

(مقاله پژوهشی)

برآورد ظرفیت هوازی ($VO_2\text{-max}$) و مطالعه اثر عوامل مؤثر بر آن در کارگران مرد کارخانه های صنعتی شهرستان سپیدان / استان فارس در سال ۱۳۸۸

علیرضا چوبینه^{۱*}، مصطفی برزیده^۲، طاهره غلامی^۳، رضا امیری^۴،
سیدحمیدرضا طباطبایی^۵، امیر الماسی حشینی^۵

چکیده

زمینه و هدف: اندازه گیری بیشترین ظرفیت هوازی ($VO_2\text{-max}$) در ایجاد تناسب فیزیولوژیک بین کارگر و کار اهمیت دارد. این مطالعه با هدف برآورد ظرفیت هوازی و تعیین عوامل دموگرافیک مؤثر بر آن در کارگران انجام شده است. روش بررسی: در این مطالعه مقطعی، ۱۸۴ نفر از کارگران مرد بخش صنعت شهرستان سپیدان/ استان فارس که به روش تصادفی ساده انتخاب شدند شرکت نمودند. از پرسشنامه متشکل از دو بخش به عنوان ابزار گردآوری داده ها استفاده شد. بخش اول مربوط به ویژگی های دموگرافیک بود که به روش مصاحبه تکمیل می شد. در بخش دوم پرسشنامه پارامترهای قد، وزن، BMI و تعداد ضربان قلب درج می گردید. اندازه گیری $VO_2\text{-max}$ با روش Tuxworth & Shahnavaز انجام گرفت. بررسی ارتباط بین متغیرهای دموگرافیک با $VO_2\text{-max}$ با روش تحلیل رگرسیون و مقایسه میانگین $VO_2\text{-max}$ در گروه های دوتایی با آزمون t-test صورت گرفت.

یافته ها: ظرفیت هوازی در کارگران $۲/۶۶ \pm ۰/۳۵$ لیتر در دقیقه برآورد شد. نتایج نشان داد که ظرفیت هوازی با سن کارگران دارای ارتباط معنی دار نمی باشد، اما بین ظرفیت هوازی و وزن، قد و BMI ارتباط معنی داری مشاهده شد. همچنین آزمون های آماری نشان داد که بین $VO_2\text{-max}$ و سیگار کشیدن ارتباط معنی داری وجود دارد ($P < ۰/۰۵$). میانگین ظرفیت هوازی در افراد ورزشکار بیش از میانگین آن در افراد غیر ورزشکار بدست آمد ($P = ۰/۰۱۹$). نوبت کاری، رضایت شغلی و احساس خستگی ارتباطی با ظرفیت هوازی در جامعه مورد مطالعه نداشتند.

نتیجه گیری: وزن، قد، BMI، ورزش کردن و سیگار کشیدن از عوامل مؤثر بر ظرفیت هوازی کارگران می باشد.
م ع پ ۱۳۹۰؛ ۱۰(۱): ۱۲-۱

کلیدواژگان: بیشترین ظرفیت هوازی، ظرفیت انجام کار فیزیکی، تناسب فیزیولوژیک، عوامل مؤثر بر ظرفیت هوازی.

- ۱- دانشیار، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی.
- ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد ارگونومی.
- ۳- کارشناس بهداشت حرفه ای.
- ۴- استادیار، گروه اپیدمیولوژی.
- ۵- دانشجوی کارشناسی ارشد اپیدمیولوژی.

مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران

* نویسنده مسوول:

گروه ارگونومی، دانشکده بهداشت و تغذیه،
دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران
تلفن: ۰۰۹۸-۷۱۱-۷۲۵۱۰۲۰

Email: alrchoobin@sums.ac.ir

مقدمه

درصد (۱۹۶۱) و بینک ۳۳ درصد (۱۹۶۴) بیشترین ظرفیت هوازی را به عنوان PWC پیشنهاد نموده اند (۲). بدین ترتیب، بیشترین مقدار اکسیژنی که دستگاه تنفس و سیستم گردش خون انسان می تواند به عضلات منتقل کند نمودی مشخص از ظرفیت انجام کار فیزیکی است و به همین دلیل اندازه گیری و تعیین عوامل مؤثر بر آن از اهمیت و ارزش ویژه ای در ایجاد تناسب و تطابق فیزیولوژیک کارگر با کار برخوردار است (۱).

روش های مختلفی برای اندازه گیری $VO_2\text{-max}$ وجود دارد و مطالعات بسیاری پیرامون این روش ها در جمعیت های گوناگون مردان و زنان انجام شده است (۱۰-۵). در مطالعه ای که جهت اندازه گیری $VO_2\text{-max}$ به وسیله دوچرخه ارگومتر در جامعه مردان آمریکایی در سال ۲۰۰۵ صورت پذیرفت میانگین $VO_2\text{-max}$ برابر با $4/154 \pm 0/629$ لیتر در دقیقه به دست آمد (۱۱). در مطالعه ای دیگر که در سال ۱۹۹۸ در مردان غیر سیگاری در هلند به وسیله دوچرخه ارگومتر انجام شد میانگین $VO_2\text{-max}$ برابر با $3/89 \pm 0/92$ لیتر در دقیقه تعیین گردید (۱۲). در سال ۱۳۷۱ تحقیقی بر روی ظرفیت هوازی دانشجویان مرد در محدوده سنی ۲۰ تا ۲۵ سال در یکی از دانشگاه های کشور با روش غیر مستقیم انجام گرفت و در آن ظرفیت هوازی دانشجویان معادل $2/905$ لیتر در دقیقه برآورد شد (۱).

مشخص شده است که بین ضربان قلب، میزان کار و اکسیژن مصرفی ارتباط خطی وجود دارد (۷). در سال ۱۹۸۴ در جامعه مردان چینی، $VO_2\text{-max}$ به عنوان یک استاندارد برای سلامتی دستگاه قلبی-عروقی پیشنهاد گردید و چنین اظهار شد که می توان با اندازه گیری حداکثر ضربان

بر خلاف پیشرفت های تکنولوژیک که در قرن حاضر حاصل گشته و علی رغم استفاده روز افزون از دستگاه های خودکار در امر تولید، باز هم بهره گیری از نیروی جسمانی انسان در مشاغل گوناگون اجتناب ناپذیر است و به نظر می رسد به ویژه در کشورهای در حال توسعه صنعتی تا آن زمان که انجام کارها نیازمند نیروی عضلانی انسان نباشد فاصله زیادی وجود داشته باشد (۲،۱). با تعیین مقدار انرژی لازم برای انجام کار و سنجش ویژگی های فیزیولوژیک انسان می توان او را به کاری متناسب و در سطح «توانایی انجام کار فیزیکی» (Physical (PWC) Work Capacity گمارد. بدین ترتیب افزون بر حفظ تندرستی و توانایی جسمانی، میزان تولید و بهره دهی نیز فزون تر خواهد شد. طبق تعریف توانایی انجام کار فیزیکی (PWC) عبارت است حداکثر مقدار انرژی که فرد می تواند در یک نوبت ۸ ساعته مصرف کند (بر حسب Kcal/min) بدون اینکه در دراز مدت دچار استرس فیزیولوژیک و خستگی جسمانی گردد و به سلامتی وی آسیب وارد شود (۱). امروزه اعتقاد بر آنست که PWC می بایست با استفاده از «بیشترین ظرفیت هوازی» (Maximum aerobic capacity) $VO_2\text{-max}$ تعیین شود (۱).

طبق تعریف $VO_2\text{-max}$ عبارت است از بیشترین مقدار اکسیژنی (بر حسب لیتر) که می تواند در واحد زمان (یک دقیقه) به وسیله دستگاه تنفسی جذب شده و از طریق خون در اختیار ماهیچه های عمل کننده قرار گیرد (۳،۱،۴). بسیاری از محققان حد قابل قبولی را برای بار کاری در یک نوبت ۸ ساعته تعیین کرده اند و بر این باورند که سطح متوسط تلاش، در طول کار نباید از آن فزونی گیرد. برای مثال، آستراند ۴۰ درصد (۱۹۶۷)، میشل و همکاران ۳۵

با مرکز بهداشت سپیدان و از آن طریق با کارخانه ها، به محل کارخانه ها مراجعه می شد و کارگران مورد بررسی قرار می گرفتند. چنانچه هر یک از کارگران انتخاب شده به هر دلیلی (عدم حضور، عدم تمایل به شرکت در مطالعه، بیماری های قلبی- عروقی و ...) از نمونه خارج می شدند، نفر بعدی در لیست جایگزین وی می شد.

(ب) ابزار گردآوری داده ها

۱- پرسشنامه ویژگی های دموگرافیک

این پرسشنامه شامل دو قسمت بوده که قسمت اول به صورت مصاحبه حضوری با کارگر و قسمت دوم از طریق اندازه گیری پارامترهای لازم توسط محققین تکمیل می شد. قسمت اول پرسشنامه به سؤالاتی در مورد سن، سابقه کار، شغل، وضعیت تأهل، میزان تحصیلات، محل سکونت، اشتغال در نظام نوبت کاری، ابتلا به بیماری خاص، مصرف سیگار، ورزش کردن، میزان رضایت از کار، احساس خستگی در حین کار، مصرف دارو (مصرف داروی خاصی مدنظر محققین نبوده است) اختصاص یافته و در قسمت دوم پرسشنامه متغیرهای قد، وزن، شاخص توده بدنی (BMI) و تعداد ضربان نبض که با روش ها و ابزارهای خاصی اندازه گیری می شدند ثبت می گردید.

۲- اندازه گیری قد، وزن و محاسبه BMI

قد و وزن کارگران با لباس کار بدون کفش، کلاه و دستکش اندازه گیری می شد. قد با متر نواری در کنار دیوار در شرایط تعریف شده و استاندارد سنجش شده (۱۷) و در پرسشنامه ثبت می گردید. برای اندازه گیری وزن نیز کارگر بر روی ترازوی عقربه ای ایستاده و وزن وی در پرسشنامه درج می شد. به منظور محاسبه شاخص توده بدن (BMI) از رابطه زیر استفاده شد. در این فرمول وزن برحسب کیلوگرم و قد بر حسب متر است.

$$BMI = \frac{\text{وزن}}{(\text{قد})^2}$$

۳- اندازه گیری بیشترین ظرفیت هوازی (VO_2 -max)

قلب، فشار خون و مصرف اکسیژن، ظرفیت هوازی افراد را ارزیابی نمود (۱۳). در برخی مطالعات اپیدمیولوژیک نیز برای ارزیابی سلامت دستگاه قلبی- عروقی و ارزیابی مناسب بودن کار و فعالیت های فیزیکی از VO_2 -max استفاده شده است (۱۴-۱۶).

علیرغم اهمیت بسیار زیاد آگاهی از ظرفیت انجام کار فیزیکی کارگران در ایجاد تناسب و تطابق فیزیولوژیک بین کارگر و وظایفی که در یک شغل خاص بر عهده وی قرار می گیرد، در کشور ما هنوز مطالعه وسیعی که در جامعه صنعتی به این مهم بپردازد وجود ندارد و ویژگی های فیزیولوژیک کارگران شاغل در کارخانه های صنعتی ناشناخته می باشد و لذا انجام تحقیقات در این زمینه ضروری به نظر می رسد. با توجه به این موضوع، مطالعه حاضر با هدف برآورد ظرفیت هوازی در گروهی از کارگران صنعتی و تعیین فاکتورهای دموگرافیک مؤثر بر آن انجام شده است. اعتقاد بر آن است که نتایج این تحقیق می تواند بستر لازم جهت متناسب کردن شرایط کار با کارگران از دیدگاه فیزیولوژیک را فراهم سازد.

روش بررسی

الف) جمعیت مورد مطالعه و انتخاب نمونه ها

در این مطالعه مقطعی که از مهر ۸۷ تا مرداد ۸۸ انجام شد، کارگران مرد ۴۳ کارخانه فعال شهرستان سپیدان از استان فارس که تعداد کل آنان در مقطع زمانی یاد شده برابر با ۲۴۳۵ نفر بود، جامعه مورد مطالعه را تشکیل می دادند.

$$n = \frac{z^2 SD^2}{d^2}$$

حجم نمونه با استفاده از فرمول

سطح اطمینان ۹۵ درصد، ۱۸۴ نفر تعیین شد. این تعداد به صورت تصادفی ساده و با قرعه کشی از لیست کل کارگران مرد کارخانه های صنعتی فعال در آن منطقه انتخاب شدند. پس از مشخص شدن نمونه ها، با انجام هماهنگی های لازم

کار خود را با اندازه گیری قد و وزن کارگران آغاز نموده و سپس آزمون Tuxworth & Shahnavaز انجام می شد. لازم به ذکر است که آزمون ها در محل کارخانه (عمدتا در واحد ایمنی و بهداشت) انجام می شدند. برای مشخص شدن شرایط جوی محیط آزمون، دمای خشک، دمای تر چرخان، دمای خشک چرخان (جهت اندازه گیری رطوبت) و فشار هوا در هر کارخانه اندازه گیری می شد.

(ت) روش های آماری به کار گرفته شده در این مطالعه، از روش آماری تحلیل رگرسیون خطی ساده برای بررسی ارتباط بین VO₂-max با متغیرهای کمی همچون سن، قد، وزن، BMI، سابقه کار و از آزمون t برای مقایسه VO₂-max در دو گروه نوبتکار و روزکار، با استعمال دخانیات و بدون استعمال دخانیات، ورزشکار و غیر ورزشکار، دارای رضایت شغلی و بدون رضایت شغلی، دارای احساس خستگی و بدون احساس خستگی استفاده شد. نمودار پراکنش نیز برای نمایش یافته ها ترسیم گردید. مقدار P کمتر از ۰/۰۵ معنی دار در نظر گرفته شد. تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS انجام گرفت.

(ث) مشکلات و محدودیت ها

در اجرای این پژوهش محققین با مشکلات و محدودیت هایی از جمله همکاری کارخانه مورد نظر، همکاری کارگران و خارج شدن برخی از کارگران از حجم نمونه به علت خطا در شمارش نبض روبرو بودند. در یکی از موارد نیز کارگر هنگام انجام آزمون دچار شوک شده و به ارائه ی خدمات پزشکی اورژانس نیاز پیدا نمود. این موضوع باعث شد که در آن کارخانه با دستور مدیریت انجام کار متوقف شود.

یافته ها

جدول ۱ برخی ویژگی های دموگرافیک و شرایط کار کارگران مورد مطالعه را نشان می دهد.

بیشترین ظرفیت هوازی با استفاده از روش Tuxworth & Shahnavaز اندازه گیری شد (۲). این روش در سال ۱۹۷۷ به وسیله تاکسورت و شاهنواز در یک جامعه کارگری ایرانی طراحی، تدوین و توسعه یافته و به نظر می رسد در بین روش های موجود یکی از روش های مناسب برای اندازه گیری VO₂-max در جامعه کارگران ایرانی باشد. در این روش فرد به مدت ۵ دقیقه از یک پله ۴۰ سانتی متری با نرخ ۲۵ پله در دقیقه بالا و پایین رفته (شکل ۱)، سپس نشسته و پس از گذشت ۳۰ ثانیه نبض وی در ثانیه های (۳۰-۶۰)، (۹۰-۱۲۰)، (۱۵۰-۱۸۰) از طریق ضربان شریان گردن اندازه گیری می گردید. آنگاه شاخص b با استفاده از فرمول زیر محاسبه می شد.

$$\text{Index b} = \frac{[2 \times (\text{تعداد ضربان در ثانیه های } (30-60) + (90-120) + (150-180))] + 100}{\text{وزن بدن (kg)}}$$

سپس با استفاده از معادله $Y = -0.378 X + 4.67$ ، VO₂-max محاسبه می شد (۲). در این معادله، x شاخص b می باشد. پس از برآورد VO₂-max، با استفاده از فرمول زیر حداکثر ظرفیت انجام کار فیزیکی (Kcal/min) و سپس از آن طریق PWC محاسبه گردید.

$(\text{VO}_2\text{-max}) \times 5 = \text{حداکثر ظرفیت انجام کار فیزیکی (Kcal/min)}$. در این فرمول عدد ۵ ارزش حرارتی تقریبی مصرف یک لیتر اکسیژن در بدن است که گویای آنست که از سوختن یک لیتر اکسیژن در بدن ۵ کیلوکالری انرژی تولید می شود. ۳۳ درصد \times حداکثر ظرفیت انجام کار فیزیکی $(\text{Kcal/min}) = \text{PWC (Kcal/min)}$

(پ) روش اجرای طرح در کارخانه

روش انجام کار بدین صورت بود که پس از انتخاب کارگران در هر کارخانه و توضیح نحوه ی انجام آزمون برای هر یک از نمونه ها، آنها با امضاء کردن فرم رضایت نامه، آمادگی خود را برای شرکت در آزمون اعلام می کردند. پس از تکمیل پرسشنامه توسط فرد و اطمینان از اینکه او به ناراحتی های تنفسی و قلبی- عروقی مبتلا نیست، محققین

می دهد که با افزایش قد، $VO_2\text{-max}$ افزایش می یابد.

نتیجه تحلیل رگرسیون خطی ساده در شکل ۴ نشان می دهد که ارتباط خطی معنی داری به صورت معادله $VO_2\text{-max} = 1.15 + (0.065 \text{BMI})$ بین $VO_2\text{-max}$ و BMI کارگران وجود دارد ($P < 0.001$, $R^2 = 0.340$). این معادله نشان می دهد که با افزایش BMI، $VO_2\text{-max}$ افزایش می یابد.

در جدول ۳ میانگین و انحراف استاندارد بیشترین ظرفیت هوازی در کارگران مورد مطالعه برحسب کار در نظام نوبتی، استعمال دخانیات، عادت به ورزش کردن، رضایت شغلی و احساس خستگی هنگام کار ارائه شده است. آزمون های آماری نشان داد از بین متغیرهای یاد شده تنها استعمال دخانیات و ورزش کردن با بیشترین ظرفیت هوازی ارتباط معنی دار داشته به گونه ای که $VO_2\text{-max}$ در افراد غیرسیگاری و ورزشکار به طور معنی داری بیش از افراد سیگاری و غیر ورزشکار بوده است.

جدول ۲ میانگین، انحراف استاندارد، حداقل و حداکثر بیشترین ظرفیت هوازی و همچنین ظرفیت انجام کار فیزیکی در جامعه مورد مطالعه را ارائه می کند.

نتایج تحلیل رگرسیون نشان داد که رابطه معنی داری بین بیشترین ظرفیت هوازی در کارگران مورد مطالعه و سن وجود ندارد ($P = 0.348$, $R^2 = 0.005$).

نتیجه تحلیل رگرسیون خطی ساده در شکل ۲ نشان می دهد که ارتباط خطی معنی داری به صورت معادله $VO_2\text{-max} = 1.008 + (0.024 \text{wt})$ بین $VO_2\text{-max}$ و وزن کارگران وجود دارد ($P < 0.001$, $R^2 = 0.475$). این معادله نشان می دهد که با افزایش وزن، $VO_2\text{-max}$ افزایش می یابد.

نتیجه تحلیل رگرسیون خطی ساده در شکل ۳ نشان می دهد که ارتباط خطی معنی داری به صورت معادله $VO_2\text{-max} = 0.016 \text{ ht}$ بین $VO_2\text{-max}$ و قد کارگران وجود دارد ($P < 0.001$, $R^2 = 0.080$). این معادله نشان

جدول ۱: برخی ویژگی‌های دموگرافیک و شرایط کار کارگران شرکت کننده در مطالعه (n = ۱۸۴).

۳۱/۸۵ (۷/۸۵)	(SD) میانگین	سن (سال)
۱۸-۷۵	حداکثر - حداقل	
۶۹/۳۸ (۱۰/۱)	(SD) میانگین	وزن (کیلوگرم)
۴۳-۹۷	حداکثر - حداقل	
۱۷۲/۵۷ (۶/۲۴)	(SD) میانگین	قد (سانتی متر)
۱۵۴-۱۸۸	حداکثر - حداقل	
۲۳/۳ (۳/۱۴)	(SD) میانگین	BMI
۱۵/۴۲-۳۰/۵	حداکثر - حداقل	
۸/۰۱ (۵/۷۸)	(SD) میانگین	سابقه کار (سال)
۰/۳-۲۵	حداکثر - حداقل	
%۲۲/۸	مجرد	وضعیت تأهل
%۷۷/۲	متأهل	
%۴۳/۰	راهنمایی و کمتر	تحصیلات
%۵۱/۶	متوسطه و دیپلم	
%۵/۴	عالی	
%۵۲/۷	نوبت کار	نظام کار
%۴۷/۳	روزکار	
%۱۳/۶	بلی	استعمال دخانیات
%۸۴/۲	خیر	
%۵۶/۵	بلی	عادت به ورزش کردن
%۴۳/۵	خیر	
%۹۰/۲	بلی	رضایت شغلی
%۹/۸	خیر	
%۵۹/۲	بلی	احساس خستگی هنگام کار
%۴۰/۸	خیر	

جدول ۲: میانگین، انحراف استاندارد، حداقل و حداکثر بیشترین ظرفیت هوازی و حداکثر ظرفیت انجام کار فیزیکی در کارگران مورد

مطالعه (n = ۱۸۴).

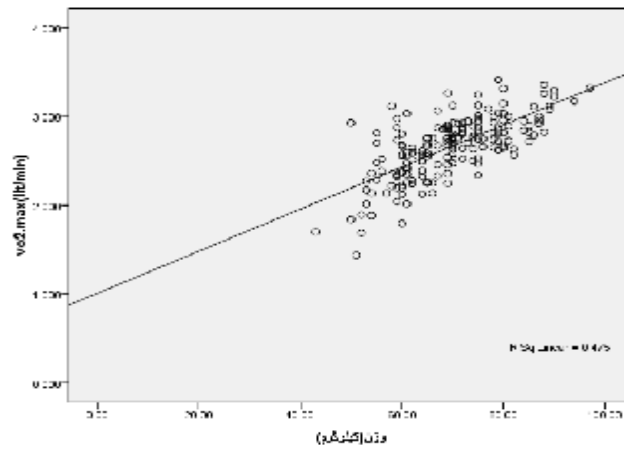
پارامتر	میانگین	انحراف استاندارد	حداقل	حداکثر
بیشترین ظرفیت هوازی:				
(lit/min)	۲/۶۶	۰/۳۵	۱/۴۴	۳/۴۲
(ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	۳۸/۵۷	۴/۴۸	۲۸/۲۰	۵۸/۶۲
حداکثر ظرفیت انجام کار فیزیکی (Kcal/min)	۱۳/۳	۱/۷۵	۷/۲	۱۷/۱
(Kcal/min) PWC	۴/۳۹	۰/۵۸	۲/۳۸	۵/۶۴

جدول ۳: میانگین و انحراف استاندارد بیشترین ظرفیت هوازی در کارگران مورد مطالعه برحسب کار در نظام نوبتی، استعمال دخانیات، عادت به ورزش کردن، رضایت شغلی و احساس خستگی هنگام کار (n=۱۸۴).

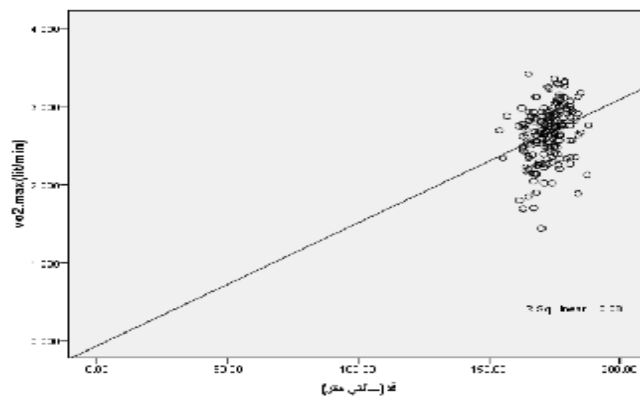
P	بیشترین ظرفیت هوازی (lit/min)		متغیر
	انحراف استاندارد	میانگین	
			نظام کار:
۰/۱۸۵	۰/۳۵	۲/۶۲	نوبت کار (n=۹۷)
	۰/۳۴	۲/۶۹	روزکار (n=۸۷)
			استعمال دخانیات:
۰/۰۲۹	۰/۴۱	۲/۵۱	بلی (n=۲۵)
	۰/۳۳	۲/۶۷	خیر (n=۱۵۵)
			عادت به ورزش کردن:
۰/۰۱۹	۰/۳۴	۲/۷۱	ورزشکار (n=۱۰۴)
	۰/۳۵	۲/۵۹	غیروزشکار (n=۸۰)
			رضایت شغلی:
۰/۴۷۵	۰/۳۵	۲/۶۵	بلی (n=۱۶۶)
	۰/۲۸	۲/۷۱	خیر (n=۱۸)
			احساس خستگی هنگام کار:
۰/۴۱۶	۰/۳۲	۲/۶۷	بلی (n=۱۰۹)
	۰/۳۹	۲/۶۳	خیر (n=۷۵)



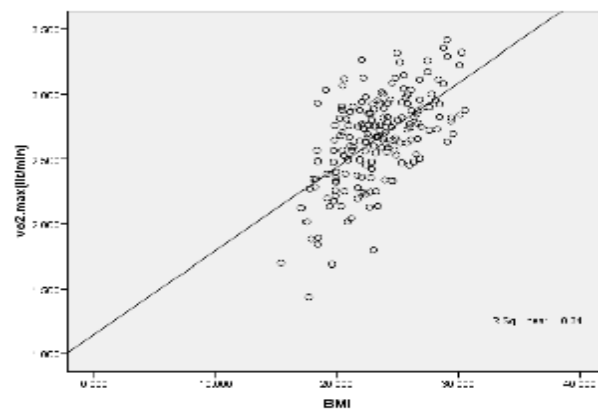
شکل ۱: کارگری در حین انجام آزمون Tuxworth & Shahnavaز و بالا و پایین رفتن از پله ۴۰ سانتی متری مشاهده می شود.



شکل ۲: رابطه بیشترین ظرفیت هوازی با وزن کارگران مورد مطالعه ($n = 184$).



شکل ۳: رابطه بیشترین ظرفیت هوازی با قد کارگران مورد مطالعه ($n = 184$).



شکل ۴: رابطه بیشترین ظرفیت هوازی با BMI کارگران مورد مطالعه ($n = 184$).

بحث

وزن، قد و BMI ظرفیت هوازی افزایش می یابد. نتایج مطالعات گذشته یافته های این تحقیق را تایید می کنند (۹)، ۱۱، ۲۲ - ۲۰).

نتایج مطالعه حاضر مشخص ساخت که بین $VO_2\text{-max}$ و سیگار کشیدن ارتباط معنی داری وجود دارد ($P=0/029$) به گونه ای که میانگین $VO_2\text{-max}$ در افراد سیگاری ($2/51 \pm 0/41$) به طور معنی داری کمتر از میانگین آن در افراد غیرسیگاری می باشد ($2/67 \pm 0/33$). این یافته با نتایج مطالعات دیگر همخوانی دارد (۱۹). یکی از دلایل این کاهش می تواند اشیاء خون از منواکسیدکربن (CO) موجود در دود سیگار باشد که متعاقب آن ظرفیت حمل اکسیژن توسط خون کاهش می یابد (۲۳).

نتایج این تحقیق نشان داد که میانگین ظرفیت هوازی در افراد ورزشکار ($2/71 \pm 0/34$) به طور معنی داری بیش از میانگین آن در افراد غیر ورزشکار است ($P=0/019$). این موضوع می تواند نقش ورزش در بهبود عملکرد فیزیولوژیک و ظرفیت هوازی را نشان داده که در مطالعات دیگران نیز مورد تأیید قرار گرفته است (۳).

نتایج این مطالعه نشان داد که اشتغال در نظام نوبتی، رضایت شغلی و احساس خستگی در کار ارتباطی با میانگین ظرفیت هوازی در جامعه مورد مطالعه ندارد ($P>0/05$). این یافته ها با یافته های مطالعات دیگر در توافق می باشد (۲۴).

نتیجه گیری

تعیین ظرفیت هوازی و PWC در جامعه کارگران ایرانی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. علیرغم این موضوع تا کنون مطالعات اندکی در این زمینه انجام شده است. نتایج این تحقیق می تواند اطلاعاتی را در خصوص پارامترهای یاد شده در بخش کوچکی از جامعه کارگران ایرانی در اختیار گذاشته و خلاء موجود را تا حدی پر کند.

جامعه ۱۸۴ نفری مورد مطالعه از نظر سن جوان بوده ($31/85 \pm 7/85$) و از میانگین قد نسبتاً بلندی برخوردار می باشد ($172/57 \pm 6/24$). همچنین BMI کارگران مورد مطالعه بر اساس تقسیم بندی WHO (۱۷) عمدتاً در محدوده ی طبیعی ($23/30 \pm 3/14$) قرار دارد.

میانگین و انحراف استاندارد $VO_2\text{-max}$ برحسب لیتر در دقیقه و $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ به ترتیب برابر با $2/66 \pm 0/35$ و $38/57 \pm 4/48$ به دست آمد. این مقادیر با میانگین ($VO_2\text{-max}$) به دست آمده در جامعه مردان آمریکایی در مطالعه مالک و همکاران ($4/15 \pm 0/63$) لیتر در دقیقه (۱۱) به طور قابل توجهی کمتر است. افزون بر آن، ظرفیت هوازی کارگران مورد مطالعه در مقایسه با ظرفیت هوازی مردان غیر سیگاری هلندی ($3/89 \pm 0/92$) لیتر در دقیقه (۱۲) و نیز ظرفیت هوازی دانشجویان مرد ایرانی در محدوده سنی ۲۰ تا ۲۵ سال ($3/03$ لیتر در دقیقه) کمتر است (۱).

نتایج این مطالعه نشان داد که ارتباط معنی داری بین $VO_2\text{-max}$ و سن کارگران مورد مطالعه وجود ندارد. این یافته با یافته های مطالعه ای که توسط چاترجی و همکاران در سال ۱۹۹۴ در هند در دو گروه سنی ۲۹-۲۰ و ۳۹-۳۰ سال انجام پذیرفت و در آن مشخص شد که $VO_2\text{-max}$ بر حسب لیتر در دقیقه در دو گروه دارای تفاوت معنی دار نیست (۱۸) همخوانی دارد. البته در برخی مطالعات دیگر از جمله در مطالعه بتیک و هپل (۱۹) نشان داده شده است که ظرفیت هوازی با افزایش سن کاهش می یابد. این یافته ها با نتایج مطالعه حاضر سازگاری ندارد. البته لازم به ذکر است که میانگین $VO_2\text{-max}$ در گروه سنی بیش از ۴۰ سال کاهش یافته است، اما این کاهش معنی دار نبوده است.

در بررسی ارتباط $VO_2\text{-max}$ با وزن، قد و BMI. تحلیل رگرسیون ارتباط خطی معنی داری بین این متغیرها و ($VO_2\text{-max}$) نشان داد. این بدان معناست که با افزایش

کارگران الزامی گردد تا بدین ترتیب علاوه بر ایجاد بانک اطلاعاتی و روزآمد نمودن آن، تغییرات توانایی فیزیکی نیروی کار پایش شده و بر اساس آن بار کاری فیزیکی مناسب تعیین شود.

قدردانی

این مطالعه به وسیله حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شیراز بر اساس قرارداد شماره ۴۵۵۰-۸۷ حمایت مالی شده است که بدینوسیله تشکر و قدردانی می گردد.

نتایج این مطالعه نشان داد که $VO_2\text{-max}$ با وزن، قد، BMI، ورزش کردن و سیگار کشیدن دارای ارتباط معنی دار است و متغیرهای یاد شده از جمله عوامل مؤثر بر ظرفیت هوازی کارگران می باشند. همچنین نتایج این تحقیق مشخص ساخت که متغیرهای سن، اشتغال در نظام نوبت کاری، رضایت از کار، احساس خستگی هنگام کاربرد $VO_2\text{-max}$ کارگران بی اثر بوده و ارتباطی با آن ندارند. بنابراین، چنین می توان نتیجه گیری نمود که $VO_2\text{-max}$ عمدتاً تحت تاثیر پارامترهای فیزیکی و جسمانی بوده و کمتر با متغیرهای ذهنی در ارتباط است. پیشنهاد می شود اندازه گیری $VO_2\text{-max}$ و PWC به عنوان بخشی از معاینات قبل از استخدام و دوره ای

منابع

- 1-Mououdi MA, Choobineh AR. Ergonomics in practice: selected ergonomics topics. Tehran: Nashr-e-Markaz; 2008: 82-94.
- 2-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 1977Mar; 20(2):181-91. [PMID=858301]
- 3-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 Jun 12; 3 :56-9. [PMID=18500964]
- 4-Cataneo DC, Cataneo AJ. Accuracy of the stair climbing test using maximal oxygen uptake as the gold standard. J Bras Pneumol. 2007 Apr; 33(2):128-33. [PMID=17724530]
- 5-Francis K, Brasher J. A height-adjusted step test for predicting maximal oxygen consumption in males. J Sports Med Phys Fitness. 1992 Sep; 32(3):282-7. [PMID=1487920]
- 6-Inoue Y, Nakao M. Prediction of maximal oxygen uptake by squat test in men and women. Kobe J Med Sci. 1996 Apr; 42(2):119-29. [PMID=8699783]
- 7-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 Nov; 14(8):460-4. [PMID=8300273]
- 8-Lockwood PA, Yoder JE, Deuster PA. Comparison and cross-validation of cycle ergometry estimates of $VO_2\text{-max}$. Med Sci Sports Exerc. 1997 Nov; 29(11):1513-20. [PMID=9372490]
- 9-Olson MS, Willford HN, Blessing DL, Wilson GD, Halpin G. A test to estimate $VO_2\text{-max}$ in females using aerobic dance, heart rate, BMI, and age. J Sports Med Phys Fitness. 1995 Sep; 35(3):159-68. [PMID=8775641]
- 10-Wier LT, Jackson AS, Ayers GW, Arenare B. Nonexercise models for estimating $VO_2\text{-max}$ with waist girth, percent fat or BMI. Med Sci Sports Exerc. 2006 Mar; 38(3):555-61. [PMID=16540845]
- 11-Malek MH, Housh TJ, Berger DE, Coburn JW, Beck TW. A new non-exercise-based $VO_2\text{-max}$ prediction equation for aerobically trained men. J Strength Cond Res. 2005 Aug; 19(3):559-65. [PMID=16095416]
- 12-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. [PMID=10453750]
- 13-Ho BL. A study of maximal oxygen consumption in Chinese males. Aviat Space Environ Med. 1984 Mar; 55(3):222-5. [PMID=6721810]
- 14-Siconolfi SF, Garber CE, Lasater TM, Carleton RA. A simple, valid step test for estimating maximal oxygen uptake in epidemiologic studies. Am J Epidemiol. 1985 Mar; 121(3):382-90. [PMID=4014128]
- 15-Siconolfi SF, Cullinane EM, Carleton RA, Thompson PD. Assessing $VO_2\text{-max}$ in epidemiologic studies: modification of the Astrand-Rhyming test. Med Sci Sports Exerc. 1982; 14(5):335-8. [PMID=7154887]

- 16-Hartung GH, Blancq RJ, Lally DA, Krock LP. Estimation of aerobic capacity from submaximal cycle ergometry in women. *Med Sci Sports Exerc.* 1995 Mar;27(3):452-7. [PMID=7752875]
- 17-Lee RD, Nieman DC. *Nutritional Assessment.* 3rd ed. New York (NY): McGraw-Hill; 2003:164-7,180.
- 18-Chaterjee S, Mitra SK, Samanta A. Aerobic capacity of the brick-field workers in eastern India. *Ind Health* 1994; 32(2):79-84. [PMID=7806448]
- 19-Betik AC, Hepple RT. Determinants of VO₂-max decline with aging: an integrated perspective. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2008 Feb; 33(1):130-40. [PMID=18347663]
- 20-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 May; 49(5):632-8. [PMID=11380757]
- 21-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 Dec; 76(4):426-32. [PMID=16739680]
- 22-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 Jun; 19 (3):253-9. [PMID=3600239]
- 23-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. [PMID=6685036]
- 24-Virtanen M, Vahtera J, Pentti J, Honkonen T, Elovainio M, Kivimäki M. Job strain and psychologic distress influence on sickness absence among Finnish employees. *Am J Prev Med.* 2007 Sep; 33(3):182-7. [PMID=17826576]

Estimation of Aerobic Capacity (VO₂-max) and Study of its Associated Factors among Male Workers of Industrial Factories in Sepidan/Fars Province, 2009

Choobineh A^{1*}, Barzideh M², Gholami T³, Amiri R³, Tabatabaei HR⁴, Almasi Hashyanie A⁴

1-Associate professor, Research Center for Health Sciences

2-M.S Student of Ergonomics.

3-B.S of Occupational Health.

4- Assistant professor of Epidemiology.

5-M.S Student of Epidemiology.

1- Associate professor, Research Center for Health Sciences

2- Department of Ergonomics,

3- Department of Occupational Health,

4- Department of Epidemiology, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran.

*Corresponding author: Department of Ergonomics, School of Health and Nutrition, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran.

Tel: 0098-711-7251020

Email: alrchoobin@sums.ac.ir

Abstract

Background and Objective: Measurement of Maximum aerobic capacity (VO₂-max) is important in physiologically fitting the job to the worker. This study was conducted to estimate VO₂-max of industrial workers and to determine its demographic associated factors.

Subjects and Methods: In this cross-sectional study, 184 randomly selected male workers of industrial sector of Sepidan/Fars province participated. A questionnaire consisted of two parts was used as data collecting tool. The first part was related to workers' demographic characteristics which was completed by interview. In the second part of the questionnaire, the value of the measured variables including height, weight, BMI and pulse rate were entered. VO₂-max was measured by Tuxworth & Shahnavaaz method. To investigate association between demographic variables and VO₂-max, linear regression analysis was applied. T-test was used to compare mean value of VO₂-max in different groups (based on the variables studied).

Results: Workers' aerobic capacity was estimated to be 2.66±0.35 Lit/M. The results showed that there was no association between VO₂-max and age while associations were found between VO₂-max and weight as well as height and BMI. Statistical analysis revealed association between VO₂-max and smoking. The results also demonstrated that VO₂-max was higher among those workers who exercised as compared with other workers with no exercise (p=0.019). Shift working, job satisfaction, and fatigue had no association with aerobic capacity.

Conclusion: Aerobic capacity had association with weight, height, BMI, exercise and smoking.

Sci Med J 2011; 10(1): 1-12

Keywords: Maximum aerobic capacity, Physical work capacity, Physiological fitness, Aerobic capacity associated factors

Received: Apr 17, 2010

Revised: Oct 3, 2010

Accepted: Oct 26, 2010