برآورد حداکثر ظرفیت هوازی (VO_2-max) و مطالعه عوامل تاثیر گذار بر آن در کارگران مرد کارخانجات صنعتی سنندج در استان کردستان در سال ۱۳۹۲

فرشاد ارغوانی[۱] - غلامحیدر تیموری[۲]- کمال ابراهیمی[۳]*- محمدکریم جوانمردی[۴]- خالد رحمانی[۵]

۱- کارشناس ارشد ارگونومی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران
۲- کارشناسی ارشد بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تربت حیدریه، تربت حیدریه، ایران.
۳- کارشناس بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران
۴- کارشناس بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران
۵- دانشجوی دکترای تخصصی اپیدمیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
* **نویسنده مسؤول:** کارشناس بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران
تلفن: ۰۹۱۸۷۷۰۸۴۱۲ پست الکترونیکی: ebrahimi.k2010@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: از برآورد ظرفیت هوازی انسان می توان در ایجاد تناسب هرچه بیشتر بین فیزیولوژی کارگر و کار استفاده نمود. این مطالعه با هدف تعیین ظرفیت هوازی کارگران مرد صنایع شهر سنندج و تعیین عوامل موثر بر آن در سال ۱۳۹۲ به انجام رسید.

روش: برای انجام این تحقیق ۲۰۰نفر از کارگران مرد سالم غیر سیگاری به صورت تصادفی انتخاب شدند. برای تعیین ظرفیت هوازی کارگران از تست پله تاکسورت و شاهنواز استفاده گردید. برای بررسی روابط بین متغیرهای کیفی با میانگین VO_2-max از آزمون t و برای بررسی ارتباط بین متغیرهای کمی و میانگین VO_2-max از one way ANOVA و رگرسیون خطی چند گانه و برای ساختن بهترین مدل از آنالیز stepwise در رگرسیون خطی چندگانه استفاده گردید.

یافته ها: بر طبق نتایج میانیگین ظرفیت هوازی کارگران (۰/۳۴)±۲/۹۲لیتر بر دقیقه بدست آمد. نتایج این مطالعه نشان داد که بین وزن بدن و وضعیت تاهل با بیشترین ظرفیت هوازی رابطه معنی دار وجود دارد. با توجه به نتایج این مطالعه بین قد، BMI، سن، سطح سواد، عادت ورزش کردن، نظام نوبت کاری و خستگی هنگام انجام کار با بیشترین ظرفیت هوازی رابطه معنی دار وجود ندارد.

نتیجه گیری: وضعیت تاهل و وزن از عوامل موثر بر بیشترین ظرفیت هوازی می باشد.

کلیدواژه ها: حداکثر ظرفیت هوازی، تناسب فیزیولوژیک، ظرفیت انجام کار فیزیکی، پروتکل تاکسورت و شاهنواز

فصلنامه علمی دانشگاه علوم پزشکی تربت حیدریه ،دوره ی دوم، شماره ۵، بهار ۱۳۹۳

مقدمه

با وجود پیشرفت های چشمگیری که امروزه در زمینه خودکارسازی کارها در صنایع حاصل شده اما باز هم نقش عامل انسانی کم رنگ نگشته و بسیاری از کارها به وسیله نیروی فیزیکی عامل انسانی انجام می گیرد که این نوع کارها در کشورهای در حال توسعه و کمتر توسعه یافته بیشتر است(۱).

از آنجا که هر نوع کاری از نظر میزان سخت بودن، مقداری مشخص انرژی برای انجام می طلبد و از طرف دیگر هر فردی با توجه به ظرفیت های قلبی عروقی و جسمانی قادر به تامین مقداری مشخص انرژی برای انجام کار است(۲) بنابراین نیاز است به منظور بهبود کارایی و اثربخشی بیشتر سیستم های کاری بین این دو ویژگی(مقدار انرژی لازم برای انجام کار و مقدار ظرفیت تولید انرژی فرد) تطابق ایجاد گردد که ارگونومیست ها این دو مقدار را به منظور تطابق شاغل با شغل از لحاظ فیزیولوژیکی اندازه گیری می نمایند (۳,۴).

غالبا توانایی فرد در انجام دادن کار، به ظرفیت انجام کار فیزیکی تعبیر می شود(۵) که ظرفیت انجام کار حداکثر مقدار انرژی است که فرد می تواند در یک بازه زمانی ۸ساعته ضمن انجام کار، بدون اینکه در دراز مدت دچار خستگی جسمانی یا فیزیولوژیک گردد به مصرف برساند.(kcal/min) (۸-۵) .

بیشتر محققان بر این باورند که ظرفیت انجام کار فیزیکی[1]، از راه اندازه گیری مقدار حداکثر ظرفیت هوازی فرد[2] بدست می آید. حداکثر ظرفیت هوازی که معادل حداکثر اکسیژن جذب شده VO_2-max است برابر با مقدار اکسیژنی است که در یک دقیقه در زمان انجام کار با حداکثر توانایی و قدرت، تنفس می گردد و معمولا با دو واحد kcal/min و میلی لیتر در کیلوگرم در دقیقه سنجیده می شود. حداکثر ظرفیت انجام کار فیزیکی رابطه مستقیمی با این شاخص دارد و معمولا از روی این شاخص بدست می آید. مقادیر بالای VO_2-max باعث می شود فرد ظرفیت بالایی در انجام کار داشته و در ضمن انجام کار تحمل و استقامت بیشتری داشته و دیرتر احساس خستگی کند. فاکتورهای متعددی مانند BMI، ورزش کردن، سیگار نکشیدن، احساس رضایت از کار و سطح خستگی بر بیشترین ظرفیت هوازی تاثیرگزار بوده اند(۱۵-۹و ۱،۲،۷).

بنابراین ارگونومیست ها می کوشند تا نحوه و زمان انجام کارها را مطابق با مقدار VO_2-max تنظیم نمایند برای مثال بعضی محققان پیشنهاد کرده اند که کارهایی در حدود ۱۰۰٪ مقدار VO_2-max باید کمتر از ۳دقیقه انجام شود و یا برای انجام فعالیتهایی در حدود ۹۰-۸۰٪ حدود ۲۰-۱۰ دقیقه را پیشنهاد کرده اند. (۲)

به طور کلی اکثر ارگونومیست ها مقدار ۳۳٪ حداکثر ظرفیت هوازی را به عنوان حد قابل قبول مصرف انرژی برای انجام کار روزانه تعیین نموده اند. (۴)

در بیشتر روشهای اندازه گیری مقدار VO_2-max از روی اندازه گیری تعداد ضربان قلب و نبض این مقدار را بدست می آورند.(۱ ،۲، ۴، ۷، ۸، ۱۳)

در کشور ما تا به امروز تحقیقات محدودی در زمینه برآورد VO_2-max کارگران صنایع و نیز تعیین عوامل موثر بر آن انجام گرفته و جنبه های زیادی در این زمینه هنوز مبهم است. مطالعه حاضر با هدف برآورد ظرفیت هوازی و تعیین همبسته های آن در کارگران مرد صنایع سنندج انجام گرفت. یافته های این مطالعه می تواند راهنمای مفیدی در زمینه گزینش و استخدام کارگران برای انجام کارهای مشخص باشد که به تبع آن بسیاری از مشکلات شغلی به علت عدم تطابقات در این زمینه حل گردیده و بهره وری بیشتر سیستم کاری را به دنبال خواهد داشت.

روش مطالعه

این مطالعه به صورت تحلیلی مقطعی انجام شد. بر اساس آمار در ۳۸ کارخانه فعال شهر سنندج در سال۱۳۹۲ ، ۱۹۱۸ نفر کارگر مرد وجود داشتند که جامعه مورد مطالعه را تشکیل دادند. معیار ورود شامل کارگران مرد صنایع شهر سنندج که فاقد هرنوع بیماری قلبی عروقی،ریوی(COPD) و نیز سابقه مصرف مواد دخانی بودند. تعداد نمونه ها با استفاده از نتایج مطالعات قبلی (۳-۱)در سطح اطمینان ۹۵ درصد و با محاسبه سایش ۱۵ درصد، با استفاده از فرمول زیر برابر ۲۰۰ نفر انتخاب شد.

$$n = \frac{z^2 . p\,(1-P)}{d^2}$$

در ابتدا کل کارگران کارخانه ها از شماره ۱ تا ۱۹۱۸ شماره گذاری شده و به صورت تسهیم به نسبت و تصادفی انتخاب صورت گرفت و بدین ترتیب مشخص شد که از ۳۸ کارخانه چند کارخانه و چند نفر کارگر باید به مطالعه وارد شوند و در کل ۲۰۰ نفر در تحقیق حاضر شرکت داده شدند. برای جمع آوری اطلاعات از پرسشنامه ای دو قسمتی برای ثبت ویژگی های

1 - PWC(Physical Work Capacity)
2 - VO2-max

دموگرافیک نمونه ها استفاده شد که قسمت اول به صورت مصاحبه حضوری با کارگر و قسمت دوم از طریق اندازه گیری پارامترهای لازم توسط محققین تکمیل گردید. قسمت اول پرسشنامه به سؤالاتی در مورد سن، سابقه کار، شغل، وضعیت تأهل، میزان تحصیلات، اشتغال در نظام نوبت کاری، ورزش کردن، میزان رضایت از کار، احساس خستگی در حین کار اختصاص یافته و در قسمت دوم پرسشنامه قد، وزن، و تعداد ضربان نبض که با روش ها و ابزارهای خاصی اندازه گیری و ثبت گردید.

برای اندازه گیری قد از متر نواری و برای اندازه گیری وزن کارگران از ترازوی دیجیتال استفاده گردید. بیشترین ظرفیت هوازی با استفاده ازپروتکلTuxworth & Shahnavaz با اندازه گیری نبض محاسبه شداین روش در سال ۱۹۷۷ به وسیله تاکسورت و شاهنواز در یک جامعه کارگری ایرانی طراحی، تدوین و توسعه یافته است(۱و۳۷). در این روش فرد به مدت ۵ دقیقه از یک پله ۴۰ سانتی متری با نرخ ۲۵ پله در دقیقه بالا و پایین رفته سپس نشسته و پس از گذشت ۳۰ ثانیه نبض وی در ثانیه های (۶۰-۳۰)، (۱۲۰-۹۰) و (۱۸۰-۱۵۰) از طریق ضربان شریان گردن اندازه گیری گردید. آنگاه شاخص b با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد.

$$\text{Index b} = \frac{((۱۵۰ - ۱۸۰) + (۹۰ - ۱۲۰) + (۳۰ - ۶۰)) \times ۲}{\text{وزن بدن}}$$

سپس با استفاده از معادله $Y=-0.378\ X+4.67$ محاسبه شد. در این معادله Y مقدار VO_2max و X شاخص b می باشد. با توجه به اینکه کارگران مورد مطالعه در شیفت های کاری ۸ساعته مشغول به فعالیت بودند، با استفاده از فرمول زیر حداکثر ظرفیت انجام کار فیزیکی بر حسب کیلوکالری بر دقیقه محاسبه و سپس از این طریق PWC محاسبه گردید.

حداکثر ظرفیت انجام کار = $(VO_2\text{-max}) \times ۵$

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.

PWC (Kcal/min)=ظرفیت انجام کار× ۳۳ درصد

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 کردند. پس از تکمیل پرسشنامه توسط فرد و اطمینان از اینکه او به ناراحتی های تنفسی و قلبی -عروقی مبتلا نبودند، محققین کار خود را با اندازه گیری قد و وزن کارگران آغاز نموده و سپس آزمون Tuxworth & Shahnavazدر محل کارخانه انجام شد . در این مطالعه، برای تجزیه و تحلیل داده ها، ابتدا آمار توصیفی شامل میانگین و انحراف استاندارد سن، قد، وزن و سابقه کار استخراج گردید و سپس برای مقایسه VO2-max در دو گروه ازنوبت کار 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 از آزمون t استفاده شد. افراد و برای بررسی ارتباط بین متغیرهای کمی و میانگین VO2-max از رگرسیون خطی ساده و چند گانه و برای ساختن بهترین مدل از آنالیز stepwise در رگرسیون خطی چندگانه استفاده گردید. در نهایت مقدار p کمتر از ۰/۰۵ برای معنی داری فاکتورها در نظر گرفته شد. از نرم افزار SPSS19 برای تجزیه و تحلیل نتایج استفاده شد.

یافته ها

۲۰۰نفر از کارگران مرد صنایع شهر سنندج وارد مطالعه شدند که میانگین سن ۹/۰۸±۳۶/۱۴سال بود. میانگین سایر متغیرهای افراد مورد بررسی به ترتیب برای وزن، قد وBMI برابر با ۱۲/۱۸±۷۷/۶۶ کیلوگرم، ۶/۷۹±۱۷۴/۲۶سانتیمتر و ۳/۸۴±۲۵/۵۸ بود.

جدول۱: آمار توصیفی متغیرهای VO_2-max، ظرفیت کار فیزیکی (PWC)

متغیر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
VO_2-max(لیتر بردقیقه)	۲/۹۲	۰/۳۴	۱/۷۷	۳/۶۰
P.W.C(کیلوکالری بر دقیقه)	۴/۳۹	۰/۵۸	۲/۳۸	۵/۴۴

جدول۲: برخی از ویژگی های فردی کارگران و ارتباط آنها با VO_2-max

متغیر		درصد	میانگین و انحراف معیار VO_2-max	p-value
وضعیت تاهل	متاهل	۸۵/۵	۲/۹۴(±۰/۵۵)	۰/۰۱
	مجرد	۱۴/۵	۲/۷۸(±۰/۲۴)	
تحصیلات	راهنمایی و کمتر	۴۷/۲	۲/۸۸ (±۰/۰/۳۳)	۰/۲۳
	متوسطه و دیپلم	۳۹/۱	۲/۹۵(±۰/۰/۳۱)	
	عالی	۱۳/۷	۲/۸۹(±۰/۲۹)	
نظام کار	نوبت کار	۵۳/۶	۲/۹۴(±۰/۴۰)	۰/۲۰
	روز کار	۴۷/۴	۲/۸۴(±۰/۳۳)	
عادت ورزش کردن	بلی	۳۴/۹	۲/۹۲(±۰/۳۲)	۰/۹۴
	خیر	۶۵/۱	۲/۹۱(±۰/۵۷)	
رضایت شغلی	بلی	۸۰	۲/۹۱(±۰/۶۱)	۰/۸۶
	خیر	۲۰	۲/۹۲(±۰/۲۸)	
احساس خستگی هنگام کار	بلی	۷۶/۱	۲/۹۲(±۰/۳۵)	۰/۹۰
	خیر	۲۳/۹	۲/۹۱(±۰/۳۰)	

با توجه به نتایج فقط بین وضعیت تاهل با میزان VO2-max رابطه معنی دار یافت شد(P=0.01) به طوری که میزان VO2-max کارگران متاهل بیشتر از کارگران مجرد بود. بین میزان تحصیلات، نوبت کاری، عادت به ورزش کردن، رضایت شغلی و احساس خستگی هنگام کار با مقدار VO2-max رابطه معنی دار پیدا نشد اما کارگرانی که تا حد متوسطه و دیپلم سواد داشتند، کارگرانی که در نظام نوبت کاری مشغول به فعالیت بودند، کارگرانی که به ورزش کردن عادت داشتند، کارگرانی که از شغل خود راضی نبودند و کارگرانی که در ضمن انجام کار احساس خستگی کمتری داشتند میزان VO2-max بالاتری داشتند.

جدول ۳: نتایج رگرسیون چند گانه برای متغیرهای کمی اصلی پیشگویی کننده VO_2-max

متغیر	b	مقدار t	p-value
مقدار ثابت	۱/۱۱۹	۳/۳۷۶	۰/۰۰۰۱
وزن	۰/۰۲	۱۴/۷۶	۰/۰۰۰۱

پس از آنالیز stepwise متغیرهای قد وBMI به علت اینکه معنی دار نبودند از جدول حذف و به این ترتیب متغیر وزن با میانگین VO_2-max کارگران که رابطه معنی دار داشت در جدول مشخص است.

همچنین تحلیل رگرسیون خطی بین وزن و vo_2max نشان داد که رابطه خطی بین این دو متغیر به صورت زیر وجود دارد:

$$Vo_2max = 1.41 + 0.019\ weight$$

این رابطه نشان می دهد در بین کارگرانی که در این تحقیق مورد مطالعه قرار گرفتند، با افزایش وزن(کیلوگرم) مقدار vo2max (لیتر بر دقیقه) افزایش می یابد.

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که جامعه ۲۰۰ نفری مورد مطالعه دارای میانگین سن برابر (۹/۰۸±۳۶/۱۴) و میانگین قد برابر با(۶/۷۹±۱۷۴/۲۶)بودند. همچنین میانگین BMI افراد مورد مطالعه برابر با (۳/۸۴±۲۵/۵۸) بود که در گستره اضافه وزن قرار داشتند و میانگین و انحراف استاندارد VO_2-max و PWC به ترتیب برابر ۰/۳۴±۲/۹۲لیتر بر دقیقه و ۰/۵۸±۴/۳۹کیلوکالری بر دقیقه بود.

طبق نتایج این بررسی ظرفیت هوازی برآورد شده در کارگران کارخانجات شهر سنندج نسبت به سایر نقاط کشور که مورد بررسی قرار گرفته اند بالاتر می باشد طوری که ظرفیت هوازی برآورد شده در این مطالعه نسبت به مطالعه دانشمندی و همکاران(۳) در میان کارگران مرد صنایع شیراز (۰/۲۶۳±۲/۶۹ لیتر بر دقیقه) بیشتر است. ظرفیت هوازی برآورد شده در این مطالعه با نتایج حاصل از مطالعه چوبینه و همکاران(۱) که با استفاده از تست پله بر اساس پروتوکل تاکسورت و شاهنواز در

میان کارگران مرد سپیدان به انجام رسانده اند(۲/۶۶±۰/۳۵ لیتر بر دقیقه) بیشتر است. ظرفیت هوازی برآورد شده در این مطالعه از نتایج مطالعه مالک و همکاران(۳۶) (۴/۴۵±۰/۶۲۹ لیتر بر دقیقه) پایین تر است. نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج حاصل از مطالعه تاکسورت و شاهنواز(۳۷) که روش مطالعه حاضر توسط آنان ارائه گردیده در میان یک جامعه کارگری ایران(۲/۶۵ لیتر بر دقیقه) بیشتر است.

نتایج این مطالعه نشان داد که بین وضعیت تاهل و ظرفیت هوازی رابطه معنی دار وجود دارد (P=۰.۰۵) که در مطالعات قبلی به این موضوع توجه نشده است که برای توجیه معنی داری این رابطه فاکتورهای مخدوش کننده متعددی وجود دارد از جمله اینکه کارگران متاهل به نسبت کارگران مجرد مسولیت و وظایف بیشتری را در زندگی علاوه بر مسئولیت و وظایف کاری بر عهده داشته که این خود می طلبد این افراد فعالیت فیزیکی و تلاش بیشتری را به عمل آورند که احتمالا موجب افزایش بیشترین ظرفیت هوازی و کار فیزیکی این افراد می گردد.

بر اساس نتایج مطالعه حاضر بین متغیرهای سطح سواد، نظام کار، رضایت شغلی و احساس خستگی هنگام انجام کار با حداکثر ظرفیت هوازی ارتباط معنی دار وجود نداشت که با نتایج مطالعات پیشین همخوانی دارد.(۱، ۲، ۳۶، ۳۷ و ۳۸)بر اساس نتایج این مطالعه بین میانگین VO_2-max افراد ورزشکار و غیر ورزشکار تفاوت معنی دار آماری وجود ندارد که در جهت عکس نتایج مطالعات پیشین است (۲۷, ۲۸) .

تحلیل رگرسیون خطی چند گانه بین VO_2-max با وزن نشان داد که ارتباط معنی دار بین متغیرهای یاد شده وجود دارد که این یافته با یافته های مطالعات پیشین مطابقت دارد. (۱، ۳، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۲۳، ۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۹، ۳۵، ۳۶ و ۳۷)

تفاوت نتایج حاصل از این مطالعه با مطالعات قبلی ممکن است به علت های مختلفی ایجاد شده باشد. از آن جا که هنوز اطلاعات کافی در این زمینه وجود ندارد، مقایسه این نتایج با نتایج تعداد محدودی از مطالعات در این زمینه ممکن است خالی از اشکال نباشد. یکی دیگر از دلایل احتمالی از نظر تفاوت های جغرافیایی محل زندگی و کار کارگران است که نیاز دارد بیشتر بر روی این موضوع بررسی صورت گیرد. از طرفی بیشتر مطالعات گذشته بر روی افراد با سنین مختلف و اطلاعات آنتروپومتریک مختلف صورت گرفته و این تفاوتها می تواند بر روی نتایج اثر گذار باشد.

نتیجه گیری

برآورد ظرفیت هوازی معیاری ارزشمند در ارگونومی صنعتی است، اما با این وجود در ایران مطالعات محدودی در این زمینه انجام گرفته و این مطالعات هم در نواحی مشخص و محدودی از کشور که نشانگر وضعیت کل کشور نیست انجام شده است از این رو، نتایج این مطالعه تا حدودی می تواند خلاء موجود در این زمینه را پر نموده و اطلاعات ارزشمندی را از کارگران ایران در مقایسه با سایر کارگران نقاط دنیا بدست دهد.

با توجه به نتایج این مطالعه می توان از متغیرهای وضعیت تاهل و وزن به عنوان عوامل موثر بر VO_2-max نام برد.

نتایج این مطالعه نشان داد که کارگران شهر سنندج به نسبت کارگران سایر نقاط کشور که مورد مطالعه واقع شده اند VO_2-max بیشتری دارند.

یافته های این مطالعه می تواند در برقرار نمودن اصول ارگونومیک در محیط کار مخصوصا در متناسب نمودن وضعیت فیزیولوژیک کارگران با توجه به میزان انرژی مورد نیاز برای انجام وظایف بسیار سودمند واقع شود و بدیهی است که این متناسب سازی نقشی بارز در بالابردن روحیه و انگیزه کارگران برای انجام کار داشته و از این طریق بهره وری نظام کار هم افزایش می یابد.

تشکر و قدردانی

این مطالعه به وسیله حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کردستان بر اساس قرارداد شماره۲۲۶-۹۰حمایت مالی شده است که بدینوسیله تشکر و قدردانی می گردد.

References:

1. Choobineh AR, Barzideh M, Gholami T, Amiri R, Tabatabaei HR, Almasi HA. Estimation of Aerobic Capacity (VO2-max) and Study of Its Associated Factors among Male Workers of Industrial Factories in Sepidan/Fars Province. Archive of SID, 2009. 10(1):1-12 In Press.

2. Vema J, Sajwan A, Manika D. a study on Estimating VO2-MAX from Different Techniques in Field Sitauation. Lakshmibai National Institute of Physical Education: 2009/2, p. 42-48.

3. Daneshmandi H, Choobineh AR, Rajaei Fard AR. Estimation of aerobic capacity and determination of its associated factors among male workers of Industrial Sector of Shiraz. Iran Occupational Health. 2011, P.47-58. In Press

4. Mououdi MA, Choobineh AR. Ergonomics in practice: selected ergonomics topics. Tehran: Nashr-e-Markaz; 1999, p. 81-94.

5. Kroemer, K. H. E.; Grandjean, E.: Fitting the Task to the Human : A Textbook of Occupational Ergonomics. 5Th Ed, Taylor & Francis Routledge, U.S.A; 1997, p. 101.

6. Abdoli Eramaki M. Occupational Biomechanics & Design of Workplace (Ergonomics). Omid-e-majd; 1999, PP. 237.

7. Louhevaara, V. In: The Occupational Ergonomics. (Karwowski, W. Marras, W S.). CRC Press, U.S.A; 1999, PP. 261.

8. Wilson, J R. Corlett, N. Evaluation of human work. 3TH Ed, Taylor & Francis, U.S.A; 2005, p.429,444, 445, 449.

9. Akalan, C. Robergs, R A. Kravitz, L. Prediction of VO2-max from an individualized submaximal cycle ergometer protocol. Journal of exercise physiology online(JEP). 2008; 11.

10.Huggett, D L. Connelly, D M. Overend, T J. Maximal Aerobic Capacity Testing of Older Adults: A Critical Review, Journal of Gerontology: Medical Sciences. 2005; 60A (1): 57-66.

11.Hepple, R T. Hagen, J L. Krause, D. Oxidative capacity interacts with oxygen delivery todetermine maximal O2 uptake in rat skeletal muscles in situ. Journal of Physiology. 2002; 541(3): 1003–1012.

12.Astorino, T A. Willey, J. Kinnahan, J. Larsson, S M. Welch, H. Dalleck, L C. Elucidating determinants of the plateau in oxygen consumption at VO2-Max. Br J Sports Med. 2005; 39: 655-660.

13.Wilmore, J H. Costill, D L. Physiology of Sport And Exercise . Translation: Moeini Z., and others, Ten edition, Mobtakeran, Volume I; 2008, p. 254.

14.Zoolaktaf, V. et al. Estimation of VO2-max by octagon aerobic test. Motor and Sport Science Journal. 2007; 2(10): 85-93.

15.Myhre, L. Tolan, G. Bauer, D. Fischer, J. Validity of submaximal cycle ergometry for estimation aerobic capacity. United States Air Force Research Laboratory. August 1998; p. 1.

16.Ładyga, M. Faff, J. Assessment of the accuracy of prediction 0f the maximal oxygen uptake based on submaximal exercises in the former elite rowers and paddlers. Biology of Sport. 2005; 22(2).

17.Verma, S S. Gupta, J S. Malhotra, M S. Prediction of maximal aerobic power in men. Europ. J. Physiol. 1977; 36:215-22.

18.Yoopat, P. Toicharoen, P. Boontong, S. Glinsukon, T. Vanwonterghem, K. Louhevaara, V. Cardiorespiratory capacity of Thai workers in different age and job categories. J Physioln Anthropol. 2002; 21(2): 121-28.

19.Uth, N. Sørensen, H. Overgaard, K. Pedersen, P K. Estimation of VO2-max from the ratio between HRmax and HRrest – the Heart Rate Ratio Method. Eur J Appl Physiol. 2004; 91: 111-15.

20.Tayyari, F. Smith, J L. Occupational Ergonomics. Chapman & Hall, 1st edition, U.S.A; 1997, p. 108-113.

21.Wilmore, J H. Costill, D L. Physiology of Sport And Exercise. Translation: Moeini Z., and others, six edition, Mobtakeran, Volume II; 2007, p. 316.

22.Rodahl,K. The Physiology of Work. Taylor & Francis, U.S.A; 2005, p.44.

23.Schiller, B C. Casas, Y G. Desouza, C A. Seals, D R. Maximal aerobic capacity across age in healthy Hispanic and Caucasian women. J Appl Physiol. 2001; 91: 1048-54.

24.Tanaka, H. Desouza, C A. Jones, P P. Stevenson, E T. Davy, K P. Seals, D R. Greater rate of decline in maximal aerobic capacity with age in physically active vs. sedentary healthy women. J Appl Physiol. 1997; 83: 1947-1953.

25.Ładyga, M. Faff, J. Burkhard-Jagodzińska, K. Age-related decrease of the indices of aerobic capacity in the former elite rowers and kayakers. Biology of Sport. 2008; 25(3): 245-61.

26.Beere, P A. Russell, S D. Morey, M C. Kitzman, D W. Higginbotham, M B. Aerobic Exercise Training Can Reverse Age-Related Peripheral Circulatory Changes in Healthy Older Men. Circulation. 1999; 100: 1085-94.

27.Guyton, A. Hall, J E. "Guyton Medical Physiology. Translation: Bigdeli, M. R., and others. First edition, Nashr-e-Tabib, Volume II; 2005, p.1179.

28.Brauer, RL. Safety and health for engineers. John Wiley & Sons, U.S.A; 2006, p. 611.

29.Teraslinna, P. Ismail, A H. Macleod, D F. Nomogram by Astrand and Ryhming as a predictor of maximum oxygen intake. J. Appl. Physiol. 1966; 21(2): 513-15.

30.Petrella, R J. Koval, J J. Cunningham, D A. Paterson,D H. A Self-Paced Step Test to Predict Aerobic Fitness in Older Adults in the Primary Care Clinic. J Am Geriatr Soc. 2001; 49: 632–8.

31.Faulkner, J. Parfitt, G. Eston, R. Prediction of maximal oxygen uptake from the ratings of perceived exertion and heart rate during a perceptually-regulated sub-maximal exercise test in active and sedentary participants. Eur J Appl Physiol. 2007;101: 397-407.

32.Golbabaee F. Omidvari M. Man and Thermal Environment. Tehran University; 2008, PP. 86-89.

33.Dwyer, G. Davis, S E. ACSM's Health- Related Physical Fitness Assessment Manual. Second edition, Wolters Kluwer ILIppincott Williams & Wilkins, U.S.A; 2008, p. 11-124.

34.Lee RD, Nieman DC. Nutritional Assessment. 3rd ed. New York: McGraw-Hill; 2003: 164-167 and 180.

35.Egwu, M O. Effect of Psycho-physical Stress on the Preference of Non-Athletic Youths for Intermittent or Continuous Bench-Stepping. International Journal of Sports Science and Engineering. 2009; 3(1): 22-6.

36.Malek MH, Housh TJ, Berger DE, Coburn JW, Beck TW. A new non-exercise-based VO2-max prediction equation for aerobically trained men. Journal of Strength and Conditioning. 2005; 19(3): 559-65.

37.Tuxworth, W. Shahnawaz, 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.

38.Grassi GP, Turci M, Sforza C. Aerobic fitness and somatic growth in adolescents: a cross sectional investigation in a high school context. J Sports Med Phys Fitness. 2006 Sep; 46(3):412-8.

Estimation of Maximal Aerobic Capacity (VO_2-max) and Study of its Associated Factors among Industrial Male Workers in Snandaj city/Kurdistan Province2013

Arghavani F[1], teimori Gh[2], Ebrahimi K[3], Rahmani kh[4], Javanmardi K[5]

1- M.Sc ergonomic, Kurdistan university of medical sciences, Sanandaj, Iran.
2- M.Sc. Occupational Health, Torbat Heydariyeh University of Medical Science, Torbat Heydariyeh, Iran.
3- B.Sc Occupational Health, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran.
4- PhD Student of Epidemiology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
5-B.Sc Occupational Health, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran.
*- **Corresponding Author:** B.Sc Occupational Health, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran. Tel: +98- **E-mail:** ebrahimi.k2010@yahoo.com

Abstract

Background and Aim: Estimating the maximal aerobic capacity in humans can be used to establish the proportionality between the worker and work physiology. This study was conducted to determine VO2-max and its associated factors among male workers of industrial sector of Sanandaj city.

Method: To conduct this study, ۲۰۰ healthy and non-smoking male workers were randomly selected. Maximal aerobic capacity (VO2-max) was measured by Tuxworth & Shahnavaz method. T test and one way ANOVA test were used to examine the relationship between qualitative variables and VO2max mean and quantitative variables and VO2-max mean, respectively. The stepwise multiple linear regression analysis was used to build the best model.

Results: According to results, workers' maximal aerobic capacity mean was estimated to be 2.92±0/34 Lit/M. The results showed that there was association between VO2-max and weight and marital status while no association was found between VO2-max and height, BMI, age, education level, shift working, job satisfaction, exercise per week and fatigue.

Conclusion: Weight and marital status are the factors affecting the maximal aerobic capacity.

Keywords: Maximum aerobic capacity, physiologically fitting, Physical work capacity, Tuxworth & Shahnavaz protocol.