Journal of Occupational Hygiene Engineering Volume 4, Issue 4, Winter 2018, Pages: 12-19

Original Article

doi: ------

Effects of Anthropometric and Demographic Factors on Physical Work Capacity of Students of Ahvaz University of Medical Sciences

Davood Afshari[1], Kambiz Ahmadi Angali[2], Atefeh Siahi Ahangar[3,*], Sanaz Mohi Pour[3], Simin Amirmoezi[4]

[1] *Assistant Professor, School of Public Health, Department of Occupational Safety and Health Engineering, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran*
[2] *Department of Epidemiology and Statistic, Faculty of Health, Jondishapour University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran*
[3] *Student Research Committe, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran*
[4] *Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran*

**** Corresponding Author:*** *Atefeh Siahi Ahangar, Student Research Committe, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran. Email: Siahi2068@gmail.com*

Received: 21/12/2017
Accepted: 07/03/2018

How to Cite this Article:
Afshari D, Ahmadi Angali K, Siahi Ahangar A, Mohi Pour S, Amirmoezi S. Effects of Anthropometric and Demographic Factors on Physical Work Capacity of Students of Ahvaz University of Medical Sciences. *J Occup Hyg Eng*. 2018; 4(4): 12-19. DOI: ------

Abstract

Background and Objective: Measurement of maximum aerobic capacity (VO_2 max) is important in physiologically fitting workers to a specific job. We aimed to investigate the effect of anthropometric and demographic factors on physical work capacity.

Materials and Methods: In this study, 60 students of Ahwaz University of Medical Sciences who volunteered to participate were enrolled. For data collection, we used a checklist consisted of two sections. The first section included demographic characteristics, and the second section comprised of anthropometric characteristics of students. The students' aerobic capacity was assessed by using an ergometer and according to Astrand protocol. Linear regression analysis and Pearson correlation coefficient were run to investigate the association between demographic and anthropometric variables and VO_2 max.

Results: Mean VO_2 max of the students was equal to 2.19±0.56 lit/min and 35.95±8.97 $ml/kg^{-1}.min^{-1}$. Statistical analysis revealed a robust association between VO_2 max and gender, weight, height, body fat percentage ($P \leq 0.01$), and shoulder width ($P \leq 0.04$).

Conclusion: Among the demographic factors only gender and among the anthropometric dimensions weight, height, shoulder width, and body fat percentage were significantly associated with VO_2 max. Therefore, using the regression equations mentioned in this study, it is possible to estimate the physical work capacity according to gender and anthropometric dimensions.

Keywords: Aerobic Capacity; Anthropometric Dimensions; Astrand protocol; Ergometer

Copyright © 2018 Journal of Occupational Hygiene Engineering. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite

مقاله پژوهشی

doi: ----------

بررسی همبستگی متغیرهای آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی مؤثر بر ظرفیت انجام کار فیزیکی دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی اهواز

داوود افشاری[۱]، کامبیز احمدی انگالی[۲]، عاطفه سیاهی آهنگر[۳،*]، ساناز محی‌پور[۳]، سیمین امیر معزی[۴]

[۱] استادیار گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

[۲] استادیار گروه آمار زیستی مرکز تحقیقات فناوری زیست محیطی دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

[۳] کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

[۴] کارشناس گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

* **نویسنده مسئول:** عاطفه سیاهی آهنگر، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.

ایمیل: Siahi2068@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۰۹/۳۰

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱۲/۱۶

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

چکیده

سابقه و هدف: اندازه‌گیری حداکثر ظرفیت انجام کار فیزیکی افراد در ایجاد تناسب و تطابق فیزیولوژیکی بین فرد و وظایفی که در یک شغل خاص بر عهده وی قرار می‌گیرد، اهمیت بسیار زیادی دارد؛ از این رو، هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر مؤلفه‌های آنتروپومتریکی و دموگرافیکی بر ظرفیت انجام کار فیزیکی می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه ۶۰ نفر از دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی اهواز به‌صورت داوطلبانه انتخاب گردیدند. برای گردآوری اطلاعات از چک‌لیستی متشکل از دو بخش استفاده شد که بخش اول حاوی اطلاعات دموگرافیک و بخش دوم شامل ابعاد آنتروپومتریکی افراد بود. حداکثر ظرفیت هوازی دانشجویان نیز با استفاده از دوچرخه ارگومتر و به کمک پروتکل آستراند ارزیابی شد. از سوی دیگر، ارتباط بین متغیرهای آنتروپومتریکی و دموگرافیکی با حداکثر ظرفیت هوازی افراد با استفاده از آزمون همبستگی Pearson و آنالیز رگرسیون مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: میانگین حداکثر ظرفیت هوازی دانشجویان معادل ۰/۵۶±۲/۱۹ لیتر بر دقیقه و ۸/۹۷±۳۵/۹۵ $ml/kg^{-1} . min^{-1}$ برآورد شد. همچنین، نتایج آزمون آماری نشان داد که بین حداکثر ظرفیت هوازی و جنس، وزن، قد، درصد چربی بدن ($P\leq ۰/۰۱$) و پهنای شانه ($P\leq ۰/۰۱$) همبستگی قوی وجود دارد.

نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه حاضر نشان داد که از بین فاکتورهای دموگرافیکی، جنس و از نظر ابعاد آنتروپومتریکی، وزن، قد، پهنای شانه و درصد چربی تأثیر معناداری بر حداکثر ظرفیت هوازی دارند؛ بنابراین با استفاده از معادلات رگرسیون ذکرشده در این مطالعه می‌توان با توجه به جنس و ابعاد آنتروپومتریکی، میزان ظرفیت انجام کار را تخمین زد.

واژگان کلیدی: ابعاد آنتروپومتری؛ ارگومتر؛ پروتکل آستراند؛ ظرفیت هوازی

مقدمه

یکی از مباحث مطرح در علم ارگونومی، تعیین ظرفیت انجام کار فیزیکی است. برای حفظ سلامت کارگران و جلوگیری از فرسودگی زودرس آن‌ها لازم است تناسبی میان میزان انرژی مورد نیاز برای انجام کار و ظرفیت انجام کار فیزیکی در کارگران برقرار شود [۱،۲]. اندازه‌گیری و تعیین عوامل مؤثر فیزیکی بر ظرفیت انجام کار، اهمیت ویژه‌ای در ایجاد تناسب و تطابق فیزیولوژیکی فرد با کار دارد [۲،۳]. با توجه به تفاوت میان انسان‌ها از نظر ظرفیت جذب و مصرف اکسیژن در بدن، به‌طور طبیعی ظرفیت انجام کار فیزیکی یا حداکثر توان هوازی افراد تا حد زیادی در هر فرد نسبت به فرد دیگر متفاوت می‌باشد. عوامل مختلفی بر ظرفیت جذب اکسیژن در بدن تأثیر می‌گذارند. این عوامل به شیوه‌های مختلفی بر کارایی دستگاه‌های تنفس، گردش خون و فعل و انفعالات داخل سلولی تأثیر می‌گذارند [۱].

با تعیین میزان ظرفیت انجام کار فیزیکی (PWC: Physical Work Capacity) و سنجش ویژگی‌های فیزیولوژیکی انسان می‌توان کاری متناسب با تحمل بار کاری فیزیکی را به افراد سپرد. بدین‌ترتیب علاوه بر حفظ سلامتی و توانایی جسمانی، میزان تولید و بهره‌وری نیز افزایش خواهد یافت. PWC عبارت است از حداکثر میزان انرژی که فرد می‌تواند در یک نوبت ۸ ساعته مصرف کند؛ بدون اینکه در درازمدت دچار استرس فیزیولوژیکی و خستگی جسمانی گردد. امروزه اعتقاد بر آن است که PWC می‌بایست با استفاده از تخمین حداکثر ظرفیت هوازی (Vo2-MAX) تعیین شود [۳،۴].

حداکثر ظرفیت هوازی عبارت است از بیشترین مقدار اکسیژنی که می‌تواند در واحد زمان از طریق دستگاه تنفسی جذب شود و به وسیله خون در اختیار ماهیچه‌ها قرار گیرد [۳،۵]. فاکتورهای مختلفی بر میزان حداکثر ظرفیت هوازی تأثیر می‌گذارند که در این ارتباط می‌توان به ویژگی‌های محیطی، روحی و روانی، سن و جنسیت اشاره کرد [۴،۶،۷]. مطالعات نشان داده‌اند که بین ضربان قلب و میزان اکسیژن مصرفی ارتباط خطی وجود دارد؛ بنابراین می‌توان از این ارتباط برای اکثر روش‌های تعیین حداکثر ظرفیت هوازی افراد استفاده کرد [۱].

به‌منظور برآورد حداکثر ظرفیت هوازی می‌توان از روش‌های مستقیم یا غیرمستقیم استفاده کرد [۸،۹]. سنجش غیرمستقیم حداکثر ظرفیت هوازی که فشار فیزیولوژیکی کمتری را بر فرد وارد می‌کند برای جوامع صنعتی مناسب‌تر می‌باشد و سنجش مستقیم به دلیل وجود برخی از محدودیت‌ها معمولاً در ارتباط با افراد جوان و ورزشکار انجام می‌شود [۱۰]. دوچرخه ارگومتر، نوار نقاله و پله از جمله وسایلی هستند که برای اندازه‌گیری حداکثر ظرفیت هوازی افراد مورد استفاده قرار می‌گیرند [۱۱-۱۳]. معمولاً استفاده از دوچرخه ارگومتر در آزمایشگاه‌ها کاربردی‌تر می‌باشد [۱۱]. همچنین مشخص شده است که نموگرام آستراند، برآورد خوبی از ماکزیمم اکسیژن جذبی در یک جمعیت سازش‌یافته با دوچرخه ارگومتر را نشان می‌دهد [۱۴].

استفاده از روش‌های تخمین ظرفیت انجام کار نیازمند تجهیزات آزمایشگاهی و تخصص لازم می‌باشد که از نظر هزینه و زمان ممکن است مقرون به صرفه نباشد؛ اما با توجه به مطالعات اخیر نشان داده شده است که این احتمال وجود دارد که بتوان از طریق پارامترهای آنتروپومتریکی، ظرفیت انجام کار در افراد را تخمین زد؛ از این رو این مطالعه با هدف بررسی همبستگی متغیرهای آنتروپومتریکی، دموگرافیکی و فیزیولوژیکی مؤثر بر ظرفیت انجام کار فیزیکی در دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی اهواز انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور انجام پژوهش حاضر پس از ارائه توضیحات لازم و توجیه شرکت‌کنندگان، فرم رضایت‌نامه کتبی و چک‌لیست ویژگی‌های دموگرافیک در اختیار افراد مورد مطالعه قرار گرفت تا آن را تکمیل کنند. سپس درحالی که فرد لباس سبک به تن داشت، آزمون تعیین ظرفیت انجام کار گرفته شد.

الف. جمعیت مورد مطالعه و حجم نمونه

در این پژوهش مقطعی پس از انجام مطالعه پایلوت در بین ۹ نفر از شرکت‌کنندگان و محاسبه ضریب همبستگی Pearson معادل ۰/۶۳ و سطح اطمینان ۹۵ درصد با توجه به فرمول زیر

$$N = [\frac{\left(Z_{1-\frac{\alpha}{2}} + Z_{1-\beta}\right)}{C}]^2 + 3$$

تعداد نمونه معادل ۲۵ نفر برآورد گردید. جهت بالابردن سطح اطمینان در این پژوهش، تعداد ۶۰ نفر از دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی اهواز (۳۰ خانم و ۳۰ آقا) به‌صورت داوطلبانه از سه قومیت (لر، عرب و فارس) انتخاب شدند. شایان ذکر است که نمونه‌ها از افراد دارای شرایط ورود به مطالعه انتخاب گردیدند. باید عنوان نمود که افراد دارای سابقه بیماری قلبی-عروقی، بیماری‌های تنفسی و سایر بیماری‌های مؤثر بر ظرفیت هوازی و یا سابقه مصرف داروی خاص از مطالعه حذف شدند.

ب. ابزار گردآوری اطلاعات

۱. چک‌لیست: برای گردآوری اطلاعات از یک چک‌لیست که متشکل از دو بخش بود استفاده شد. بخش اول دربرگیرنده اطلاعات دموگرافیک افراد (شامل: سن، جنس، سابقه مصرف سیگار، ورزش‌کردن و قومیت که به‌صورت مصاحبه حضوری تکمیل شد) بود و بخش دوم ثبت اطلاعات آنتروپومتریکی افراد (شامل: قد، وزن، شاخص توده بدن، پهنای شانه، عمق سینه، عمق شکم، درصد چربی بدن و تعداد ضربان قلب که توسط محقق اندازه‌گیری و ثبت گردید) را شامل می‌شد. برای تعیین درصد چربی بدن، میزان چربی زیرپوستی سه نقطه سه سر بازو، شکم و فوق خاصره به وسیله کالیپر اندازه‌گیری گردید و در ادامه با استفاده از معادله سه نقطه‌ای Jackson و Pollock تخمین زده شد [۱۵]. به‌منظور اندازه‌گیری ابعاد آنتروپومتریکی افراد نیز کولیس و استادیومتر مورد استفاده قرار گرفت. علاوه‌براین برای تعیین قد، افراد بدون کفش و در حالت کاملاً مستقیم و ایستاده به دیوار تکیه می‌دادند؛ به نحوی که پاشنه پا، باسن، شانه‌ها و سر در تماس با دیوار قرار می‌گرفت. برای اندازه‌گیری وزن نیز از ترازوی عقربه‌ای سکا (Seca) مدل ۷۵۵ استفاده شد. لازم به ذکر است که اندازه‌گیری قد و وزن افراد بدون کفش و با لباس سبک انجام شد. به‌منظور محاسبه شاخص توده بدن (BMI: Body Mass Index) از رابطه زیر

استفاده گردید که در آن وزن بر حسب کیلوگرم و قد بر حسب متر می‌باشد.

$$BMI = \text{وزن}/(\text{قد})^2$$

۲. تعیین ظرفیت انجام کار فیزیکی: در این مطالعه برای اندازه‌گیری حداکثر ظرفیت هوازی افراد از دوچرخه ارگومتر مدل E 839 ساخت شرکت Monark سوئد استفاده شد. به‌منظور انجام آزمایش طبق پروتکل آستراند [۱۶،۱۷]، فرد به مدت شش دقیقه با بار کاری ثابت و سرعت ۵۰ دور در دقیقه روی دوچرخه رکاب می‌زند تا ضربان قلب به بیش از ۱۲۰ ضربه در دقیقه برسد. پایش ضربان قلب حین کار با دوچرخه ارگومتر با استفاده از یک سنسور با نام تجاری پلار (Polar) که در زیر جناق سینه فرد نصب می‌گردید انجام شد. این فرستنده به‌صورت بی‌سیم، ضربان قلب را مخابره کرده و این امکان را فراهم می‌نماید تا نرخ ضربان قلب فرد در محیط نرم‌افزار دستگاه قابل مشاهده باشد. دقت این سنسور در مطالعات گذشته به وسیله دستگاه ECG برابر با ۱ ضربه در دقیقه و ضریب همبستگی ۹۹/۹۷ درصد تأیید شده است [۱۸،۱۹]. پس از انجام آزمایش، اطلاعات مورد نظر شامل حداکثر ظرفیت هوازی فرد بر حسب لیتر بر دقیقه و ml/kg.min با استفاده از نرم‌افزار ارگومتر آنالیز گردید. ورودی‌های این نرم‌افزار شامل: جنس، تاریخ تولد، قد و وزن است و با توجه به پروتکل انتخاب‌شده از سوی پژوهشگر، تنظیمات لازم بر روی نرم‌افزار اعمال می‌گردد. تحلیل یافته‌های این مطالعه با استفاده از نرم‌افزار SPSS 22 انجام شد. بررسی ارتباط بین متغیرهای آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی و حداکثر ظرفیت هوازی افراد با تعیین ضریب همبستگی Pearson و مدل رگرسیون خطی ساده صورت گرفت.

یافته‌ها

در این مطالعه ۶۰ نفر از دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی اهواز (۳۰ خانم و ۳۰ آقا) با محدوده سنی ۳۱-۱۹ سال به‌صورت داوطلبانه از سه قومیت انتخاب شدند؛ به‌طور کلی ۲۴ نفر (۴۰ درصد) از دانشجویان لر، ۱۳ نفر (۲۱/۷ درصد) عرب و ۲۳ نفر (۳۸/۳ درصد) فارس بودند. شایان ذکر است که ۳۴ درصد از دانشجویان در مقطع کارشناسی و ۲۶ درصد در مقاطع بالاتر مشغول به تحصیل بودند. باید عنوان نمود که دانشجویان بدون سابقه مصرف سیگار و سابقه بیماری‌های قلبی- عروقی و تنفسی برای انجام آزمون انتخاب شدند. جدول ۱ میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های دموگرافیک و آنتروپومتریک افراد مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

افزون بر این، میانگین حداکثر ظرفیت هوازی دانشجویان برابر با ۲/۱۹±۰/۵۶ لیتر بر دقیقه و ۳۵/۹۵±۸/۹۷ $ml/kg^{-1} . min^{-1}$؛ میانگین حداکثر ظرفیت هوازی دانشجویان دختر معادل ۱/۹۶±۰/۳۷ لیتر بر دقیقه و ۳۵/۵±۷/۸ $ml/kg^{-1} . min^{-1}$؛ میانگین حداکثر ظرفیت هوازی دانشجویان پسر برابر با ۲/۴۳±۰/۶۲ لیتر بر دقیقه و ۳۶/۴±۱۰/۰۹ $ml/kg^{-1} . min^{-1}$ برآورد شد. همچنین حداکثر ظرفیت هوازی در قوم لر معادل ۲/۱۹، قوم عرب برابر با ۲/۱۸ و قوم فارس معادل ۲/۲ لیتر بر دقیقه به‌دست آمد.

جدول ۱: ویژگی‌های دموگرافیک و آنتروپومتریک افراد مورد مطالعه (n=۶۰)

پارامتر		میانگین±انحراف معیار
سن (سال)	زن	۲۲/۹±۳/۰۲
	مرد	۲۴/۸±۳/۶۱
قد (سانتی‌متر)	زن	۱۵۸/۳۴±۶/۰۰
	مرد	۱۷۲/۵۳±۷/۴۲
وزن (کیلوگرم)	زن	۵۶/۲۳±۹/۱۱
	مرد	۶۲/۳۷۸±۱۲/۴۱
شاخص توده بدنی	زن	۲۲/۶±۳/۸۱
	مرد	۲۲/۹۷±۳/۳۶
درصد چربی	زن	۲۶/۹۹±۴/۶۱
	مرد	۱۷/۰۷±۴/۱۱
پهنای شانه	زن	۳۸۵/۸۲±۵۸/۰۶
	مرد	۴۲۴/۵۳±۸۱/۴۴
عمق سینه	زن	۲۱۶/۶۳±۲۳/۷۴
	مرد	۲۲۰/۰۴±۲۳/۲۹
عمق شکم	زن	۲۱۴/۹۴±۶۶/۷۸
	مرد	۲۲۴/۳۶±۶۸/۱۷

در جدول ۲ ضرایب همبستگی Pearson بین متغیرهای دموگرافیکی و آنتروپومتریکی با حداکثر ظرفیت هوازی ارائه شده است. این نتایج نشان می‌دهند که در بین متغیرهای دموگرافیکی، تنها بین جنس و حداکثر ظرفیت هوازی ($P\leq ۰/۰۰۱$) و در بین متغیرهای آنتروپومتریکی بین وزن، قد، پهنای شانه و درصد چربی و حداکثر ظرفیت هوازی ($P\leq ۰/۰۵$) همبستگی معناداری وجود دارد.

نتایج تحلیل رگرسیون خطی ساده نشان می‌دهد که ارتباط خطی معناداری به‌صورت معادله VO2-Max=۱/۲۹۹+۰/۰۱۴ wt بین حداکثر ظرفیت هوازی افراد و وزن وجود دارد ($P\leq ۰/۰۰۱$، $R^2=۰/۱$). این معادله بیانگر آن است که با افزایش وزن، حداکثر ظرفیت هوازی فرد افزایش می‌یابد.

نتایج تحلیل رگرسیون خطی ساده نیز نشان‌دهنده ارتباط معناداری به‌صورت معادله VO2-Max=-۰/۴۲+۰/۰۲۸ H بین حداکثر ظرفیت هوازی و قد می‌باشد ($P\leq ۰/۰۳$، $R^2=۰/۲۳$).

علاوه‌براین، نتایج تحلیل رگرسیون خطی ساده ارتباط معناداری را به‌صورت معادله VO2-Max=۱/۳۸۱+۰/۰۰۲ sh.w بین

جدول ۲: ضرایب همبستگی Pearson بین ویژگی‌های دموگرافیک و آنتروپومتریک افراد مورد مطالعه (n=۶۰)

متغیرها	ضریب همبستگی Pearson	معناداری
سن و ظرفیت هوازی (vo2max) (لیتر بر دقیقه)	۰/۰۵۴	۰/۶۸۳
جنس و ظرفیت هوازی (vo2max) (لیتر بر دقیقه)	۰/۴۲۵	۰/۰۰۱
قومیت و ظرفیت هوازی (vo2max) (لیتر بر دقیقه)	۰/۱	۰/۴۴۶
وزن (کیلوگرم) و ظرفیت هوازی (vo2max) (لیتر بر دقیقه)	۰/۳۱۷	۰/۰۱۴
قد (سانتی‌متر) و ظرفیت هوازی (vo2max) (لیتر بر دقیقه)	۰/۴۸۲	۰/۰۰
شاخص توده بدنی و ظرفیت هوازی (vo2max) (لیتر بر دقیقه)	۰/۰۲۸	۰/۸۲۹
پهنای شانه (میلی‌متر) و ظرفیت هوازی (vo2max) (لیتر بر دقیقه)	۰/۲۶	۰/۰۴۵
عمق سینه (میلی‌متر) و ظرفیت هوازی (vo2max) (لیتر بر دقیقه)	۰/۲۴۶	۰/۰۵۸
عمق شکم (میلی‌متر) و ظرفیت هوازی (vo2max) (لیتر بر دقیقه)	۰/۰۵۳	۰/۶۸۸
درصد چربی و ظرفیت هوازی (vo2max) (لیتر بر دقیقه)	-۰/۳۲۵	۰/۰۱۱
ضربان قلب اولیه و ظرفیت هوازی (vo2max) (لیتر بر دقیقه)	-۰/۴۳۸	۰/۰۰
ضربان قلب ثانویه و ظرفیت هوازی (vo2max) (لیتر بر دقیقه)	-۰/۷۴	۰/۰۰

حداکثر ظرفیت هوازی و پهنای شانه نشان می‌دهد ($P\leq$۰/۰۰۱، R^2=۰/۰۶). این معادله بیانگر آن است که با افزایش پهنای شانه، حداکثر ظرفیت هوازی فرد افزایش می‌یابد.

از سوی دیگر، یافته‌های تحلیل رگرسیون خطی ساده حاکی از وجود ارتباطی معنادار به‌صورت معادله درصد چربی ۰/۰۲۸- VO2-Max=۲/۸۱ بین حداکثر ظرفیت هوازی و درصد چربی می‌باشد ($P\leq$۰/۰۰۰، R^2=۰/۱). این معادله نشان می‌دهد که با افزایش درصد چربی بدن، حداکثر ظرفیت هوازی فرد کاهش می‌یابد.

نتایج آنالیز رگرسیون بر مبنای تأثیر توأم متغیرها نیز نشان می‌دهد که ارتباط خطی معناداری بین حداکثر ظرفیت انجام کار فیزیکی و وزن، درصد چربی و پهنای شانه در دو گروه خانم‌ها و آقایان وجود دارد (رابطه ۱و ۲). شایان ذکر است که مدل رگرسیون به‌منظور تخمین حداکثر ظرفیت انجام کار فیزیکی بر مبنای ضرایب رگرسیون مؤثر در مدل برای خانم‌ها و آقایان تعیین گردید.

رابطه ۱. تخمین ظرفیت انجام کار فیزیکی برای آقایان

VO2-Max=۱/۶۷۸+۰/۰۰۱ پهنای شانه +۰/۲۳ وزن- درصد چربی ۰/۰۵۶

رابطه ۲. تخمین ظرفیت انجام کار فیزیکی برای خانم‌ها

VO2-Max=۱/۲۶۲+۰/۰۰۱ پهنای شانه +۰/۲۳ وزن- درصد چربی ۰/۰۵۶

بحث

تاکنون تحقیقاتی در ارتباط با تعیین حداکثر ظرفیت هوازی افراد در گروه‌های کاری متعدد در کشورهای مختلف انجام شده است؛ اما به دلیل وجود تفاوت‌های فیزیولوژیکی و آنتروپومتریکی، این نتایج قابل تعمیم به سایر کشورها نمی‌باشند. در این راستا، هدف اصلی از پژوهش حاضر بررسی همبستگی متغیرهای آنتروپومتریکی، دموگرافیکی و فیزیولوژیکی مؤثر بر ظرفیت انجام کار فیزیکی در دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی اهواز بود.

نمونه ۶۰ نفری دانشجویان مورد مطالعه در این پژوهش از نظر سن جوان بودند (۳/۴۴±۲۳/۸۵) و میانگین قد متوسطی (۹/۷۵±۱۶۵/۴۸) داشتند. همچنین دانشجویان مورد مطالعه دارای میانگین شاخص توده بدنی معادل ۳/۵۷±۲۲/۷۹ بودند که با توجه به تقسیم‌بندی سازمان جهانی بهداشت [۲۰] در محدوده وزن نرمال و اضافه وزن قرار می‌گیرند. به‌طور کلی، نتایج این مطالعه نشان داد که ارتباط خطی معناداری بین برخی از فاکتورهای دموگرافیکی و آنتروپومتریکی با حداکثر ظرفیت هوازی دانشجویان وجود دارد.

علاوه‌براین، میانگین حداکثر ظرفیت هوازی اندازه‌گیری‌شده در مردان برابر با ۰/۵۶±۲/۱۹ لیتر بر دقیقه تعیین شد که این مقدار به‌طور قابل توجهی کمتر از میانگین تخمین‌زده‌شده در مقایسه با مردان آمریکایی (۰/۶۳±۴/۱۵ لیتر بر دقیقه) می‌باشد. با توجه به اینکه نژاد از عوامل مؤثر بر حداکثر ظرفیت هوازی افراد است، در مطالعه مالک و همکاران تفاوت نژاد آمریکایی‌ها که جثه بزرگی دارند نسبت به نژاد آسیایی که نسبت به آمریکایی‌ها دارای جثه کوچک‌تری هستند احتمالاً می‌تواند دلیل این اختلاف قابل ملاحظه باشد. میانگین حداکثر ظرفیت هوازی به‌دست‌آمده از مطالعه چوبینه و همکاران در ارتباط با کارگران مرد کارخانه‌های صنعتی شهرستان سپیدان [۲۱]، مطالعه وثوقی و همکاران [۲۲] در مورد دانشجویان مرد ایرانی در محدوده سنی ۲۵-۲۰ سال و مطالعه حبیبی و همکاران [۲۳] بیشتر از حداکثر ظرفیت هوازی حاصل از مطالعه حاضر بود. با توجه به اینکه این مطالعات در ارتباط با مردان صورت گرفته‌اند و جنسیت یک فاکتور مؤثر در میزان حداکثر ظرفیت هوازی افراد می‌باشد [۲۴]، این اختلاف در میانگین حداکثر ظرفیت هوازی

قابل قبول به نظر می‌رسد.

در این مطالعه میانگین حداکثر ظرفیت هوازی دانشجویان بر حسب $ml/kg^{-1} . min^{-1}$ برابر با ۸/۹۷±۳۵/۹۵ تعیین شد که به میانگین به‌دست‌آمده از مطالعه چوبینه و همکاران [۲۱] (۴/۴۷±۳۸/۵۷ $ml/kg^{-1} . min^{-1}$) و مطالعه ولی‌پور و همکاران [۲۵] در شرایط نرمال (۹۳/۲۹±۳۷/۳ $ml/kg^{-1} . min^{-1}$) نزدیک بود. در این راستا، در مطالعه Bugajska که در آن از دوچرخه ارگومتر استفاده شد، میانگین حداکثر ظرفیت هوازی در زنان معادل ۳۳/۶ و در مردان برابر با ۳۹/۰۳ $ml/kg^{-1} . min^{-1}$ به‌دست آمد [۲۶]. به نظر می‌رسد که دختران شرکت‌کننده در این پژوهش وزن کمتری نسبت به دختران مطالعه Bugajska داشته‌اند.

نتایج مطالعات بسیاری نشان داده‌اند که ارتباط معناداری بین سن و ظرفیت انجام کار فیزیکی وجود دارد [۴،۶،۷]. یافته‌های مطالعه Betik و همکاران حاکی از آن بود که ظرفیت هوازی با افزایش سن کاهش می‌یابد [۲۷]. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بین سن و حداکثر ظرفیت هوازی دانشجویان ارتباط معناداری وجود ندارد ($P\geq ۰/۰۵$) که این نتیجه با یافته‌های برخی از مطالعات که مشابه با جامعه پژوهش حاضر هستند همخوانی دارد [۲،۲۱،۲۸]. شایان ذکر است که نتایج مطالعه چوبینه [۲۹] در مورد کارگران مرد در شیراز با یافته‌های این مطالعات همخوانی ندارد. در مطالعه چوبینه میانگین سن افراد ۳۲/۰۱ سال بود. از آنجایی که رده سنی در این مطالعه بین ۲۰ تا ۳۰ سال بوده و مشارکت‌کنندگان در رده سنی جوانی قرار دارند، ممکن است این نتیجه چندان تعجب‌آور نباشد؛ زیرا این احتمال وجود دارد که حداکثر ظرفیت انجام کار در رده‌های سنی مختلف، متفاوت باشد.

در مطالعه دانشمندی و همکاران [۳۰] تحلیل رگرسیون خطی بین حداکثر ظرفیت هوازی با سن، ارتباط معناداری را بین متغیرهای یادشده نشان داد که این امر با نتایج تعدادی از مطالعات همخوانی دارد [۳۱-۳۶]. همچنین یافته‌های Bugajska و همکاران [۲۶] و Clark و همکاران [۳۷] در ارتباط با آتش‌نشانان نیز نشان‌دهنده رابطه سن و حداکثر ظرفیت هوازی به‌صورت معکوس بود. شاید بتوان این اختلاف را ناشی از تفاوت نژادی آسیایی و اروپایی دانست.

در مطالعات گذشته نشان داده شده است که ظرفیت کار فیزیکی در خانم‌ها ۷۵ درصد ظرفیت آقایان می‌باشد [۱۰،۲۲]. نتایج پژوهش حاضر بیانگر وجود ارتباطی معنادار بین جنس و حداکثر ظرفیت هوازی بود؛ به‌طوری که مقدار این مؤلفه در مردان ۱/۲ برابر زنان به‌دست آمد. نتایج پژوهش رفیعی‌پور و همکاران نیز نشان داد که جنسیت یک فاکتور مؤثر بر میزان حداکثر ظرفیت هوازی می‌باشد؛ به‌طوری که در مردان ۱/۳ برابر بیشتر از زنان است [۳۸]. علاوه‌براین، پژوهش انجام‌شده توسط Bugajska و همکاران در مورد ظرفیت کار فیزیکی و شاخص توانایی کار کارکنان هلندی بیانگر افزایش ۱/۷ برابری حداکثر ظرفیت هوازی مردان نسبت به زنان بود [۲۶].

ذکر این نکته ضرورت دارد که تفاوت در قومیت افراد ممکن است باعث بروز اختلافاتی در حداکثر ظرفیت انجام کار آن‌ها گردد. در مطالعه حاضر ارتباط معناداری بین قومیت و حداکثر ظرفیت هوازی دانشجویان وجود نداشت ($P\geq ۰/۰۵$). نتایج مطالعه رفیعی‌پور و همکاران حاکی از آن بود که قومیت فاکتور مؤثری برای میزان حداکثر ظرفیت هوازی نمی‌باشد [۳۸]. در این راستا، Brutsaert و همکاران در مطالعه خود در مورد مهاجران ساکن در کشور پرو به این نتیجه دست یافتند که ژنتیک یک عامل بسیار مؤثر بر میزان ظرفیت هوازی افراد است که دلیل این امر می‌تواند تغییر در میزان سلول‌های خونی ناشی از اختلاف فشار هوا به دلیل تفاوت در میزان ارتفاع از سطح دریا باشد [۳۹].

در این پژوهش رابطه بین وزن و قد با حداکثر ظرفیت هوازی معنادار بود ($P\leq ۰/۰۱$) که این امر با یافته‌های مطالعه رفیعی‌پور همخوانی دارد [۳۸]؛ اما در دو مطالعه دیگر رابطه بین وزن و قد با توان هوازی معنادار نبود [۲۳،۳۰]. در پژوهش اتمی و همکاران که در ارتباط با زنان انجام شد، مشخص گردید که وزن می‌تواند به‌عنوان یک عامل تأثیرگذار بر حداکثر ظرفیت هوازی مطرح باشد [۴۰]. علاوه‌براین در پژوهشی که توسط مازنی صورت گرفت، اگرچه وزن عامل مؤثری بر میزان حداکثر ظرفیت هوازی افراد شناخته شد؛ اما قد دارای تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر این فاکتور نبود [۴۱].

در برخی از مطالعات نشان داده شده است که BMI با افزایش ظرفیت هوازی افزایش می‌یابد [۱۳،۲۱،۳۰،۴۱-۴۵]؛ درحالی که در مطالعات دیگر ثابت شده است که بین حداکثر ظرفیت هوازی و BMI رابطه معکوسی وجود دارد [۶،۳۷،۴۶]. در این زمینه، نتایج پژوهش حاضر بیانگر آن بود که شاخص BMI تأثیر قابل توجهی بر میزان حداکثر ظرفیت هوازی ندارد که این مهم با نتایج برخی از مطالعات دیگر همخوان است [۳۸،۴۷]. مهم‌ترین دلیل این عدم تطابق را می‌توان یکنواخت‌بودن مؤلفه قد در جامعه مورد پژوهش عنوان کرد؛ به‌گونه‌ای که اکثر افراد مورد بررسی دارای میانگین قد متوسط بودند و در وضعیت نرمال قرار داشتند.

از سوی دیگر، در مطالعه حاضر ضریب همبستگی حداکثر ظرفیت هوازی و عمق سینه معادل ۰/۲۴۶ و پهنای شانه برابر با ۰/۲۶ بود. در مطالعه رفیعی‌پور و همکاران ضریب همبستگی حداکثر ظرفیت هوازی و عمق سینه معادل ۰/۲۹۹ به‌دست آمد. همچنین همبستگی مستقیم و معناداری بین حداکثر ظرفیت هوازی با ابعاد (ارتفاع، پهنا و عمق) قفسه سینه مشاهده شد [۲۴].

علاوه‌براین، تحلیل رگرسیون خطی ساده بین حداکثر

ظرفیت هوازی افراد با سن آن‌ها نشان‌دهنده وجود ارتباط معنادار بین متغیرهای یادشده بود که این یافته با نتایج مطالعات پیشین همخوانی دارد [۲۹،۳۱،۳۳-۳۶]. در بررسی ارتباط حداکثر ظرفیت هوازی افراد با قد و وزن نیز تحلیل رگرسیونی بیانگر وجود ارتباط خطی معناداری بین این متغیرها بود که این مهم با یافته‌های مطالعات پیشین همخوانی دارد [۲۱،۳۰،۴۲-۴۵].

افزون بر این، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که برخی از فاکتورهای دموگرافیکی مانند قومیت (بر خلاف نتایج برخی از مطالعات قبلی) ممکن است تأثیر چندانی بر ظرفیت فیزیکی انجام کار افراد نداشته باشند؛ هرچند توصیه می‌شود که این پژوهش در مطالعات بعدی در یک حجم نمونه بیشتری از قومیت‌های مختلف توسعه یابد.

نتایج این پژوهش نشان داد که با استفاده از معادلات رگرسیون ذکرشده در این مطالعه می‌توان از طریق تعیین جنسیت، وزن و درصد چربی بدن میزان ظرفیت انجام کار را بدون اینکه نیاز به تجهیزات آزمایشگاهی پیچیده و هزینه‌بری باشد مورد سنجش قرار داد. به‌منظور توسعه این معادلات رگرسیون با هدف افزایش دقت در تخمین ظرفیت انجام کار توصیه می‌شود که این پژوهش در مطالعات بعدی در یک حجم نمونه بالا و رنج سنی وسیع‌تر انجام شود تا امکان تعمیم اطلاعات برای دامنه گسترده‌تری از جامعه مهیا گردد.

نتیجه‌گیری

آگاهی از ظرفیت انجام کار فیزیکی افراد در ایجاد تناسب و تطابق فیزیولوژیکی بین فرد و وظایفی که در یک شغل خاص بر عهده وی قرار می‌گیرد و نیز انتخاب شایسته نیروی کار اهمیت بسیار زیادی دارد. نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان‌دهنده تأثیر برخی از فاکتورهای فردی نظیر جنس، وزن، قد، پهنای شانه و درصد چربی بدن بر حداکثر ظرفیت هوازی افراد است. با توجه به اینکه استفاده از روش‌های آزمایشگاهی برای تخمین ظرفیت انجام کار نیازمند تجهیزات آزمایشگاهی و تخصص می‌باشد که ممکن است از نظر هزینه و زمان مقرون به صرفه نباشد، به نظر می‌رسد با انجام مطالعات گسترده‌تر در این زمینه بتوان حداکثر ظرفیت انجام کار فیزیکی افراد را بر مبنای ویژگی‌های آنتروپومتریکی آن‌ها تعیین نمود.

تشکر و قدردانی

این مطالعه به وسیله حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز به شماره ۶۲ S ۹۵ حمایت مالی شده است که بدین‌وسیله مراتب تشکر و قدردانی ابراز می‌گردد.

REFERENCES

1. Arts F, Kuipers H, Jeukendrup AE, Saris WH. A short cycle ergometer test to predict maximal workload and maximal oxygen uptake. *Int J Sports Med*. 1993;**14**(8):460-4. PMID: 8300273 DOI: 10.1055/s-2007-1021211
2. Habibi E, Dehghan H, Zeinodini M, Yousefi H, Hasanzadeh A. A study on work ability index and physical work capacity on the base of fax equation VO2 max in male nursing hospital staff in Isfahan, Iran. *Int J Prev Med*. 2012;**3**(11):776. PMID: 23189229
3. Mououdi MA, Choobineh AR. Ergonomics in practice: selected ergonomics topics. Tehran: Nashr-e-Markaz; 1999. P. 81-94. [Persian]
4. Asl FA, Sokhanguei Y, Memar R. The effect of the aerobic activities on dynamic and static balance in elementary boy students. *Eur J Exper Biol*. 2014;**4**(1):440-7.
5. Cataneo DC, Cataneo AJ. Accuracy of the stair climbing test using maximal oxygen uptake as the gold standard. *J Bras Pneumol*. 2007;**33**(2):128-33. PMID: 17724530
6. Grassi G, 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;**46**(3):412-8. PMID: 16998445
7. Hosseinabadi S, Bagejan PH, Ebrahimian H, Barkhordari A, Bandpe TR. Estimation of aerobic capacity (VO2-max) and physical work capacity in laborers. *Knowl Health*. 2013;**8**(3):131-7. [Persian]
8. Powers SK, Dodd SL, Jackson EM. Total fitness & wellness. New York: Pearson Higher Ed; 2013.
9. Corbin CB, Le Masurier G. Fitness for life. 6th ed. Canada: Human Kinetics; 2014.
10. Tayyari F, Smith JL. Occupational ergonomics: principles and applications. London: Chapman & Hall; 1997.
11. Bekrizadeh H, Weisi H. Optimal correlation between maximal volume oxygen and maximal voluntary ventilation indicators for measuring cardiorespiratory readiness of athlete students. *J Kermanshah Univ Med Sci*. 2010;**14**(1):54-65. [Persian]
12. Tartislinna P, Ismail AH, MacLeod DF. Nomogram by Astrand and Ryhming as a predictor of maximum oxygen intake. *J AppL Physiol*. 1966;**21**(2):513-5. PMID: 5934456 DOI: 10.1152/jappl.1966.21.2.513
13. 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. PMID: 11380757
14. Glassford RG, Baycroft GH, Sedgwick AW, Macnab RB. Comparison of maximal oxygen uptake values determined by predicted and actual methods. *J Appl Physiol*. 1965;**20**(3):509-13. PMID: 5319996 DOI: 10.1152/jappl.1965.20.3.509
15. Jackson AS, Pollock ML. Practical assessment of body composition. *Phys Sportsmed*. 1985;**13**(5):76-90. PMID: 27463295 DOI: 10.1080/00913847.1985.11708790
16. 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**(3):397-407. PMID: 17684757 DOI: 10.1007/s00421-007-0508-6
17. Lambrick DM, Faulkner JA, Rowlands AV, Eston RG. Prediction of maximal oxygen uptake from submaximal ratings of perceived exertion and heart rate during a continuous exercise test: the efficacy of RPE 13. *Eur J Appl Physiol*. 2009;**107**(1):1-9. PMID: 19488778 DOI: 10.1007/s00421-009-1093-7
18. Seaward BL, Sleamaker RH, McAuliffe T. The precision and accuracy of a portable heart rate monitor. *Biom Instrument Technol*. 1990;**24**(1):37-41. PMID:2306564
19. Kinnunen H, Heikkila I. The timing accuracy of the Polar methodology after 12 years of application. *J Sports Sci*. 1998;**16**:S107-10.
20. Status WP. The use and interpretation of anthropometry. Geneva: World Health Organization; 1995.
21. Choobineh A, 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, 2009. *Jundishapur Sci Med J*. 2011;**10**(1):1-12. [Persian]

22. Valipour S. Assessment of physical work capacity in health personnel and the protection of man. [Phd Dissertation]. Tehran: Tehran University of Medical Sciences; 1993. [Persian]
23. 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. [Persian]
24. Rafieepour A, Farasati F, Kalantari S, Motamedzadeh M, Rafieepour E. Estimation of maximum aerobic capacity and the effect. *Qom Univ Med Sci J*. 2014;**8**(3):33-40. [Persian]
25. Valipour F, Khavanin A, Asiliyan H, Mohebi HA, Jonaidi N. Measurement of physical work capacity (PWC) for Iranian military personnel in different condition chamber laboratory clime (Normal and Very Heat Humid). *J Mil Med*. 2007;**9**(1):67-72. [Persian]
26. Bugajska JM, Makowiec-Dąbrowska T, Jegier A, Marszałek A. Physical work capacity (VO2 max) and work ability (WAI) of active employees (men and women) in Poland. *Int Congress Ser*. 2005;**1280**:156-90.
27. Betik AC, Hepple RT. Determinants of VO2 max decline with aging: an integrated perspective. *Appl physiol Nutr Metab*. 2008;**33**(1):130-40. PMID: 18347663 DOI: 10.1139/H07-174
28. Chatterjee S, Mitra K, Samanta A. Aerobic capacity of the brick-field workers in eastern India. *Ind Health*. 1994;**32**(2):79-84. PMID: 7806448
29. 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 Occupat Safety Ergon*. 2013;**19**(4):667-73. DOI: 10.1080/10803548.2013.11077014
30. Daneshmandi HA, 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 Occupat Health*. 2011;**8**(3):48-58. [Persian]
31. Hepple RT, Hagen JL, Krause DJ. Oxidative capacity interacts with oxygen delivery to determine maximal O2 uptake in rat skeletal muscles in situ. *J Physiol*. 2002;**541**(3):1003-12. DOI: 10.1113/jphysiol.2001.013649
32. Beere PA, Russell SD, Morey MC, Kitzman DW, Higginbotham MB. Aerobic exercise training can reverse age-related peripheral circulatory changes in healthy older men. *Circulation*. 1999;**100**(10):1085-64. PMID: 10477534
33. Ładyga M, Faff J, Burkhard-Jagodzińska K. Age-related decrease of the indices of aerobic capacity in the former elite rowers and kayakers. *Biol Sport*. 2008;**25**(3):245-60.
34. Schiller BC, Casas YG, Desouza CA, Seals DR. Maximal aerobic capacity across age in healthy Hispanic and Caucasian women. *J Appl Physiol*. 2001;**91**(3):1048-54. PMID: 11509497 DOI: 10.1152/jappl.2001.91.3.1048
35. Tanaka H, Desouza CA, Jones PP, Stevenson ET, Davy KP, Seals DR. Greater rate of decline in maximal aerobic capacity with age in physically active vs. sedentary healthy women. *J Appl Physiol*. 1997;**83**(6):1947-53. PMID: 9390967 DOI: 10.1152/jappl.1997.83.6.1947
36. Uth N, Sørensen H, Overgaard K, Pedersen PK. Estimation of VO2max from the ratio between HRmax and HRrest–the heart rate ratio method. *Eur J Appl Physiol*. 2004;**91**(1):111-5. PMID: 14624296 DOI: 10.1007/s00421-003-0988-y
37. Clark S, Rene A, Theurer WM, Marshall M. Association of body mass index and health status in firefighters. *J Occup Environ Med*. 2002;**44**(10):940-6. PMID: 12391773
38. Rafieepour A, Farasati F, Kalantari S, Motamedzadeh M, Rafieepour E. Estimation of maximum aerobic capacity and the effect of demographic factors and personal habits on it in students of Hamadan University of Medical Sciences, Iran. *Qom Univ Med Sci J*. 2014;**8**(3):33-40. [Persian]
39. Brutsaert TD, Parra EJ, Shriver MD, Gamboa A, Palacios JA, Rivera M, et al. Spanish genetic admixture is associated with larger VO2 max decrement from sea level to 4338 m in Peruvian Quechua. *J Appl Physiol*. 2003;**95**(2):519-28. DOI: 10.1152/japplphysiol.01088.2002
40. Atomi Y, Miyashita M. Maximal oxygen uptake of obese middle-aged women related to body composition and total body potassium. *J Sports Med Phys Fitness*. 1984;**24**(3):212-8. PMID: 6527517
41. Mazani A. The relationship between height and weight with aerobic and anaerobic capacity in non-athlete 10-11 year's students in Tehran's educational District 6. [Master Thesis]. Tehran: Tehran University; 1997.
42. Malek MH, Housh TJ, Berger DE, Coburn JW, Beck TW. A new non--exercise-based vo2max prediction equation for aerobically trained men. *J Strength Cond Res*. 2005;**19**(3):559-65. PMID: 16095416 DOI: 10.1519/1533-4287(2005)19[559:ANNOPE]2.0.CO;2
43. Olson M, Williford HN, Blessing DL, Wilson GD, Halpin G. A test to estimate VO2max in females using aerobic dance, heart rate, BMI, and age. *J Sports Med Phys Fitness*. 1995;**35**(3):159-68. PMID: 8775641
44. Kline GM, Porcari JP, Hintermeister R, Freedson PS, Ward A, Mccarron RF, et al. Estimation of VO2max from a one-mile track walk, gender, age, and body weight. *Med Sci Sports Exerc*. 1987;**19**(3):953-9. PMID: 3600239
45. Bradshaw DI, George JD, Hyde A, LaMonte MJ, Vehrs PR, Hager RL, et al. An accurate VO2max nonexercise regression model for 18-65-year-old adults. *Res Q Exerc Sport*. 2005;**76**(4):426-32. PMID: 16739680 DOI: 10.1080/02701367.2005.10599315
46. Gaeini AA, Rahmaninia F, Hosseini M. The relationship between aerobic power, anthropometric measurement and body composition of non-athlete females'students. *Olympic*. 2000;**8**(3-4):57-66. [Persian]
47. Ebrahimi Atri A, Sanati M, M K. The relationship between body composition, body mass index (BMI), anaerobic power and VO2max in of elite volleyball players college. *Natl Congress Sport Physiol Manag*. 2011;**2011**:1-8. [Persian]