# بررسی ارتباط عوامل تأثیرگذار با حداکثر اکسیژن مصرفی کارگران معدنی در اصفهان

احسان‌اله حبیبی[1]، حسین خلیلی گرجی[2]، عظیم کریمی، میثم مباشری دمنه[2]، امین بابایی پویا[2]، محمد مقیسه[2]، اکبر حسن‌زاده[3]

**مقاله پژوهشی**

## چکیده

**مقدمه:** اندازه‌گیری بیشترین ظرفیت هوازی (VO2max) در ایجاد تناسب فیزیولوژیک بین کارگر و کار اهمیت دارد. بدین ترتیب، علاوه بر حفظ تندرستی و توانایی جسمی، میزان تولید و بهره‌وری نیز بیشتر خواهد شد. مطالعه حاضر با هدف برآورد ظرفیت هوازی و تعیین عوامل مؤثر بر آن در کارگران معدن انجام شد. از آن‌جایی که برآورد حداکثر ظرفیت هوازی کارگران معدن در ایران برای اولین بار در این مطالعه انجام گردید، ثبت این داده‌ها در بانک اطلاعات داده‌های کشوری بسیار مفید خواهد بود.

**روش‌ها:** در مطالعه مقطعی حاضر، ۸۵ نفر از کارگران یک معدن زیرزمینی در استان اصفهان مورد بررسی قرار گرفتند و اطلاعات دموگرافیک و شاخص‌های قد، وزن، شاخص توده بدنی (Body mass index یا BMI) و ضربان قلب آنان اندازه‌گیری و ثبت گردید. میزان VO2max نیز بر اساس نموگرام Astrand و با استفاده از دوچرخه ارگومتر محاسبه شد. در نهایت، ارتباط متغیرهای ثبت شده با ظرفیت هوازی با استفاده از آزمون‌های Independent t و آنالیز رگرسیون در نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

**یافته‌ها:** میانگین ظرفیت هوازی در کارگران ۰/۸۶ ± ۴/۲۲ لیتر در دقیقه به دست آمد. نتایج حاصل از آنالیز رگرسیون نشان داد که بین ظرفیت هوازی با BMI، سن و سابقه کاری ارتباط معنی‌داری وجود نداشت. همچنین، بر اساس نتایج آزمون t، بین ظرفیت هوازی با سیگار کشیدن ($P = ۰/۰۳۶$) و ورزش کردن ($P < ۰/۰۰۱$) رابطه معنی‌داری مشاهده شد.

**نتیجه‌گیری:** نتایج مطالعه نشان داد که BMI شاخص مناسبی برای پیش‌بینی حداکثر اکسیژن مصرفی و به دنبال آن برآورد ظرفیت انجام کار فیزیکی نیست. همچنین، نتایج بیان می‌کند که انجام فعالیت منظم ورزشی و عدم استعمال دخانیات، تأثیر بسزایی بر حداکثر اکسیژن مصرفی کارگران معدن دارد.

**واژه‌های کلیدی:** حداکثر اکسیژن مصرفی، کارگران معدن، دوچرخه ارگومتر، عوامل تأثیرگذار

**ارجاع:** حبیبی احسان‌اله، خلیلی گرجی حسین، کریمی عظیم، مباشری دمنه میثم، بابایی پویا امین، مقیسه محمد، حسن‌زاده اکبر. **بررسی ارتباط عوامل تأثیرگذار با حداکثر اکسیژن مصرفی کارگران معدنی در اصفهان.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۵؛ ۱۲ (۲): ؟؟

دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۱۲/۱۵ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۲/۱

## مقدمه

بر اساس تعریف انجمن بین‌المللی ارگونومی (International Ergonomic Association)، علم ارگونومی یا مهندسی فاکتورهای انسانی به معنای نظم و انضباط در رابطه با درک متقابل میان انسان و عناصر سیستم می‌باشد که نتیجه آن، طراحی به منظور بهینه‌سازی فعالیت انسانی و عملکرد کلی سیستم است (۲، ۱). از طرف دیگر، هدف اصلی ارگونومی، ایجاد تناسب بین انسان و محیط می‌باشد. به همین دلیل برای ارزیابی اثربخشی برنامه‌های مداخله‌ای ارگونومیک به ابزارهایی نیاز است که اطلاعات لازم در خصوص میزان تناسب یا عدم تناسب را فراهم آورد (۳). برای ایجاد چنین تناسبی لازم است تا از یک‌سو مصرف انرژی در مشاغل مختلف تعیین و از سوی دیگر، توان جسمی کارگران اندازه‌گیری شود. به همین دلیل اندازه‌گیری توان جسمی از مباحث مهم ارگونومی به شمار می‌رود که سازمان بین‌المللی کار نیز بر آن تأکید نموده است (۴). به عبارت دیگر، با سنجش ویژگی‌های ذهنی، فیزیکی و فیزیولوژیکی انسان، می‌توان او را به کاری متناسب و در حد و اندازه‌های تحمل فیزیولوژیک وی گمارد (۵).

امروزه دانشمندان بر این باور هستند که توانایی انجام کار فیزیکی باید با استفاده از حداکثر اکسیژن مصرفی (VO2max) تعیین شود (۵). بر اساس مطالعات، مقدار انرژی مصرف شده برای انجام کار، رابطه مستقیمی با مقدار اکسیژن مصرف شده در بدن انسان دارد. در واقع، ظرفیت هوازی (VO2max) نقطه‌ای است که بدن با وجود افزایش شدت تمرین، دیگر قادر به مصرف اکسیژن نیست. این شاخص یکی از قدیمی‌ترین شاخص‌های آمادگی جسمانی است که به وسیله آن می‌توان اجرای فعالیت‌ها یا حداکثر توانایی جسمانی افراد را مورد ارزیابی قرار داد (۸-۶)؛ به طوری که در مطالعه مطلبی کاشانی و لحمی به منظور برآورد ظرفیت هوازی، از این شاخص جهت تعیین انرژی مصرفی استفاده شد (۴). با توجه به این که در کشورهای صنعتی حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد کارگران هنوز در مشاغلی استخدام می‌شوند که نیاز به کار فیزیکی دارد و در کشورهای در حال توسعه، همه انواع کارهای ماهیچه‌ای متداول است (۹)؛ بدین منظور بار کاری فیزیکی، فیزیولوژیکی و ذهنی بر دوش کارگران قرار می‌گیرد

۱- استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۳- مربی، گروه آمار و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
**نویسنده مسؤول:** میثم مباشری دمنه
Email: meysammobasheri@yahoo.com



Archive of SID
www.SID.ir
www.mui.ac.ir

(۱۱، ۱۰) که سبب تغییراتی در حداکثر اکسیژن مصرفی افراد می‌شود (۱۳، ۱۲).

با توجه به نوع کار معدن‌کاران که شامل وظایف مختلفی می‌شود، خستگی و سایر علل دیگر می‌تواند سبب اختلال در انجام کار گردد (۱۴). این امر به نوبه خود باعث بروز آسیب‌های جدی به فرد و تجهیزات می‌شود. در این میان، عدم تناسب فیزیکی نیز منجر به ایجاد آسیب‌ها و اختلالات بسیاری می‌شود (۱۶، ۱۵، ۶). این عدم تناسب سبب انواع ناراحتی‌های اسکلتی- عضلانی (۱۴)، خستگی و کاهش کارایی (۱۷)، بیماری‌های قلبی- عروقی (۱۸) و... می‌گردد. با توجه به این که شغل معدن‌کاری بر اساس طبقه‌بندی سازمان بین‌المللی کار، در طبقه کارهای سخت و زیان‌آور (بسیاری از فعالیت‌های معدن‌کاران مانند آتشبان‌ها، کارگران فرایندهای حفاری، استخراج، حمل بار و...) قرار دارد (۱). در این راستا، لازم است ارزیابی مناسبی در این زمینه انجام پذیرد و میزان تناسب کار با افراد سنجیده شود تا از بروز صدمات و خسارات جلوگیری گردد (۱۹).

از عوامل تأثیرگذار بر تناسب افراد در زمینه اندازه‌گیری ظرفیت هوازی، می‌توان به سن (۲۰، ۱۵)، قد و وزن (۲۱، ۱۲)، شاخص توده بدنی (Body mass index یا BMI) (۲۱، ۱۲)، استعمال دخانیات (۱۶، ۱۲)، فعالیت فیزیکی و... اشاره کرد (۲۲، ۱۵). همچنین، در مطالعات Ladyga و همکاران (۲۳) و Yoopat و همکاران (۲۴)، از سن به عنوان شاخص تأثیرگذاری در تغییرات ظرفیت هوازی نام برده شده است و یا در تحقیق حبیبی و همکاران بر روی دانشجویان، فعالیت فیزیکی عامل تأثیرگذاری بیان گردید (۱۵). از سوی دیگر، در پژوهش‌های دانشمندی و همکاران (۲۱) و چوبینه و همکاران (۱۲)، شاخص‌هایی مانند سن، BMI، ورزشکار بودن و استعمال دخانیات تأثیرگذار بود. حتی در مطالعه انجام شده در آمریکا، نتایج نشان دهنده تأثیر شاخص‌های روانی بر ظرفیت هوازی کارگران بود (۲) که نشان دهنده اهمیت موضوع می‌باشد. با این حال، مطالعات در این زمینه بیشتر بر روی دانشجویان (۱۵)، کارگران (۱۷، ۱۳، ۱۲)، پرستاران (۱۶) و آتش‌نشانان (۲۵) صورت گرفته است و با توجه به فرایندها و خطرات متفاوت کاری در معادن (۲۸-۲۶) و انرژی مصرفی کار- وظیفه مربوط (۲۸)، این مطالعه با هدف شناسایی و ارزیابی برآورد ظرفیت هوازی معدن‌کاران با بررسی عواملی مانند قد، وزن، سابقه کاری (۲۱)، سن (۲۴)، مصرف دخانیات و ورزش کردن (۱۵، ۴)، BMI (۱۲) به عنوان عوامل تأثیرگذار فردی و ارایه راهکارهای ضروری پیشگیرانه انجام شد.

## روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع مقطعی بود که به روش توصیفی- تحلیلی در یکی از معادن سرب زیرزمینی استان اصفهان در سال ۱۳۹۳ انجام گردید. در این مطالعه، ارتباط برخی متغیرهای تأثیرگذار بر حداکثر ظرفیت هوازی افراد مورد بررسی قرار گرفت. حجم نمونه با استفاده از فرمول $n = \frac{NZ^2.S^2}{Nd^2+Z^2.S^2}$ در سطح اطمینان ۹۵ درصد، ۸۱ نفر تعیین شد که برای اطمینان بیشتر، تعداد نمونه‌ها ۸۵ نفر در نظر گرفته شد. نمونه‌ها به روش تصادفی ساده انتخاب شدند. چنانچه هر یک از کارگران انتخاب شده به هر دلیلی (عدم حضور، عدم تمایل به شرکت در مطالعه، بیماری‌های قلبی- عروقی و...) از نمونه خارج می‌شدند، نفر دیگری جایگزین وی می‌گردید (۲۱، ۱۵).

پس از استقرار افراد و تجهیزات لازم برای انجام تحقیق در اتاق سرپرست شیفت کارگران، از سرپرست شیفت کارگران جهت هماهنگی و همکاری کارکنان درخواست شد تا هر ۲۰ دقیقه یکی از کارگران را برای شرکت در مطالعه معرفی نماید. به افراد شرکت کننده در مطالعه، توضیحات لازم در مورد چگونگی انجام مطالعه و اطمینان از محرمانه ماندن اطلاعات داده شد. در صورت رضایت برای مشارکت در مطالعه، اطلاعاتی در مورد سن، مصرف دخانیات، عدم سابقه بیماری‌های قلبی و ریوی، وضعیت تأهل، سابقه عضویت در باشگاه‌های ورزشی و سابقه کاری در پرسش‌نامه دموگرافیک ثبت گردید. در صورت داشتن معیارهای ورود به مطالعه، وزن و قد افراد با استفاده از ترازوی الکترونیکی و قدسنج مکانیکی (مدل BSR 85) اندازه‌گیری گردید. از فرد شرکت کننده درخواست می‌شد تا لباس کار معدن‌کاری خود را خارج کند و لباس سبک مخصوص مطالعه را که از قبل به همین منظور تهیه شده بود، بپوشد. سپس به مدت ۵ دقیقه به صورت درازکش استراحت نماید تا ضربان قلب حالت استراحت وی ثبت شود.

با توجه به سن افراد، حداکثر ضربان قلب از طریق فرمول (سن-۲۲۰) محاسبه شد (۲۹). عدد به دست آمده برای افراد ورزشکار در ۰/۸و برای غیر ورزشکاران در ۰/۷ ضرب شد (از آن‌جایی که پزشک در محل حضور نداشت، از این ضرایب برای حفظ حاشیه ایمن استفاده شد). این عدد همان ضربان قلبی است که افراد می‌توانند بدون فشار به سیستم قلبی- عروقی و تنفسی تحمل کنند؛ بدین معنی که اگر ضربان قلب فرد شرکت کننده در مطالعه و در حین انجام آزمایش به بیش از مقدار محاسبه شده از طریق فرمول مذکور رسید، باید از ادامه انجام آزمایش ممانعت به عمل آید تا فشاری بیش از حد ظرفیت به سیستم قلبی و ریوی وی وارد نشود که خوشبختانه موردی در این مطالعه یافت نشد.

برای انجام آزمایش بر اساس پروتکل Astrand (۳۰، ۲۱، ۱۳، ۴)، کارگر (معدن‌کار) با لباس سبک (۴)، به مدت ۶ دقیقه بر روی دوچرخه ارگومتر رکاب می‌زند تا ضربان قلب وی به بیش از ۱۲۰ ضربه در دقیقه برسد (۳۲، ۳۱، ۲۱، ۴). بر اساس این پروتکل، در انتهای هر دقیقه، ۲۵ وات به بار کاری (سختی پدال) افزوده شد و در انتهای هر مرحله، مقدار ضربان قلب در ۱۵ ثانیه انتهایی با استفاده از اسپورت تستر (مدل Polar، چین) اندازه‌گیری شد (۳۳). سپس حداکثر اکسیژن مصرفی فرد بر حسب میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه از طریق نموگرام Astrand به دست آمد (۳۱). جهت تعیین ظرفیت هوازی، دوچرخه ارگومتر (مدل TUNTURI، فنلاند) و پروتکل Astrand استفاده شد.

از آزمون تحلیل رگرسیون خطی ساده برای بررسی ارتباط بین VO2max با متغیرهای کمی (مانند قد، وزن، BMI، سن و سابقه کار) و از آزمون t برای مقایسه VO2max در دو گروه با استعمال دخانیات و بدون استعمال دخانیات، ورزشکار و غیر ورزشکار استفاده شد. در نهایت داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ (version 20, SPSS Inc., Chicago, IL) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. $P < ۰/۰۵$ به عنوان سطح معنی‌داری داده‌ها در نظر گرفته شد.

## یافته‌ها

نتایج آزمون Kruskal-Wallis نشان داد که بین بیشترین میزان ظرفیت هوازی با سن ($P = ۰/۸۰۳$)، BMI ($P = ۰/۷۹۳$)، قد ($P = ۰/۰۷۲$)، وزن ($P = ۰/۸۸۵$) و سابقه کاری ($P = ۰/۴۸۳$) رابطه معنی‌داری وجود نداشت. بر اساس نتایج آزمون Independent t، بین سابقه استعمال دخانیات



Archive of SID
www.SID.ir
www.mui.ac.ir

(P = ۰/۰۳۶) و ورزشکار بودن (P < ۰/۰۰۱) با میزان VO2max رابطه معنی‌داری مشاهده نشد. جدول ۱ ویژگی‌های دموگرافیک و شرایط کار کارگران مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

**جدول ۱. ویژگی‌های دموگرافیک و شرایط کار کارگران شرکت کننده در مطالعه**

| متغیر | مقدار | حداکثر - حداقل |
|---|---|---|
| سن (سال) | ۳۳/۶۶ ± ۸/۰۶ | ۲۲-۵۳ |
| (میانگین ± انحراف معیار) | | |
| قد (سانتی‌متر) | ۱۷۳/۱۲ ± ۶/۲۲ | ۱۶۰-۱۸۸ |
| (میانگین ± انحراف معیار) | | |
| وزن (کیلوگرم) | ۷۶/۱۲ ± ۱۰/۴۹ | ۵۴-۱۰۵ |
| (میانگین ± انحراف معیار) | | |
| BMI (کیلوگرم بر مترمربع) | ۲۵/۳۷ ± ۳/۱۰ | ۲۰/۳۴-۳۳/۵۲ |
| (میانگین ± انحراف معیار) | | |
| سابقه کاری (سال) | ۹/۰۹ ± ۷/۲۰ | ۱-۳۰ |
| (میانگین ± انحراف معیار) | | |
| استعمال دخانیات (درصد) | دارد | ۳۶ |
| | ندارد | ۶۴ |
| ورزش کردن (درصد) | بلی | ۴۲ |
| | خیر | ۵۸ |

BMI: Body mass index

با توجه به جدول ۱، BMI کارگران مورد مطالعه بر اساس تقسیم‌بندی سازمان جهانی بهداشت (World Health Organization یا WHO) به طور عمده در محدوده طبیعی قرار داشت. یافته‌های جدول ۲ نشان داد که بیشترین افراد مورد مطالعه در گروه سنی کمتر از ۴۰ سال قرار داشتند (۸۸ درصد) و این امر نشان دهنده جوان بودن گروه مورد مطالعه می‌باشد. از طرف دیگر، بیشترین افراد سیگاری، کمتر از ۳۰ سال بودند (۵۸ درصد). افراد گروه سنی ۴۸-۴۰ سال و همچنین، افراد دارای BMI در محدوده ۲۹/۹۹-۲۵، بیشترین میزان VO2max را داشتند.

میزان VO2max، ظرفیت هوازی (Aerobic capacity یا AC) و ظرفیت انجام کار فیزیکی (Physical work capacity یا PWC) افراد مورد مطالعه به تفکیک سن و BMI در جدول ۲ آمده است.

جدول ۳ میانگین، انحراف معیار، حداقل و حداکثر بیشترین ظرفیت هوازی و همچنین، ظرفیت انجام کار فیزیکی در جامعه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

## بحث

مطالعه حاضر بر روی کارگران یک معدن زیرزمینی در استان اصفهان انجام گرفت و هدف از انجام آن، بررسی ارتباط بین ظرفیت هوازی و عوامل تأثیرگذار فردی بود. نتایج مطالعه نشان داد که سن ارتباطی با ظرفیت هوازی معدن‌کاران ندارد (P < ۰/۰۵۰) که با نتایج مطالعه حبیبی و همکاران بر روی قشر دانشجو (۱۵) همخوانی داشت، اما ارتباط این دو فاکتور در پژوهش دانشمندی و همکاران، معنی‌دار بود (۱۳). یافته‌های Chatterjee و همکاران بر روی کارگران هندی در دو گروه سنی ۲۹-۲۰ و ۳۹-۳۰ ، عدم وجود ارتباط معنی‌دار را نشان می‌دهد که می‌توان به جوان بودن کارگران و نزدیکی سن آنان اشاره کرد (۳۴). علت عدم ارتباط در مطالعه حاضر را می‌توان چنین تفسیر کرد؛ با وجود این که شرکت کنندگان این مطالعه در طیف سنی ۲۲ تا ۵۳ سال بودند، اما از یک سو ۸۸ درصد افراد نیز در طیف سنی کمتر از ۴۰ سال قرار داشتند و از سوی دیگر، افراد گروه سنی بالای ۴۰ سال از نظر سابقه فعالیت‌های منظم ورزشی و استعمال دخانیات از وضعیت بهتری برخوردار بودند. با توجه به اثرات مصرف دخانیات بر سلامتی و سیستم تنفسی (۳۵)، یافته‌های مطالعه حاضر ارتباط مستقیم ظرفیت هوازی با مصرف دخانیات را نشان می‌دهد (P = ۰/۰۳۶) که با نتایج مطالعات حبیبی و همکاران (۱۵) و چوبینه و همکاران (۱۲) مطابقت دارد؛ به طوری که در نتایج تحقیقات دانشمندی و همکاران (۲۱) و مطلبی کاشانی و لحمی (۴) گزارش گردید، افرادی که دارای مصرف دخانیات می‌باشند، ظرفیت هوازی کمتری دارند.

**جدول ۲. میزان VO2max، ظرفیت هوازی و ظرفیت انجام کار فیزیکی به تفکیک سن و BMI**

| متغیر | | VO2max (لیتر در دقیقه) | | | AC (کیلوکالری در دقیقه) | | | PWC (کیلوکالری در دقیقه) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | میانگین ± انحراف معیار | حداقل | حداکثر | میانگین ± انحراف معیار | حداقل | حداکثر | میانگین ± انحراف معیار | حداقل | حداکثر |
| سن (سال) | ۳۰-۲۲ | ۳/۳۷ ± ۰/۷۷ | ۳/۲ | ۵/۴ | ۲۱/۸۶ ± ۳/۸۵ | ۱۶/۰ | ۲۷ | ۷/۲۱ ± ۱/۲۷ | ۵/۲۸ | ۸/۹۱ |
| | ۳۹-۳۱ | ۴/۰۴ ± ۱/۰۱ | ۲/۲ | ۵/۴ | ۲۰/۲۱ ± ۵/۰۶ | ۱۱/۰ | ۲۷ | ۶/۶۷ ± ۱/۶۷ | ۳/۶۳ | ۸/۹۱ |
| | ۴۸-۴۰ | ۴/۴۶ ± ۰/۵۷ | ۳/۸ | ۵/۲ | ۲۲/۳۳ ± ۲/۸۹ | ۱۹/۰ | ۲۶ | ۷/۳۷ ± ۰/۹۵ | ۶/۲۷ | ۸/۵۸ |
| | بیشتر از ۴۹ | ۴/۰۵ ± ۰/۷۱ | ۳/۴ | ۵/۰ | ۲۰/۲۵ ± ۳/۹۵ | ۱۷/۰ | ۲۵ | ۶/۶۸ ± ۱/۱۸ | ۵/۶۱ | ۸/۲۵ |
| BMI (کیلوگرم بر مترمربع) | کمتر از ۱۸/۴۹ (لاغر) | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | ۲۴/۹۹-۱۸/۵ (طبیعی) | ۴/۱۶ ± ۰/۶۹ | ۲/۹ | ۵/۴ | ۲۰/۸۱ ± ۳/۴۶ | ۱۴/۵ | ۲۷ | ۶/۸۶ ± ۱/۱۴ | ۴/۷۹ | ۸/۹۱ |
| | ۲۹/۹۹-۲۵ (اضافه وزن) | ۴/۳۱ ± ۰/۹۷ | ۲/۲ | ۵/۴ | ۲۱/۵۹ ± ۴/۸۵ | ۱۱/۰ | ۲۷ | ۷/۱۲ ± ۱/۶۰ | ۳/۶۳ | ۸/۹۱ |
| | بالاتر از ۳۰ (چاق) | ۴/۰۸ ± ۱/۱۹ | ۲/۲ | ۵/۴ | ۲۰/۴۰ ± ۵/۹۸ | ۱۱/۰ | ۲۶ | ۶/۷۳ ± ۱/۹۷ | ۳/۶۳ | ۸/۵۸ |

AC: Aerobic capacity; PWC: Physical work capacity; BMI: Body mass index



www.SID.ir
www.mui.ac.ir

**جدول ۳. میانگین، حداقل و حداکثر بیشترین ظرفیت هوازی و حداکثر ظرفیت انجام کار فیزیکی در کارگران مورد مطالعه**

| متغیر | میانگین ± انحراف معیار | حداقل | حداکثر |
|---|---|---|---|
| حداکثر AC (لیتر در دقیقه) | ۴/۲۲ ± ۰/۸۵۷ | ۲/۲ | ۵/۴ |
| حداکثر PWC (کیلوکالری در دقیقه) | ۲۱/۱۰ ± ۴/۲۸۶ | ۱۱/۰ | ۲۷/۰ |
| PWC (کیلوکالری در دقیقه) | ۶/۹۶ ± ۱/۴۱۴ | ۳/۶ | ۸/۹ |

AC: Aerobic capacity; PWC: Physical work capacity

در مطالعه حاضر، تمرینات ورزشی یا فعالیت فیزیکی منظم، از جمله عوامل مؤثر بر ظرفیت هوازی بود ($P < ۰/۰۵۰$) که این رابطه در مطالعات داخلی تأیید شده است (۲۱، ۱۵، ۱۲، ۴)، اما در تحقیق Lechuga و همکاران بر روی جوانان، ارتباطی میان این دو فاکتور مشاهده نشد که دلیل این امر را می‌توان به ارزیابی نوع فعالیت فیزیکی جوانان نسبت داد (۳۶)؛ در صورتی که نتایج مطالعه Mikaelsson و همکاران که بر روی جوانان دارای فعالیت و عدم فعالیت فیزیکی انجام شد، نشان داد که جوانان دارای فعالیت فیزیکی، ظرفیت هوازی بالاتری نسبت به افراد دیگر دارند (۳۷) که با یافته‌های مطالعه حاضر همخوانی داشت.

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، شاخص‌های نیاز به اندازه‌گیری مانند قد و وزن، ارتباط معنی‌داری با ظرفیت هوازی نداشتند ($P > ۰/۰۵۰$) که با یافته‌های بسیاری از پژوهش‌ها مشابهت دارد (۲۱، ۴). این ارتباط در مطالعه چوبینه و همکاران مشاهده شد (۱۲) که این تشابه می‌تواند به علت استفاده از تست پله در ارزیابی ظرفیت هوازی باشد (۳۸، ۲۱). در منابع علمی دیگر، ارتباط BMI با ظرفیت هوازی مورد بررسی قرار گرفت که در بسیاری از مطالعات این ارتباط بی‌معنی بود (۳۹).

## نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ظرفیت هوازی با سن و BMI ارتباط معنی‌داری ندارد؛ در صورتی که بین ظرفیت هوازی با مصرف دخانیات و سابقه ورزشکار بودن کارگران ارتباط معنی‌داری مشاهده شد. به این منظور، پیشنهاد می‌شود با توجه به سختی کار معدن‌کاران، برنامه‌های ورزشی سبک هوازی و کلاس‌های آموزشی در زمینه عواقب مصرف دخانیات بر سلامتی تنفسی، خطرات انفجار و حریق در هنگام استعمال دخانیات و برنامه‌ریزی در جهت پیاده‌سازی فرهنگ بهداشت و سلامتی در محیط کاری معدن به جهت بهبود شرایط سلامتی خانواده کارگران و جامعه انجام پذیرد.

## تشکر و قدردانی

از آقای مهندس الماسی، مسؤول ایمنی و بهداشت حرفه‌ای معدن باما که در انجام مطالعه حاضر همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

## References


1. Karwowski W, Marras WS. Occupational ergonomics: Design and management of work systems. Boca Raton, FL: CRC Press; 2003.
2. Tayyari F, Smith JL. Occupational ergonomics: Principles and applications. New York, NY: Springer US; 1997.
3. Choobineh A. In the ergonomic posture assessment practices. Tehran, Iran: Fanavaran Publications; 2004. [In Persian].
4. Matlabi Kashani M, Lahmi M. Evaluation of physical work capacity at machining process industry in tehran. J Ilam Univ Med Sci 2000; 9(26-27): 21-8. [In Persian].
5. Mououdi M A, Chobineh A R. Ergonomics in practice: selected ergonomics topics. Tehran, Iran: Nashr-e-Markaz; 1999. [In Persian].
6. Rodahl K. Textbook of work physiology. New York, NY: McGraw-Hill; 1970.
7. Tarnus E, Catan A, Verkindt C, Bourdon E. Evaluation of maximal O(2) uptake with undergraduate students at the University of La Reunion. Adv Physiol Educ 2011; 35(1): 76-81.
8. Wong dP, Carling C, Chaouachi A, Dellal A, Castagna C, Chamari K, et al. Estimation of oxygen uptake from heart rate and ratings of perceived exertion in young soccer players. J Strength Cond Res 2011; 25(7): 1983-8.
9. Wilson JR, Corlett N. Evaluation of Human Work. 3rd ed. Boca Raton, FL: CRC Press; 2005.
10. Dempsey PG. Measurement and Evaluation of Physical Load at the Workplace. Tijdschrift voor toegepaste scheikunde en hygiene 2000; 13(3): 35-7.
11. Eston R, Faulkner J, St Clair GA, Noakes T, Parfitt G. The effect of antecedent fatiguing activity on the relationship between perceived exertion and physiological activity during a constant load exercise task. Psychophysiology 2007; 44(5): 779-86.
12. Choobineh A, Barzideh M, Gholami T, Amiri R, Tabatabaei HR, Almasi Hashyanie A. Estimation of aerobic capacity (vo2-max) and study of its associated factors among male workers of industrial factories in Sepidan/Fars Province, 2009. Jundishapur Sci Med J 2011; 10(1): 1-12. [In Persian].
13. Daneshmandi H, Fard AR, Choobineh A. Estimation of aerobic capacity and determination of its associated factors among male workers of industrial sector of Iran. Int J Occup Saf Ergon 2013; 19(4): 667-73. [In Persian].
14. Stewart M, Latimer J, Jamieson M. Back extensor muscle endurance test scores in coal miners in Australia. J Occup Rehabil 2003; 13(2): 79-89.
15. Habibi E, Moghiseh M, Khoshzat N, Taheri M, Gholamnia J, Khoshhali M. Estimation of aerobic capacity (vo2max) and physical activity levels of the boy students with method Strand. J Health Syst Res 2013; 9(9): 951-9. [In Persian].




Archive of SID

www.SID.ir

www.mui.ac.ir

**16.** Habibi E, Dehghan H, Zeinodini M, Yousefi H, Hasanzadeh A. A Study on Work Ability Index and Physical Work Capacity on the Base of Fax Equation VO(2) Max in Male Nursing Hospital Staff in Isfahan, Iran. Int J Prev Med 2012; 3(11): 776-82. [In Persian].
**17.** Nasl-Saraji J, Zeraati H, Pouryaghub G, Gheibi L. Musculoskeletal Disorders study in damming construction workers by Fox equation and measurement heart rate at work. Iran Occup Health 2008; 5(1-2): 55-60. [In Persian].
**18.** Montoliu MA, Gonzalez V, Palenciano L. Cardiac frequency throughout a working shift in coal miners. Ergonomics 1995; 38(6): 1250-63.
**19.** Tehran University of Medical Sciences Institute Environmental Research. A guide to Occupational Health in Miners. Tehran, Iran: Ministry of Health and Medical Education Environmental and Occupational Health Center; 2012. [In Persian].
**20.** Huggett DL, Connelly DM, Overend TJ. Maximal aerobic capacity testing of older adults: a critical review. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2005; 60(1): 57-66.
**21.** Daneshmandi H, Choobineh A, Rajaei Fard A. Estimation of aerobic capacity and determination of its associated factors among male workers of industrial sector of Shiraz City, 2010. Iran Occup Health 2011; 8(3): 48-58. [In Persian].
**22.** Williams DM, Dunsiger S, Ciccolo JT, Lewis BA, Albrecht AE, Marcus BH. Acute affective response to a moderate-intensity exercise stimulus predicts physical activity participation 6 and 12 months later. Psychol Sport Exerc 2008; 9(3): 231-45.
**23.** Ladyga M, Faff J, Burkhard-Jagodzinska K. Age-related decrease of the indices of aerobic capacity in the former elite rowers and kayakers. Biol Sport 2008; 25(3): 245-60.
**24.** Yoopat P, Toicharoen P, Boontong S, Glinsukon T, Vanwonterghem K, Louhevaara V. Cardiorespiratory capacity of Thai workers in different age and job categories. J Physiol Anthropol Appl Human Sci 2002; 21(2): 121-8.
**25.** Kalyani MN, Ebadi A, Mehri SN, Jamshidi N. Comparing the effect of Fire-fighting protective clothes & usual work clothes on aerobic capacity (VO2max). Pak J Med Sci 2008; 24(5): 678-83.
**26.** Pafnote M, Vaida I, Luchian O. Physical fitness in different groups of industrial workers. Physiologie 1979; 16(2): 129-31.
**27.** Australian Bureau of Statistics. Labour, Hours and Work Patterns. Australian Bureau of Statistics,Canberra2002. 2016.
**28.** Abt G, Tranter M. Assessment of heart rate and metabolic rate in an australian underground coal mine. Journal of Occupational and Health Safety-Australia & NewZealand 1999; 15(4): 351-7.
**29.** Achten J, Jeukendrup AE. Heart rate monitoring: applications and limitations. Sports Med 2003; 33(7): 517-38.
**30.** Daneshmandi H, Choobineh A, Rajaei Fard A. Validation of Borg's RPE 6-20 Scale in Male Industrial Workers of Shiraz City Based on Heart Rate. Jundishapur Sci Med J 2012; 11(1): 1-10. [In Persian].
**31.** AuthorsAmerican College of Sports Medicine, Whaley MH, Brubaker PH, Otto RM, Armstrong LE. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
**32.** Borg G. Borg's Perceived Exertion and Pain Scales. Champaign, IL: Human Kinetics; 1998.
**33.** Deakin GB, Davie AJ, Zhou S. 'Reliability and validity of an incremental cadence cycle VO2max testing protocol for trained cyclists. J Exerc Sci Fit 2011; 9(1): 31-9.
**34.** Chatterjee S, Mitra SK, Samanta A. Aerobic capacity of the brick-field workers in eastern India. Ind Health 1994; 32(2): 79-84.
**35.** Tehran University of Medical Sciences Institute Environmental Research. A Guide to Tobacco Cessation. Tehran, Iran: Ministry of Health and Medical Education Environmental and Occupational Health Center; 2012. [In Persian].
**36.** Lechuga JR, Femia P, Munoz CS, Zabala M. Physical activity is not associated with maximum consumption of oxygen in adolescents. Archivos de Medicina del Deporte 2011; 28(142): 103-12.
**37.** Mikaelsson K, Eliasson K, Lysholm J, Nyberg L, Michaelson P. Physical capacity in physically active and non-active adolescents. J Pub Health 2011; 19(2): 131-8.
**38.** 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.
**39.** Lee R, Nieman D. Nutritional Assessment: Sixth Edition. New York, NY: McGraw-Hill Higher Education; 2012.


Archive of SID



www.SID.ir

**Journal of Health System Research** Received: 06.03.2015

**Vol. 12, No. 2, Summer 2016** Accepted: 20.04.2016

# Factors Affecting the Maximum Aerobic Capacity of Mine Workers in Isfahan, Iran

**Ehsanollah Habibi[1], Hossein Khalili-Gorji[2], Azim Karimi[2], Meysam Mobasheri-Demneh[3], Amin Babaei-Pouya[2], Mohammad Moghiseh[2], Akbar Hassanzadeh[4]**

**Original Article**

## Abstract

**Background:** Measurement of the maximum aerobic capacity (VO2-max) is important in creating physiological compatibility between the job and worker. This compatibility, in addition to maintaining health and physical capacity, may cause to increase production and productivity. The purposes of this study were to estimate aerobic capacity and determine factors affecting it. Since the estimation of VO2-max has not been previously performed in Iran, these data can be recorded in the National Data Bank.

**Methods:** In this cross-sectional study, 85 workers of an underground mine in the province of Isfahan, Iran, participated. Their demographic data were recorded, and parameters of height, weight, BMI, and heart rate were measured. VO2-max was estimated using an ergometer bicycle and Astrand nomogram. Finally, the relationships between VO2-max and the measured parameters were analyzed using t-test and regression analysis in SPSS software.

**Findings:** The mean aerobic capacity in workers was 4.22 ± 0.86 liters per minute. Results showed that there was no significant relationship between aerobic capacity and BMI, age, and work experience. However, t-test showed significant relationships between VO2-max and smoking ($P = 0.036$), and exercise ($P < 0.001$).

**Conclusion:** This study showed that BMI is not an appropriate index for predicting VO2-max, and thus, physical work capacity. Results showed that regular exercise and lack of smoking has a great effect on maximum oxygen consumption.

**Keywords:** Maximum aerobic capacity, Mine Workers, bicycle ergometer, Effective Factors

**Citation:** Habibi E, Khalili-Gorji H, Karimi A, Mobasheri-Demneh M, Babaei-Pouya A, Moghiseh M, et al. **Factors Affecting the Maximum Aerobic Capacity of Mine Workers in Isfahan, Iran.** J Health Syst Res 2016; 12(2):

Archive

1- Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
2- MSc Student, Department of Occupational Health Engineering, Student Research Committee, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
3- Lecturer, Department of Epidemiology, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
**Corresponding Author:** Meysam Mobasheri-Demneh, Email: meysammobasheri@yahoo.com



www.SID.ir