



## بر آورد حداکثر ظرفیت هوازی پرسنل آتشنشان با استفاده از آزمون پله: مطالعه موردی با استفاده از پله‌ای با قابلیت تنظیم ارتفاع

سجاد فرهادی<sup>۱</sup>، قاسم حسام<sup>۲</sup>، زهرا مرادپور<sup>۲</sup>، مالک ابادری<sup>۳</sup>، یوسف بابایی مسدرقی<sup>۱\*</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران  
<sup>۲</sup> مربی گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات سلامت محیط و کار، دانشگاه علوم پزشکی شاهرود، شاهرود، ایران  
<sup>۳</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد آمار و اپیدمیولوژی زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

**نویسنده مسئول:** یوسف بابایی مسدرقی، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران. ایمیل: usf.hse@gmail.com

DOI: 10.20286/joe-0402438

### چکیده

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۱/۱۹

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۳/۲۹

**مقدمه:** آتش‌نشانی یکی از مشاغلی می‌باشد که به دلیل ماهیت شغل و خواسته‌های فیزیکی بالای این شغل، نیاز به توان جسمانی و هوازی بالایی دارد. در این مطالعه حداکثر ظرفیت هوازی پرسنل آتشنشان با استفاده از آزمون پله بررسی شد.

### واژگان کلیدی:

حداکثر ظرفیت هوازی

آتش‌نشان‌ها

تست پله

**روش کار:** این مطالعه مقطعی به صورت توصیفی-تحلیلی و بر روی ۷۳ نفر از پرسنل آتش‌نشانی انجام شد. در ابتدا اطلاعات دموگرافیک افراد توسط پرسشنامه‌ای جمع‌آوری شد. سپس پله‌ای با قابلیت تنظیم ارتفاع جهت تست پله ساخته شد و با استفاده از روش فرانسوی حداکثر ظرفیت هوازی افراد شرکت کننده، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از پرسشنامه و آزمون پله توسط نرم افزار SPSS ۱۶ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

**یافته‌ها:** بیشترین ظرفیت هوازی ماموران آتش‌نشانی، (۶۵/۳ (L/min) و (۴/۴۷ (mL/kgmin) بدست آمد. نتایج حاصل از آزمون آماری نشان داد که ارتباط معناداری بین حداکثر ظرفیت هوازی و نمایه توده بدنی و میزان ورزش در هفته وجود دارد ( $P < 0.05$ ). همچنین بین حداکثر ظرفیت هوازی و سن، سیگار کشیدن و خستگی هنگام کار، رابطه معناداری مشاهده نشد ( $P < 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** بررسی ظرفیت قلبی ریوی آتش‌نشانان به دلیل حساسیت شغلی و انجام وظایف سخت در شرایط دشوار به منظور کاهش احتمال بروز آسیب برای آتش‌نشان و مجروحین حادثه بسیار مهم می‌باشد. نتایج این مطالعه نشان داد حداکثر اکسیژن مصرفی و ظرفیت قلبی ریوی آتش‌نشانان مورد بررسی، از حداقل مقدار توصیه شده توسط انجمن بین‌المللی ماموران آتش‌نشانی بیشتر می‌باشد که می‌تواند به دلیل وجود برنامه‌های منظم آمادگی جسمانی این سازمان باشد.

### مقدمه

به منظور رسیدگی به مسائل ایمنی و بهداشت آتش‌نشانان، انجمن بین‌المللی ماموران آتش‌نشانی، خدمت آتش‌نشانی به همراه مدیریت کار با ابتکار سلامتی و تناسب اندام را توسعه دادند. این خدمت، حداکثر اکسیژن مصرفی جهت برآورد نیازهای هوازی در وظایف آتش‌نشانی را دست کم ۴۲ میلی لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه توصیه کرده است [۲]. حداکثر اکسیژن مصرفی ( $VO_{2-max}$ ) عبارت است از حداکثر توانایی فرد برای مصرف اکسیژن در حین فعالیت فیزیکی بر حسب میلی‌لیتر که در مدت یک دقیقه به ازاء هر کیلوگرم وزن بدن آن را مصرف می‌کند.  $VO_{2-max}$  یک معیار پذیرفته شده برای ارزیابی تناسب قلبی و ریوی افراد می‌باشد که

آتش‌نشانی یکی از مشاغلی می‌باشد که به دلیل ماهیت شغل و خواسته‌های فیزیکی بالای این شغل، نیاز به توان جسمانی و هوازی بالایی دارد [۱]. وظایفی مانند نجات گرفتارشدگان و خاموش نمودن آتش نیازمند انجام فعالیت‌هایی مانند دویدن، بالا رفتن، واکنش سریع و ... می‌باشند [۲]. ترکیبی از خواسته‌های فیزیکی بالا از کار، تغییرات ناگهانی از حالت استراحت به فعالیت شدید در زمان عملیات، عوامل استرس‌زای محیطی و روانی و استفاده از لباس‌های سنگین و گرم سبب شده است که مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی در میان آتش‌نشانان افزایش یابد [۳].

## روش کار

این مطالعه مقطعی به صورت توصیفی-تحلیلی بر روی پرسنل آتش‌نشانی شهرستان همدان انجام گردید. تعداد کل پرسنل آتش‌نشانی ۱۳۸ نفر بوده است که همگی مرد می‌باشند. حجم نمونه با استفاده از رابطه شماره ۱ و ۲ در سطح اطمینان ۹۵ درصد و انحراف معیار ۳/۷۴ میلی لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه و  $d=0/06$ ، ۷۳ نفر تعیین گردید [۱۲].

فرمول ۱:

$$n_0 = \frac{Z^2 \times SD^2}{d^2}$$

فرمول ۲:

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

سپس پرسشنامه‌ای تنظیم گردید و کلیه خصوصیات دموگرافیک افراد مانند سن، سابقه کار، قد، وزن، میزان ورزش در هفته و مصرف سیگار در آن گنجانده شد. در ابتدا افرادی که مبتلا به بیماری بوده‌اند و یا دارو مصرف می‌کردند از مطالعه حذف شدند و پس از آن هدف تحقیق اطلاع رسانی شد و بعد از کسب رضایت از افراد مورد مطالعه، از طریق مصاحبه اطلاعات دموگرافیک افراد ثبت گردید. بیشترین ظرفیت هوازی بر اساس روش فرانسویس اندازه‌گیری شد [۱۱]. در روش فرانسویس، زاویه ۷۳/۳ درجه ران، به عنوان بهترین زاویه برای تنظیم ارتفاع پله در افراد با قد‌های مختلف در نظر گرفته شده است. پس نیاز به پله‌ای بود که قابلیت تنظیم ارتفاع داشته باشد. پله‌های قابل تنظیم موجود در بازار بشکل پالت‌های با ضخامت ۵ سانتیمتر می‌باشند که قرار دادن پالت‌ها روی هم ارتفاع پله را افزایش می‌دهد. رنج ارتفاع این پله‌ها بشکل گسسته (مثلاً ۵، ۱۰، ۱۵ و ...) می‌باشد و امکان تنظیم پله بر روی ارتفاع ما بین اینها وجود ندارد. جهت حل این مشکل در این مطالعه با استفاده از تخته، لوله و جک خودرو، پله‌ای ساخته شد که تغییر ارتفاع پله با تغییر ارتفاع جک، امکان‌پذیر بود (شکل ۱).

در مطالعه حسام و همکاران پایایی این پله با ضریب همبستگی ICC برابر ۰/۸۸۶ و روایی آن با  $r = 0/737$  مورد تأیید قرار گرفت [۱۳].

سپس براساس روش فرانسویس با توجه به قد افراد، ارتفاع پله توسط رابطه شماره ۳ به دست آمد [۱۱]. تنظیم ارتفاع پله بر اساس این رابطه زاویه ۷۳/۳ درجه ران را تأمین می‌کند:

فرمول ۳:

$$(I_{h \times L_f}) 0.7162 = H_f$$

میزان آن وابسته به عملکرد چهار ارگان قلبی عروقی، ریوی، عضلانی اسکلتی و سیستم اکسیژن رسانی و هموگلوبین می‌باشد. از این رو هرگونه اختلال یا بیماری در هر یک از ارگان‌های فوق می‌تواند باعث کاهش حداکثر توان فیزیکی هوازی در افراد مبتلا شود [۴].

تعیین حداکثر توان فیزیکی هوازی با دو روش مستقیم و غیر مستقیم انجام می‌شود که می‌توان به آزمون‌های روی نوارگردان، آزمون‌های روی دوچرخه کارسنج، آزمون‌های پیاده روی یا دویدن و آزمون‌های پله (Step Test) اشاره کرد [۵]. مزیت آزمون‌های پله نسبت به آزمون‌های دیگر این است که به تجهیزات گران نیاز ندارند، نیازمند کالیبره شدن نیستند و به آسانی در جمعیت بزرگ‌تری به کار می‌روند [۶]. برای انجام تست پله پروتکل‌های مختلفی پیشنهاد شده است که در هر پروتکل ارتفاع پله، نرخ بالا و پایین رفتن از پله، مدت زمان پله زدن و رابطه محاسبه  $VO_{2-max}$  متفاوت است [۷].

بیشتر آزمون‌های پله روی پله‌هایی با ارتفاع ثابت و بدون در نظر گرفتن قد افراد طراحی شده‌اند. پله‌هایی با ارتفاع بلند ممکن است در افراد کوتاه قد پیش از دستیابی به ظرفیت هوازی واقعی خستگی ایجاد کنند و آزمون به جای ظرفیت هوازی، استقامت پاها را اندازه‌گیری کند. با تطبیق ارتفاع پله براساس قد، احتمال می‌رود تفاوت‌های بیومکانیکی ناشی از قد افراد از بین برود و اعتبار آزمون‌های پله افزایش یابد. تنظیم ارتفاع پله براساس زوایای مختلف ران و زانو انجام می‌شود [۸].

مطالعات زیادی جهت تعیین بهترین زاویه ران انجام شده است که بزرگترین زاویه ۹۰ درجه و کوچکترین زاویه ۶۵ درجه بوده است. اختلاف این محدوده به چهار چارک ۶۵، ۷۳/۳، ۸۱/۷ و ۹۰ تقسیم شده است. تحقیقات قبلی ارتباط بیشتر ضربان قلب با ظرفیت هوازی را در ارتفاع پله متناسب با زاویه ران ۷۳/۳ درجه نسبت به سه زاویه دیگر را نشان داده است [۹]. کالپپر و فرانسویس زاویه ران ۷۳/۳ درجه را بهترین زاویه برای تنظیم ارتفاع پله در افراد با قد‌های مختلف پیشنهاد کردند [۱۰، ۱۱]. از آنجا که کارایی پله زدن از زاویه کشتش زانو تأثیر می‌پذیرد، بنابراین تنظیم ارتفاع پله براساس زاویه زانو ممکن است باعث بالا رفتن کارایی نرخ بالا و پایین رفتن از پله و اعتبار آزمون‌های پله در برآورد  $VO_{2-max}$  شود. بر این اساس مطالعه حاضر با هدف بررسی حداکثر ظرفیت هوازی پرسنل آتش‌نشانی با استفاده از آزمون پله با پله‌ای با قابلیت تنظیم ارتفاع، انجام شده است.

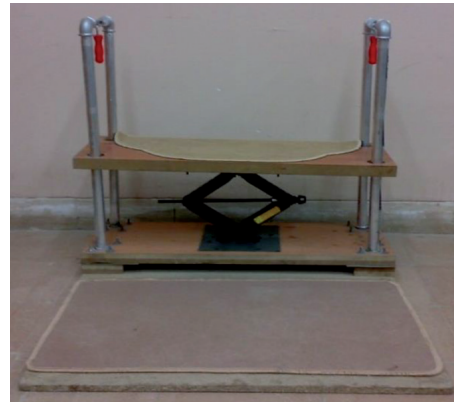
پس از جمع آوری داده‌ها، تجزیه تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS16 صورت گرفت. برای بررسی ارتباط متغیرهای کمی با یکدیگر با توجه به نرمال و غیرنرمال بودن داده‌ها، از آزمون‌های همبستگی پیرسون و اسپیرمن استفاده شد. جهت تعیین اختلاف میانگین  $VO_{2max}$  در دو گروه نیز از آزمون  $t$  مستقل استفاده گردید. کلیه آزمون‌ها در سطح معناداری  $\alpha=0/05$  انجام پذیرفت.

### یافته‌ها

مطالعه حاضر در اواخر فصل بهار در دمای بین ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی گراد در کلیه ایستگاه‌های آتش نشانی شهرستان همدان صورت پذیرفت. ارتفاع از سطح دریا شهرستان همدان ۱۷۴۱ متر و محل مورد مطالعه فارغ از سر و صدا بوده است. مقادیر به دست آمده برای ضربان قلب در قبل و بعد از آزمون و حداکثر ظرفیت هوزی، در جدول ۲ ارائه شده است. میانگین بیشترین ظرفیت هوزی  $65/3$  (L/min) و  $4/47$  (mL/kgmin) بدست آمد.

خصوصیات دموگرافیک افراد مورد مطالعه و ارتباط آن‌ها با حداکثر ظرفیت هوزی ( $VO_{2max}$ ) در جدول ۳ ارائه گردیده است. بر اساس نتایج، از لحاظ آماری بین سن و سابقه کار با  $VO_{2max}$  ارتباط معناداری مشاهده نگردید ( $P < 0/05$ ) اما این ارتباط بین نمایه توده بدنی و ورزش در هفته با  $VO_{2max}$  از لحاظ آماری معنادار بود ( $P < 0/05$ ).

همچنین نتایج حاصل از آزمون آماری  $T$  مستقل نشان داد که ارتباط معناداری بین میانگین  $VO_{2max}$  در دو گروه سیگاری و غیر سیگاری وجود ندارد ( $P < 0/05$ ).



شکل ۱: پله با قابلیت تنظیم ارتفاع

که در این رابطه  $H_f$  ارتفاع پله به سانتیمتر،  $I_h$  ارتفاع قد به سانتیمتر و  $L_f$  نسبت ارتفاع ران به قد می‌باشد که نسبت ارتفاع ران به قد با توجه به سن و جنس از طریق جدول شماره ۱ بدست آمد [۱۱].

پس از تنظیم ارتفاع پله، طبق روش فرانسویس بایستی، افراد ۶ تا ۱۷ سال با نرخ ۲۲ بار در دقیقه و افراد ۱۸ تا ۳۴ سال با نرخ ۲۶ بار در دقیقه به مدت ۳ دقیقه عمل پله زدن را انجام دهند. پس از ۳ دقیقه پله زدن، فرد در همان حالت ایستاده، به مدت ۵ ثانیه استراحت کرده، سپس به مدت ۱۵ ثانیه تعداد نبض توسط سنسور دیجیتال اندازه‌گیری گردید. نهایتاً تعداد نبض اندازه‌گیری شده در رابطه شماره ۴ قرار داده شد و میزان  $VO_{2max}$  محاسبه گردید [۱۱].

فرمول ۴:

$$VO_2 \text{ Max} = 97/71 - (776/0 \times \text{تعداد نبض در 15 ثانیه})$$

جدول ۱: نسبت ارتفاع ران به قد (fL) با توجه به سن و جنس افراد [۱۱]											
سن											
	۸-۶	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	> ۱۸
مرد	۰/۲۵۷	۰/۲۵۹	۰/۲۶۳	۰/۲۶۶	۰/۲۶۹	۰/۲۷۰	۰/۲۷۰	۰/۲۷۰	۰/۲۶۹	۰/۲۶۸	۰/۲۶۷
زن	۰/۲۵۸	۰/۲۶۲	۰/۲۶۴	۰/۲۶۷	۰/۲۶۸	۰/۲۶۷	۰/۲۶۸	۰/۲۶۶	۰/۲۶۵	۰/۲۶۴	۰/۲۶۳

جدول ۲: نتایج ضربان قلب، حداکثر ظرفیت هوزی	
میانگین $\pm$ انحراف معیار	
$6/13 \pm 8/78$	bpm , HR <sub>before</sub>
$20/02 \pm 6/127$	bpm , HR <sub>after</sub>
$0/531 \pm 65/3$	L/min , Vo <sub>2</sub> Max
$3/85 \pm 4/47$	mL/kgmin , Vo <sub>2</sub> Max

جدول ۳: خصوصیات فردی و دموگرافیک افراد مورد مطالعه و ارتباط آن‌ها با حداکثر ظرفیت هوازی (n=۷۳)	
P-Value	میانگین ± انحراف معیار
	قد ۵/۱۷ ± ۱۷۶/۳
	وزن ۱۱/۳۳ ± ۷۷/۳۷
* /۰/۰۹	نمایه توده بدنی ۳/۳ ± ۲۴/۹
* /۱/۸۲	سن ۷/۷ ± ۳۳/۸
** /۰/۰۶۲	سابقه کار ۸/۰۸ ± ۸
** /۰/۰۴۸	ورزش در هفته ۴/۲۱ ± ۵/۸۶

\* آزمون پی‌رسون

\*\* آزمون اسپیرمن

جدول ۴: میانگین max-VO <sub>2</sub> در دو گروه سیگاری و غیر سیگاری	
P-Value	تعداد (%)
* /۰/۰۵۱	سیگاری ۱۲ (۱۶)
	غیرسیگاری ۸۴ (۶۱)

\* آزمون T مستقل

## بحث

نیاز بدن به خورسانی به بافتها افزایش می‌یابد و با توجه به اینکه ظرفیت قلب محدود است خورسانی خوبی صورت نمی‌گیرد و سبب کاهش اکسیژن در دسترس بافت‌ها می‌شود. همچنین افزایش چربی اطراف قلب که معمولاً به دلیل چاقی اتفاق می‌افتد، قدرت پمپاژ قلب را کاهش داد و سبب کاهش ظرفیت قلبی می‌شود [۲۰]. باور و همکاران ظرفیت قلبی ریوی افراد با BMI کمتر از ۲۵ را ۲۵ درصد بیشتر از افراد با BMI بیشتر از ۳۰ گزارش کردند [۱۵].

در این مطالعه ارتباط معنی داری بین سن و VO<sub>2-max</sub> یافت نشد. اگرچه نتایج برخی از مطالعات مشابه مطالعه حاضر می‌باشد و ارتباط معنی داری بین سن و VO<sub>2-max</sub> یافت نکردند [۲۱] ولی در بسیاری از مطالعات که تعداد افراد در دسته بندی‌های سنی برابر هستند این ارتباط معنی دار بود [۱۵، ۱۶]. در مطالعه‌ای که پری‌تو و همکاران جهت تعیین ارتباط بین سن و VO<sub>2-max</sub> انجام دادند، افراد را در ۳ گروه سنی ۱۰ ساله قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان داد با افزایش سن، حداکثر اکسیژن مصرفی کاهش می‌یابد [۲۲]. دلیل عمده عدم ارتباط بین سن و VO<sub>2-max</sub> در مطالعه حاضر، می‌تواند قرار گرفتن اکثر افراد در محدوده سنی ۲۹ تا ۳۹ سال و وجود تعداد کم افراد در محدوده‌های سنی پرت باشد.

در مطالعه حاضر حداکثر ظرفیت هوازی پرسنل آتش نشان با استفاده از آزمون پله، مورد بررسی قرار گرفت. اندازه-گیری VO<sub>2-max</sub> در مطالعه حاضر نشان داد که مقدار VO<sub>2-max</sub> در آتش نشانان مورد بررسی ۴۷/۴ میلی لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه می‌باشد. نتایج این مطالعه مشابه با نتایج مطالعه کیانمهر و همکاران می‌باشد. کیانمهر و همکاران حداکثر ظرفیت هوازی آتش نشانان را با استفاده از تست تردمیل بررسی کردند که حداکثر ظرفیت هوازی را ۴۷/۵۳ میلی لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه گزارش کردند (۱۲). دازال و همکاران حداکثر اکسیژن مصرفی آتش نشانان در آزمون WFI-TM را ۴۳/۶ میلی لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه گزارش کردند که کمی با نتایج مطالعه ما اختلاف دارد که این اختلاف می‌تواند به دلیل BMI بالاتر جامعه مورد بررسی در مطالعه دازال و همکاران باشد [۱۴].

بررسی ارتباط نمایه توده بدنی با VO<sub>2-max</sub> در مطالعه حاضر نشان داد که ارتباط معناداری بین این متغیرها به صورت معکوس وجود دارد. یعنی مقدار VO<sub>2-max</sub> با افزایش نمایه توده بدنی کاهش می‌یابد. بسیاری از مطالعات ارتباط بین افزایش وزن و BMI و کاهش VO<sub>2-max</sub> را گزارش کردند [۱۵-۱۹]. با افزایش وزن و BMI میزان

است برخی از افراد به دلیل مباحث فرهنگی و اجتماعی جامعه از پاسخ درست به سؤال استعمال سیگار اجتناب کنند. البته میزان تفاوت P-value بدست آمده (۰/۰۵۱) از P-value حد معنی داری (۰/۰۵) بسیار ناچیز می‌باشد. این مطالعه می‌توانست با بررسی پارامترهای خونی و ارتباط آنها با  $VO_{2-max}$  بسیار جامع‌تر گردد که این موضوع را می‌توان بعنوان محدودیت مطالعه در نظر گرفت.

### نتیجه گیری

در این مطالعه حداکثر ظرفیت هوازی پرسنل آتش نشان با استفاده از پله قابل تنظیم بررسی شد. بررسی ظرفیت قلبی ریوی آتش نشانان به دلیل حساسیت شغلی و انجام وظایف سخت در شرایط دشوار به منظور کاهش احتمال بروز آسیب برای آتش نشان و مجروحین حادثه بسیار مهم می‌باشد. نتایج این مطالعه نشان داد حداکثر اکسیژن مصرفی و ظرفیت قلبی ریوی آتش نشانان مورد بررسی، از حداقل مقدار توصیه شده توسط انجمن بین المللی ماموران آتش نشانی بیشتر می‌باشد که می‌تواند به دلیل وجود برنامه‌های منظم ورزشی و آمادگی جسمانی این سازمان باشد. همچنین در این مطالعه بین حداکثر ظرفیت هوازی و نمایه توده بدنی و میزان ورزش در هفته رابطه معناداری مشاهده شد ولی بین حداکثر ظرفیت هوازی و سن، سیگار کشیدن و خستگی هنگام کار، رابطه معناداری مشاهده نگردید.

### سپاسگزاری

نویسندگان از مدیریت محترم آتش نشانی همدان به علت حمایت‌های بی‌دریغ و همچنین از مسئول ایمنی و بهداشت و پرسنل زحمتکش این سازمان به علت مشارکت و همکاری مناسب در طی انجام این مطالعه تشکر صمیمانه خود را ابراز می‌نمایند.

در مطالعه حاضر بین مقدار ورزش در هفته و  $VO_{2-max}$  ارتباط معناداری مشاهده شد که همسو با نتایج دیگر مطالعات می‌باشد [۱۵، ۱۶، ۲۱]. با افزایش فعالیت بدنی، نیاز بافت‌ها و سلول‌های بدن به اکسیژن و مواد مغذی افزایش می‌یابد. برای تأمین این نیاز و نیز برای دفع مواد زائد تولید شده توسط سلول‌ها، جریان خون و فعالیت قلب و تهویه ریوی زیادتر می‌شود. همچنین عضله قلب با قدرت و سرعت بیشتری خون را پمپ می‌کند و فعالیت دستگاه تنفس نیز با افزایش عمق و سرعت تنفس، افزایش می‌یابد. در صورت داشتن برنامه ورزشی مرتب در زندگی روزانه، به تدریج عضله قلب و دستگاه تنفس در اثر تمرین قوی‌تر شده و ظرفیت قلبی ریوی فرد را افزایش می‌دهد [۲۳، ۲۴]. باور و همکاران در مطالعه‌ای ارتباط بین مدت زمان ورزش در هفته و  $VO_{2-max}$  را بررسی کردند. میانگین مدت زمان ورزش در هفته در گروه مورد مطالعه ۱۰۲ دقیقه بوده است. نتایج این مطالعه نشان داد میزان  $VO_{2-max}$  در دو گروه با مدت زمان ورزش کمتر از ۱۵۰ دقیقه و بیشتر از ۱۵۰ دقیقه تفاوت معناداری دارد [۱۵].

در مطالعه حاضر بین میانگین  $VO_{2-max}$  در دو گروه سیگاری و غیر سیگاری تفاوت معناداری مشاهده نگردید که بر خلاف نتایج مطالعات دیگر می‌باشد [۲۵-۲۷]. مصرف سیگار می‌تواند باعث اشباع خون از منو اکسید کربن شده و در نتیجه باعث کاهش حمل اکسیژن و در نهایت کاهش در  $VO_{2-max}$  گردد [۲۴]. نتایج مطالعه چوبینه و همکاران مشخص ساخت که بین  $VO_{2-max}$  و سیگار کشیدن ارتباط معنی داری وجود دارد ( $P=0/029$ ) به گونه‌ای که میانگین  $VO_{2-max}$  در افراد سیگاری (۰/۴۱ + ۲/۵۱) به طور معنی داری کمتر از میانگین آن در افراد غیرسیگاری (۰/۳۳ + ۲/۶۷) می‌باشد [۲۱].

اما در مطالعه ما چنین وضعیتی مشاهده نگردید. شاید علت آن کم بودن قابل توجه تعداد افراد سیگاری نسبت به غیر سیگاریها بوده و این عدم تعادل باعث عدم نشان دادن اثر سیگار بر  $VO_{2-max}$  شده باشد. همچنین ممکن

## REFERENCES

1. Geibe JR, Holder J, Peoples L, Kinney AM, Burrell JW, Kales SN. Predictors of on-duty coronary events in male firefighters in the United States. *Am J Cardiol.* 2008;101(5):585-9. DOI: [10.1016/j.amjcard.2007.10.017](https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2007.10.017) PMID: [18308003](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18308003/)
2. International Association of Fire Fighters IAoFC. The Fire Service Joint Labor Management Wellness/Fitness Initiative. 3rd ed. New York: International Association of Fire Fighters; 2008.
3. El-Kader SMA. Aerobic Exercise Training Improves Cardiopulmonary Fitness among Firefighters. *Eur J General Med.* 2010;7(4).
4. Bassett DR, Jr., Howley ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(1):70-84. PMID: [10647532](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10647532/)
5. Rogers D, Prasad SA, Doull I. Exercise testing in children with cystic fibrosis. *J R Soc Med.* 2003;96 Suppl 43:23-9. PMID: [12906322](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12906322/)
6. Selig SE, Gosling CM, Carlson JS. A multi-stage step test protocol for people with low exercise capacity. *Clin Kinesiol.* 2000;54(3):67-71.
7. Mackenzie B. Performance Evaluation Tests. 1st ed. London: Jonathan Pye; 2005.
8. Agha alinejad H, Gharakhanlo, R., M. M. [The maximum step test designed by the Tarbiat Modares Step Test (TMST) to estimate maximal oxygen uptake (VO2 MAX)]. *Olympics.* 2009;2(46):17-26.
9. Shapiro A, Shapiro Y, Magazani A. A simple step test to predict aerobic capacity. *J Sports Med Phys Fitness.* 1976;16(3):209-14. PMID: [979230](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/979230/)
10. Culpepper MI, Francis KT. An anatomical model to determine step height in step testing for estimating aerobic capacity. *J Theor Biol.* 1987;129(1):1-8. PMID: [3455455](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3455455/)
11. Francis KT. A new single-stage step test for the clinical assessment of maximal oxygen consumption. *Phys Ther.* 1990;70(11):734-8. PMID: [2236217](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2236217/)
12. Kianmehr P, Nazem F. Evaluation of validity and capability of professional function test of Iranian firemen. *J Mil Med.* 2011;13(3):147-53.
13. Hesam G, Ebrahimi MH, Khosravi F, Sattari R, Dehghani F, Moradpoor Z. Validity and Reliability of the Height Adjustable Step for Step Test. *J Knowled Health.* 2016;11(2):38-43.
14. Dolezal BA, Barr D, Boland DM, Smith DL, Cooper CB. Validation of the firefighter WFI treadmill protocol for predicting VO2 max. *Occup Med (Lond).* 2015;65(2):143-6. DOI: [10.1093/occmed/kqu189](https://doi.org/10.1093/occmed/kqu189) PMID: [25567508](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25567508/)
15. Baur DM, Christophi CA, Cook EF, Kales SN. Age-Related Decline in Cardiorespiratory Fitness among Career Firefighters: Modification by Physical Activity and Adiposity. *J Obes.* 2012;2012:710903. DOI: [10.1155/2012/710903](https://doi.org/10.1155/2012/710903) PMID: [22666557](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22666557/)
16. Daneshmandi H, Fard AR, Choobineh A. Estimation of aerobic capacity and determination of its associated factors among male workers of industrial sector of Iran. *Int J Occup Saf Ergon.* 2013;19(4):667-73. DOI: [10.1080/10803548.2013.11077014](https://doi.org/10.1080/10803548.2013.11077014) PMID: [24321645](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24321645/)
17. Haugen TA, Tonnessen E, Hem E, Leirstein S, Seiler S. VO2max characteristics of elite female soccer players, 1989-2007. *Int J Sports Physiol Perform.* 2014;9(3):515-21. DOI: [10.1123/ijspp.2012-0150](https://doi.org/10.1123/ijspp.2012-0150) PMID: [23412586](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23412586/)
18. Vanhecke TE, Franklin BA, Miller WM, deJong AT, Coleman CJ, McCullough PA. Cardiorespiratory fitness and sedentary lifestyle in the morbidly obese. *Clin Cardiol.* 2009;32(3):121-4. DOI: [10.1002/clc.20458](https://doi.org/10.1002/clc.20458) PMID: [19301295](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19301295/)
19. 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)]. *J Erg.* 2014;1(3):27-35.
20. Mohammadifard N, Shams HR, Paknahad Z, Sajadi F, Maghroom M, Safari H. [Relationship between obesity and cardiovascular risk factors in adults living in central Iran: Results of Isfahan Healthy Heart Program]. *Iran J Nutr Sci Food Tech.* 2009;3(4):19-28.
21. Choobineh A, Barzideh M, Gholami T, Amiri R, Tabatabaei HR, Almasi Hashyane A. Estimation of Aerobic Capacity (VO2-max) and Study of its Associated Factors among Male Workers of Industrial Factories in Sepidan/Fars Province, 2009. *J Med Sci.* 2010;10(1):1-12.
22. Prieto JA, Gonzalez V, Del Valle M, Nistal P. The influence of age on aerobic capacity and health indicators of three rescue groups. *Int J Occup Saf Ergon.* 2013;19(1):19-27. DOI: [10.1080/10803548.2013.11076963](https://doi.org/10.1080/10803548.2013.11076963) PMID: [23498702](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23498702/)
23. Hoeger B, Diether M, Ballester PJ, Kohn M. Biochemical evaluation of virtual screening methods reveals a cell-active inhibitor of the cancer-promoting phosphatases of regenerating liver. *Eur J Med Chem.* 2014;88:89-100. DOI: [10.1016/j.ejmech.2014.08.060](https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2014.08.060) PMID: [25159123](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25159123/)
24. Lee CL, Chang WD. The effects of cigarette smoking on aerobic and anaerobic capacity and heart rate variability among female university students. *Int J Womens Health.* 2013;5:667-79. DOI: [10.2147/IJWH.S49220](https://doi.org/10.2147/IJWH.S49220) PMID: [24204174](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24204174/)
25. Kitahara Y, Hattori N, Yokoyama A, Yamane K, Sekikawa K, Inamizu T, et al. Cigarette smoking decreases dynamic inspiratory capacity during maximal exercise in patients with type 2 diabetes. *Hiroshima J Med Sci.* 2012;61(2):29-36. PMID: [22916510](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22916510/)
26. Miyatake N, Numata T, Nishii K, Sakano N, Suzue T, Hirao T, et al. Relation between cigarette smoking and ventilatory threshold in the Japanese. *Environ Health Prev Med.* 2011;16(3):185-90. DOI: [10.1007/s12199-010-0178-6](https://doi.org/10.1007/s12199-010-0178-6) PMID: [21431801](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21431801/)
27. Suminski RR, Wier LT, Poston W, Arenare B, Randles A, Jackson AS. The effect of habitual smoking on measured and predicted VO2(max). *J Phys Act Health.* 2009;6(5):667-73. PMID: [19953845](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19953845/)

## Estimating the Maximum Aerobic Capacity of Fire Fighters Using The Step Test; A Case Study With Height Adjustable Steps

Sajjad Farhadi<sup>1</sup>, Ghasem Hesam<sup>2</sup>, Zahra Moradpour<sup>2</sup>, Malek Abazari<sup>3</sup>, Yousef Babayi Mesdaraghi<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

<sup>2</sup>Department of Occupational Health Engineering, Occupational and Environmental Health Research Center, Shahrood University of Medical Sciences, Shahrood, Iran

<sup>3</sup>Department of Biostatistics, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

\* Corresponding author: Yousef Babayi Mesdaraghi, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran. E-mail: usf.hse@gmail.com

DOI: 10.20286/joe-04021

Received: 07.04.2016

Accepted: 18.06.2016

### Keywords:

Maximum Aerobic Capacity  
Firefighters  
Step Test

### How to Cite this Article:

Farhadi S, Hesam Gh, Moradpour Z, Abazari M, Babayi Mesdaraghi Y. Estimating the Maximum Aerobic Capacity of Fire Fighters Using The Step Test; A Case Study With Height Adjustable Steps. *J Ergo.* 2016;4(2):60-66. DOI: 10.20286/joe-0402438

© 2016 Hamedan University of Medical Sciences.

### Abstract

**Introduction:** Firefighting is amongst jobs that require high physical strength and high aerobic capacity. These are required because of the nature and the physical demands of the job. The maximum aerobic capacities of firefighters were investigated using the step test.

**Methods:** This cross-sectional descriptive-analytical study was conducted on 73 firefighters. At first, demographic information was collected by a questionnaire. Then, the step was built with adjustable height, for step testing, and using the Francis method, maximum aerobic capacity of the participants, was studied. The results of the questionnaire and step test were analyzed by the SPSS 16 software.

**Results:** maximum aerobic capacity of firefighters was calculated as 3.65 L/min and 47.4 mL/kgmin. Moreover, the results of statistical analysis revealed a significant relationship between body mass index and exercise, and maximum aerobic capacity ( $P < 0.05$ ). Also no significant relationship was found between maximum aerobic capacity, age, smoking and work-related fatigue ( $P > 0.05$ ).

**Conclusions:** Studying the firefighters cardiorespiratory capacity, to reduce the probability of firefighters injuries is very important due to occupational sensitivity and having to perform difficult tasks under demanding circumstances. The results of this study showed that maximal oxygen uptake ( $vo_2$  max) and cardiopulmonary capacity of examined firefighters are greater than the minimum amount recommended by the international association of firefighters, which can be due to regular physical fitness programs conducted by the organization.