فصلنامه دانش و تندرستی، دوره ۸، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شاهرود

مقاله پژوهشی

برآورد ظرفیت هوازی و ظرفیت کار فیزیکی در کارگران

صدیقه حسین‌آبادی[۱]، پیمان حمیدی‌بگه‌جان[۲]، حسین ابراهیمیان[۳]، عبدالله برخورداری[۴*]، طاهره راعی‌بندپی[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 به‌روش تصادفی مورد بررسی قرار گرفتند. از روش شاهنواز و تاکسورت (tuxworth & shahnavaz) برای اندازه‌گیری حداکثر ظرفیت هوازی این افراد استفاده شد. داده‌های به‌دست‌آمده پس از ورود به نرم‌افزار SPSS به کمک آزمون‌های آماری t مستقل و ضریب همبستگی تجزیه‌وتحلیل شدند.*

نتایج: *میانگین حداکثر ظرفیت هوازی کارگران مورد مطالعه ۰/۳۳±۲/۸۸ لیتر در دقیقه و میانگین ظرفیت کار فیزیکی آنها ۰/۵۴±۴/۷۶ کیلوکالری بر دقیقه برآورد گردید. ارتباط معناداری بین ظرفیت هوازی با شاخص توده بدن و بین ظرفیت هوازی (برحسب میلی‌لیتر برکیلوگرم 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: *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. 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 Hosseinabadi[1], Peiman Hamidi Bagejan[2], Hossein Ebrahimi[3], Abdollah Barkhordari[4*], Tahere Raie Bandepe[5]

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 & shahnavaz 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± .033 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 performe 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*

***نویسنده مسئول:** دامغان، جنب میدان‌بار، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، **تلفن:** ۰۲۳۲-۵۲۵۰۹۱۳، **Email**: a.barkhordari2007@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

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 ازنظر 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. هرقدر 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، به‌کار 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. ازطرف‌دیگر اگر توانایی‌های جسمانی و روانی کارکنان متناسب با نیازمندی‌های شغلشان نباشد، باعث به‌وجودآمدن 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 ۴/۱۵۴±۰/۶۲ به‌دست‌آمد (۳). در مطاالعه دیگری در هلند، که باز هم با استفاده از دوچرخه ارگومتر در سال ۱۹۹۸ بر روی مردان غیرسیگاری انجام شد، این میانگین به اندازه ۳/۸۹±۰/۹۲ 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 ۲/۶۶±۰/۳۵ لیتر در دقیقه به‌دست‌آمد (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 ۳/۰۳ لیتر در دقیقه بوده است. میانگین ظرفیت کار فیزیکی این دانشجویان نیز ۵/۲۴ 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 ۳/۶۹ و در هوای خیلی گرم ۳/۴۱ کیلوکالری بر دقیقه است. حداکثر توان هوازی آنها نیز در دو شرایط فوق ۱۰/۸۷ و ۱۰/۰۲ برحسب کیلوکالری بر دقیقه و ۲۹/۵۲ و ۲۸/۱۴ برحسب میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه برآورد گردید (۷). در مطالعه‌ای دیگر در سال ۱۳۷۶ که مطلّبی روی گروه سنی ۲۰-۲۹ سال پرسنل صنعت ماشین‌کاری وزارت دفاع انجام داد، ظرفیت کار فیزیکی ۵/۹۶ 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 محدویت‌های اجرایی مطالعه که در کل شرکت قابل انجام نبود، این بخش از شرکت برای انجام مطالعه درنظر گرفته شده است.

Archive of SID
www.SID.ir

مواد و روش‌ها

در این مطالعه مقطعی، ۵۰ نفر از کارگران مرد مشغول به‌کار در یکی از دپارتمان‌های شرکت نورد لوله سمنان، شرکت داشتند. این افراد به‌صورت 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 به‌کار بودند. درصورتی‌که هریک از نمونه‌ها به‌دلیل عدم‌تمایل 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 (درصورت نداشتن بیماری‌های قلبی- عروقی، تنفسی، اسکلتی- عضلانی و سابقه تماس با گازهای شیمیایی)، افراد موردنظر 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 به‌کار بودند. این دسته‌بندی‌ها براساس تعریف گروه‌های شغلی در کارخانه موردنظر انجام شده است. گروه تولید، شامل کارگران بسته‌بندی لوله، سرپرستان خط تولید، بارانداز، فرمینگ، اپراتورهای تولید، سایزینگ، 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 ازقبیل سن، سابقه کار، شغل، میزان تحصیلات و اطلاعاتی درباره نوبت کاری، ورزش‌کردن و مدت ورزش در طول هفته، سیگارکشیدن، 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 کالیبره‌شده 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 بدنی 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، به‌صورت 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 بالارفتن و پایین‌آمدن از پله یک‌بار به‌حساب 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 vo2max یا ظرفیت هوازی افراد تعیین می‌گردید.

$$b = \frac{[(150 - 180) - (90 - 120) - (30 - 60)_{\text{قلب ضربان}}] \times 2}{\text{وزن } (kg)}$$

$$(VO2max = -0.378b + 4.67)$$

براساس این رابطه، حداکثر حجم اکسیژن مصرفی برحسب لیتر در دقیقه به‌دست خواهد آمد. در مرحله بعد، برای به‌دست‌آوردن حداکثر ظرفیت انجام کار فیزیکی (Maximum physical work capacity)، مقدار VO2max به‌دست‌آمده از مرحله قبل در عدد ۵ ضرب گردید (PWC max= VO2max × 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 به‌دست‌می‌آید و تفاوت آن در تأثیردادن وزن افراد در این شاخص است. درنهایت ظرفیت کار فیزیکی هر فرد، از رابطه (PWC=PWC max × 0.33) برحسب کیلوکالری در دقیقه تعیین گردید.

داده‌های به‌دست‌آمده پس از ورود به نرم‌افزار SPSS به کمک آزمون‌های آماری t مستقل و ضریب همبستگی تجزیه‌وتحلیل گردیدند.

نتایج

در مطالعه حاضر، افراد مورد بررسی ازنظر 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 شرکت‌کننده در این مطالعه برابر با ۴۰±۷/۵ (حداقل ۲۲ و حداکثر ۶۳) و ۱۲/۱۲±۵/۵ سال بود. همچنین میانگین شاخص توده‌بدنی این افراد ۲۶±۳/۴ تعیین گردید.

از ۵۰ نفر کل شرکت‌کنندگان در این مطالعه، ۹۴٪ (۴۷ نفر) در شیفت‌های چرخشی مشغول به‌کار بودند و ۸۰٪ (۴۰ نفر) حداقل هفته‌ای یک‌بار ورزش می‌کردند که تنها ۴۸٪ از این افراد به‌طور منظم ورزش می‌نمودند. همچنین ۲۶٪ از این کارگران (۱۳ نفر) دارای شغل دوم و ۱۰٪ (۵ نفر) از آنها سیگاری بودند. ۴۸٪ از کارگران شرکت‌کننده 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

Archive of SID
www.SID.ir

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 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=۰/۰۵ و r=۰/۲۷). همچنین ارتباط خطی معناداری بین شاخص توده‌بدن با حداکثر ظرفیت هوازی بدن برحسب li/min (P<۰/۰۰۱ و r=۰/۵۶) و برحسب ml/kg/min وجود داشت (P<۰/۰۰۱ و r=۰/۶۱)، به‌طوری‌که با افزایش شاخص توده‌بدن، حداکثر ظرفیت هوازی افراد نیز به‌طور خطی افزایش می‌یافت (جدول ۳).

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 (vo2max)(li/min)	۲/۰۶-۳/۶۷	۲/۸۸	۰/۳۳
ظرفیت هوازی (vo2max)(ml/kg/min)	۲۷/۲۸-۴۴/۳۸	۳۶/۹	۳/۷۲
ظرفیت کاری حداکثر (pwcmax)(kcal/min)	۱۰/۳-۱۸/۳۵	۱۴/۳۸	۱/۶۷
ظرفیت کاری (pwc)(kcal/min)	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				
نوبت کار	۴۷	۹۴	۲/۹±۰/۳۲	۰/۴۰
روزکار	۳	۶	۲/۷۳±۰/۴۶	
استعمال دخانیات				
بله	۵	۱۰	۳/۰۴±۰/۳۱	۰/۲۷
خیر	۴۵	۹۰	۲/۸۷±۰/۳۳	
ورزش کردن				
بله	۴۰	۸۰	۲/۸۸±۰/۳۳	۰/۹۹
خیر	۱۰	۲۰	۲/۸۸±۰/۳۳	
رضایت از شغل				
بله	۴۸	۹۶	۲/۸۸±۰/۳۴	۰/۵۴
خیر	۲	۴	۳/۰۲±۱/۰۶	
احساس خستگی در حین کار				
بله	۲۴	۴۸	۲/۸۱±۰/۳۴	۰/۱۲
خیر	۲۶	۵۲	۲/۹۶±۰/۳۱	
داشتن شغل دوم				
بله	۱۳	۲۶	۲/۹۸±۰/۳۵	۰/۲۵
خیر	۳۷	۷۴	۲/۸۵±۰/۳۲	

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

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

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤- 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	(-۲/۰۲)-۲/۳۸	-۰/۶۹	۰/۹۵
گروه تعمیرات	۳–۶/۵	۳/۳۲	۰/۷۰	۳/۸۶–۵/۵۱	۴/۶۹	۰/۴۷	(-۲/۲۹)-۲/۴۴	۱/۳۷	۰/۹۲
مشاغل جانبی	۲/۵–۴	۳/۳۶	۰/۶۹	۳/۴۰–۵/۶۱	۴/۷	۰/۷۴	(-۰/۶)-۳/۱۱	۱/۳۴	۱/۲۲

کارگران مورد مطالعه، براساس شغل خود وظایف مختلفی انجام می‌دادند که الزاماً میزان مصرف انرژی متفاوتی دارند. در جدول ۴، مقادیر میزان انرژی موردنیاز (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 به‌دست‌آمده از میزان متوسط انرژی مورد نیاز برای انجام وظایف کاری برای هریک 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)، ۸۸/۹٪ (۱۶ نفر) در گروه تولید، ۵/۶٪ (۱ نفر) در گروه تعمیرات و ۵/۶٪ (۱ نفر) در گروه جانبی خط تولید مشغول به‌کار بودند.

بحث

ترکیب جمعیت مورد مطالعه ازنظر سنی تقریباً جوان هستند (۷/۵±۴۰ سال) و همچنین باتوجه به تقسیم‌بندی سازمان جهانی بهداشت (۱۱)، کارگران مورد مطالعه که دارای شاخص توده‌بدنی ۳/۴±۲۶ هستند، در محدوده چاقی مقدماتی قرار دارند. میانگین ظرفیت کار فیزیکی (برحسب kcal/min) به‌دست‌آمده از این مطالعه ۰/۵۴±۴/۷۶ 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 ۰/۳۳ ± ۲/۸۸ به‌دست‌آمد که این نتیجه اندکی از میانگین به‌دست‌آمده در مطالعه چوبینه و همکاران (۰/۳۵ ± ۲/۶۶) (۵) بیشتر و از مقدار میانگین به‌دست‌آمده در مطالعه وثوقی (۶) بر روی دانشجویان مرد ایرانی در محدوده سنی ۲۰ تا ۲۵ سال (۳/۰۳ لیتر در دقیقه) کمتر است. میانگین VO2-max به‌طور قابل‌توجهی از مقدار میانگین به‌دست‌آمده در جامعه مردان آمریکایی در مطالعه مالک و همکاران (۰/۶۳ ± ۴/۱۵) (۳)کمتر است. باتوجه به اینکه نژاد و جثه از عوامل تأثیرگذار بر توان هوازی افراد می‌باشد، تفاوت نژادی بین کارگران آمریکایی (که به‌طور متوسط از جثه بزرگ‌تری برخوردار هستند) در مطالعه مالک و همکاران، نسبت‌به کارگران این مطالعه که از نژاد آسیایی (با جثه کوچک‌تر نسبت‌به 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 (۰/۹۲±۳/۸۹) که از نژاد اروپایی هستند مشاهده می‌شود (۴).

در این مطالعه مقادیر میانگین و انحراف استاندارد VO2-max برحسب ml/kg/min از میانگین به‌دست‌آمده در مطالعه چوبینه و همکاران (۴/۴۸±۳۸/۵۷) (۵) کمتر و از میانگین به‌دست‌آمده در مطالعه ولی‌پور و همکاران (۷) در شرایط نرمال (۳/۳۷±۲۹/۹۳) بیشتر است. ازآنجاکه 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 (۱۲/۷۱±۷۹kg) با میانگین وزن شرکت‌کنندگان در مطالعه چوبینه (۶۹/۱±۳۸/۱۰kg) 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 بفرمایید.

ازآنجاکه ظرفیت کار فیزیکی با استفاده از حداکثر توان هوازی محاسبه می‌شود، لذا دور از انتظار نیست که میانگین ظرفیت کار فیزیکی برحسب kcal/min به‌دست‌آمده از این مطالعه نیز همانند مقادیر میانگین حداکثر توان هوازی از میانگین به‌دست‌آمده از مطالعه ولی‌پور و همکاران (۰/۴۱±۳/۵۳) (۶) و مطالعه چوبینه و همکاران (۰/۵۸±۴/۳۹) (۵) بیشتر است.

نتایج نشان داد که رابطه بین سن با حداکثر ظرفیت هوازی برحسب ml/kg/min به‌صورت 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

Archive of SID

www.SID.ir

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 چاترجی و همکاران (۱۸) که در دو گروه سنی ۲۰-۲۹ و ۳۰-۳۹ سال انجام شد، نتایج نشان داد که ظرفیت هوازی شرکت‌کنندگان 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 نامنظم‌بودن ورزش در ۵۲٪ از شرکت‌کنندگان 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٪) نسبت‌به کل شرکت‌کنندگان 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 عدم‌ارتباط 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 توده‌بدن افراد، است.

۳۶٪ از کارگران ازنظر میزان مصرف انرژی در حین کار با شغلی متناسب با توانایی جسمانی خود مواجه نبودند. علاوه‌براین، 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 باتوجه 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 درنظر گرفته شود. براین‌اساس، 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.

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 vo2 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 VO2-max prediction equation for aerobically trained men. J Strength Cond Res 2005;19(3):559-65.
4. Zoladz JA, Duda K, Majerczak J. VO2/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 Res1998; 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]. Tarbyat Modares University;1994.
9. Tuxworth W, Shahnavaz 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 VO2-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 VO2-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 VO2-max from a one-mile track walk, gender, age, and body weight. Med Sci Sports Exerc 1987; 19(3):253-9.
16. Chaterjee 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 VO2-max decline with aging: an integrated perspective. Appl Physiol Nutr Metab 2008; 33(1):130-40.

Archive of SID

www.SID.ir

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.

Archive of SID

www.SID.ir