Research on Medicine *Original Article*

The Quarterly journal of School of Medicine, Shahid Beheshti University of Medical Sciences Vol.44; No.1; 2020

Determine the estimated validity of Vo2max based on the formula

Mohammad Hassabi[1], Mehrshad Poursaeidesfahani[1], Shahin Salehi[2], Amirhosein Abedi Yekta[1*]

1. *Assistant Professor of sports and exercise medicine, Taleghani Hospital Research Development Committee, Department of sports and exercise medicine, Shahid Beheshti University of medical sciences, Tehran, Iran*
2. *Assistant Professor of sports and exercise medicine, Department of sports and exercise medicine, Shahid Beheshti University of medical sciences, Tehran, Iran*

(Received: 2018/11/26 Accept: 2019/12/30)

Abstract

Background: *Maximum oxygen uptake are considered the best indicator of cardiorespiratory fitness, direct measurement, however, is complicate, expensive, time consuming, and requires high subject cooperation. The numerous tests have been developed to estimate Vo2max. Heart rate is a one of variables that determine VO2. So, using Fick principle develops an equation for a relationship between Vo2max and the ratio between HRmax and HRrest. This study examined the validity of the equation.*

Material and Methods: *This is a descriptive study, 19 healthy, non-athlete women divided into 2 groups. The evaluation test was performed by the RITE3 protocol. Estimated Vo2max based on age was calculated using the equation and HRmax placement was proportional to age instead of HRmax measured.*

Results: *The equilibrium of the measured equation was 17.7±3.03 ml.kg-1.min-1. Also, between age and Vo2max and corrected Vo2max, BMI and Vo2max and corrected Vo2max, and HRrest and Vo2max and corrected Vo2max is not significantly different.*

Conclusions: *It can be admitted that Vo2max cannot be estimated by calculating the formula and further studies with more statistical samples are needed.*

Keywords: *Vo2max; HRmax to HRrest ratio; Age predicted HRmax; Cardiorespiratory fitness;*

** Corresponding: Amirhosein Abedi Yekta*
Email:abedi_yekta@yahoo.com

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-06-23]

پژوهش در پزشکی
فصلنامه علمی پژوهشی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی
مقاله پژوهشی
دور ٤٤، شماره ١، ١٣٩٩، صفحات ٣٢٦ تا ٣٢٠

بررسی اعتبار تخمینی Vo2max بر اساس فرمول

شاهین صالحی، امیر حسین عابدی یکتا*، مهرشاد پورسعید اصفهانی، محمد حسبی

گروه طب ورزشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

تاریخ دریافت مقاله:۱۳۹۷/۰۹/۰۵ تاریخ پذیرش مقاله:۱۳۹۸/۱۰/۰۹

چکیده:

سابقه و هدف: *Vo2max* بهترین شاخص ارزیابی کارایی قلبی تنفسی است که اندازه گیری مستقیم آن پیچیده و نیازمند تجهیزات گران، صرف وقت و همکاری افراد است. بنابراین، روش های جایگزین برای تخمین آن به وجود آمده است. ضربان قلب از متغیرهای تعیین کننده اکسیژن مصرفی است. لذا با استفاده از قانون فیک، معادله ای بدست می آید که نسبت ضربان قلب حداکثر به استراحت و رابطه آن با *Vo2max* را بیان می کند. هدف از پژوهش حاضر سنجش اعتبار معادله برای تخمین *Vo2max* بر اساس فرمول است.

مواد و روش ها: پژوهش حاضر از نوع توصیفی است. ۱۹ زن سالم و غیر ورزشکار به دو گروه تقسیم شدند. آزمون های ارزیابی به وسیله پروتکل *RITE3* انجام شد. *Vo2max* تخمین زده شده بر اساس سن نیز با استفاده از معادله و با جایگذاری *HRmax* متناسب با سن به جای *HRmax* اندازه گیری شده محاسبه شد. برای آنالیز داده‌ها از تست *ANOVA* استفاده گردید

یافته ها: ثابت تعادل معادله اندازه گیری شده برابر با ۳/۰۳±۱۷/۱۷ میلی لیتر بر دقیقه بر کیلوگرم بود. نتایج نشان داد بین سن و *Vo2max* و *Vo2max* تصحیح شده، بین *BMI* و *Vo2max* و *Vo2max* تصحیح شده، و بین *HRrest* و *Vo2max* و *Vo2max* تصحیح شده ارتباط معنی داری وجود ندارد.

نتیجه گیری: به نظر می رسد که با محاسبه فرمول نمی‌توان *Vo2max* را تخمین زد و همچنان نیاز است که در این زمینه مطالعات بیشتر با نمونه آماری بیشتری صورت گیرد.

واژگان کلیدی: *Vo2max*، نسبت *HRmax* به ضربان حین استراحت، ضربان قلب متناسب با سن، کارایی قلبی تنفسی

مقدمه

شناخته شده ترین روش ارزیابی ظرفیت هوازی، بررسی Vo2max و یا Vo2max است. تعریف فیزیولوژیک این متغییر برابر بیشترین میزان نقل و انتقال اکسیژن و استفاده از آن است (۱) که اندازه گیری مستقیم آن پیچیده است و می بایست در آزمایشگاه با تجهیزات مورد نیاز انجام گیرد.

به علاوه انجام آزمون های بیشینه برای افراد مسن و افرادی که درای بیماری قلبی و تنفسی هستند مقدور نمی باشد (۲). در حال حاضر روش‌های مختلفی برای خمین Vo2max طراحی شده است که شامل استفاده از حداکثر سرعت و یا درجه شیب تردمیل، و یا با سرعت و کار در دوچرخه ارگومتری می باشد (۱). که البته انجام آنها نیازمند تجهیزات و لوازش آزمایشگاهی گران قیمت و همکاری قابل ملاحضه افراد و همچنین زمان بر است. علاوه بر آن نمیتوان آن آزمایش‌ها بر روی نمونه های زیادی پیاده کرد (۳). بنابراین باید به دنبال روشی بود که علاوه بر آسانی کار و کم هزینه بودن آن، روشی قابل اطمینان و معتبر و همچنین قابل تعمیم برای تخمین Vo2max باشد.

نویسنده مسئول: امیر حسین عابدی یکتا
پست الکترونیک: *abedi_yekta@yahoo.com*

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-06-23]

علاوه بر آزمون های میدانی، بعضی از دانشمندان روش های دیگری با استفاده از پاسخ های فیزیولوژیکی و اندازه گیری آنها حین فعالیت برای تخمین و اندازه گیری Vo2max پیشنهاد کرده اند. به طور مثال نوموگرام۱ بر پایه رابطه خطی ضربان قلب و اکسیژن مصرفی است و با استفاده از دوچرخه ارگومتری و پاسخ ضربان قلب به فعالیت Vo2max تخمین زده می شود (۲). پس از آن دانشمندان دیگری به تصحیح و استفاده از آن پرداختند (۴). Uth و همکاران در سال ۲۰۰۴ پژوهشی با اهداف بدست آوردن ثبات تعادل و اثبات درستی آن و ارزیابی حدود اطمینان بر روی ۴۶ مرد ورزشکار انجام داد. نتایج آن نشان داد که تخمین Vo2max می‌تواند به صورت مستقیم از HRmax متناسب با سن بدست آورد (۵). سپس Uth و همکاران برای بررسی تفاوت جنسیت در ثابت تعادل بین Vo2max مختص به توده بدن و نسبت بین HRmax به HRrest در سال ۲۰۰۵ بر روی ۲۷ زن سالم پژوهشی را انجام دادند. نتایج آنان بیانگر آن بود که میتوان از طریق فرمول Vo2max را تخمین زد که در زنان برابر ۱۴/۵ و در مردان برابر ۱۵/۳ بود (۶). Jonathan و همکاران در سال ۲۰۱۰ به بررسی تفاوت اطلاعات گردش خون در یک فرد معمولی با وزن ۷۰ کیلوگرم و یک ورزشکار استقامتی در سطح جهانی با همان رده سنی و وزنی در زمان استراحت پرداخت. نتایج آنان بیانگر آن بود که در فاکتورهایی از قبیل حجم ضربه ای و ضربان قلب موجب تفاوت در میزان مصرف اکسیژن می شود. ممکن است Vo2max به صورت مطلق یا نسبی بیان شود. به صورت l.min-1 که نشان دهنده تولید انرژی کل بدن است و یا ml.min-1.kg-1 که بر وزن فرد تقسیم می شود. چون افرادی که وزن بالاتری دارند حجم عضلانی بیشتری نیز دارند بنابراین طبیعی است که میزان مصرف مطلق اکسیژن بیشتری هم داشته باشند (۱). Rexhepi و همکاران در سال ۲۰۱۴ با هدف توسعه روشی برای تخمین Vo2max با متغیرهای سن، HRrest، BMI به عنوان متغییرهای پیش بینی کننده انجام شد. نتایج آن نشان داد که این متغییرها می تواند توانایی استقامتی ورزشکاران را تخمین بزند (۷). پژوهشی با هدف سنجش روش غیرمستقیم برای تخمین Vo2max در سال ۲۰۱۶ توسط Klusiewicz و همکاران صورت گرفت که نتایج آنان نشان داد Vo2max می تواند توسط یک روش دقیق برای قایقرانان مرد و زن در آزمون زیر بیشینه به همراه افزایش تدریجی در توان سنجیده شود (۸). Nunes و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی تخمین Vo2max در مردان سالمند با رده سنی۶۰ الی ۷۹ سال پرداختند. نتایج بیانگر آن بود که تخمین Vo2max دارای کمترین خطا است (SEE < 1.00) (۹). پژوهشی توسط Buckley و Rowe در سال ۲۰۱۸ به بررسی چهار روش Bruce-TM5 ، Bruce-Egs4 ، MST3 ، UHNET2 تخمین Vo2max پرداختند. آنان به این نتیجه رسیدند که روش Bruce-TM دقیقتر از سه روش دیگر است (۱۰). پژوهش Brabandere و همکاران با هدف توسعه یک مدل جدید برای پیش بینی Vo2max با بهره گیری از ارتباط آن با ضربان قلب و ویژگی های شتاب سنج استخراج شده در طی فرآیند زیربیشینه صورت گرفت. پژوهش آنها بر روی ۳۱ شخص با رده سنی ۱۹–۲۶ سال که به صورت تفریحی به دویدن می پرداختند انجام شد. پروتکل بدین شکل بود که آنها می بایست بر روی تردمیل بدوند و در حین آزمون ضربان قلب آنها به همراه شتاب سه نقطه از بدن یعنی نواحی بالای پشت، پایین پشت و درشت نی اندازه گیری می شد. نتایج آن ها نشان داد که ترکیب ویژگی های ضربان قلب و شتاب می تواند نتایج بهتری داشته باشد و با خطای کمتر (۱۱).

برای بررسی Vo2max باید از وسایل گران قیمت استفاده کرد و دسترسی آسان به این دستگاه ها بسیار محدود است؛ به همین منظور از روشهای تخمین آن باید استفاده کرد. در زمینه تخمین Vo2max مطالعات بسیار اندکی وجود دارد. پژوهش حاضر به دنبال پاسخگویی به این سوالات است: آیا بین سن و Vo2max وVo2max تصحیح شده ارتباطی وجود دارد؟ آیا بین BMI و Vo2max و Vo2max تصحیح شده ارتباطی وجود دارد؟ آیا بین HRrest و Vo2max و Vo2max تصحیح شده ارتباطی وجود دارد؟ آیا بین HRrest و Vo2max تصحیح شده ارتباطی وجود دارد؟ بدین منظور هدف پژوهش حاضر ارزیابی اعتبار تخمین Vo2max بر اساس نسبت حداکثر ضربان قلب (HRmax) به ضربان قلب استراحت (HRrest) در جمعیت زنان سالم غیر ورزشکار است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع توصیفی است. جامعه مورد بررسی زنان سالم و غیر ورزشکار مراجعین و کارکنان بیمارستان طالقانی می باشند. بر اساس مطالعات پیشین ۲۵ خانم داوطلب شرکت در آزمون شدند. معیارهای ورود شامل: سلامت کامل، اجرای فعالیت بدنی به طور متوسط کمتر از ۳ ساعت در هفته، غیر سیگاری، بدون سابقه بیماری بخصوص بیماری های قلبی عروقی و تنفسی بود و معیارهای خروج شامل: ورزشکار حرفه ای بودن، سیگاری بودن، مبتلا به بیماریهای قلبی–عروقی و تنفسی و آسیب های اسکلتی–عضلانی بود. در نهایت ۱۹ نفر با میانگین سنی 3/5±5/27 سال وارد آزمون شدند. آزمودنی ها به دو گروه ۱ (۸ نفر) و گروه ۲ (۱۱ نفر) تقسیم شدند. تعداد نمونه ها بر اساس مقالات پیشین انتخاب شد (۵, ۶). متغیرهای مستقل تحقیق شامل فشار خون، ضربان قلب استراحت و حداکثر ضربان قلب بود و متغیرهای وابسته تحقیق شامل: حداکثر ضربان قلب و حداکثر اکسیژن مصرفی است.

نحوه اجرای آزمون:

آزمودنی ها به صورت داوطلبانه در این آزمون شرکت کردند و هیچ اجباری برای ورود به آزمون متوجه آنها نبود. قبل از انجام آزمون، افراد کاملا در مورد نحوه انجام آزمون آگاه و مطلع شدند و همچنین هزینه ای بر آنها تحمیل نشد. به علاوه به محرمانه ماندن اطلاعات تاکید شده است. در گروه ۱ ثابت تعادل با توجه فرمول زیر در آنها اندازه گیری شد.

$$\text{Vo2max} = \text{PF} \times \frac{HRmax}{HRrest}$$

در گروه دوم با استفاده از ثابت تعادل به دست آمده، Vo2max محاسبه و مورد ارزیابی قرار گرفت. سن آزمودنی ها با پرسش از آنها گرفته شد. وزن و قد آنان توسط وزن و قد سنج مدل SECA با دقت ۱ کیلوگرم برای وزن و ۰/۰۱ متر برای قد اندازه گیری شد.

پروتکل تمرین:

اندازه گیری HRrest و فشار خون در روز برگزاری آزمون و پس از حداقل ۵ دقیقه استراحت به حالت نشسته و یا خوابیده انجام گرفت. اندازه گیری توسط آزمونگر مجرب صورت گرفت. ضربان قلب به مدت ۳ دقیقه اندازه گیری و سپس کمترین میزان آن ثبت شد. آزمون های ارزیابی به وسیله پروتکل RITE3 انجام شد. آزمودنی ها ۲ دقیقه قبل از انجام آزمون بدن خود را گرم کردند. سرعت شروع آزمون ۰/۸ کیلومتر بر ساعت بود و هر دقیقه ۰/۷۵ کیلومتر بر ساعت به سرعت و ۱% به شیب تردمیل اضافه می شد. هر آزمون بین ۵ تا ۱۵ دقیقه به طول می انجامید. به طور مداوم ضربان قلب و الکتروکاردیوگرام در زمان انجام آزمون مانیتور می شد. میزان HRmax اندازه گیری شد. آزمون تا زمانی ادامه می یافت که:

ضربان قلب به حداکثر متناسب با سن برسد.

آزمودنی دچار علائمی مثل: سرگیجه، درد قفسه سینه، درد اندام تحتانی و... شود.

علائم تغییر در الکتروکاردیوگرام در مانیتورینگ دیده شود.

برای ضربان قلب متناسب با سن از فرمود زیر محاسبه شد (۱۲).

age ۰,۷–۲۰۸ =HRmax (age-predicted)

برای محاسبه BMI از فرمود زیر استفاده شد:

BMI = Weight (Kg) / Height2 (m2)

1 Astrand-Rhming
2 University of Houston Non-Exercise Test (UHNET)
3 McArdle Step Test (MST)
4 Bruce Protocol measuring EGs to max (Bruce-EGs)
5 Bruce Protocol using time to max (Bruce-TM)

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-06-23]

به منظور اندازه گیری MET ظرفیت هوازی از نرم افزار Customed استفاده شد. و از آنجا که بعضی از افراد به بیشینه میزان فعالیت نرسیدند برای آنها ظرفیت هوازی و Vo2max تصحیح شده بر اساس HRmax متناسب با سن محاسبه شد. Vo2max در هر فرد از رابطه زیر بدست آمد (۱۳):

۳٫۵ * Vo2max = MET

Vo2max تصحیح شده با استفاده از ظرفیت هوازی تصحیح شده اینگونه محاسبه شد:

Vo2max تخمین زده شده از فرمول زیر و با استفاده از ثابت تعادل بدست آمده از گروه یک، در گروه دوم (۱۱نفره) محاسبه شد:

$$\text{Vo2max} = \text{PF} \times \frac{HRmax}{HRrest}$$

Vo2max تخمین زده شده بر اساس سن نیز با استفاده از فرمول فوق و جایگذاری HRmax متناسب با سن به جای HRmax اندازه گیری شده محاسبه شد:

Vo2max = Corrected MET * 3.5

تجزیه و تحلیل آماری:

برای بررسی تفاوت دو گروه از آنالیز واریانس ANOVA استفاده شد. حدود اطمینان ۹۵% برای تفاوت Vo2max اندازه گیری شده و تخمین زده شده که از طرح Bland-Altman plots (۱۹۸۶) (۱۴) بدست آمده، استفاده شد.

فاصله اطمینان ۹۵% با ۱±۹۶ خطای استاندارد برآورد از میانگین تفاوت ها تعیین شد. نمودار تفاوت Vo2max اندازه گیری شده و تخمین زده شده از میانگین آنها کشیده و از نظر تشابه واریانس بررسی شد.

و از P<0.05 برای تمامی آنالیز ها استفاده شد. همچنین به منظور بررسی رابطه بین دو متغیر Vo2max اندازه گیری شده و تصحیح شده از همبستگی پیرسون استفاده شد. برای آنالیز داده ها از نرم افزارهای Microsoft Office Excel 2007 و SPPS ویرایش ۱۸ استفاده شد.

یافته‌ها

مشخصات فیزیکی و فیزیولوژیکی آزمودنی ها و آنالیز ANOVA به ترتیب در جداول ۱ و ۲ به نمایش گذاشته شده است و میزان ثابت تعادل برابر با ۱۷/۳±۱۷/۰۳ میلی لیتر بر دقیقه بر کیلوگرم بود. نتایج تحلیل ANOVA نشان داد که بین سن و (p=0/89) Vo2max و سن و Vo2max تصحیح شده (p=0/82) ارتباط معنی داری وجود ندارد. همچنین نتایج نشان داد بین BMI و (p=0/26) Vo2max و بین BMI و Vo2max تصحیح شده (p=0/26) ارتباط معنی داری وجود ندارد. همچنین نتایج نشان داد بین HRrest و (p=0/46 , r= -0/24) Vo2max و بین HRrest و Vo2max تصحیح شده (p=0/58) ارتباط معنی داری وجود ندارد. همچنین نتایج تحلیل پیرسون بیانگر آن بود که بین دو متغیر Vo2max اندازه گیری شده و Vo2max تخمین زده برابر r= 0/84 و سطح معنی داری p=0000 است.

جدول ۱. مشخصات دموگرافیک و فیزیولوژیک آزمودنی‌ها ۱۹=تعداد

فاکتورها	میانگین ± انحراف استاندارد
سن	27.5 ± 5.3
وزن	63.8 ± 15.5
قد	163 ± 0.06
BMI	23.93 ± 4.87
ضربان قلب استراحت	82.32 ± 6.86
فشار خون	105/70 ± 7.3/7.6
حداکثر ضربان قلب	175 ± 18.2
حداکثر ضربان قلب متناسب با سن	189 ± 3.7
حداکثر اکسیژن مصرفی (MET)	10.9 ± 2.06
حداکثر ظرفیت تصحیح شده (MET)	11.8 ± 1.80

بحث

ثابت تعادل محاسبه شده در پژوهش حاضر (۱۷/۳±۱۷/۰۳ میلی لیتر بر دقیقه بر کیلوگرم) با آنچه که در مقالات پیشین بدست آمده بود فاصله داشت (۱۴/۵ در زنان و ۱۵/۳ در مردان) (۵، ۶). همچنین نتایج نشان داد در بین Vo2max اندازه گیری شده و Vo2max تخمین زده تفاوت معنی داری وجود ندارد و Vo2max در افراد در طیف ۲۸ – ۴۶ میلی لیتر بر دقیقه بر کیلوگرم با خطای استاندارد برآورد معادل ۶/۵ تقریبا ۲%/۴ قرار داشت که به نسبت آزمون های مشابه از دقت خوبی برخوردار است. به طور مثال آزمون نوموگرام که بر پایه دوچرخه ارگومتر بود و بر ۲۷ مرد و ۳۱ زن انجام شد، خطای استاندارد برآورد برابر ۷–۱۵% داشت (۲). Andersen نیز از پروتکل حداکثر فعالیت استفاده و خطای استاندارد برآورد برابر ۵% داشت (۱۵). همچنین آزمون دوچرخه ارگومتری که بین ۸۷ مرد جوان مقایسه شد خطای استاندارد برآورد برابر ۶–۱۱% داشت (۱۶). خطای استاندارد برآورد پژوهش Kline و همکاران که بر روی ۸۳ مرد و ۸۶ زن مینسال صورت گرفت برابر ۱۰% بود (۳). حتی Uth و همکاران خطای استاندارد برآورد ۴%/۵ داشت.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد جایگزینی HRmax متناسب با سن به جای HRmax و بررسی آن با Vo2max تصحیح شده به ارتباط معنی داری ندارد (که می تواند ناشی از محدودیت های تحقیق باشد. Vema و همکاران (۱۷) پژوهشی بر روی ۶۰ دانشجوی ورزشکار حرفه ای انجام دادند و از فرمول Vo2max = 114.38-0.24 plus rate برای تخمین Vo2max استفاده کردند. Vo2max را به روش راه رفتن/دویدن در یک مایل اندازه گیری کردند و ضربان قلب را با آزمون سه دقیقه پله بدست آوردند. خطای استاندارد برآورد این روش

جدول ۲. آنالیز ANOVA (۱۹=تعداد)

فاکتورها		df	MS	F	p	Eta Squared
سن	حداکثر اکسیژن مصرفی	10	2.668	0.428	0.895	0.349
	حداکثر ظرفیت تصحیح شده	10	2.384	0.543	0.820	0.404
BMI	حداکثر اکسیژن مصرفی	10	3.943	1.616	0.254	0.669
	حداکثر ظرفیت تصحیح شده	10	3.642	1.423	0.254	0.457
ضربان قلب استراحت	حداکثر اکسیژن مصرفی	16	4.420	1.529	0.467	0.924
	حداکثر ظرفیت تصحیح شده	16	3.304	1.084	0.582	0.897

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-06-23]

برابر ۱/۸۱ بود. همانطور که دیده شد می توان از این روش با دقت بالاتری نسبت به آزمون های مشابه استفاده کرد و همچنان قابلیت مقایسه با دیگر روش های تخمین Vo2max را دارد. در این مطالعه Vo2max تصحیح شده بر اساس HRmax متناسب با سن فرد محاسبه شد. به طور مثال از فردی ۲۵ ساله سالم و غیر سیگاری انتظار می رود که در بیشینه فعالیت HRmax برابر ۱۹۰ داشته باشد. حال اگر فرد به بیشینه فعالیت نرسید، درصد باقی مانده به رسیدن به حداکثر توان را با نسبت HRmax به عدد بدست آمده اضافه می کنیم. این آزمایش در گروه سنی جوان انجام شده است. با اینکه بین سن و Vo2max در این مطالعه ارتباطی دیده نشد، اما به علت پایین بودن جامعه آماری پیشنهاد می شود در سطح وسیع تری و در گروه های مختلف سنی این ارزیابی صورت گیرد.

در طی بررسی های انجام شده در مطالعه حاضر بین سن و Vo2max تصحیح شده نیز ارتباطی دیده نشد. همچنین بین BMI و Vo2max ارتباطی وجود نداشت، همچنین بین HRrest و Vo2max یا Vo2max تصحیح شده ارتباطی دیده نشد. از آنجا که حجم ضربه ای و تفاوت اکسیژن شریانی و وریدی و نسبت حداکثر آنها به میزان حین استراحت به متغیرهایی مثل سن و میزان ورزیدگی افراد وابسته است در صورتیکه نیاز به استفاده از این روش باید می بایست ثبات تعادل برای گروهی همسان اندازه گیری و تعیین شود زیرا اعداد بدست آماده در پژوهش های پیشین تنها در مردان ورزشکار قابل استفاده است. در مطالعه های مشابه (۵, ۶) بر روی ورزشکاران حرفه ای انجام شد که از لحاظ متغیرهای فیزیولوژیک به نسبت جامعه عادی همسان تر می باشند و پراکندگی اطلاعات آنها کمتر است که خود دقت مطالعه را بیشتر می کند. اما در جامعه معمولی هر فردی با سن، BMI، میزان فعالیت متفاوت و ... در کنار یکدیگر بررسی می شود که می توان دلیل اصلی تفاوت نتایج پژوهش حاضر را با پژوهش های پیشین اعلام کرد.

پژوهش حاضر دارای محدودیت هایی است. اولین آن تعداد کم نمونه های مطالعه است. همانطور که می دانیم هرچه تعداد نمونه های مطالعه بیشتر باشد، نمونه به جامعه نزدیک تر و منحنی توزیع نرمال تری خواهد داشت. دومین آن، عدم همکاری برای شرکت در آزمون بود. همچنین به علت عدم دسترسی به Vo2max Gas Analyzer ، برای Vo2max از اندازه گیری Vo2max و تبدیل آن به Vo2max استفاده کردیم. مسلماً اندازه گیری مستقیم Vo2max اطلاعات دقیقتری در اختیار ما میگذارد. بدین منظور، پیشنهاد می شود در پژوهش های آتی در نمونه بیشتر و با استفاده از دستگاه آنالیزور گاز Vo2max استفاده شود تا بتوان دقت بیشتری را بدست آورد.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر می توان اذعان کرد که نمی توان بر اساس فرمول Vo2max را تخمین زد و همچنان نیاز است که در این زمینه مطالعات بیشتر با نمونه آماری بیشتری صورت گیرد.

تقدیر و تشکر

از کلیه افرادی که در این پژوهش شرکت کردن و همکاری نمودن کمال تشکر را داریم.

منـابع:

1. Medicine ACoS. ACSM's resource manual for guidelines for exercise testing and prescription: Lippincott Williams & Wilkins; 2012.

2. Åstrand P-O, Ryhming I. A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. Journal of applied physiology. 1954;7(2):218-21.

3. Kline C, Porcari JP, Hintermeister R, Freedson PS, Ward A, Mccarron RF, et al. Estimation of from a one-mile track walk, gender, age and body weight. Med Sports Exerc. 1987;19:253-9.

4. Davies C. Limitations to the prediction of maximum oxygen intake from cardiac frequency measurements. Journal of Applied Physiology. 1968;24(5):700-6.

5. Uth N, Sørensen H, Overgaard K, Pedersen PK. Estimation of VO2max from the ratio between HRmax and HRrest–the heart rate ratio method. European journal of applied physiology. 2004;91(1):111-5.

6. Uth N. Gender Difference in the Proportionality Factor Between the Mass Specific V· O2max and the Ratio Between HRmax and HRrest. International journal of sports medicine. 2005;26(09):763-7.

7. Rexhepi AM, Brestovci B. Prediction of VO2max based on age, body mass, and resting heart rate. Human Movement. 2014;15(1):56-9.

8. Andrzej K, Lech B, Dariusz S, Krystyna B-J, Beata S, Maria Ł. Indirect Methods of Assessing Maximal Oxygen Uptake in Rowers&58; Practical Implications for Evaluating Physical Fitness in a Training Cycle. Journal of Human Kinetics. 2016;50(1):187-94.

9. Nunes RdAM, Castro JBPd, Silva LdL, Silva JBd, Godoy ESd, Lima VP, et al. Estimation of specific VO2max for elderly in cycle ergometer. 2017.

10. Buckley DJ, Rowe Jr JR, editors. Actual Versus Predicted VO2max: A Comparison of 4 Different Methods. International Journal of Exercise Science: Conference Proceedings; 2018.

11. De Brabandere A, De Beéck TO, Schütte KH, Meert W, Vanwanseele B, Davis J. Data fusion of body-worn accelerometers and heart rate to predict VO2max during submaximal running. PloS one. 2018;13(6):e0199509.

12. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. Journal of the American College of Cardiology. 2001;37(1):153-6.

13. Bigland-Ritchie B, Furbush F, Woods J. Fatigue of intermittent submaximal voluntary contractions: central and peripheral factors. Journal of Applied Physiology. 1986;61(2):421-9.

14. Bland JM, Altman D. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. The lancet. 1986;327(8476):307-10.

15. Andersen LB. A maximal cycle exercise protocol to predict maximal oxygen uptake. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 1995;5(3):143-6.

16. Fox EL. A simple, accurate technique for predicting maximal aerobic power. Journal of Applied Physiology. 1973;35(6):914-6.

17. Vema J, Sajwan A, Debnath M. A Study on Estimating Vo2max from Different Techniques in Field Situation. Int Quart Sport Sci. 2009;2(0):42-7.

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-06-23]