



برآورد ظرفیت هوازی و ظرفیت کار فیزیکی در کارگران

صدیقه حسین‌آبادی^۱، پیمان حمیدی‌بگه‌جان^۲، حسین ابراهیمیان^۳، عبدالله برخوردار^{۴*}، طاهره راعی‌بندی^۵

۱- دانشگاه علوم پزشکی شاهرود- گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای- عضو هیئت علمی. ۲- کارشناس مهندسی بهداشت حرفه‌ای. ۳- شرکت نورد لوله سمنان- مسئول دپارتمان ایمنی و بهداشت حرفه‌ای. ۴- دانشگاه علوم پزشکی سمنان- دانشکده بهداشت- گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای- مربی. ۵- دانشگاه علوم پزشکی مازندران- کارشناس معاونت بهداشتی- واحد بهداشت حرفه‌ای.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۲/۲، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۳/۶

چکیده

مقدمه: اندازه‌گیری حداکثر ظرفیت هوازی، اهمیت زیادی در ایجاد تناسب و تطابق فیزیولوژیک بین کارگر و کار دارد. این مطالعه با هدف برآورد ظرفیت هوازی و ظرفیت کار فیزیکی کارگران بخش گالوانیزه شرکت نورد لوله سمنان و نیز تعیین فراوانی نسبی کارگران دارای شغل متناسب با ظرفیت کار فیزیکی انجام شده است.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه مقطعی، ۵۰ نفر از کارگران مرد بخش گالوانیزه شرکت نورد لوله سمنان به روش تصادفی مورد بررسی قرار گرفتند. از روش شاهنواز و تاکسورت (Tuxworth & shahnava) برای اندازه‌گیری حداکثر ظرفیت هوازی این افراد استفاده شد. داده‌های بدست‌آمده پس از ورود به نرم‌افزار SPSS به کمک آزمون‌های آماری t مستقل و ضریب همبستگی تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج: میانگین حداکثر ظرفیت هوازی کارگران مورد مطالعه 2.88 ± 0.33 لیتر در دقیقه و میانگین ظرفیت کار فیزیکی آنها 4.76 ± 0.54 کیلوکالری بر دقیقه برآورد گردید. ارتباط معناداری بین ظرفیت هوازی با شاخص توده بدن و بین ظرفیت هوازی (برحسب میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه) با سن وجود داشت. نتایج نشان داد که ۳۶٪ از کارگران در طول شیفت کاری برای انجام وظایف شغلی، انرژی بیشتری از ظرفیت کار فیزیکی خود مصرف می‌کردند.

نتیجه‌گیری: با توجه به طبقه‌بندی سازمان بین‌المللی کار، میانگین ظرفیت کار فیزیکی کارگران مورد مطالعه، در رده میزان انرژی مصرفی در کار سبک قرار می‌گیرد. بنابراین به‌طور متوسط این کارگران دارای توانایی جسمانی انجام کارهای سبک یا کمتر هستند. بیش از یک‌سوم این کارگران نیز نیازمند تعدیل وظایف شغلی با تغییر شغل خود به شغلی با مصرف انرژی کمتر هستند.

واژه‌های کلیدی: ظرفیت هوازی، ظرفیت کار فیزیکی، کارگر، نورد لوله.

Original Article

Knowledge & Health 2013;8(3):131-137
DOI: 10.1234%2Fknh.v8i3.34

Estimation of Aerobic Capacity (VO₂-max) and Physical Work Capacity in Laborers

Sedeghe Hosseinabadi¹, Peiman Hamidi Bagejan², Hossein Ebrahimi³, Abdollah Barkhordari^{4*}, Tahere Raie Bandepe⁵

1- M.Sc. of Occupational Health Engineering. 2- B.Sc. of Occupational Health Engineering. 3- B.Sc. of Occupational Health Engineering Dept. of HSE, Semnan Rolling & Tube Company, Semnan, Iran. 4- Instructor of Occupational Health Engineering, Dept. of Occupational Health Engineering, Semnan University of Medical Science, Semnan, Iran. 5- M.Sc. of Occupational Health Engineering, Dept. of Health, Mazandaran University of Medical Science, Mazandaran, Iran.

Abstract:

Introduction: Measurement of Maximum aerobic capacity (VO₂-max) is important in physiologically fitting the laborers to the job. This study was conducted to estimate the aerobic capacity and physical work capacity (PWC) of workers of galvanize department of Semnan rolling pipe Company and also determine the relative frequency of workers whom their jobs were proportional to their physical work capacity.

Methods: 50 male workers of Semnan rolling pipe company were selected randomly to participate in this cross-sectional study. Tuxworth & shahnava methods were applied to measure instances VO₂-MAX. Independent-Sample t-test and correlation technique were used to analysis the data by SPSS software.

Results: Average maximum aerobic capacity of workers was 2.88 ± 0.33 liters per minute and the average of physical work capacity was 4.76 ± 0.54 kilocalories per minute. There was a significant relationship between body mass index and aerobic capacity. The result showed that 36 percent of subjects expend more energy than their physical work capacity to perform their duties during the work time.

Conclusion: According to the ILO classification, the average physical work capacity of the workers fall into a category of light energy; accordingly, on average, these workers had physical ability to perform less or lighter duties. More than one-third of these workers need to undergo job modification or to change their present job to a job with less energy consumption.

Keywords: Aerobic capacity, Physical work capacity, Worker, Rolling tube.

Conflict of Interest: No

Received: 21 April 2012

Accepted: 27 May 2013

*Corresponding author: A. Barkhordari, Email: a.barkhordari2007@gmail.com

مقدمه

برای حفظ سلامت کارگران و جلوگیری از فرسودگی زودرس نیروی کار، باید تناسبی میان انرژی موردنیاز برای انجام کار و توان جسمی کارگران برقرار شود. باتوجه به تفاوت میان انسان‌ها از نظر ظرفیت جذب و مصرف اکسیژن در بدن، طبیعتاً توانایی جسمانی و انجام کار آنها نیز، باهم فرق دارد. عوامل مختلفی بر ظرفیت جذب اکسیژن در بدن تأثیر می‌گذارد. این عوامل به شیوه‌های مختلف بر کارایی دستگاه‌های تنفس، گردش خون و فعل و انفعالات داخل سلولی تأثیر می‌گذارند. به حداکثر اکسیژنی که در مدت یک دقیقه می‌تواند در بدن مصرف شود، حداکثر توان هوازی (maximum Aerobic capacity) و یا توان هوازی (Aerobic capacity) می‌گویند. هر قدر توان هوازی؛ یعنی ظرفیت جذب اکسیژن بیشتر باشد، توان جسمی نیز بیشتر خواهد بود. این به معنی آن است که شخص می‌تواند فعالیت‌های سنگین را بهتر و راحت‌تر انجام دهد. لذا توان هوازی، معیار خوبی جهت بیان توانایی جسمی افراد برای انجام کار می‌باشد.

گرچه توان هوازی معیار خوبی جهت بیان توانایی جسمی افراد می‌باشد، ولی نمی‌توان آن را مستقیم مورد استفاده قرار داد؛ زیرا فعالیت‌های صنعتی اغلب در مدت طولانی انجام می‌شوند، لذا بهتر است برای بیان توانایی جسمی افراد، درصدی از حداکثر توان هوازی که شخص می‌تواند برای مدت نسبتاً طولانی از آن استفاده کند، به کار گرفته شود. حداکثر مقدار انرژی که شخص می‌تواند برای ۸ ساعت (یک شیفت کاری) مصرف کند، بدون آنکه به سلامت او لطمه‌ای وارد شود و یا دچار خستگی گردد، به "ظرفیت کار جسمی" (Physical work capacity) معروف است و معمولاً برحسب کیلوکالری در دقیقه بیان می‌شود.

مشخص شده است که بین ضربان قلب، میزان کار و اکسیژن مصرفی، ارتباط خطی وجود دارد، بنابراین از این ارتباط به‌عنوان مبنای اکثر روش‌های تعیین حداکثر ظرفیت هوازی افراد استفاده شده است (۱). روش‌های مختلف برآورد VO2max شامل روش مستقیم (دقیق‌ترین ولی مشکل‌ترین)، روش غیرمستقیم و روش آستراند است. اندازه‌گیری و تعیین عوامل مؤثر بر ظرفیت انجام کار فیزیکی، اهمیت و ارزش ویژه‌ای در ایجاد تناسب و تطابق فیزیولوژیک کارگر با کار دارد. ارزیابی صحیح توانایی جسمانی کارکنان از دیدگاه اقتصادی برای کارفرمایان اهمیت زیادی دارد و یکی از راه‌های افزایش بهره‌وری منابع انسانی در سازمان‌ها صنایع است. توانایی جسمانی اساسی برای طراحی ایستگاه‌های کاری و انتخاب صحیح کارکنان برای شغل‌های مختلف است. از طرف دیگر اگر توانایی‌های جسمانی و روانی کارکنان متناسب با نیازمندی‌های شغلشان نباشد، باعث به‌وجود آمدن مسائل

بهداشتی، نقص در ایمنی کارگران و کاهش تولید و افزایش هزینه‌های مرتبط با ترک شغل خواهد شد (۲).

در مطالعه‌ای که بر روی جامعه مردان آمریکایی در سال ۲۰۰۵ با استفاده از دوچرخه ارگومتر انجام شد، میانگین VO2max برابر $4/154 \pm 0/62$ به‌دست آمد (۳). در مطالعه دیگری در هلند، که باز هم با استفاده از دوچرخه ارگومتر در سال ۱۹۹۸ بر روی مردان غیرسیگاری انجام شد، این میانگین به اندازه $3/89 \pm 0/92$ تعیین شد (۴). مطالعه‌ای که در ایران در سال ۱۳۸۸ بر روی کارگران مرد یک شرکت صنعتی جهت برآورد ظرفیت هوازی VO2max و عوامل مؤثر بر آن انجام شد، میانگین VO2max این افراد $2/66 \pm 0/35$ لیتر در دقیقه به‌دست آمد (۵). وثوقی و همکاران، روی دانشجویان مرد با محدوده سنی ۲۰ تا ۲۵ سال پژوهشی انجام داده‌اند که از روش غیرمستقیم و دوچرخه ارگومتر در سال ۱۳۷۱ استفاده شده است. نتیجه این پژوهش نشان داد VO2max در جامعه موردنظر برابر $3/03$ لیتر در دقیقه بوده است. میانگین ظرفیت کار فیزیکی این دانشجویان نیز $5/24$ کیلوکالری بر دقیقه برآورد گردید (۶).

ولی‌پور و همکاران در سال ۱۳۸۶ برای تعیین ظرفیت کار فیزیکی و حداکثر توان هوازی بر روی پرسنل نظامی پیاده در گروه سنی ۲۰-۲۹ سال سپاه پاسداران انقلاب اسلامی پژوهشی دادند. انجام در این پژوهش مشخص شد که ظرفیت کار فیزیکی افراد، در شرایط جوی معمولی $3/69$ و در هوای خیلی گرم $3/41$ کیلوکالری بر دقیقه است. حداکثر توان هوازی آنها نیز در دو شرایط فوق $10/87$ و $10/02$ برحسب کیلوکالری بر دقیقه و $29/52$ و $28/14$ برحسب میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه برآورد گردید (۷). در مطالعه‌ای دیگر در سال ۱۳۷۶ که مطلبی روی گروه سنی ۲۰-۲۹ سال پرسنل صنعت ماشین‌کاری وزارت دفاع انجام داد، ظرفیت کار فیزیکی $5/96$ کیلوکالری بر دقیقه برآورد گردید (۸).

باتوجه به اهمیت زیاد آگاهی از ظرفیت انجام کار فیزیکی کارگران، وجود تناسب و تطابق فیزیولوژیک بین کارگر و وظایفی که یک شغل خاص بر عهده او قرار می‌دهد، و نیازمندی‌های فیزیکی شغل وی از دیدگاه مصرف انرژی، مطالعه حاضر با هدف برآورد ظرفیت هوازی و ظرفیت کار فیزیکی در کارگران صنعت نورد لوله سمنان (بخش گالوانیزه) و مقایسه آن با انرژی مورد نیاز شغلی آنها انجام شده است. باتوجه به اینکه فعالیت‌های شغلی در بخش گالوانیزه به‌عنوان کار سنگین بیشتر از سایر بخش‌های این شرکت مطرح می‌باشد، و باتوجه به محدودیت‌های اجرایی مطالعه که در کل شرکت قابل انجام نبود، این بخش از شرکت برای انجام مطالعه در نظر گرفته شده است.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه مقطعی، ۵۰ نفر از کارگران مرد مشغول به کار در یکی از دپارتمان‌های شرکت نورد لوله سمنان، شرکت داشتند. این افراد به صورت تصادفی ساده و با قرعه‌کشی، از فهرست کارگران بخش گالوانیزه انتخاب شدند. تعداد کل کارکنان مرد این صنعت ۶۰۰ نفر بود که از این تعداد حدود ۱۰۰ نفر در بخش گالوانیزه مشغول به کار بودند. در صورتی که هریک از نمونه‌ها به دلیل عدم تمایل به شرکت در مطالعه و ... حاضر به همکاری نمی‌شدند، نمونه‌گیری با انتخاب فرد جایگزین دیگر ادامه می‌یافت. بعد از ارائه اطلاعات کافی در مورد اجرای طرح به کارگران مورد بررسی و کسب رضایتنامه شفاهی از آنان (در صورت نداشتن بیماری‌های قلبی-عروقی، تنفسی، اسکلتی-عضلانی و سابقه تماس با گازهای شیمیایی)، افراد مورد نظر با تکمیل پرسشنامه اطلاعات دموگرافیک وارد مطالعه می‌شدند.

از ۱۰۰ نفر کل افراد بخش گالوانیزه، ۴۷ نفر در گروه تولید، ۴۰ نفر در گروه تعمیرات و ۱۳ نفر در گروه مشاغل جانبی خط تولید مشغول به کار بودند. این دسته‌بندی‌ها براساس تعریف گروه‌های شغلی در کارخانه مورد نظر انجام شده است. گروه تولید، شامل کارگران بسته‌بندی لوله، سرپرستان خط تولید، بارانداز، فرمینگ، اپراتورهای تولید، ساینینگ، پلیسه‌گیری و اپراتورهای جرثقیل است. گروه تعمیرات شامل جوشکار، آهنگر، ماشین‌کار، مکانیک، برق‌کار و در آخر گروه مشاغل جانبی خط تولید است که خدمات، کنترل کیفیت و دپارتمان ایمنی و بهداشت را شامل می‌شود.

پرسشنامه طرح مذکور شامل مواردی از قبیل سن، سابقه کار، شغل، میزان تحصیلات و اطلاعاتی درباره نوبت کاری، ورزش کردن و مدت ورزش در طول هفته، سیگار کشیدن، ابتلا به بیماری خاص، رضایت از کار و احساس خستگی در حین کار بود که با مصاحبه حضوری با فرد، تکمیل می‌گردید. قد، وزن، شاخص توده بدن (BMI)، حداکثر ظرفیت هوازی و ظرفیت کار جسمانی افراد نیز پس از اندازه‌گیری و برآورد، در چک‌لیست مرتبط ثبت می‌گردید.

اندازه‌گیری ضربان قلب با دستگاه اندازه‌گیری ضربان قلب polar مدل Polar T61 و اندازه‌گیری وزن با دستگاه ترازوی دیجیتالی کالیبره شده با دقت ۱۰۰ گرم انجام می‌شد. قد افراد مورد بررسی با استفاده از متر نواری و در کنار دیوار و بدون کفش و کلاه کار اندازه‌گیری می‌شد و سپس شاخص توده بدن افراد محاسبه می‌گردید.

در این مطالعه، برای اندازه‌گیری بیشترین ظرفیت هوازی افراد، از روش "شاهنواز و تاکسورت" tuxworth&shahnavaz (۹) که یکی از روش‌های کاربردی اندازه‌گیری VO_2MAX در صنعت می‌باشد، به صورت زیر استفاده شده است.

هر کارگر در عرض ۵ دقیقه ۱۲۵ بار از پله استاندارد با ارتفاع ۴۰cm بالا و پایین می‌رفت (در هر دقیقه ۲۵ بار. هر بالا رفتن و پایین آمدن از پله یک‌بار به حساب می‌آمد). بعد از گذشت ۵ دقیقه، ۳ بار متوالی به ازای هر ۳۰ ثانیه استراحت، ۳۰ ثانیه ضربان کارگر گرفته می‌شد. سپس با استفاده از رابطه زیر شاخص b محاسبه می‌گردید. همچنین مقدار شاخص b را در معادله زیر قرار داده و مقدار VO_2MAX یا ظرفیت هوازی افراد تعیین می‌گردید.

$$b = \frac{[(\text{ضربان قلب} - 60) - (120 - 90) - (180 - 150)] \times 2}{\text{وزن (kg)}}$$

$$(VO_2MAX = -0.378b + 4.67)$$

براساس این رابطه، حداکثر حجم اکسیژن مصرفی برحسب لیتر در دقیقه به دست خواهد آمد. در مرحله بعد، برای به دست آوردن حداکثر ظرفیت انجام کار فیزیکی (Maximum physical work capacity)، مقدار VO_2MAX به دست آمده از مرحله قبل در عدد ۵ ضرب گردید ($PWC \max = VO_2MAX \times 5$). در این رابطه عدد ۵ ارزش حرارتی تقریبی مصرف یک لیتر اکسیژن در بدن است؛ یعنی از مصرف یک لیتر اکسیژن در بدن ۵ کیلوکالری انرژی تولید می‌شود. شاخص دیگر حداکثر ظرفیت هوازی است که از تقسیم حداکثر اکسیژن مصرفی بر وزن افراد بر دقیقه به دست می‌آید و تفاوت آن در تأثیر دادن وزن افراد در این شاخص است. در نهایت ظرفیت کار فیزیکی هر فرد، از رابطه $PWC = PWC \max \times 0.33$ برحسب کیلوکالری در دقیقه تعیین گردید. داده‌های به دست آمده پس از ورود به نرم‌افزار SPSS به کمک آزمون‌های آماری t مستقل و ضریب همبستگی تجزیه و تحلیل گردیدند.

نتایج

در مطالعه حاضر، افراد مورد بررسی از نظر رسته کاری، شامل ۱۸ نفر از گروه تولید، ۲۵ نفر از گروه تعمیرات و ۷ نفر از گروه مشاغل جانبی خط تولید بودند. میانگین سنی و سابقه کار کارگران شرکت کننده در این مطالعه برابر با $40 \pm 7/5$ (حداقل ۲۲ و حداکثر ۶۳) و $12/12 \pm 5/5$ سال بود. همچنین میانگین شاخص توده بدنی این افراد $26 \pm 3/4$ تعیین گردید.

از ۵۰ نفر کل شرکت کنندگان در این مطالعه، ۹۴٪ (۴۷ نفر) در شیفتهای چرخشی مشغول به کار بودند و ۸۰٪ (۴۰ نفر) حداقل هفته‌ای یک‌بار ورزش می‌کردند که تنها ۴۸٪ از این افراد به طور منظم ورزش می‌نمودند. همچنین ۲۶٪ از این کارگران (۱۳ نفر) دارای شغل دوم و ۱۰٪ (۵ نفر) از آنها سیگاری بودند. ۴۸٪ از کارگران شرکت کننده در این مطالعه از احساس خستگی در حین کار شکایت داشتند که از این عده ۲۶٪ از آنان بار کاری زیاد، ۸٪ مشکلات جسمانی، ۸٪ دیگر

آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، میانگین حداکثر ظرفیت هوازی با هیچ‌کدام از متغیرهای موردنظر ارتباط آماری معناداری ندارد. نتایج نشان داد که ارتباط سن با حداکثر ظرفیت هوازی (برحسب ml/kg/min) به‌صورت مرزی معنادار است ($P=0/05$ و $r=0/27$). همچنین ارتباط خطی معناداری بین شاخص توده‌بدن با حداکثر ظرفیت هوازی بدن برحسب li/min ($P<0/001$ و $r=0/56$) و برحسب ml/kg/min وجود داشت ($P<0/001$ و $r=0/61$)، به‌طوری‌که با افزایش شاخص توده‌بدن، حداکثر ظرفیت هوازی افراد نیز به‌طور خطی افزایش می‌یافت (جدول ۳).

ایستادن‌های طولانی و ۶٪ استرس را دلیل آن می‌دانستند. همچنین ۹۶٪ (۴۸ نفر) از این افراد از شغل خود رضایت داشتند. دامنه تغییرات، میانگین و انحراف معیار ظرفیت هوازی، ظرفیت کار فیزیکی و حداکثر ظرفیت کار فیزیکی در کارگران مورد مطالعه، در جدول ۱ آمده است. میانگین و انحراف معیار بیشترین ظرفیت هوازی در کارگران مورد بررسی برحسب نظام کار، استعمال دخانیات، رضایت از شغل، عادت به ورزش، احساس خستگی در هنگام کار و داشتن شغل دوم، در جدول ۲

جدول ۱- دامنه تغییرات، میانگین و انحراف معیار ظرفیت هوازی، ظرفیت کار فیزیکی حداکثر و ظرفیت کار فیزیکی کارگران

متغیر	دامنه تغییرات	میانگین	انحراف معیار
ظرفیت هوازی (li/min)(vo2max)	۲/۰۶-۳/۶۷	۲/۸۸	۰/۳۳
ظرفیت هوازی (ml/kg/min)(vo2max)	۲۷/۲۸-۴۴/۳۸	۳۶/۹	۳/۷۲
ظرفیت کاری حداکثر (kcal/min)(pwcmax)	۱۰/۳-۱۸/۳۵	۱۴/۳۸	۱/۶۷
ظرفیت کاری (kcal/min)(pwc)	۳/۴-۶/۰۶	۴/۷۶	۰/۵۴

جدول ۲- میانگین و انحراف معیار بیشترین ظرفیت هوازی در کارگران مورد مطالعه برحسب تعدادی از متغیرهای کیفی مورد مطالعه

متغیر	تعداد	درصد	VO2max(li/min)	
			انحراف معیار±میانگین	P.V
نوبت کاری	۴۷	۹۴	۲/۹±۰/۳۲	۰/۴۰
			۲/۷۳±۰/۴۶	
نوبت کار روزکار	۳	۶	۳/۰۴±۰/۳۱	۰/۲۷
			۲/۸۷±۰/۳۳	
استعمال دخانیات	۵	۱۰	۲/۸۸±۰/۳۳	۰/۹۹
			۲/۸۸±۰/۳۳	
بله	۴۰	۸۰	۲/۸۸±۰/۳۴	۰/۵۴
			۳/۰۲±۱/۰۶	
خیر	۱۰	۲۰	۲/۸۱±۰/۳۴	۰/۱۲
			۲/۹۶±۰/۳۱	
رضایت از شغل	۴۸	۹۶	۲/۹۸±۰/۳۵	۰/۲۵
			۲/۸۵±۰/۳۲	
بله	۲۴	۴۸		
			احساس خستگی در حین کار	
بله	۲۶	۵۲		
			خیر	
داشتن شغل دوم	۱۳	۲۶		
			بله	
بله	۳۷	۷۴		
			خیر	

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین متغیرهای سن، سابقه کار و شاخص توده‌بدنی با ظرفیت هوازی

متغیرها	ضریب همبستگی	P.V
سن و ظرفیت هوازی (li/min) (vo2max)	۰/۱۵۲	۰/۲۹۳
سن و ظرفیت هوازی (ml/kg/min) (vo2max)	۰/۲۷۲	۰/۰۵۶
سابقه کار و ظرفیت هوازی (li/min) (vo2max)	۰/۱۱۲	۰/۴۳۹
سابقه کار و ظرفیت هوازی (ml/kg/min) (vo2max)	۰/۲۱۴	۰/۱۳۵
شاخص توده بدن (bmi) و ظرفیت هوازی (li/min) (vo2max)	۰/۵۶۶	۰/۰۰۰
شاخص توده بدن (bmi) و ظرفیت هوازی (ml/kg/min) (vo2max)	۰/۶۱۱	۰/۰۰۰

جدول ۴- مقایسه میزان انرژی مورد نیاز در حین کار برحسب نوع کار با ظرفیت کار فیزیکی کارگران و تفاضل بین این دو در گروه‌های مختلف کاری (برحسب kcal/min)

دسته‌بندی کلی شغل‌ها	انرژی مورد نیاز در حین کار			ظرفیت کار فیزیکی			اختلاف انرژی مورد نیاز با ظرفیت کار فیزیکی		
	دامنه تغییرات	میانگین	انحراف معیار	دامنه تغییرات	میانگین	انحراف معیار	دامنه تغییرات	میانگین	انحراف معیار
پرسنل خط تولید	۲/۵-۵/۷۵	۵/۵۷	۰/۷۶	۳/۷۳-۶/۰۶	۴/۸۸	۰/۵۶	۲/۳۸-۲/۰۲	-۰/۶۹	۰/۹۵
گروه تعمیرات	۳-۶/۵	۳/۳۲	۰/۷۰	۳/۸۶-۵/۵۱	۴/۶۹	۰/۴۷	۲/۴۴-۲/۲۹	۱/۳۷	۰/۹۲
مشاغل جانبی	۲/۵-۴	۳/۳۶	۰/۶۹	۳/۴۰-۵/۶۱	۴/۷	۰/۷۴	۳/۱۱-۰/۶	۱/۳۴	۱/۲۲

هستند) در مطالعه مالک و همکاران، نسبت به کارگران این مطالعه که از نژاد آسیایی (با جنه کوچک‌تر نسبت به نژاد آمریکایی) محسوب می‌شوند، می‌تواند دلیل احتمالی این تفاوت قابل ملاحظه باشد. این اختلاف همچنین در مقایسه ظرفیت هوازی کارگران این مطالعه با ظرفیت هوازی مردان غیرسیگاری هلندی ($3/89 \pm 0/92$) که از نژاد اروپایی هستند مشاهده می‌شود (۴).

در این مطالعه مقادیر میانگین و انحراف استاندارد VO2-max برحسب ml/kg/min از میانگین به دست آمده در مطالعه چوبینه و همکاران ($3/8/57 \pm 4/48$) (۵) کمتر و از میانگین به دست آمده در مطالعه ولی‌پور و همکاران (۷) در شرایط نرمال ($29/93 \pm 3/37$) بیشتر است. از آنجاکه در محاسبه شاخص حداکثر ظرفیت هوازی برحسب ml/kg/min عامل وزن فرد دخالت داده می‌شود و وزن افراد، رابطه معکوس با حداکثر ظرفیت هوازی برحسب ml/kg/min دارد، لذا با مقایسه میانگین وزن افراد مورد مطالعه در این پژوهش ($79 \pm 12/71$ kg) با میانگین وزن شرکت‌کنندگان در مطالعه چوبینه ($3/8/10 \pm 6/11$ kg) اختلاف نتایج در مطالعه چوبینه و همکاران با این مطالعه قابل توجیه است. ارتباط خطی معنادار بین شاخص توده‌بدنی با حداکثر ظرفیت هوازی بدن هم برحسب li/min و هم برحسب ml/kg/min باتوجه به اینکه شاخص توده‌بدنی با استفاده از وزن و قد افراد محاسبه می‌گردد، به این طریق قابل توجیه خواهد بود. این نتیجه تأییدکننده نتایج مطالعات قبلی (۳، ۵، ۱۲-۱۵) است.

توضیح: رفرنس ۱۱ در پاراگراف اول قسمت بحث مورد استفاده قرار گرفته است. لطفاً دوباره ملاحظه فرمایید.

از آنجاکه ظرفیت کار فیزیکی با استفاده از حداکثر توان هوازی محاسبه می‌شود، لذا دور از انتظار نیست که میانگین ظرفیت کار فیزیکی برحسب kcal/min به دست آمده از این مطالعه نیز همانند مقادیر میانگین حداکثر توان هوازی از میانگین به دست آمده از مطالعه ولی‌پور و همکاران ($3/53 \pm 0/41$) (۶) و مطالعه چوبینه و همکاران ($4/39 \pm 0/58$) (۵) بیشتر است.

نتایج نشان داد که رابطه بین سن با حداکثر ظرفیت هوازی برحسب ml/kg/min به صورت مرزی معنادار است و ارتباط معناداری بین سن و حداکثر ظرفیت هوازی برحسب li/min یافت نشد. این نتایج با مطالعات چوبینه و همکاران (۵) و چاترجی و همکاران (۱۶) که در

کارگران مورد مطالعه، براساس شغل خود وظایف مختلفی انجام می‌دادند که الزاماً میزان مصرف انرژی متفاوتی دارند. در جدول ۴، مقادیر میزان انرژی مورد نیاز (۱۰) برحسب kcal/min در مشاغل مختلف موجود در کارخانه، ظرفیت کار فیزیکی و اختلاف انرژی مورد نیاز با ظرفیت کار فیزیکی در کارگران مورد مطالعه، آورده شده است. تفاضل ظرفیت کاری به دست آمده از میزان متوسط انرژی مورد نیاز برای انجام وظایف کاری برای هر یک از کارگران نشان داد که ۶۴٪ (۳۲ نفر) آنها در حین کار انرژی کمتری از میزان ظرفیت کار فیزیکی و ۳۶٪ (۱۸ نفر) از کارگران انرژی بیشتری از ظرفیت کار فیزیکی خود مصرف می‌کردند. همچنین از کل افرادی که انرژی مورد نیاز برای انجام شغلشان بیشتر از ظرفیت کار فیزیکی آنها بود (۱۸ نفر)، ۸۸٪ (۱۶ نفر) در گروه تولید، ۵/۶٪ (۱ نفر) در گروه تعمیرات و ۵/۶٪ (۱ نفر) در گروه جانبی خط تولید مشغول به کار بودند.

بحث

ترکیب جمعیت مورد مطالعه از نظر سنی تقریباً جوان هستند ($40 \pm 7/5$ سال) و همچنین باتوجه به تقسیم‌بندی سازمان جهانی بهداشت (۱۱)، کارگران مورد مطالعه که دارای شاخص توده‌بدنی $26 \pm 3/4$ هستند، در محدوده چاقی مقدماتی قرار دارند. میانگین ظرفیت کار فیزیکی (برحسب kcal/min) به دست آمده از این مطالعه $4/76 \pm 0/54$ تعیین شد که باتوجه به طبقه‌بندی سازمان بین‌المللی کار، میانگین ظرفیت کار فیزیکی کارگران مورد مطالعه، در رده میزان انرژی مصرفی در کار سبک قرار می‌گیرد. بنابراین به‌طور متوسط این کارگران دارای توانایی جسمانی انجام کارهای سبک یا کمتر هستند.

همچنین در این مطالعه میانگین و انحراف استاندارد VO2-max برحسب li/min برابر $2/88 \pm 0/33$ به دست آمد که این نتیجه اندکی از میانگین به دست آمده در مطالعه چوبینه و همکاران ($2/66 \pm 0/35$) (۵) بیشتر و از مقدار میانگین به دست آمده در مطالعه وثوقی (۶) بر روی دانشجویان مرد ایرانی در محدوده سنی ۲۰ تا ۲۵ سال ($3/03$ لیتر در دقیقه) کمتر است. میانگین VO2-max به‌طور قابل توجهی از مقدار میانگین به دست آمده در جامعه مردان آمریکایی در مطالعه مالک و همکاران ($4/15 \pm 0/63$) (۳) کمتر است. باتوجه به اینکه نژاد و جنه از عوامل تأثیرگذار بر توان هوازی افراد می‌باشد، تفاوت نژادی بین کارگران آمریکایی (که به‌طور متوسط از جنه بزرگ‌تری برخوردار

References

1. Arts FJ, Kuipers H, Jeukendrup AE, Saris WH. A short cycle ergometer test to predict maximal workload and maximal oxygen uptake. *Int J Sports Med* 1993;14(8):460-4.
2. Habibi E, Dehghan H, Zeinodini M, Yousefi H, Hasanzadeh A. A study on work ability index and physical work capacity on the base of fax equation VO_2 max in male nursing hospital staff in Isfahan, Iran. *Int J Preventive Medicine* 2012;3(11):776-782.
3. Malek MH, Housh TJ, Berger DE, Coburn JW, Beck TW. A new non-exercise-based VO_2 -max prediction equation for aerobically trained men. *J Strength Cond Res* 2005;19(3):559-65.
4. Zoladz JA, Duda K, Majerczak J. VO_2 /power output relationship and the slow component of oxygen uptake kinetics during cycling at different pedaling rates: relationship to venous lactate accumulation and blood acid-base balance. *Physiol Res* 1998; 47(6):427-38.
5. Choobine A, Tabatabai H, Barzide M. Estimation of aerobic capacity (VO_2 -max) and study of its associated factors among male workers of industrial factories in sepidan/fars province, 2009. *Sci Med J* 2011;10(1):1-12.
6. Vossoughi Sh. Assessment of physical work capacity in health personnel and the protection of man [dissertation]. Tehran University of Medical Sciences;1993.
7. Valipour F, Khavanin A, Asiliyan H, Pourtaghi Gh. H, Mohebi HA, Jonaidi N, et al. Measurement of physical work capacity (pwc) for iranian military personnel in different condition chamber laboratory clime (Normal and Very Heat Humid). *Journal of Military Medicine* 2007;9(1):67-72.[Persian].
8. Motalebi M. Assessment of work ability in workers employed in machining industry and provide appropriate scientific methods for selecting workers for physical work [dissertation]. Tarbiyat Modares University;1994.
9. Tuxworth W, Shahnava H. The design and evaluation of a step test for the rapid prediction of physical work capacity in an unsophisticated industrial work force. *Ergonomics* 1977; 20(2):181-91.
10. Ainsworth BE, Haskell WL, Leon AS, David R, Jacobs JR, Henry J, et al. Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25(1):71-80.
11. WHO. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series 854. Geneva: World Health Organization, 1995.
12. Olson MS, Willford HN, Blessing DL, Wilson GD, Halpin G. A test to estimate VO_2 -max in females using aerobic dance, heart rate, BMI, and age. *J Sports Med Phys Fitness* 1995;35(3):159-68.
13. Bradshaw DI, George JD, Hyde A, LaMonte MJ, Vehrs PR, Hager RL, et al. An accurate VO_2 -max nonexercise regression model for 18-65-year-old adults. *Res Q Exerc Sport* 2005;76(4):426-32.
14. Petrella RJ, Koval JJ, Cunningham DA, Paterson DH. A Self-Paced step test to predict aerobic fitness in older adults in the primary care clinic. *J Am Geriatr Soc* 2001;49(5):632-8.
15. Kline GM, Porcari JP, Hintermeister R, Freedson PS, Ward A, McCarron RF, et al. Estimation of VO_2 -max from a one-mile track walk, gender, age, and body weight. *Med Sci Sports Exerc* 1987; 19(3):253-9.
16. Chatterjee S, Mitra SK, Samanta A. Aerobic capacity of the brick-field workers in eastern India. *Ind Health* 1994;32(2):79-84.
17. Betik AC, Hepple RT. Determinants of VO_2 -max decline with aging: an integrated perspective. *Appl Physiol Nutr Metab* 2008; 33(1):130-40.

هند انجام شده است انطباق دارد، ولی با نتیجه مطالعه بتیک و هیپل سازگاری ندارد (۱۷). شاید بتوان دلیل این امر را اختلاف بین نژاد آسیایی با اروپایی دانست. قابل ذکر است در مطالعه چاترچی و همکاران (۱۸) که در دو گروه سنی ۲۰-۲۹ و ۳۰-۳۹ سال انجام شد، نتایج نشان داد که ظرفیت هوازی شرکت کنندگان در دو گروه، تفاوت معناداری ندارد. در مطالعه بتیک و هیپل نیز نشان داده شده است که ظرفیت هوازی با افزایش سن کاهش می‌یابد.

نتایج این تحقیق نشان داد، بین ظرفیت هوازی افراد ورزشکار و افراد غیرورزشکار ارتباط معناداری وجود ندارد که این نتیجه با نتایج مطالعات چوبینه و همکاران و نیز بیارس، گرین وود و همکاران (۱۸) انطباق ندارد. همان‌طور که در نتایج هم آمده است، از بین افرادی که ورزش می‌کردند، ۴۸٪ به‌طور منظم ورزش می‌نمودند و بقیه گاه‌گاهی و به‌طور منظم ورزش می‌کردند. بنابراین شاید بتوان نامنظم بودن ورزش در ۵۲٪ از شرکت کنندگان را دلیل این نتیجه متفاوت با مطالعات قبلی دانست. همچنان که براساس نتایج حاصل از این پژوهش، میانگین ظرفیت هوازی در افراد سیگاری و افراد غیرسیگاری تفاوت چشمگیری نداشت که این نتیجه نیز با مطالعات دیگر (۵ و ۱۹) انطباق ندارد. علت این امر می‌تواند درصد اندک کسانی که سیگار می‌کشیدند (۱۰٪) نسبت به کل شرکت کنندگان که ۶۰٪ از این افراد نیز ورزشکار هستند، باشد.

نتایج حاصل از این پژوهش همچنین نشان داد که بین ظرفیت هوازی افراد با اشتغال در نظام نوبتکاری، رضایت از کار و احساس خستگی در حین کار، ارتباط معناداری وجود ندارد. این عدم ارتباط در نتایج حاصل از مطالعات دیگر (۵ و ۲۰) نیز مشاهده شده است. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که ظرفیت هوازی افراد با پارامترهای ذهنی ارتباط کمتری دارد و بیشتر، تحت تأثیر ویژگی‌های جسمانی؛ مخصوصاً شاخص توده بدن افراد، است.

۳۶٪ از کارگران از نظر میزان مصرف انرژی در حین کار با شغلی متناسب با توانایی جسمانی خود مواجه نبودند. علاوه بر این، این ۸۹٪ (۱۶ نفر) از افرادی که فاقد این تناسب شغلی هستند در گروه خط تولید قرار دارند و کارهای تولیدی با ۵/۵۷ کیلوکالری در دقیقه بالاترین میانگین انرژی مصرفی در بین سه گروه را دارا می‌باشد، لذا با توجه به اهمیت ویژه جایگاه پرسنل خط تولید در یک شرکت تولیدی، ضروری است اندازه‌گیری ظرفیت هوازی و ظرفیت کار فیزیکی افراد در موقع استخدام و البته در معاینات دوره‌ای کارگران در نظر گرفته شود. براین اساس، تا حد امکان افراد در موقعیت‌های شغلی متناسب با ظرفیت کار جسمانی خود به کار گمارده خواهند شد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از مدیریت کارخانه نورد لوله سمنان و کلیه داوطلبان به لحاظ همکاری صمیمانه در اجرای این طرح ابراز می‌دارند.

18. Byars A, Greenwood M, Greenwood L, Simpson WK. The effectiveness of a pre-exercise performance drink (PRX) on indices of maximal cardiorespiratory fitness. *J Int Soc Sports Nutr* 2006;12(3):56-9.
19. Klausen K, Andersen C, Nandrup S. Acute effects of cigarette smoking and inhalation of carbon monoxide during maximal exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1983;51(3):371-9.
20. Virtanen M, Vahtera J, Pentti J, Honkonen T, Elovainio M, Kivimki M. Job strain and psychologic distress influence on sickness absence among Finnish employees. *Am J Prev Med* 2007;33(3):182-7.