Journal of Occupational Hygiene Engineering Volume 4, Issue 2, Summer 2017, Pages: 18-25

Original Article

doi: 10.18869/acadpub.johe.4.2.18

Relationship of Maximum Oxygen Uptake with Hand-grip Strength and Endurance in Assembly Workers

Zahra Ordudari[1], Ehsanollah Habibi[2,*], Javad Gholamian[3], Akbar Hassanzadeh

[1] *MSc Student, Student Research Committee, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran*
[2] *Professor, Department of Occupational Health, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran*
[3] *MSc Student of Ergonomics, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran*
[4] *Instructor, Department of Biostatistics and Epidemiology, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran*

**** Corresponding Author:*** *Ehsanollah Habibi, Department of Occupational Health, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran. Email: habibi@hlth.mui.ac.ir*

Received: 28/05/2017
Accepted: 22/08/2017

How to Cite this Article:
Ordudari Z, Habibi E, Gholamian J, Hassanzadeh A. Relationship of Maximum Oxygen Uptake with Hand-grip Strength and Endurance in Assembly Workers. *J Occup Hyg Eng.* 2017; 4(2): 18-25. DOI: 10.18869/acadpub.johe.4.2.18

Abstract

Background and Objective: Grip and pinch strength is a measure indicating the function of hand and is considered as a sign of general health. Work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) are highly prevalent due to the incongruity of work with the workers. However, the diseases caused by such incongruity are preventable. Regarding this, the present study was conducted with the aim of investigating the relationship of maximum oxygen uptake (Vo_{2max}) with grip and pinch strength and endurance.

Materials and Methods: This cross-sectional study was conducted on 120 male assembly workers using simple random sampling technique. The Vo_{2max}, grip endurance and strength, as well as pinch endurance and strength were assessed by means of step test, dynamometer, and pinch gauge, respectively. The grip endurance was specified through determining the maximum time (in seconds) that one could continue applying one third of the maximum voluntary contraction. Data analysis was carried out using Pearson correlation coefficient in SPSS 20. P-value less than 0.05 was considered statistically significant.

Results: According to the results, Vo_{2max} had a direct relationship with grip and pinch strength and endurance ($P<0.05$). Furthermore, Body Mass Index, age, and height showed a direct relationship with grip and pinch strength and Vo_{2max} ($P<0.05$). However, grip endurance demonstrated no significant relationship with BMI and height ($P>0.05$). Additionally, there was a direct relationship between age and the endurance of grip and pinch ($P<0.05$).

Conclusion: As the findings indicated, in order to prevent WMSDs and enhance occupational efficiency, the individuals with high Vo_{2max} should be employed in the jobs requiring high grip and pinch strength and endurance.

Keywords: Assembly Worker; Grip and Pinch Strength and Endurance; Step Test; Vo_{2max}

Copyright © 2017 Journal of Occupational Hygiene Engineering. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (*http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/*) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite

مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای دوره ۴، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، صفحات ۱۸ تا ۲۵

مقاله پژوهشی

doi: 10.18869/acadpub.johe.4.2.18

بررسی ارتباط بین حداکثر اکسیژن مصرفی با پایداری و قدرت نیروهای چنگشی در مونتاژکاران

زهرا اردودری[۱]، احسان الله حبیبی[۲،*]، جواد غلامیان[۳]، اکبر حسن زاده[۴]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

[۲] گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

[۳] کارشناس مسئول آزمایشگاه ارگونومی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

[۴] مربی،گروه آمار زیستی و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

* **نویسنده مسئول:** احسان الله حبیبی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

ایمیل: habibi@hlth.mui.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۰۳/۷

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۵/۳۱

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

چکیده

سابقه و هدف: چنگش قدرتی و ظریف، نشانه‌ای از سلامت عمومی محسوب می‌شود و عملکرد دست را ارزیابی می‌نماید. نظر به شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی ناشی از کار (WMSDs) به‌دلیل متناسب‌نبودن کار با کارگر و قابل پیشگیری‌بودن بیماری‌هایی که در اثر این نبود تناسب ایجاد می‌شود، مطالعه حاضر با هدف بررسی رابطه بین حداکثر اکسیژن مصرفی (Vo_2max) با پایداری و قدرت چنگش و نیشگون را انجام شد.

مواد و روش‌ها: مطالعه حاضر به‌صورت تحلیلی- مقطعی بین ۱۲۰ نفر از مونتاژکاران مرد با شیوه نمونه‌گیری تصادفی ساده انجام شد. گفتنی است برای تعیین Vo_2max، قدرت و پایداری چنگش و نیشگون به‌ترتیب از آزمون پله، دینامومتر و پینچ گیج استفاده شد. پایداری چنگش نیز با مشخص‌کردن حداکثر زمانی (بر حسب ثانیه) که فرد قادر به ادامه یک سوم حداکثر انقباض ارادی بود، تعیین شد. گفتنی است در این مطالعه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 20 و ضریب همبستگی پیرسون تحلیل شد و $P<۰/۰۵$ معنادار تلقی گردید.

یافته‌ها: براساس نتایج این مطالعه، بین Vo_2max با قدرت و پایداری چنگش و نیشگون رابطه مستقیمی وجود داشت ($P<۰/۰۵$). همچنین بین شاخص توده بدنی (BMI)، سن و قد با قدرت چنگش و نیشگون و Vo_2max رابطه مستقیمی مشاهده شد ($P<۰/۰۵$)؛ اما بین BMI و قد با پایداری چنگش رابطه‌ای یافت نشد ($P>۰/۰۵$). همچنین سن با پایداری چنگش و نیشگون رابطه مستقیمی داشت ($P<۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: براساس نتایج مطالعه حاضر در مشاغلی که نیازمند پایداری و قدرت بالای چنگش و نیشگون هستند، لازم است از افرادی با Vo_2max بالا استفاده شود تا به‌دنبال آن شاهد کاهش بیماری‌های اسکلتی- عضلانی ناشی از کار و افزایش بهره‌وری باشیم.

واژگان کلیدی: آزمون پله؛ قدرت و پایداری چنگش و نیشگون؛ مونتاژکاران؛ Vo_2max

مقدمه

شایع‌ترین بیماری‌های اسکلتی- عضلانی مربوط به اندام‌های فوقانی می‌باشد و به‌طور طبیعی با ریسک‌فاکتورهای فیزیکی رابطه علت و معلولی دارد [۱]. برای پیش‌بینی مقدار انرژی مصرفی از نسبت میزان اکسیژن مصرفی به ضربان قلب در هنگام فعالیت استفاده می‌شود [۲].

یکی از مهم‌ترین اجزای وابسته به تندرستی، ظرفیت هوازی می‌باشد که با اندازه‌گیری حداکثر توان هوازی (Vo_2max) برآورد می‌شود [۳]. حداکثر اکسیژن مصرفی یک شاخص قدیمی برای اندازه‌گیری ظرفیت قلبی، تنفسی و عملکرد هوازی محسوب می‌گردد [۴]. به‌طور کلی حداکثر توان هوازی به بیشترین مقدار اکسیژنی گفته می‌شود که موجود زنده می‌تواند از اتمسفر دریافت نماید و سپس برای مصرف به بافت‌ها منتقل و در بدن مصرف کند. محدوده ظرفیت هوازی انسان مطابق با حداکثر حجم اکسیژن مصرفی یا همان حداکثر انرژی است که فرد در زمان کوتاه مصرف می‌کند. ۳۳ درصد این شاخص، توانایی و ظرفیت انجام کار طی ۸ ساعت کار روزانه می‌باشد [۵]. گفتنی است هرچه توان هوازی بیشتر باشد،

ظرفیت انجام کار فیزیکی نیز بیشتر خواهد بود و شخص می‌تواند فعالیت‌های سنگین را بهتر و راحت‌تر انجام دهد؛ بنابراین می‌توان گفت که توان هوازی معیار خوبی برای بیان ظرفیت انجام کار فیزیکی افراد می‌باشد [۶].

نیروی عضلانی تا سن چهل سالگی افزایش یکنواخت و خطی را نشان می‌دهد؛ اما از سن ۴۰ سالگی به بعد این روند سیر نزولی می‌یابد [۷].

درخور ذکر است نیروهای چنگش قدرتی و ظریف، مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر عملکرد دست هستند [۸]. چنگش قوی با خطر ابتلا به اختلالات اسکلتی_ عضلانی مانند سندروم تونل کارپال همراه می‌باشد. توصیه شده است در جایی که امکان چنگش قوی وجود دارد از چنگش ظریف استفاده نشود. قرارگرفتن طولانی‌مدت در معرض نیروی بالا منجر به خستگی موضعی ماهیچه‌ها می‌شود و بر بهره‌وری نیروی کار تأثیر منفی دارد [۱].

مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهد که میان قدرت چنگش با وزن بدن و قد در تمام سنین و همچنین بین قدرت چنگش با BMI (Body Mass Index) و سن تا دهه سوم زندگی رابطه مثبتی وجود دارد و پس از سی سالگی، قدرت چنگش با افزایش سن کاهش می‌یابد. همچنین مشاهده شد که پارامترهایی نظیر: قد، وزن، جنس و دست مسلط، پیش‌بینی‌کننده قدرت چنگش دست خواهند بود [۹]. گفتنی است از قدرت چنگش به‌عنوان یک شاخص عینی برای ارزیابی عملکرد اندام فوقانی در روند درمان آسیب‌های دست استفاده می‌شود و فاکتوری است که در بهینه‌سازی ایستگاه‌های کاری و طراحی ابزار، برای ارگونومیست‌ها اهمیت دارد [۱۰]. بهترین راه شناخت افراد در معرض خطر محدودیت حرکتی، تشخیص آستانه قدرت چنگش دست می‌باشد؛ اما این آستانه قدرت کاملاً شناخته‌شده نیست [۱۱]. چنگش قدرتی و ظریف نشانه‌ای از سلامت عمومی می‌باشد [۱۲]. همچنین نیروی چنگش می‌تواند شاخصی برای سنجش میزان آسیب‌ها و معلولیت‌های عصبی، عضلانی و یا نرولوژیکی بعد از تروما یا جراحی باشد. ارزیابی قدرت چنگش در مقایسه با آزمون‌های دیگر، ساده و آسان است و می‌توان بارها آن را تکرار کرد، به همین علت از قدرت چنگش اغلب به‌عنوان راهنمایی برای توصیف درجه آسیب‌پذیری، مثلاً در ارزیابی آسیب وارده در طی حادثه استفاده می‌شود و در توصیف درجه بهبودی و ارزیابی آثار درمانی معالجه نیز بسیار کمک‌کننده است [۱۳]. گفتنی است سن و جنس دو عامل تعیین‌کننده قدرت چنگش دست در افراد سالم می‌باشند. این قدرت به محدودیت حرکتی، ناتوانی، ضعف، ناخوشی، مرگ و میر، عملکرد شناختی، تحرک‌نداشتن، افسردگی و ارزیابی ذهنی فرد از سلامتی خود بستگی دارد. علاوه بر آن، قد و وزن نیز بر نیروی چنگش دست تأثیرگذار هستند [۱۴]. قدرت چنگش وابسته و پیش‌بینی‌کننده وضعیت سلامتی می‌باشد، گرچه رابطه علت و معلولی وجود ندارد [۱۵]. Bohannon قدرت چنگش را عاملی ناپخته اما مؤثر برای سنجش حیات توصیف می‌کند [۱۶]. چنگش طولانی‌مدت و قوی با آماس زردپی‌ها، التهاب تاندون، سندروم تونل کارپال و دیگر اختلالات اسکلتی- عضلانی اندام فوقانی همراه است و فاکتوری مؤثر در پیشرفت سندروم ارتعاش دست- بازو (HAVS: Hand-Arm Vibration Syndrome) می‌باشد [۱۷]. همچنین قدرت چنگش می‌تواند پیش‌بینی‌کننده بیماری‌هایی نظیر آرتریت روماتوئید، سندروم خستگی مزمن، توسعه ناتوانی، دیستروفی عضلانی و حمله قلبی باشد [۱۰].

گفتنی است در متون مختلف، در ارتباط بین قدرت چنگش دست و BMI، تفاوت‌هایی مشاهده شده است. بسیاری از محققان ادعا کردند که رابطه مثبتی بین قدرت چنگش و BMI در هر دو جنس و در تمام سنین، وجود دارد؛ درحالی که برخی از محققان هیچ رابطه‌ای نیافتند [۱۵].

در چنگش قوی، مچ دست ثابت است و برای نگه‌داشتن یک وسیله از همه انگشتان دست استفاده می‌شود [۱۸]. نیروی چنگش قدرتی، گرفتن اشیا توسط شست یا انگشتان یا هر دو و کف دست می‌باشد و نیروی چنگش ظریف به گرفتن اشیا با هر یک از انگشتان دست یا ترکیبی از آن‌ها، به‌صورت هماهنگ با حرکت انگشت شست و بدون تماس با کف دست گفته می‌شود [۱۹]. گفتنی است قدرت چنگش دست می‌تواند با اندازه‌گیری مقدار نیروی استاتیکی که دست بر دینامومتر وارد می‌کند، بر حسب کیلوگرم، پوند، میلی‌متر جیوه و نیوتون بیان شود. درخور ذکر است هنگامی که قدرت دست با روش‌های استاندارد و تجهیزات کالیبره‌شده اندازه‌گیری شود، حتی اگر آنالیزگرها و دینامومترهای مختلفی وجود داشته باشد، نتایج معتبری دارد [۱۵].

نظر به اهمیت متناسب‌بودن قدرت و پایداری چنگش و نیشگون با توان هوازی، مطالعه حاضر با هدف بررسی رابطه بین قدرت چنگش، پایداری چنگش، قدرت نیشگون، پایداری نیشگون با BMI، Vo_{2max} و سن انجام شد. گفتنی است در صورت اثبات وجود رابطه بین پارامترهای ذکرشده، افراد، در وظایف متناسب قرار داده می‌شوند و بروز بیماری‌های مرتبط کاهش و بهره‌وری نیز افزایش می‌یابد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه تحلیلی— مقطعی که در آزمایشگاه ارگونومی انجام شد، ۱۲۰ نفر از مونتاژکاران مرد با روش نمونه‌گیری تصادفی ساده طبق فرمول زیر انتخاب گردیدند و افرادی که طی سه ماه اخیر سابقه جراحی، درد در بازو، دست یا مچ داشتند، از آزمون خارج شدند [۱۴].

رابطه ۱

$$n = \frac{(z_1 + z_2)^2(1 - r^2)}{r^2} + 2$$

Z_1: ضریب اطمینان ۹۵ درصد یعنی ۱/۹۶

Z_2: ضریب توان آزمون ۸۰ درصد یعنی ۸۴ درصد

r: برآوردی از ضریب همبستگی بین متغیرهای مختلف می‌باشد که حداقل برابر ۰/۲۵ است.

قبل از آغاز فرآیند نمونه‌گیری به شرکت‌کنندگان اطمینان داده شد که اطلاعات گرفته‌شده، بر موقعیت شغلی آن‌ها تأثیر منفی نمی‌گذارد. همچنین گفته شد این اطلاعات محرمانه است و در اختیار هیچ سازمان و نهادی قرار داده نمی‌شود. درادامه، با تکمیل فرم رضایت آگاهانه توسط شرکت‌کنندگان و با کسب رضایت از آن‌ها، اطلاعات مورد نیاز جمع‌آوری گردید. اطلاعات دموگرافیکی شرکت‌کنندگان در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: اطلاعات دموگرافیکی شرکت‌کنندگان

متغیر	انحراف معیار±میانگین
سن (سال)	۳۰/۳±۷/۹۷
قد (سانتی‌متر)	۱۷۱/۱۹۰±۵/۰۹
وزن (کیلوگرم)	۶۹/۴۷±۸/۳۲
BMI (کیلوگرم بر مجذور قد)	۲۳/۶۸±۲/۲۸

در مطالعه حاضر، برای تعیین VO_{2max} از آزمون پله و روش McArdle یا Queen's College که یک آزمون استاندارد برای تخمین VO_{2max} می‌باشد، استفاده شد. گفتنی است برای انجام این آزمون فرد باید پس از شنیدن سوت و با استفاده از ضرب‌آهنگ مترونوم به مدت سه دقیقه از پله‌ای به ارتفاع ۴۱ سانتی‌متر با ریتم ثابت بالا و پایین برود و درمجموع، ۷۲ بار این کار را انجام دهد. برای اندازه‌گیری VO_{2max} بر حسب میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه، ۵ ثانیه بعد از آزمون پله، تعداد ضربان قلب فرد از محل نبض شریان رادیال به مدت ۱۵ ثانیه شمرده و در عدد ۴ ضرب شد و با قراردادن در فرمول VO_{2max} (ml/kg/min)=111/33-0.42 heart rate (bpm)، VO_{2max} گزارش گردید [۲۰].

در مطالعه حاضر، برای اندازه‌گیری قدرت چنگش دست مطابق توصیه انجمن درمانگران دست آمریکا (ASHT: American Society of Hand Therapists) از شرکت‌کنندگان خواسته شد؛ درحالی که روی صندلی نشسته بودند و بازوهایشان بدون چرخش به بدن چسبیده بود و مچ دستشان در وضعیت "۳۰-۰" درجه اکستنشن و "۱۵-۰" درجه انحراف به سمت اولنار قرار داشت برای دست غالب، چنگش را سه بار انجام دهند. درپایان، میانگین سه بار حداکثر کوشش فرد به دسته دینامومتر به‌عنوان قدرت چنگش دست بر حسب کیلوگرم نیرو ثبت و بین هر بار چنگش یک دقیقه استراحت درنظر گرفته شد [۹]. این آزمون بین ساعت ۱۰-۸ صبح صورت گرفت و از افراد خواسته شد که با حداکثر توان خود این عمل را حداقل به مدت ۳ ثانیه انجام دهند [۲۱]. درخور ذکر است در حین انجام آزمون، فرد آنالیزگر باید به‌گونه‌ای بایستد که دستگاه روبه‌روی چشم وی قرار گیرد و درنهایت، عدد خوانده‌شده به نزدیکترین عدد گرد شود. در ابتدای آزمون، تنظیمات زیر انجام شد [۱۴].

۱. تنظیم دینامومتر روی صفر

۲. چک‌کردن مناسب‌بودن دینامومتر به‌طوری که دسته روی بند میانی "انگشت حلقه و اشاره" قرار گیرد.

۳. از افراد خواسته شد صاف روی صندلی بنشینند و درحالی که بازوهایشان به بدن چسبیده بود، دینامومتر SAEHAN Hydraulic Hand Dynamometer SH 5001 (ساخت کشور کره جنوبی) را در دست مسلط نگه دارند و آرنج هم زاویه ۹۰ درجه داشته باشد و دست دیگر هم روی ران قرارگیرد [۲۲].

در این مطالعه، پایداری چنگش با مشخص‌کردن حداکثر زمانی (بر حسب ثانیه) که فرد قادر به ادامه یک سوم حداکثر انقباض ارادی بود، تعیین شد [۲۱]. همچنین به افراد آموزش داده شد که عمل چنگش را تا زمانی که توان دارند، ادامه دهند. آزمون پایداری در یکی از این دو حالت متوقف گردید: ۱- هنگامی که فرد دیگر توان و انرژی لازم را برای ادامه کار نداشته باشد. ۲- نیروی اعمال‌شده توسط وی بیش از ۵ ثانیه به میزان ۱۰ درصد پایین‌تر از سطح اولیه باشد [۲۲]. در ادامه آزمون، چنگش ظریف از نوع Palmar (کف بند اول انگشت شست در مقابل بند اول دو انگشت اشاره و وسط روی پینچ گیج قرار گرفت) اندازه‌گیری شد [۲۳]. این عمل دو بار به‌صورت پی در پی برای دست غالب با استفاده از پینچ گیج انجام شد و بیشترین نیرو به‌عنوان نتیجه نهایی ثبت گردید. گفتنی است پایایی و روایی دینامومتر برای اندازه‌گیری قدرت چنگش به اثبات رسیده است و معیاری استاندارد برای اندازه‌گیری قدرت دست می‌باشد. در این مطالعه از پینچ گیج SAEHAN Hydraulic Pinch Gauge SH 5005 (ساخت کشور کره جنوبی) برای اندازه‌گیری نیشگون استفاده شد. مطالعات نشان می‌دهد پینچ گیج صحت و دقت کالیبراسیون بالایی دارد [۲۴]. در مطالعه حاضر، قدرت چنگش، پایداری چنگش، قدرت نیشگون، پایداری نیشگون و ضربان قلب اندازه‌گیری شد.

در این مطالعه اطلاعات با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون در نرم‌افزار SPSS 20 تجزیه و تحلیل شد و $P<۰/۰۵$ معنادار تلقی گردید.

یافته‌ها

در مطالعه حاضر، ۱۲۰ نفر از مونتاژکاران مرد واجد شرایط به‌صورت تصادفی مورد بررسی قرار گرفتند. اطلاعات دموگرافیک شرکت‌کنندگان در بخش پیش بیان شد. ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که بین Vo_{2max} با قدرت چنگش، پایداری چنگش، قدرت نیشگون و پایداری نیشگون رابطه‌ای مستقیم وجود دارد ($P<۰/۰۵$) و Vo_{2max} بیشترین ضریب همبستگی را با قدرت چنگش ($r=۰/۹۵۳$) و کمترین ضریب همبستگی را با پایداری نیشگون داشت ($r=۰/۳۰۵$). گفتنی است بین BMI با قدرت چنگش، پایداری نیشگون، قدرت نیشگون و Vo_{2max} رابطه مستقیم مشاهده شد؛ اما میان BMI با پایداری چنگش رابطه‌ای وجود نداشت ($P>۰/۰۵$). این در حالی است که BMI با پایداری نیشگون بیشترین ضریب همبستگی ($r=۰/۴۳۵$) و با پایداری چنگش کمترین ضریب همبستگی ($r=۰/۰۳۴$) را داشت. همچنین سن با قدرت چنگش، پایداری چنگش، قدرت نیشگون، پایداری

نیشگون و Vo_{2max} رابطه مستقیمی داشت (P<۰/۰۵). ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که قد با قدرت چنگش و نیشگون و Vo_{2max} رابطه مستقیم دارد. در این مطالعه نیز بیشترین ضریب همبستگی (۰/۵۹۱) با قدرت چنگش مشاهده شد؛ در صورتی که بین پایداری چنگش و نیشگون رابطه‌ای وجود نداشت. اطلاعات ذکرشده در جدول ۲ قابل مشاهده است.

جدول ۲: بررسی رابطه بین قدرت چنگش، پایداری چنگش، قدرت نیشگون و پایداری نیشگون با BMI، Vo_{2max}، سن و قد

متغیر	Vo_{2max}		BMI		سن		قد	
	r	P	r	P	r	P	r	P
قدرت چنگش	۰/۹۵۳	≤۰/۰۰۱	۰/۳۳۱	۰/۰۲۳	۰/۷۰۲	≤۰/۰۰۱	۰/۵۹۱	≤۰/۰۰۱
پایداری چنگش	۰/۴۳۱	≤۰/۰۰۱	۰/۰۳۴	۰/۹۰۲	۰/۳۲۴	≤۰/۰۰۱	۰/۰۹۸	۰/۴۴۱
قدرت نیشگون	۰/۶۵۱	≤۰/۰۰۱	۰/۳۵۶	۰/۰۰۸۷	۰/۴۱۳	≤۰/۰۰۱	۰/۴۲۳	≤۰/۰۰۱
پایداری نیشگون	۰/۳۰۵	۰/۰۳۱	۰/۴۳۵	۰/۰۰۴۳	۰/۳۰۷	۰/۰۰۸۹	≤۰/۰۰۱	۰/۹۸۷
شاخص توده بدنی	۰/۴۲۱	۰/۰۰۳۵	-	-	-	-	-	-
Vo_{2max}	-	-	۰/۴۶۱	۰/۰۰۵۶	۰/۸۹۷	≤۰/۰۰۱	۰/۵۵۳	≤۰/۰۰۱

در این مطالعه، میانگین و انحراف معیار قدرت چنگش، پایداری چنگش، قدرت نیشگون، پایداری نیشگون و Vo_{2max} در افراد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نیز در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳: میانگین و انحراف معیار قدرت چنگش، پایداری چنگش، قدرت نیشگون، پایداری نیشگون و Vo_{2max} در شرکت‌کنندگان

متغیر	میانگین±انحراف معیار
قدرت چنگش (کیلوگرم نیرو)	۳۹/۰۴±۶/۱۹
پایداری چنگش (ثانیه)	۴۳/۰۷±۲۱/۹۷
قدرت نیشگون (کیلوگرم نیرو)	۸/۵۷±۱/۷۶
پایداری نیشگون (ثانیه)	۳۸/۴۶±۲۵/۹
Vo_{2max} (میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه)	۹۸±۱/۴۷

بحث

در مطالعه حاضر، میان BMI با قدرت چنگش رابطه مستقیمی مشاهده شد؛ درصورتی که بین BMI با پایداری چنگش رابطه‌ای وجود نداشت.

براساس مطالعه Mehta و همکاران که به مقایسه قدرت و پایداری چنگش بین دو گروه چاق و جوان ۲۰ تا ۳۵ سال (BMI>۳۰ کیلوگرم بر مجذور قد) و لاغر و جوان (۱۸/۵<BMI<۲۵ کیلوگرم بر مجذور قد) پرداختند، در گروه چاق و جوان نسبت به لاغر و جوان افزایش تقریباً ۷ درصدی قدرت چنگش و کاهش ۳۲ درصدی زمان پایداری مشاهده گردید؛ اما در گروه چاق و مسن این موارد (بالای ۵۰ سال) وجود نداشت [۲۲]. Cavuoto و Nussbaum رابطه مستقیم بین BMI و قدرت چنگش دست در اشخاص جوان را به اثبات رساندند [۲۵]. Villareal و همکاران نیز در سال ۲۰۰۴ گزارش دادند که قدرت ماهیچه‌ای در افراد مسن و چاق کاهش می‌یابد [۲۶]. این درحالی است که Rolland و همکاران تفاوتی بین قدرت چنگش افراد چاق و مسن در مقایسه با افراد لاغر و مسن مشاهده نکردند [۲۷]؛ اما در این مطالعه با افزایش سن، قدرت چنگش، افزایش یافت. Eksioglu نیز گزارش کرد که ارتباط معکوسی بین BMI و پایداری چنگش، وجود دارد [۲۸]؛ درصورتی که در این مطالعه ارتباطی یافت نشد. دلیل این مغایرت می‌تواند متفاوت‌بودن افراد مورد بررسی باشد.

در این مطالعه، بین BMI با قدرت و پایداری نیشگون رابطه مستقیمی وجود داشت. مطالعه حبیبی و همکاران که روی ۸۲ دانشجوی پسر با میانگین سنی ۲۴/۲۵ سال و BMI ۲۴/۷۵ کیلوگرم بر متر مربع صورت گرفت، نشان داد که بین BMI با قدرت چنگش و نیشگون رابطه معناداری وجود دارد [۲۹]. محمدیان و همکاران در سال ۲۰۱۶ به بررسی قدرت چنگش و نیشگون در بزرگسالان ایرانی پرداختند و رابطه بین نیروهای چنگشی با فاکتورهای آنتروپومتریک و دموگرافیک را بررسی کردند. براساس نتایج به‌دست آمده، بین نیروی چنگش با فاکتورهای آنتروپومتریک (طول، عرض و محیط دست، بازو و ساعد) و دموگرافیک (سن، قد، وزن و نمایه توده بدن) رابطه معنادار و معکوسی مشاهده شد [۱۰]. مطالعه مذکور، نتایج مطالعه حاضر را که نشان‌دهنده رابطه مستقیم بین BMI با قدرت چنگش می‌باشد، تأیید نمی‌کند. به‌نظر می‌رسد تفاوت در جامعه آماری منجر به ایجاد چنین تناقضی شده است. در مطالعه Massy-Westropp و همکاران نیز ضعیف‌ترین قدرت چنگش دست مربوط به افراد با BMI بالا در محدوده سنی زیر ۳۰ سال و بالای ۷۰ سال بود و بالاترین قدرت چنگش دست در افرادی با BMI بالا و بین ۷۰-۳۰ سال مشاهده شد [۱۵]. همچنین نتایج مطالعه محمدیان و همکاران، نشان داد که همبستگی مثبت و معناداری میان نمایه توده بدن و قدرت نیشگون وجود دارد [۱۰]. گفتنی است این یافته‌ها نتایج مطالعه حاضر درباره ارتباط مستقیم بین BMI و قدرت نیشگون را تأیید می‌نماید و توصیه می‌گردد با در نظر گرفتن تمام متغیرها مطالعات بیشتری در این زمینه صورت پذیرد.

در مطالعه حاضر، ارتباط معنادار و مستقیمی بین قد با قدرت چنگش و نیشگون مشاهده شد؛ به‌عبارتی، افراد بلند

قدتر، قدرت چنگش و نیشگون بیشتری دارند؛ اما پارامتر مذکور با پایداری چنگش و نیشگون ارتباط معناداری نداشت. در مطالعه محمدیان و همکاران نیز، قدرت چنگش در هر دو جنس با قد بیشترین ارتباط را داشت [۱۰]. علاوه بر این، در مطالعه Ramlagan و همکاران قد ارتباط معناداری با قدرت چنگش داشت [۱۴]. همچنین نتایج مطالعه Hairi و همکاران این موضوع را به اثبات رساند [۳۰]. Eidson و همکاران در سال ۲۰۱۷ ارتباط بین اندازه‌های آنتروپومتریک و حداکثر قدرت چنگش را در ۱۵۰ جوان ۳۴-۱۹ ساله بررسی و مشاهده کردند که میان جنسیت و پهنای دست، رابطه معناداری با حداکثر قدرت چنگش وجود داشت [۳۱].

در مطالعه حاضر، رابطه مستقیمی میان سن با قدرت چنگش و نیشگون و پایداری آن‌ها مشاهده گردید. درخور ذکر است، در مطالعه‌ای که McQuiddy و همکاران روی ۷۴۱ دانش‌آموز پسر و ۷۶۷ دانش‌آموز دختر ۱۹-۶ ساله، انجام دادند، مشاهده شد که سن روی قدرت دست تأثیرگذار می‌باشد. همچنین شواهد نشان داد که قدرت دست با افزایش سن بیشتر می‌شود [۲۴]؛ اما در مطالعه حبیبی و همکاران رابطه معناداری بین سن و قدرت چنگش و نیشگون مشاهده نشد [۲۹]. می‌توان علت این تفاوت را، اختلاف در سن و شغل دو جامعه آماری دانست. Eksioglu در سال ۲۰۱۶ با بررسی تأثیر سن به این نتیجه رسید که حداکثر قدرت چنگش در زنان در سن ۳۹-۳۰ سالگی می‌باشد و از سن ۴۹ سالگی به بعد این روند کاهش می‌یابد. این در حالی است که مردان یک دهه بیشتر از زنان حداکثر نیروی چنگش خود را حفظ خواهند کرد [۹].

در این مطالعه میانگین قدرت چنگش، پایداری چنگش، قدرت نیشگون و پایداری نیشگون به‌ترتیب ۶/۱۹±۳۹/۰۴ کیلوگرم نیرو، ۲۱/۹۷±۴۳/۰۷ ثانیه، ۱/۷۶±۸/۵۷ کیلوگرم نیرو و ۲۵/۹±۳۸/۴۶ ثانیه تعیین شد. در مطالعه‌ای که توسط Ramlagan و همکاران روی ۳۸۴۰ مرد و زن ۵۰ سال به بالا انجام شد، میانگین قدرت چنگش دست برای مردان با میانگین سنی ۶۱ سال، ۳۷/۹ کیلوگرم نیرو و برای زنان با میانگین سنی ۶۲ سال، ۳۱/۵ کیلوگرم نیرو به‌دست آمد [۱۴]. در مطالعه Rantanen و همکاران روی مردان ۶۸-۵۰ سال، میانگین بیشترین قدرت چنگش دست، ۳۶/۶۵ کیلوگرم نیرو گزارش شد [۳۲]. گفتنی است در مطالعه‌ای روی ۲۷۳۵۱ مرد و زن ۵۰ سال به بالا در ۱۱ کشور اروپایی، میانگین بیشترین نیروی چنگش دست در مردان ۴۱/۲۶ کیلوگرم نیرو و در زنان، ۲۴/۸۷ کیلوگرم نیرو تعیین شد [۳۳]. براساس متون مختلف، قدرت چنگش مردان در محدوده ۴۱-۳۶ کیلوگرم نیرو قرار داشته است.

گفتنی است Mahadevan و همکاران به این نتیجه رسیدند که تمرینات شش هفته‌ای یوگا به‌دلیل مدت کوتاه آن باعث افزایش قدرت چنگش نمی‌شود. با وجود این افزایش چشمگیری در پایداری چنگش در زنان دیده شد؛ اما این پایداری چنگش در مردان افزایش چندانی نداشت [۲۱]. درخور ذکر است در این مطالعه بین VO_{2max} با قدرت و پایداری چنگش رابطه مستقیمی مشاهده گردید.

همچنین در مطالعه حاضر، بین VO_{2max} با BMI، سن و قد ارتباط مستقیمی مشاهده شد و میانگین حداکثر توان هوازی ۱/۴۷±۹۸ میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه تعیین گردید. این در حالی است که در مطالعه ولی‌پور و همکاران که به بررسی ظرفیت کار فیزیکی و توان هوازی نیروهای نظامی در شرایط مختلف آب و هوایی پرداخته بودند، حداکثر توان هوازی با استفاده از تردمیل در آب و هوای نرمال، ۲۹/۵۲ میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه به‌دست آمد. همچنین میان قد، وزن و شاخص توده بدنی با حداکثر توان هوازی رابطه معنادار مثبتی وجود داشت [۳۴] که نتایج مطالعه حاضر را تأیید می‌کند؛ از سویی دیگر، در مطالعه حبیبی و همکاران که به برآورد ظرفیت هوازی و سطح فعالیت بدنی دانشجویان پرداختند، ظرفیت هوازی، ۴۷/۰۸ میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه به‌دست آمد [۳۵]. در مطالعه حبیبی و همکاران بر خلاف نتایج مطالعه حاضر، بین وزن، قد، شاخص توده بدنی و سن با حداکثر توان هوازی ارتباط معناداری مشاهده نشد. درخور ذکر است در مطالعه حبیبی و همکاران، حداکثر توان هوازی با دوچرخه ارگومتر سنجیده شد [۳۵]. در مطالعه‌ای دیگر که توسط فرهادی و همکاران حداکثر ظرفیت هوازی کارکنان آتش‌نشان با استفاده از آزمون پله برآورد گردید، بیشترین ظرفیت هوازی مأموران آتش‌نشانی، ۴۷/۴ میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه به‌دست آمد. گفتنی است در مطالعه آن‌ها، بین سن با Vo_{2max} ارتباط معناداری مشاهده نشد که با نتایج مطالعه حاضر در تناقض می‌باشد. به‌نظر می‌رسد علت این موضوع، تفاوت در نحوه اجرای آزمون پله باشد؛ از سویی دیگر بین Vo_{2max} با BMI ارتباط معناداری به‌دست آمد که نتایج این مطالعه را تأیید می‌کند [۳۶].

براساس متون مختلف مشاهده شد تاکنون مطالعه‌ای که به بررسی ارتباط بین حداکثر توان هوازی با پایداری و قدرت چنگش و نیشگون بپردازد، انجام نشده است.

یکی از محدودیت‌های مطالعه حاضر این بود که به‌دلیل نبود نیروی کار خانم در صنعت مورد مطالعه، فقط به مشارکت مردان بسنده شد و روی زنان مطالعه‌ای صورت نگرفت؛ از سوی دیگر، بعضی از شرکت‌کنندگان با وجود ارائه توضیحات کافی و انجام هماهنگی‌های لازم برای ورود به دانشگاه پس از قرارگیری در موقعیت، تمایلی به همکاری نشان نمی‌دادند که همین موضوع، سبب اتلاف وقت بسیار می‌شد.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج مطالعه حاضر، میان Vo_{2max} با قدرت چنگش، پایداری چنگش، قدرت نیشگون، پایداری نیشگون و BMI و نیز بین BMI با قدرت چنگش، پایداری نیشگون، قدرت نیشگون و Vo_{2max} رابطه مستقیمی مشاهده شد. این در

حالی است که بین BMI با پایداری چنگش رابطه‌ای وجود نداشت. همچنین در این مطالعه، بین سن با قدرت چنگش، پایداری چنگش، قدرت نیشگون، پایداری نیشگون و Vo_{2max} رابطه مستقیمی به‌دست آمد؛ بنابراین توصیه می‌گردد در آن دسته از مشاغل که نیازمند نیروی چنگش بالایی هستند، اقداماتی برای افزایش Vo_{2max} کارگران انجام شود تا ظرفیت انجام کار فیزیکی افزایش یابد و به تبع آن شاهد افزایش بهره‌وری در کار، بهبود سبک زندگی، کاهش صدمات ناشی از متناسب‌نبودن کار با کارگر و نیز کاهش ناتوانایی‌ها و آسیب‌های ناشی از کار باشیم.

همچنین توصیه می‌شود که معاینات دوره‌ای هدفمند پیش از استخدام انجام شود تا درنهایت، افراد در وظایفی متناسب با توانایی‌هایشان قرار گیرند.

گفتنی است این مطالعه فقط روی مردان مونتاژکار به‌صورت آزمایشگاهی انجام شد؛ بنابراین توصیه می‌گردد با درنظر گرفتن شغل و میزان فعالیت فیزیکی افراد، روی دیگر کارکنان صنایع، ادارات و زنان، مطالعه‌ای صورت پذیرد؛ به‌گونه‌ای که منجر به توسعه نتایج مطالعه حاضر شود.

تشکر و قدردانی

این پژوهش توسط دانشگاه علوم پزشکی اصفهان (شماره طرح: ۱۹۵۰۹۱ و کد اخلاق مصوب IR.MUI.REC.1395.1.091) حمایت مالی شده است. بدین وسیله مراتب سپاسگزاری و قدردانی اعلام می‌گردد.

REFERENCES

1. Finneran A, O'Sullivan L. Effects of grip type and wrist posture on forearm EMG activity, endurance time and movement accuracy. *Int J Ind Ergon*. 2013;**43**(1):91-9. DOI: org/10.1016/j.ergon.2012.11.012
2. Gilman MB. The use of heart rate to monitor the intensity of endurance training. *Sports Med*. 1996;**21**(2):73-9. PMID: 8775514
3. Tarnus E, Catan A, Verkindt C, Bourdon E. Evaluation of maximal O2 uptake with undergraduate students at the University of La Reunion. *Adv Physiol Educ*. 2011;**35**(1):76-81. DOI: 10.1152/advan.00042.2010
4. Howley ET, Bassett DR Jr, Welch HG. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Med Sci Sports Exerc*. 1995;**27**(9):1292-301. PMID: 8531628
5. Mououdi MA, Choobineh AR. Ergonomics in practice: selected ergonomics topics. Tehran: Nashr-e-Markaz; 1999. P. 81-94. [Persian]
6. Maso S, Furno M, Vangelista T, Cavedon F, Musilli L, Saia B. Musculoskeletal diseases among a group of geriatric residence workers. *G Ital Med Lav Ergon*. 2002;**25**(3):194-5. PMID: 14979146
7. Allamprese P, Attimonelli R, Gigante M, Soleo L. Work-related musculoskeletal diseases: experience of INAIL of the Apulia region 1998-2001. *G Ital Med Lav Ergon*. 2004;**27**(2):176-9. PMID: 16124527
8. Buckley JP, Eston RG, Sim J. Ratings of perceived exertion in braille: validity and reliability in production mode. *Br J Sports Med*. 2000;**34**(4):297-302. PMID: 10953905
9. Ekşioğlu M. Normative static grip strength of population of Turkey, effects of various factors and a comparison with international norms. *Appl Ergon*. 2016;**52**:8-17. PMID: 26360189 DOI: 10.1016/j.apergo.2015.06.023
10. Mohammadian M, Choobineh A, Haghdoost AA, Hashemi Nejad N. Investigation of grip and pinch strengths in Iranian adults and their correlated anthropometric and demographic factors. *Work*. 2016;**53**(2):429-37. PMID: 26519018 DOI: 10.3233/WOR-152180
11. Sallinen J, Stenholm S, Rantanen T, Heliövaara M, Sainio P, Koskinen S. Hand-grip strength cut points to screen older persons at risk for mobility limitation. *J Am Geriatr Soc*. 2010;**58**(9):1721-6. PMID: 20863331 DOI: 10.1111/j.1532-5415.2010.03035.x
12. Shim JH, Roh SY, Kim JS, Lee DC, Ki SH, Yang JW, et al. Normative measurements of grip and pinch strengths of 21st century korean population. *Arch Plast Surg*. 2013;**40**(1):52-6. PMID: 23362480 DOI: 10.5999/aps.2013.40.1.52
13. Jaber R, Hewson DJ, Duchêne J. Design and validation of the Grip-ball for measurement of hand grip strength. *Med Eng Phys*. 2012;**34**(9):1356-61. PMID: 22925584 DOI: 10.1016/j.medengphy.2012.07.001
14. Ramlagan S, Peltzer K, Phaswana-Mafuya N. Hand grip strength and associated factors in non-institutionalised men and women 50 years and older in South Africa. *BMC Res Notes*. 2014;**7**(1):8. PMID: 24393403 DOI: 10.1186/1756-0500-7-8
15. Massy-Westropp NM, Gill TK, Taylor AW, Bohannon RW, Hill CL. Hand grip strength: age and gender stratified normative data in a population-based study. *BMC Res Notes*. 2011;**4**(1):127. PMID: 21492469 DOI: 10.1186/1756-0500-4-127
16. Bohannon RW. Hand-grip dynamometry predicts future outcomes in aging adults. *J Geriatr Phys Ther*. 2008;**31**(1):3-10. PMID: 18489802
17. McDowell TW, Wimer BM, Welcome DE, Warren C, Dong RG. Effects of handle size and shape on measured grip strength. *Int J Ind Ergon*. 2012;**42**(2):199-205. DOI:org/10.1016/j.ergon.2012.01.004
18. Mitsionis G, Pakos EE, Stafilas KS, Paschos N, Papakostas T, Beris AE. Normative data on hand grip strength in a Greek adult population. *Int Orthop*. 2009;**33**(3):713-7. PMID: 18414855 DOI: 10.1007/s00264-008-0551-x
19. Moore KL, Dalley AF, Agur AM. Clinically oriented anatomy. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
20. McArdle WD, Katch FI, Pechar GS, Jacobson L, Ruck S. Reliability and interrelationships between maximal oxygen intake, physical work capacity and step-test scores in college women. *Med Sci Sports*. 1972;**4**(4):182-6. PMID: 4648576
21. Mahadevan SK, Balakrishnan S, Gopalakrishnan M, Prakash ES. Effect of six weeks yoga training on weight loss following step test, respiratory pressures, handgrip strength and handgrip endurance in young healthy subjects. *Indian J Physiol Pharmacol*. 2008;**52**(2):164-70. PMID: 19130860
22. Mehta RK, Cavuoto LA. The effects of obesity, age, and relative workload levels on handgrip endurance. *Appl Ergon*. 2015;**46**(Pt A):91-5. PMID: 25088026 DOI: 10.1016/j.apergo.2014.07.007
23. Mathiowetz V, Kashman N, Volland G, Weber K, Dowe M, Rogers S. Grip and pinch strength: normative data for adults. *Arch Phys Med Rehabil*. 1985;**66**(2):69-74. PMID: 3970660
24. McQuiddy VA, Scheerer CR, Lavalley R, McGrath T, Lin L. Normative values for grip and pinch strength for 6-to 19-year-olds. *Arch Phys Med Rehabil*. 2015;**96**(9):1627-33. PMID: 25847388 DOI: 10.1016/j.apmr.2015.03.018
25. Cavuoto LA, Nussbaum MA. Obesity-related differences in muscular capacity during sustained isometric exertions. *Appl Ergon*. 2013;**44**(2):254-60. PMID: 22858008 DOI: 10.1016/j.apergo.2012.07.011
26. Villareal DT, Banks M, Siener C, Sinacore DR, Klein S. Physical frailty and body composition in obese elderly men and women. *Obes Res*. 2004;**12**(6):913-20. PMID: 15229329 DOI: 10.1038/oby.2004.111
27. Rolland Y, Lauwers-Cances V, Pahor M, Fillaux J, Grandjean H, Vellas B. Muscle strength in obese elderly women: effect of recreational physical activity in a cross-sectional study. *Am J Clin Nutr*. 2004;**79**(4):552-7. PMID: 15051596
28. Eksioglu M. Endurance time of grip-force as a function of grip-span, posture and anthropometric variables. *Int J Ind Ergon*. 2011;**41**(5):401-9. DOI:10.1016/j.apergo.2011.05.006

29. Habibi E, Kazemi M, Dehghan H, Mahaki B, Hassanzadeh A. Hand grip and pinch strength: effects of workload, hand dominance, age, and body mass index. *Pak J Med Sci*. 2013;**29**(1):363-7. DOI: http://dx.doi.org/10.12669/pjms.291(Suppl).3535
30. Mohad Hairi F, Mackenbach JP, Andersen-Ranberg K, Avendano M. Does socio-economic status predict grip strength in older Europeans? Results from the SHARE study in non-institutionalised men and women aged 50+. *J Epidemiol Community Health*. 2010;**64**(9):829-37. PMID: 19884112 DOI: 10.1136/jech.2009.088476
31. Eidson CA, Jenkins GR, Yuen HK, Abernathy AM, Brannon MB, Pung AR, et al. Investigation of the relationship between anthropometric measurements and maximal handgrip strength in young adults. *Work*. 2017;**57**(1):1-6. PMID: 28409769 DOI: 10.3233/WOR-172537
32. Rantanen T, Masaki K, Foley D, Izmirlian G, White L, Guralnik JM. Grip strength changes over 27 yr in Japanese-American men. *J Appl Physiol*. 1998;**85**(6):2047-53. PMID: 9843525
33. Brothers TD, Theou O, Rockwood K. Do performance-based health measures reflect differences in frailty among immigrants age 50+ in Europe? *Can Geriatr J*. 2014;**17**(3):103-7. PMID: 25232369 DOI: 10.5770/cgj.17.114
34. Valipour F, Ahmadi O, Pourtaghi GH. Assessment of physical work capacity and aerobic capacity in military forces exposed to favorable, warm-humid, and very warm-humid weather conditions. *J Ergon*. 2016;**3**(4):21-9. [Persian]
35. Habibi E, Moghiseh M, Khoshzat N, Taheri M, Gholamnia J, Khoshhali M .Estimation of aerobic capacity (vo2max) and physical activity levels of the boy students with method Strand. *J Health Syst Res*. 2013;**9**(9):951-9.
36. Farhadi S, Hesam G, Moradpour Z, Abazari M, Babayi MY. Estimating the maximum aerobic capacity of fire fighters using the step test; a case study with height adjustable steps. *J Ergon*. 2016;**4**(2):60-5. [Persian]