Archive of SID

(مقاله پژوهشی)

برآورد ظرفیت هوازی (VO_2-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[۳]،
سیدحمیدرضا طباطبایی[۴]، امیر الماسی حشیانی[۵]

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

چکیده

زمینه و هدف: اندازه گیری بیشترین ظرفیت هوازی (VO_2-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-max با روش Tuxworth & Shahnavaz انجام گرفت. بررسی ارتباط بین متغیرهای دموگرافیک با VO_2-max با روش تحلیل رگرسیون و مقایسه میانگین VO_2-max در گروه های دوتایی با آزمون t-test صورت گرفت.

یافته ها: ظرفیت هوازی در کارگران ۰/۳۵ ± ۲/۶۶ 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-max و سیگار کشیدن ارتباط معنی داری وجود دارد($P<0/05$). میانگین ظرفیت هوازی در افراد ورزشکار بیش از میانگین آن در افراد غیر ورزشکار بدست آمد($P= 0/019$). 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.

دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۱/۲۸ **دریافت مقاله اصلاح شده:** ۱۳۸۹/۷/۱۱ **اعلام قبولی:** ۱۳۸۹/۸/۴

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

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 Work Capacity (PWC 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-max تعیین شود (۱).

طبق تعریف VO_2-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 (۴،۳،۱). بسیاری از محققان حد قابل قبولی را برای بار کاری دریک نوبت ۸ ساعته تعیین کرده اند و بر این باورند که سطح متوسط تلاش، در طول کار نباید از آن فزونی گیرد. برای مثال، آستراند۴۰ درصد (۱۹۶۷)، میشل و همکاران ۳۵ 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 گیریVO_2-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 گیریVO_2-max به وسیله دوچرخه ارگومتر در جامعه مردان آمریکایی در سال ۲۰۰۵ صورت پذیرفت میانگین VO_2-max برابر با ۰/۶۲۹ ± ۴/۱۵۴ 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-max برابر با ۰/۹۲ ± ۳/۸۹ لیتر در دقیقه تعیین گردید (۱۲). در سال ۱۳۷۱ تحقیقی بر روی ظرفیت هوازی دانشجویان مرد در محدوده سنی۲۰ تا ۲۵ سال در یکی از دانشگاه های کشور با روش غیر مستقیم انجام گرفت و در آن ظرفیت هوازی دانشجویان معادل ۲/۹۰۵ 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-max به عنوان یک استاندارد برای سلامتی دستگاه قلبی- عروقی پیشنهاد گردید و چنین اظهار شد که می توان با اندازه گیری حداکثر ضربان

www.SID.ir

Archive of SID

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 (۱۶-۱۴).

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.

حجم نمونه با استفاده از فرمول $n = \frac{z^2 SD^2}{d^2}$ در 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 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 منظورمحاسبه 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)

www.SID.ir

Archive of SID

بیشترین ظرفیت هوازی با استفاده از روش Tuxworth & Shahnavaz 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 VO_2-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 (شکل۱)، سپس نشسته و پس از گذشت ۳۰ ثانیه نبض وی در ثانیه های (۶۰-۳۰)، (۱۲۰-۹۰)، (۱۸۰-۱۵۰) از طریق ضربان شریان گردن اندازه گیری می گردید. آنگاه شاخص b با استفاده از فرمول زیر محاسبه می شد.

$$\text{Index b}= \frac{۲\times[\text{تعداد ضربان در ثانیه های }(۶۰-۳۰)+(۱۲۰-۹۰)+(۱۸۰-۱۵۰)]}{\text{وزن بدن (kg)}}$$

سپس با استفاده از معادله $Y= -۰/۳۷۸\ X + ۴/۶۷$، VO_2-max محاسبه می شد(۲). در این معادله، x شاخص b می باشد. پس از برآورد VO_2-max ، با استفاده از فرمول زیر حداکثر ظرفیت انجام کار فیزیکی (Kcal/min) و سپس از آن طریق PWC محاسبه گردید.

۵ × (VO_2-max) = 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 × حداکثر ظرفیت انجام کار فیزیکی (Kcal/min)=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 کار خود را با اندازه گیری قد و وزن کارگران آغاز نموده و سپس آزمون Tuxworth & Shahnavaz 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 VO_2-max با متغیرهای کمی همچون سن، قد، وزن، BMI، سابقه کار و از آزمون t برای مقایسه VO_2-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 وشرایط کار کارگران مورد مطالعه را نشان می دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

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 (R^2=۰/۰۰۵ ، P=۰/۳۴۸).

نتیجه تحلیل رگرسیون خطی ساده در شکل ۲ نشان می دهد که ارتباط خطی معنی داری به صورت معادله VO_2-max =1.008+(0.024wt) بین VO_2-max و وزن کارگران وجود دارد (P < ۰/۰۰۱، R^2=۰/۴۷۵). این معادله نشان می دهد که با افزایش وزن، VO_2-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-max =0.016 ht بین VO_2-max و قد کارگران وجود دارد (P < ۰/۰۰۱، R^2 =۰/۰۸۰). این معادله نشان می دهد که با افزایش قد، VO_2-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-max =1.15+(0.065BMI). بین VO_2-max و BMI کارگران وجود دارد (P <۰/۰۰۱، R^2 =۰/۳۴۰). این معادله نشان می دهد که با افزایشBMI، VO_2-max افزایش می یابد.

در جدول۳ 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-max در افراد غیرسیگاری و ورزشکار به طور معنی داری بیش از افراد سیگاری و غیر ورزشکار بوده است.

www.SID.ir

Archive of SID

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

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

جدول۲: 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

www.SID.ir

Archive of SID

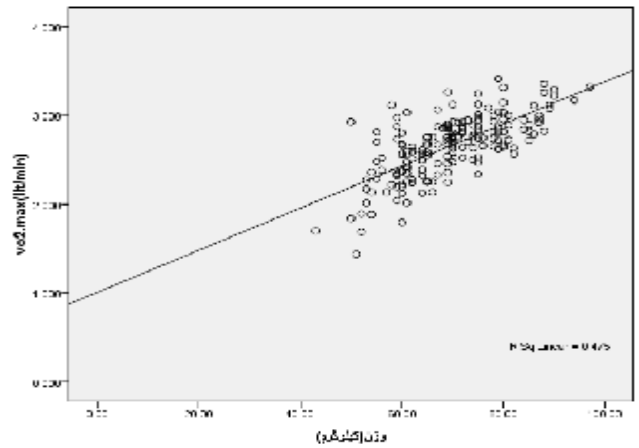
جدول۳: میانگین و انحراف استاندارد بیشترین ظرفیت هوازی در کارگران مورد مطالعه برحسب کار در نظام نوبتی، استعمال دخانیات، عادت به ورزش کردن، رضایت شغلی و احساس خستگی هنگام کار(۱۸۴= n).

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

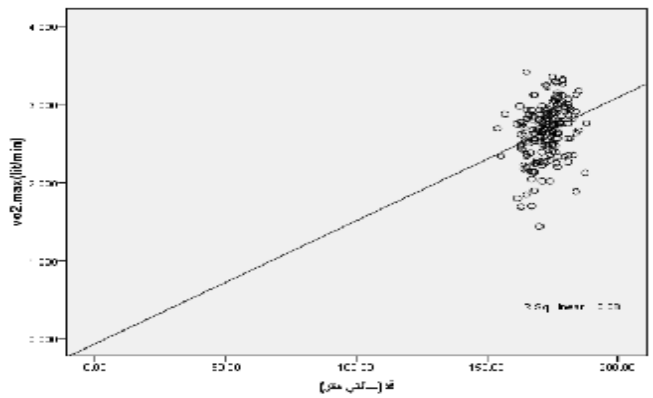
شکل ۱: کارگری در حین انجام آزمون Tuxworth & Shahnavaz و بالا و پایین رفتن از پله ۴۰ سانتی متری مشاهده می شود.

www.SID.ir

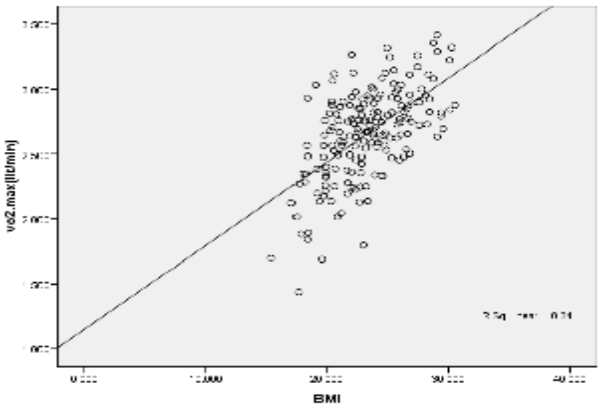
Archive of SID



شکل ۲: رابطه بیشترین ظرفیت هوازی با وزن کارگران مورد مطالعه (n =۱۸۴).



شکل۳: رابطه بیشترین ظرفیت هوازی با قد کارگران مورد مطالعه (n =۱۸۴).



شکل۴: رابطه بیشترین ظرفیت هوازی با BMI کارگران مورد مطالعه (n =۱۸۴).

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

جامعه ۱۸۴ نفری مورد مطالعه از نظر سن جوان بوده (۷/۸۵ ± ۳۱/۸۵) و از میانگین قد نسبتاً بلندی برخوردار می باشند (۶/۲۴ ± ۱۷۲/۵۷). همچنین BMI کارگران مورد مطالعه بر اساس تقسیم بندی WHO (۱۷) عمدتاً در محدوده ی طبیعی (۳/۱۴ ± ۲۳/۳۰) قرار دارد.

میانگین و انحراف استاندارد VO_2-max برحسب لیتر در دقیقه و $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ به ترتیب برابر با ۰/۳۵ ± ۲/۶۶ و ۴/۴۸ ± ۳۸/۵۷ به دست آمد. این مقادیر با میانگین (VO_2-max) به دست آمده در جامعه مردان آمریکایی در مطالعه مالک و همکاران (۰/۶۳ ± ۴/۱۵ لیتر در دقیقه) (۱۱) به طور قابل توجهی کمتر است. افزون برآن، ظرفیت هوازی کارگران مورد مطالعه در مقایسه با ظرفیت هوازی مردان غیر سیگاری هلندی (۰/۹۲ ± ۳/۸۹ لیتر در دقیقه) (۱۲) و نیز ظرفیت هوازی دانشجویان مرد ایرانی در محدوده سنی ۲۰ تا ۲۵ سال(۳/۰۳ لیتر در دقیقه) کمتر است (۱).

نتایج این مطالعه نشان داد که ارتباط معنی داری بین VO_2-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-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-max در گروه سنی بیش از ۴۰ سال کاهش یافته است، اما این کاهش معنی دار نبوده است.

در بررسی ارتباط VO_2-max با وزن، قد و BMI، تحلیل رگرسیون ارتباط خطی معنی داری بین این متغیرها و (VO_2-max) نشان داد. این بدان معناست که با افزایش 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-max و سیگار کشیدن ارتباط معنی داری وجود دارد (P=۰/۰۲۹) به گونه ای که میانگین VO_2-max در افراد سیگاری (۰/۴۱ ± ۲/۵۱) به طور معنی داری کمتر از میانگین آن در افراد غیرسیگاری می باشد (۰/۳۳ ± ۲/۶۷). این یافته با نتایج مطالعات دیگر همخوانی دارد (۱۹). یکی از دلایل این کاهش می تواند اشباء 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 (۰/۳۴ ± ۲/۷۱) به طور معنی داری بیش از میانگین آن در افراد غیر ورزشکار است (P=۰/۰۱۹). 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>۰/۰۵). این یافته ها با یافته های مطالعات دیگر درتوافق می باشند (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 دراین 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.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج این مطالعه نشان داد که VO_2-max با وزن، قد، BMI، ورزش کردن و سیگار کشیدن دارای ارتباط معنی دار است و متغیر های 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 کاربر VO_2-max کارگران بی اثر بوده و ارتباطی با آن ندارند. بنابراین، چنین می توان نتیجه گیری نمود که VO_2-max عمدتا تحت تاثیر پارامترهای فیزیکی و جسمانی بوده و کمتر با متغیرهای ذهنی در ارتباط است.

پیشنهاد می شود اندازه گیری VO_2-max و PWC به عنوان بخشی از معاینات قبل از استخدام و دوره ای 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.

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-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-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-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-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. 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 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-max in epidemiologic studies: modification of the Astrand-Rhyming test. Med Sci Sports Exerc. 1982; 14(5):335-8. [PMID=7154887]

www.SID.ir

Archive of SID

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 VO_2-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 VO_2-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 VO_2-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]

www.SID.ir

Archive of SID

Estimation of Aerobic Capacity (VO_2-max) and Study of its Associated Factors among Male Workers of Industrial Factories in Sepidan/Fars Province, 2009

Choobineh A[1]*, Barzideh M[2], Gholami T[3], Amiri R[3], Tabatabaei HR[4], Almasi Hashyanie A[4]

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 (VO_2-max) is important in physiologically fitting the job to the worker. This study was conducted to estimate VO_2-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. VO_2-max was measured by Tuxworth & Shahnavaz method. To investigate association between demographic variables and VO_2-max, linear regression analysis was applied. T-test was used to compare mean value of VO_2-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 VO_2-max and age while associations were found between VO_2-max and weight as well as height and BMI. Statistical analysis revealed association between VO_2-max and smoking. The results also demonstrated that VO_2-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**

www.SID.ir