marszałek A, editors. Physical work capacity (VO2 max) and work ability (WAI) of active employees (men and women) in Poland. International Congress Series. 2005;1280:156-160.
18. Punakallio ALH, Luukkonen R, Lusa S. Lifestyle Factors Predicting Changes in Aerobic Capacity of Aging Firefighters at 3-and 13-Year Follow-Ups. Journal of Occupational & Environmental Medicine. 2012;54(9):1133-1141.
19. Klausen KAC, Nandrup S. Acute effects of cigarette smoking and inhalation of carbon monoxide during maximal exercise. European journal of applied physiology and occupational physiology. 1983;51(3):0-371.

Correlation of treadmill (Gerkin) and step tests (ACSM) in estimating the maximum aerobic capacity (VO_2max)

Payam Heydari[1], Elnaz Mohammadzadeh[2], Sakineh Varmazyar[3], Fatemeh Beigzadeh[4]

Received: 2015/03/02 Revised: 2015/08/21 Accepted: 2015/10/12

Abstract

Background and aims: The maximum aerobic capacity or VO_2max is a measure of the maximum volume of oxygen that can be absorbed by respiratory system and delivered to the acting muscles through blood flow. The aims of this study were to determine the correlation between the two methods of treadmill and step tests in estimating the maximum aerobic capacity and it's affecting factors among students of Qazvin University of Medical Sciences.

Methods: This cross-sectional study conducted among 68 students (47 males and 21 females) who participated voluntarily. First, the participants completed Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q) and demographic characteristics, and if they met inclusion criteria, step and treadmill tests were performed according to Gerkin and ASCM protocols, respectively.

Results: The results showed that the mean and standard deviation of maximum aerobic capacity estimated from ACSM and Gerkin protocols were 2.86±0.66 and 1.86±0.32, respectively. Significant and positive correlation were estimated between two tests for maximum aerobic capacity via two protocols of ASCM and Gerkin ($r=0.74$ and $p<0.001$). Also, there were significant associations among maximum aerobic capacity with age, sex, weight, height, and BMI in both ACSM and Gerkin protocols.

Conclusion: According to the results of almost the same ACSM and Gerkin tests, step test can be used instead of the treadmill test to estimate the maximum aerobic capacity. Additionlly, physiological characteristics of the human such as sex, age, height and weight have main roles in maximum aerobic capacity.

Keywords: Aerobic capacity, Treadmill test (Gerkin), Step test (ACSM)

1. MSc Student, Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.
2. BC student, Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.
3. (**Corresponding author**) Assistant Professor, Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Qazvin university of medical sciences, Qazvin, Iran. svarmazyar@qums.ac.ir
4. BC student, Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.