دقت مدل رگرسیونی برآورد بیشینه‌ی اکسیژن مصرفی بر اساس داده‌های غیرورزشی در دانشجویان دختر

حنا غفاری [۱]✉، علی کاظمی [۲]، نادر علیجانپور [۳]

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی
۲. هیأت علمی دانشگاه خوارزمی تهران
۳. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی

تاریخ دریافت مقاله:۹۳/۷/۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۳/۱۱/۲۷

چکیده

هدف: هدف از اجرای آزمون‌های برآورد کننده‌ی حداکثر اکسیژن مصرفی VO_{2max}، اندازه‌گیری آمادگی هوازی است. آزمون حداکثر اکسیژن مصرفی راهی برای شناخت عملکرد دستگاه قلبی- تنفسی فراهم می‌کند. بر همین اساس پژوهشگر در نظر دارد دقت استفاده از معادلات رگرسیونی جهت برآورد VO_{2max} و ارزیابی آمادگی قلبی- تنفسی براساس داده‌های غیرورزشی در زنان بزرگسال را مورد بررسی قرار دهد. **روش‌شناسی تحقیق:** بـه منظـور دستیابی به اهداف پژوهشی تعداد۳۰ نفر از دانشجویان دختر دانشگاه خوارزمی تهران با میانگین سن، وزن و قد ۲۴/۹۶±۲/۴۱ سال، ۵۷/۰۷±۷/۰۸ کیلوگرم و ۱۶۲/۵۵ ±۵/۱۵ سانتیمتر به عنوان آزمودنی‌های تحقیق انتخاب شدند. ابتدا آزمودنی‌ها، فرم رضایت‌نامه و پرسشنامه‌ی داشتن آمادگی جهت انجام فعالیت‌بدنی rPar-Q را تکمیل نمودند. قبل از اجرای پروتکل ورزشی مرحله‌ای بیشینه، داده‌های غیرورزشی که شامل ثبت سن، برآورد شاخص توده‌ی بدن، تکمیل پرسشنامه‌ی N-EX که شامل دو بخش درک توانایی‌های عملکردی PFA و میزان فعالیت‌بدنی PA-R بود، جمع‌آوری شد. سپس تمام شرکت‌کننده‌ها (۳۰ نفر) با دامنه‌ی سنی ۳۰-۱۸ سال آزمون ورزشی مرحله‌ای بیشینه‌ی بروس بر روی نوارگردان را همراه با استفاده از گاز آنالایزر انجام دادند. جهت تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش از آزمون‌های آماری رگرسیون خطی چندگانه، تحلیل واریانس برای اندازه‌گیری‌های تکراری، آزمون تعقیبی LSD، همبستگی پیرسون و روش آماری PRESS استفاده شده‌است. **نتایج:** نتایج تحقیق نشان داد که هـر سـه معادلـه‌ی رگرسـیونی جکسون، جورج و برادشاو از دقت و پایایی لازم جهت برآورد VO_{2max} و ارزیابی آمادگی قلبی- تنفسی در گروه مورد پژوهش برخوردار بوده به خصوص وقتی که با معادله‌ی تردمیل بروس مقایسه شوند. همچنین هر سه معادله‌ی رگرسیونی به دست آمده از تحقیق حاظر، نسبت به معادلات رگرسیونی جکسون، جورج و برادشاو از دقت و پایایی لازم بیشتری جهت برآورد VO_{2max} و ارزیابی آمادگی قلبی- تنفسی در گروه مورد پژوهش برخوردار بوده به خصوص وقتی که با معادله‌ی تردمیل بروس مقایسه شوند. **نتیجه‌گیری:** براساس نتایج به دست آمده می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد کـه معـادلات رگرسیونی جدید به‌دست آمده از تحقیق حاظر نسبت به معادلات مدل جکسون، مدل جورج و مدل برادشاو از دقت و پایایی بیشتری بـرای ارزیـابی VO_{2max} و آمادگی قلبی- تنفسی برخوردار است و می‌توان آنهارا به عنوان جایگزین مناسبی برای مدل‌های ذکر شده معرفی کرد.

کلید واژه‌ها: معادلات رگرسیونی غیرورزشی، حداکثر اکسیژن مصرفی، داده‌های غیرورزشی، آمادگی قلبی- تنفسی، آزمون ورزشی مرحله‌ای بیشینه، زنان بزرگسال

Accuracy of a regression model to predict maximal oxygen consumption based on non-exercise data in female college students

Abstract

aim: The purpose of this study was to develop and investigate the accuracy of regression equation to predict VO_{2max} and estimate cardiorespiratory fitness (CRF) based on non-exercise (N-EX) data in adult women. **Research Methodology:** In order to achieve the purpose of research, 30 female students studying at Kharazmi University, Tehran; Iran, with the average age 24.96±2.41 yr., weight 57.07±7.08 kg, and height 162.55±5.15 cm were selected as the research sample. At first, the subjects filled in the consent for participation in research form and revised physical activity readiness questionnaire (rPar-Q). The N-EX data were collected just before the maximal graded exercise test (GXT)included the participant's age, body mass index (BMI), perceived functional ability (PFA) to walk, jog, or run given distances, and current physical activity (PA-R) level. Then, all participants (N = 30), aged 18-30 years old, successfully completed a Bruce maximal GXT on treadmill using gas analyzer to assess VO_{2max}.The data were analyzed by multiple linear regression, ANOVA R.M, Pearson correlation, cross validation using predicted residual sum of squares (PRESS), and LSD post hoc test statistical methods. **Results:** The data analysis revealed a high correlation, minimal shrinkage and difference; thus, Jackson, George and Bradshaw regression models yield relatively accurate results and are a convenient way to predict $VO_{2max}$and estimate CRF in adult women (18-30 yr.).In order to predict VO_{2max} and estimate CRF in adult women, the three new regression equations (Ghafari-Jackson, Ghafari-George, and Ghafari-Bradshaw models) should yield acceptable accuracy when applied to an independent sample of adult women (aged 18-30 yr.) with a similar cardiorespiratory fitness level. It should be mentioned that non-exercise regression equations are not as accurate as gas analyzer criterion test and cannot be used instead of this criterion test. But they would predict VO_{2max} and estimate CRF in adult women accurately if they were used correctly and can be used instead of Bruce treadmill equation criterion test. **Conclusions:** The new established regression equations or the old developed ones are safe and quite accurate, easy, fast, and inexpensive for large groups, elders, and persons with cardio-vascular diseases.

Key words: Non-exercise regression models, VO_{2max}, non-exercise data, cardiorespiratory fitness, maximal graded exercise test, adult women.

✉ **نویسنده مسئول:** ؟؟؟؟ تلفن: ؟؟؟؟
آدرس: ؟؟؟
پست الکترونیکی ؟؟؟؟

www.SID.ir

مقدمه

هدف از اجرای آزمون‌های برآورد کننده‌ی حداکثر اکسیژن مصرفی VO_{2max}[1]، اندازه‌گیری آمادگی هوازی است. آمادگی هوازی مترادف با بسیاری از واژه‌های دیگر مانند توان هوازی، آمادگی قلبی- عروقی، آمادگی قلبی- تنفسی CRF[2]، استقامت ریوی- گردش خونی و استقامت قلبی- ریوی به‌کار می‌رود که برای اکثر رشته‌های ورزشی یکی از عوامل حفظ توانایی و عملکرد ورزشی ورزشکار می‌باشد. آمادگی قلبی- عروقی که از طریق VO_{2max} برآورد می‌شود با بیماری‌های عروق کرونر قلب که یکی از علل مرگ و میر در زنان و مردان میانسال و بزرگسال است، رابطه‌ی معکوس دارد (۱). آزمون حداکثر اکسیژن مصرفی راهی برای شناخت عملکرد دستگاه قلبی- تنفسی فراهم می‌کند. برای مثال، شدت بیماری‌های بالینی با افزایش عملکرد هوازی، کاهش می‌یابد. با این وجود، آزمون VO_{2max} نه تنها برای سنجش ترکیبی از آمادگی هوازی- بی‌هوازی، آمادگی هوازی کوتاه‌مدت و آمادگی هوازی طولانی‌مدت به‌کار گرفته می‌شود بلکه همچنین توانایی دستگاه قلبی- عروقی و تنفسی را جهت انتقال و برداشت اکسیژن نشان می‌دهد (۲). از این رو آزمون‌های تعیین VO_{2max} کاربردهای بسیار زیادی دارند و یکی از اجزای مهم آمادگی جسمانی و سلامتی افراد محسوب می شوند. در حقیقت ارزیابی CRF وقتی ارزشمند است که افراد بخواهند در مورد وضعیت آمادگی جسمانی، توسعه و بهبود برنامه‌های تمرینی و خطر بیماری‌های قلبی- عروقی خود آگاهی پیدا کنند. آزمون-های استانداردی آمادگی قلبی- تنفسی (CRF) را از طریق بیشینه اکسیژن مصرفی فرد حین اجرای یک آزمون ورزشی بیشینه مرحله‌ای GXT[3] اندازه‌گیری می‌کنند. بیشینه‌ی اکسیژن مصرفی روش دقیقی جهت ارزیابی CRF می‌باشد که به وسایل گران‌قیمت، فضای مناسب برای استقرار تجهیزات و افراد آموزش دیده برای اجرای آزمون نیاز دارد (۳). برای رفع این محدودیت‌ها آزمون‌های آزمون-هایی طراحی شده‌اند که علاوه بر قابل اجرا بودن برای بیشتر گروه‌های سنی، برای گروه‌های دارای خطر بالا نیز کم هزینه و کم خطر می‌باشند. معادلات رگرسیونی غیرورزشی به معادلاتی گفته می‌شود که بدون اجرای آزمون‌های ورزشی زیربیشینه و یا بیشینه و با استفاده از داده‌های غیرورزشی، یک برآورد آسان و کم‌هزینه‌ای از VO_{2max} و CRF در اختیار افراد قرار می‌دهند. منظور از داده‌های غیرورزشی، به داده‌هایی از قبیل سن، جنس، شاخص توده‌ی بدن، درصد چربی بدن و داده‌هایی که از طریق پرسشنامه‌ی خود گزارشگری به دست می‌آیند و برای جمع‌آوری آن‌ها نیازی به انجام فعالیت‌بدنی نمی‌باشد که در تحقیقات مختلف از تعداد متفاوتی از آن‌ها جهت ایجاد معادله‌ی رگرسیونی برآورد VO_{2max} استفاده شده-است (۴). این روش‌های رگرسیونی کم هزینه بوده و از لحاظ صرف وقت، قابل اجرا بودن برای تمام سطوح آمادگی جسمانی و واقعی بودن مقادیر بدست آمده، برای گروه‌های بزرگ مقرون به صرفه می‌باشند (۷،۶،۵). این روش‌ها از اطلاعاتی از قبیل ویژگی‌های جسمی و سطح فعالیت بدنی فرد برای پیش بینی CRF استفاده می‌کنند (۴،۷،۵). اما اجرای بسیاری از این آزمون‌ها محدودیت‌هایی دارد که اجرای آن‌ها را در بسیاری از مکان‌ها و زمان‌ها و برای بسیاری از افراد محدود می‌کند. تحقیقات انجام‌شده بیان می‌کنند که هر پروتکل ورزشی برای اهداف خاصی مناسب است و تعداد کمی از پروتکل‌های ورزشی برای تمام افراد مناسب می‌باشند. برخی از این آزمون‌های ورزشی برای گروه‌های خاصی از افراد معتبرترند به طور مثال پروتکل بروس و الستد برای افراد جوان‌تر و یا دارای فعالیت‌بدنی، خیلی مناسب بوده در صورتی که پروتکل ناتون و بالک برای افراد مسن، ناآماده و بیماران بسیار مناسب بوده و برای تمام سطوح آمادگی جسمانی قابل اجرا می‌باشند. این روش‌های رگرسیونی کم هزینه بوده و از لحاظ صرف وقت، قابل اجرا بودن برای تمام سطوح آمادگی جسمانی و واقعی بودن مقادیر بدست آمده، برای گروه‌های بزرگ مقرون به صرفه می‌باشند. امروزه در این روش‌ها از متغیرهای پیش بینی کننده‌ی سن، جنس، شاخص توده‌ی بدنی، درصد چربی بدنی، میزان فعالیت‌بدنی (PA-R)[4] و درک توانایی-های عملکردی(PFA)[5] استفاده می‌شود (۱۵،۹،۱۲).

پرسشنامه‌ی درک توانایی های عملکردی یا PFA شامل چند سوال ساده است که از فرد درباره‌ی میزان توانایی ورزشی او جهت دویدن راحت یک یا سه مایل پرسیده می‌شود. مطالعات نشان داده اند که معادلات رگرسیونی ارزیابی غیرورزشی VO_{2max} روش‌هایی نسبتاً دقیق هستند و سریع و آسان مقدار VO_{2max} را برآورد می کنند (۱۴،۲،۱۲).

در راستای استفاده از معادلات رگرسیونی ارزیابی غیرورزشی VO_{2max}، اجرای پرسشنامه‌ی میزان فعالیت

Archive of SID
www.SID.ir

بدنی PA-R در گروه‌های بزرگ مردان و زنان سنین ۷۰-۱۸ سال اعتبار سنجی شده است، اما پرسشنامه‌ی درک توانایی‌های عملکردی یا PFA تنها در گروه مردان و زنان سنین دانشگاه مورد بررسی قرار گرفته است (۱۳،۴).

بنابراین نیاز است PFA به عنوان متغیر پیش‌بینی کننده جهت برآورد VO_{2max} و ارزیابی CRF در دامنه‌ی سنی وسیع‌تر و یا در جامعه‌های دیگر و PA-R در سنین دانشگاهی و جامعه‌های دیگر مورد پژوهش قرار گیرند. لذا در این پژوهش این فرض مطرح است که احتمالاً مدل رگرسیونی برآورد بیشینه‌ی اکسیژن مصرفی براساس داده‌های غیرورزشی در دانشجویان دختر از دقت کافی برخوردار بوده و از نظر واقعی بودن مقادیر به‌دست آمده قابل اجرا است. به دنبال مطرح شدن چنین فرضی این سوال پیش می‌آید که از بین دو معادله‌ای که اخیراً توسط جورج و برادشاو[۶] گزارش شده است کدام‌یک برآورد دقیق‌تری از VO_{2max} ارائه می‌دهند؟ آیا با تغییر ضرایب این دو معادله می توان معادله‌ی رگرسیونی دقیق‌تری برای این دامنه‌ی سنی ایجاد نمود؟

روش‌شناسی پژوهش

با توجه به اینکه در پژوهش حاضر از روش‌های غیرتهاجمی استفاده شده‌است، هیچ‌گونه آسیبی به آزمودنی وارد نمی‌شد و از نظر اخلاقی مشکلی وجود نداشت. با این حال پیش از انجام آزمون‌ها، در باره‌ی روند انجام آزمایش و اهداف آن برای هر یک از آزمودنی‌ها توضیحات لازم ارائه می‌شد. به این ترتیب، افراد با آگاهی کامل از چگونگی آزمایش‌ها، به طور داوطلبانه و با امضای رضایت‌نامه‌ی کتبی در پژوهش شرکت می‌کردند. در این پژوهش از روش نیمه-تجربی به صورت متغیر ملاک و پیش‌بین استفاده شده‌است. هدف این پژوهش بررسی دقت استفاده از معادلات رگرسیونی جهت برآورد VO_{2max} و ارزیابی CRF بر اساس داده‌ها یا متغیرهای مستقل غیرورزشی در دانشجویان دختر بود. جامعه‌ی آماری شامل دانشجویان دختر دانشگاه خوارزمی (دانشگاه تربیت‌معلم تهران) بود که تعداد ۳۰ نفر از آن‌ها به‌عنوان نمونه‌ی پژوهش به صورت داوطلبانه در فرآیند پژوهش شرکت‌کردند. میانگین سن (سال)، وزن (کیلوگرم) و قد (سانتی‌متر) این دانشجویان به ترتیب ۲/۴۱±۲۴/۹۶، ۷/۰۸±۵۷/۰۷، ۵/۱۵±۱۶۲/۵۵ بود. در این تحقیق از متغیرهای پیش‌بینی کننده‌ی سن، جنس، BMI، PA-R و PFA تعدیل‌شده، استفاده شده‌است. همچنین از برآورد VO_{2max} از طریق اجرای آزمون ورزشی فزاینده‌ی بیشینه‌ی بروس بر روی نوارگردان و استفاده از گازآنالایزر به عنوان متغیر ملاک در محاسبات استفاده شده‌است. داوطلبان قبل از انجام عملیات میدانی و آزمایشگاهی تحقیق، فرم رضایت‌نامه را که شامل هدف تحقیق، روش اجرای آزمون‌های ورزشی و غیرورزشی، مزیت و مشکلات احتمالی اجرای آزمون‌ها، مسئولیت داوطلبان، چگونگی پاسخ به سؤالات احتمالی و کاربرد نتایج تحقیق بود، مطالعه و امضا کردند. سپس عملیات میدانی و آزمایشگاهی تحقیق شروع شد. طی مرحله‌ی میدانی تحقیق شرکت-کننده‌ها پرسشنامه‌ی داشتن آمادگی جهت انجام فعالیت-بدنی rPAR-Q[۷] و پرسشنامه‌های N-EX را که شامل درک توانایی‌های عملکردی PFA و میزان فعالیت‌بدنی PA-R بود، تکمیل نمودند. در مرحله‌ی عملیات آزمایشگاهی ابتدا به شرکت‌کننده‌ها توصیه شد که خواب کافی داشته باشند. دو روز اجرای آزمون ورزشی نیز از انجام ورزش یا فعالیت-بدنی شدید خودداری کنند. همچنین از آن‌ها خواسته شد، ۲۴ ساعت قبل از اجرای آزمون ورزشی از خوردن غذا، مصرف دخانیات و کافئین خودداری کنند. قد و وزن شرکت‌کننده‌ها بدون کفش و با پوشیدن لباس ورزشی سبک اندازه‌گیری شد. سپس به شرکت‌کننده‌ها آموزش لازم در زمینه‌ی اجرای آزمون ورزشی و تکمیل پرسشنامه-های N-EX داده‌شد. در ادامه آزمون ورزشی فزاینده‌ی بیشینه بر روی نوارگردان همراه با استفاده از گازآنالایزر توسط شرکت‌کننده‌ها انجام شد و سه نفر از نمونه که نتوانستند، طبق نرم‌افزار موجود برای افراد سالم این پروتکل ورزشی را تاحد واماندگی یا بروز خستگی ارادی ادامه دهند از شرکت آن‌ها در تحقیق جلوگیری به عمل آمد و از ادامه‌ی روند پژوهش حذف شدند و با افراد دیگر از جامعه آماری جایگزین شدند. داده‌های آزمون ورزشی فزاینده‌ی بیشینه بر روی نوارگردان همراه با استفاده از گاز آنالایزر، پرسشنامه‌ی N-EX، BMI، جنس و سن با داده-های قبلی حاصل از تحقیق جورج[۸] و همکاران (۱۹۹۷) تلفیق شده و با انجام عملیات آماری در جهت ایجاد و توسعه‌ی معادله رگرسیونی برآورد VO_{2max} در زنان ۳۰-۱۸ سال به کار گرفته شدند. داده‌های این تحقیق به صورت متقابل یا دو سویه با معادله رگرسیونی که توسط جکسون و همکاران[۹] (۱۹۹۰) و برادشاو[۱۰] (۲۰۰۸) توسعه یافته

Archive of SID
www.SID.ir

است اعتبارسنجی شد. از آزمون آماری رگرسیون خطی چندگانه[11] برای ایجاد مدل رگرسیونی VO_{2max} با استفاده از متغیرهای پیش‌بینی کننده‌ی سن، جنس، PA-R, PFA, BMI تعدیل‌شده استفاده به عمل آمد. برای تعیین اعتبار معادله‌ی رگرسیونی جهت برآورد VO_{2max}، معنی‌داری آماری متغیرهای مستقل و ضرایب همبستگی[12] و برآوردهای خطای استاندارد[13] محاسبه شد. آماره‌های PRESS[14] برای برآورد میزان افت[15] تأثیر هر یک از متغیرهای مستقل در معادله‌ی برآورد VO_{2max} محاسبه شد. مقدار آلفا در کلیه‌ی مراحل و عملیات آمار استنباطی ۰/۰۵ در نظر گرفته شده‌است. کلیه عملیات آماری توسط نرم‌افزار $Excel_{2010}$ و $SPSS_{18}$ انجام شد.

یافته‌ها

هدف کلی پژوهش حاضر بررسی دقت استفاده از معادلات رگرسیونی جهت برآورد VO_{2max} و ارزیابی CRF براساس داده‌ها یا متغیرهای مستقل غیرورزشی در دانشجویان دختر بود. اطلاعات مورد نیاز از نمونه‌ی پژوهش گردآوری شد و بر اساس تجزیه و تحلیل‌های آماری نتایج زیر به دست آمد.

پژوهشگر قصد داشت معادلات رگرسیونی جکسون، جورج و برادشاو جهت برآورد VO_{2max} و ارزیابی CRF را مورد بررسی قرار دهد. طبق اطلاعات جدول۱ هر سه معادله‌ی رگرسیونی جکسون، جورج و برادشاو از دقت و پایائی لازم جهت برآورد VO_{2max}و ارزیابیCRF در گروه مورد پژوهش برخوردار بود (به خصوص وقتی که با معادله‌ی تردمیل بروس مقایسه شوند).

جدول ۱: نتایج آزمون آماری PRESS جهت بررسی دقت و میزان واقعی بودن مقادیر به دست آمده از طریق معادلات رگرسیونی جکسون، جورج و برادشاو جهت برآورد VO_{2max} و ارزیابی CRF براساس داده‌های غیرورزشی درگروه مورد پژوهش

آماره‌های استباطی / معادلات رگرسیونی	R	R^2	$R^2_{Adjusted}$	SEE	R_{PRESS}	R^2_{PRESS}	SEE_{PRESS}	Shrinkage
جکسون- گازآنالایزر	۰/۹۱	۰/۸۲	۰/۸۴	۲/۰۷	۰/۶۹	۰/۸۴	۳/۳۱	۰/۱۸
جورج- گازآنالایزر	۰/۹۰	۰/۸۱	۰/۸۰	۲/۱۱	۰/۶۸	۰/۸۳	۳/۲۴	۰/۱۸
برادشاو- گازآنالایزر	۰/۹۱	۰/۸۲	۰/۸۱	۲/۲۱	۰/۶۹	۰/۸۴	۳/۲۲	۰/۱۸
جکسون- معادله‌ی تردمیل بروس	۰/۹۷	۰/۹۴	۰/۹۲	۱/۴۴	۰/۹۰	۰/۹۵	۱/۹۶	۰/۰۹
جورج- معادله‌ی تردمیل بروس	۰/۹۶	۰/۹۲	۰/۹۲	۱/۲۳	۰/۸۹	۰/۹۴	۲/۱۱	۰/۰۸
برادشاو- معادله‌ی تردمیل بروس	۰/۹۶	۰/۹۲	۰/۹۲	۱/۳۴	۰/۸۹	۰/۹۴	۱/۸۷	۰/۰۸

همچنین پژوهشگر معادلات رگرسیونی ایجادشده‌ی جدید توسط پژوهشگر برای برآورد VO_{2max} و ارزیابی CRF براساس داده‌های غیرورزشی را مورد بررسی قرار داد تا معلوم شود جایگزین مناسبی برای برآورد بیشینه‌ی اکسیژن مصرفی و ارزیابی آمادگی قلبی- تنفسی می‌باشند؟

بر اساس اطلاعات بدست آمده از تحلیل‌های آماری هر سه معادله‌ی رگرسیونی جدید نسبت به معادلات رگرسیونی جکسون، جورج و برادشاو از دقت و پایائی لازم بیشتری جهت برآورد VO_{2max}و ارزیابیCRF در گروه مورد پژوهش برخوردار بودند. (جدول ۸)

جدول ۲: نتایج آزمون آماری رگرسیون خطی چندگانه برای ایجاد معادله‌ی رگرسیونی VO_{2max} با استفاده از متغیرهای پیش‌بینی‌کننده‌ی سن،BMI و پرسشنامه‌ی ورزشیPA-R (مدل جکسون) متغیر وابسته: VO_{2max}حاصل از گازآنالایزر

ضرایب / متغیر پیشگو	استاندارد	نشده	استاندارد شده	t	معناداری
	B	انحراف استاندارد	Beta		
مقدار ثابت	۵۳/۳۵۹	۷/۷۵۵	---	۶/۶۲۳	۰/۰۰۱
سن	-۰/۳۸۹	۰/۳۲۱	-۰/۴۳۸	-۱/۲۱۰	۰/۲۳۹
BMI	-۰/۳۸۷	۰/۴۲۵	-۰/۳۳۱	-۰/۹۱۱	۰/۳۷۲
PA-R	۰/۲۸۱	۰/۳۹۵	۰/۱۶۹	۰/۷۱۰	۰/۴۸۵

معادله‌ی رگرسیونی جدید طبق اطلاعات جدول ۲: $VO_{2max} = 53.359 + 0.281(PA\text{-}R) - 0.389(Age) - 0.387(BMI)$

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳: نتایج آزمون آماری رگرسیون خطی چندگانه برای ایجاد معادله‌ی رگرسیونی VO_{2max} با استفاده از متغیرهای پیش‌بینی‌کننده‌ی سن، BMI و پرسشنامه‌ی ورزشی PA-R (مدل جکسون) متغیر وابسته: VO_{2max}حاصل از معادله‌ی تردمیل بروس

ضرایب / متغیر پیشگو	استاندارد	نشده	استاندارد شده	t	معناداری
	B	انحراف استاندارد	Beta		
مقدار ثابت	۵۸/۴۴۵	۴/۸۸۶	---	۱۱/۹۶۱	۰/۰۰۱
سن	-۰/۵۰۸	۰/۲۰۳	-۰/۴۹۳	-۲/۵۰۷	۰/۰۲۰
BMI	-۰/۳۷۹	۰/۲۶۸	-۰/۲۸۰	-۱/۴۱۶	۰/۱۷۱
PA-R	۰/۴۲۲	۰/۲۴۹	۰/۲۲۰	۱/۶۹۴	۰/۱۰۴

معادله‌ی رگرسیونی جدید طبق اطلاعات جدول ۳:

VO_{2max}= 58.445+ 0.422(PA-R) - 0.508(Age) - 0.379(BMI)

جدول ۴: نتایج آزمون آماری رگرسیون خطی چندگانه برای ایجاد معادله‌ی رگرسیونی VO_{2max} با استفاده از متغیرهای پیش‌بینی‌کننده‌ی BMI و پرسشنامه‌های ورزشی PFA و PA-R (مدل جورج) متغیر وابسته: VO_{2max}حاصل از گازآنالایزر

ضرایب / متغیر پیشگو	استاندارد	نشده	استاندارد شده	t	معناداری
	B	انحراف استاندارد	Beta		
مقدار ثابت	۵۰/۲۳۰	۸/۸۲۷	---	۵/۴۶۴	۰/۰۰۱
BMI	-۰/۷۳۶	۰/۲۹۱	-۰/۶۳۰	-۲/۵۲۹	۰/۰۱۹
PFA	۰/۰۸۲	۰/۱۶۱	۰/۰۸۴	۰/۵۱۰	۰/۶۱۵
PA-R	۰/۳۷۶	۰/۳۹۹	۰/۲۲۷	۰/۹۴۴	۰/۳۵۵

معادله‌ی رگرسیونی جدید طبق اطلاعات جدول ۴:

VO_{2max}= 50.230+ 0.082(PFA) + 0.376(PA-R) - 0.736(BMI)

جدول ۵: نتایج آزمون آماری رگرسیون خطی چندگانه برای ایجاد معادله‌ی رگرسیونی VO_{2max} با استفاده از متغیرهای پیش‌بینی‌کننده‌ی BMI و پرسشنامه‌های ورزشی PFA و PA-R (مدل جورج) متغیر وابسته:VO_{2max}حاصل از معادله‌ی تردمیل بروس

ضرایب / متغیر پیشگو	استاندارد	نشده	استاندارد شده	t	معناداری
	B	انحراف استاندارد	Beta		
مقدار ثابت	۵۲/۹۲۳	۵/۸۲۸	---	۹/۰۸۱	۰/۰۰۱
BMI	-۰/۷۹۸	۰/۱۹۲	-۰/۵۹۰	-۴/۱۵۰	۰/۰۰۱
PFA	۰/۱۶۶	۰/۱۰۶	۰/۱۴۸	۱/۵۶۲	۰/۱۳۳
PA-R	۰/۵۱۲	۰/۲۶۳	۰/۲۶۷	۱/۹۴۴	۰/۰۶۵

معادله‌ی رگرسیونی جدید طبق اطلاعات جدول ۵:

VO_{2max} =52.923+ 0.166(PFA) + 0.512(PA-R) - 0.798(BMI)

جدول۶: نتایج آزمون آماری رگرسیون خطی چندگانه برای ایجاد معادله‌ی رگرسیونی VO_{2max} با استفاده از متغیرهای پیش‌بینی‌کننده‌ی سن، BMI و پرسشنامه‌های ورزشی PFA و PA-R (مدل برادشاو) متغیر وابسته: VO_{2max}حاصل از گازآنالایزر

ضرایب / متغیر پیشگو	استاندارد	نشده	استاندارد شده	t	معناداری
	B	انحراف استاندارد	Beta		
مقدار ثابت	۵۲/۸۷۸	۹/۱۳۸	---	۵/۵۶۸	۰/۰۰۱
سن	-۰/۳۷۶	۰/۳۵۱	-۰/۴۲۳	-۱/۰۷۱	۰/۲۹۶
BMI	-۰/۳۸۹	۰/۴۳۵	-۰/۳۳۳	-۰/۸۹۴	۰/۳۸۱
PFA	۰/۰۱۸	۰/۱۷۱	۰/۰۱۹	۰/۱۰۶	۰/۹۱۶
PA-R	۰/۲۷۴	۰/۴۰۸	۰/۱۶۶	۰/۶۷۲	۰/۵۰۹

معادله‌ی رگرسیونی جدید طبق اطلاعات جدول ۶:

VO_{2max} =52.878+ 0.018(PFA) + 0.274(PA-R) - 0.389(BMI) - 0.376(Age)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۷: نتایج آزمون آماری رگرسیون خطی چندگانه برای ایجاد معادله‌ی رگرسیونی VO_{2max}با استفاده از متغیرهای پیش‌بینی‌کننده‌ی سن، BMI و پرسشنامه‌های ورزشی PFA و PA-R(مدل برادشاو) متغیر وابسته:VO_{2max}حاصل از معادله‌ی تردمیل بروس

ضرایب / متغیر پیشگو	استاندارد	نشده	استاندارد شده	t	معناداری
	B	انحراف استاندارد	Beta		
مقدار ثابت	۵۶/۰۴۳	۵/۶۶۱	---	۹/۸۹۹	۰/۰۰۱
سن	-۰/۴۴۳	۰/۲۱۷	-۰/۴۳۰	-۲/۰۳۸	۰/۰۵۴
BMI	-۰/۳۸۸	۰/۲۶۹	-۰/۲۸۷	-۱/۴۴۱	۰/۱۶۴
PFA	۰/۰۹۱	۰/۱۰۶	۰/۰۸۱	۰/۸۵۶	۰/۴۰۲
PA-R	۰/۳۹۲	۰/۲۵۳	۰/۲۰۴	۱/۵۴۸	۰/۱۳۷

معادله‌ی رگرسیونی جدید طبق اطلاعات جدول ۷:

$$VO_{2max} = 56.043 + 0.091(PFA) + 0.392(PA\text{-}R) - 0.388(BMI) - 0.443(Age)$$

جدول ۸: نتایج آزمون آماری PRESS جهت بررسی دقت و میزان واقعی بودن مقادیر به دست آمده از طریق معادلات رگرسیونی جدید جهت برآورد VO_{2max} و ارزیابی CRF براساس داده‌های غیرورزشی درگروه آزمایشی موردپژوهش

آماره‌های استنباطی / معادلات رگرسیونی	R	R^2	$R^2_{Adjusted}$	SEE	R_{PRESS}	R^2_{PRESS}	SEE_{PRESS}	Shrinkage
غفاری (مدل جکسون)-گازآنالایزر	۰/۹۲	۰/۸۵	۰/۸۳	۱/۱۷	۰/۷۰	۰/۸۵	۲/۳۴	۰/۱۵
غفاری (مدل جورج)-گازآنالایزر	۰/۹۲	۰/۸۴	۰/۸۲	۱/۲۰	۰/۶۸	۰/۸۴	۲/۴۶	۰/۱۵
غفاری (مدل برادشاو)-گازآنالایزر	۰/۹۲	۰/۸۵	۰/۸۲	۱/۲۰	۰/۷۰	۰/۸۵	۲/۳۴	۰/۱۵
غفاری (مدل جکسون)- معادله‌ی تردمیل بروس	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۷۴	۰/۹۰	۰/۹۵	۰/۹۳	۰/۰۴
غفاری (مدل جورج)- معادله‌ی تردمیل بروس	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۴	۰/۷۹	۰/۸۹	۰/۹۴	۱/۰۷	۰/۰۵
غفاری (مدل برادشاو)- معادله‌ی تردمیل بروس	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۷۴	۰/۹۱	۰/۹۵	۰/۹۰	۰/۰۴

همچنین محقق در نظر داشت تا همبستگی بین VO_{2max} اندازه‌گیری شده از طریق داده‌های ورزشی (آزمون‌های ملاک: گازآنالایزر و معادله‌ی تردمیل بروس) و برآوردشده به وسیله‌ی داده‌های غیرورزشی (معادلات رگرسیونی) را مورد بررسی قرار دهد. در این مورد داده‌های آماری نشان دادند که تمام روش‌های برآورد VO_{2max} از همبستگی بسیار بالائی (۱-۰/۹۰) در گروه مورد پژوهش برخوردارند لیکن در این میان معادلات ایجادشده در پژوهش همبستگی بالاتری با آزمون‌های ملاک دارند. لذا دقت و میزان واقعی‌بودن مقادیر به دست آمده از طریق معادلات رگرسیونی ایجادشده جهت برآورد VO_{2max} و ارزیابی CRF براساس داده‌های غیرورزشی درگروه آزمایشی مورد پژوهش بیشتر از بقیه‌ی معادلات رگرسیونی می‌باشد. (جدول ۹)

جدول ۹: نتایج آزمون آماری ضریب همبستگی پیرسون در مورد تعیین رابطه‌ی بین میزان VO_{2max} اندازه‌گیری شده از طریق داده‌های ورزشی (آزمون‌های ملاک:گازآنالایزر و معادله‌ی تردمیل بروس) و برآورد شده به وسیله‌ی داده‌های غیرورزشی (معادلات رگرسیونی)

مقایسه‌ی بین‌گروهی / آماره‌های استنباطی		Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)
آزمون ملاک (گازآنالایزر)	معادله‌ی تردمیل بروس	۰/۹۵	۰/۰۰۱
	معادله‌ی جکسون	۰/۹۱	۰/۰۰۱
	معادله‌ی جورج	۰/۹۰	۰/۰۰۱
	معادله‌ی برادشاو	۰/۹۱	۰/۰۰۱
	معادله‌ی غفاری (مدل جکسون)	۰/۹۳	۰/۰۰۱
	معادله‌ی غفاری (مدل جورج)	۰/۹۲	۰/۰۰۱
	معادله‌ی غفاری (مدل برادشاو)	۰/۹۳	۰/۰۰۱
آزمون ملاک (معادله‌ی تردمیل بروس)	گازآنالایزر	۰/۹۵	۰/۰۰۱
	معادله‌ی جکسون	۰/۹۷	۰/۰۰۱
	معادله‌ی جورج	۰/۹۶	۰/۰۰۱
	معادله‌ی برادشاو	۰/۹۶	۰/۰۰۱
	معادله‌ی غفاری (مدل جکسون)	۰/۹۸	۰/۰۰۱
	معادله‌ی غفاری (مدل جورج)	۰/۹۷	۰/۰۰۱
	معادله‌ی غفاری (مدل برادشاو)	۰/۹۸	۰/۰۰۱

Archive of SID

www.SID.ir

در بررسی اختلاف بین VO_{2max} برآوردشده از طریق داده‌های ورزشی و برآوردشده به وسیله‌ی داده‌های غیرورزشی (معادلات رگرسیونی) تحلیل‌های آماری نشان داد که حداقل دو روش از روش‌های اندازه‌گیری VO_{2max} از طریق داده‌های ورزشی (آزمون‌های ملاک:گازآنالایزر و تردمیل بروس) و داده‌های غیرورزشی (معادلات رگرسیونی) بر مقدار برآورد VO_{2max} تأثیر متفاوتی داشته‌است. لذا جهت مقایسه‌ی تمام میانگین‌های جفت‌شده و یا بررسی تفاوت بین میانگین‌های هر دو روش برآورد VO_{2max} از آزمون تعقیبیLSD استفاده شده‌است که نتایج آن نشان می‌دهد به جز روش‌های برآورد VO_{2max} معادله‌ی جکسون- آزمون ملاک (تردمیل بروس)، معادله‌ی جورج- آزمون ملاک (تردمیل بروس) و معادله‌ی برادشاو- آزمون ملاک (تردمیل بروس) در بقیه‌ی موارد تفاوت معنی‌داری بین روش‌های برآورد VO_{2max} مشاهده می‌شود. (جدول ۱۰ و ۱۱)

جدول ۱۰: تحلیل واریانس داده‌های مربوط به میزان VO_{2max} برآوردشده از طریق داده‌های ورزشی (آزمون‌های ملاک:گازآنالایزر و معادله‌ی تردمیل بروس) و برآوردشده به وسیله‌ی داده‌های غیرورزشی (معادلات رگرسیونی)

آماره‌های استنباطی / منبع واریانس (منبع تغییرات)	مجموع مربعات	df (درجه‌ی آزادی)	میانگین مربعات	مقدار F	* مقدار P (معنی‌داری)
بین تکرارها (عامل‌های آزمایشی)	۶۷۷/۶۲۶	۱/۲۹۴	۵۲۳/۶۶۷	۳۵/۸۶۵	۰/۰۰۱
خطا	۴۷۲/۳۶۷	۳۲/۳۵۰	۱۴/۶۰۱		

* مقدار p اصلاح شده در روش‌های اصلاحی GG، HF و LB برابر ۰/۰۰۱ و مقدار ε به ترتیب برابر با ۰/۱۸۵، ۰/۱۹۱ و ۰/۱۴۳ می‌باشد.

جدول۱۱: مقایسه‌ی زوجی تفاوت میانگین‌های میزان VO_{2max} برآورد شده از طریق داده‌های ورزشی (آزمون‌های ملاک:گازآنالایزر و معادله‌ی تردمیل بروس) و برآورد شده به وسیله‌ی داده‌های غیرورزشی (معادلات رگرسیونی)

مقایسه‌ی بین‌گروهی / آماره‌های استنباطی		تفاوت میانگین‌ها	خطای استاندارد	معنی‌داری
آزمون ملاک (گازآنالایزر)	معادله‌ی تردمیل بروس	۰/۲۰۱	۴/۹۵۴	۰/۰۰۱
	معادله‌ی جکسون	۰/۷۵۹	۴/۱۷۳	۰/۰۰۱
	معادله‌ی جورج	۰/۵۶۱	۴/۳۵۲	۰/۰۰۱
	معادله‌ی برادشاو	۰/۵۹۱	۵/۶۸۴	۰/۰۰۱
	معادله‌ی غفاری (مدل جکسون)	۰/۲۱۶	۱/۹۹۸	۰/۰۰۱
	معادله‌ی غفاری (مدل جورج)	۰/۲۲۲	۱/۹۹۹	۰/۰۰۱
	معادله‌ی غفاری (مدل برادشاو)	۰/۲۱۶	۲/۰۰۷	۰/۰۰۱
آزمون ملاک (معادله‌ی تردمیل بروس)	گازآنالایزر	۰/۲۰۱	۴/۹۵۴	۰/۰۰۱
	معادله‌ی جکسون	۰/۶۲۶	۷/۷۸۱	۰/۲۲۴
	معادله‌ی جورج	۰/۴۲۴	۰/۶۰۲	۰/۱۶۸
	معادله‌ی برادشاو	۰/۴۵۳	۰/۷۳۰	۰/۱۲۰
	معادله‌ی غفاری (مدل جکسون)	۰/۱۸۱	۶/۹۵۲	۰/۰۰۱
	معادله‌ی غفاری (مدل جورج)	۰/۱۹۰	۶/۹۵۳	۰/۰۰۱
	معادله‌ی غفاری (مدل برادشاو)	۰/۱۸۰	۶/۹۶۱	۰/۰۰۱

Archive of SID

www.SID.ir

بحث و نتیجه‌گیری

یافته های تحقیق حاضر نشان داد معادلات رگرسیونی جکسون، جورج و برادشاو جهت برآورد VO_{2max} و ارزیابی CRF دارای دقت و پایایی لازم می‌باشد، همچنین یافته‌های حاصل از تحلیل آماری نشان داد معادلات رگرسیونی ایجادشده‌ی جدید توسط پژوهشگر برای برآورد VO_{2max} و ارزیابی CRF نیز دارای پایایی و دقت لازم می‌باشد. تحلیل-های آماری نشان داد معادلات جدید نسبت به معادلات جکسون، جورج و برادشاو دارای پایایی و دقت بیشتری می‌باشند. همچنین VO_{2max} برآورد شده توسط معادلات رگرسیونی جدید همبستگی بالایی با VO_{2max} اندازه‌گیری شده از طریق داده‌های ورزشی دارد. در ادامه به نتایج تحقیقات انجام شده در رابطه با موضوعات فوق اشاره خواهد شد.

سیکونولفی و همکاران[16] (۱۹۸۵) طی تحقیقی پرسشنامه‌ی شاخص فعالیت‌بدنی پافنبارگر و همکاران (۱۹۹۶) را در آزمودنی‌های مرد و زن ۷۰-۲۰ ساله مورد ارزیابی قرار دادند و با محاسبه ضریب همبستگی بین اکسیژن مصرفی بیشینه روی دوچرخه‌ی کارسنج، شاخص سطح فعالیت‌بدنی خودگزارشگر و تعداد دفعات عرق کردن، چنین گزارش کردند که بین این سه متغیر همبستگی وجود دارد. این محققین ابراز داشتند که دفعات فعالیت-بدنی که موجب عرق کردن شده‌اند نسبت به شاخص فعالیت‌بدنی با VO_{2max} ارتباط نزدیک‌تری دارند (۱۱،۱۰).

کوهل و همکاران[17] (۱۹۸۷) ارتباط بین پاسخ خودگزارشگری به پرسشنامه‌ی فعالیت‌بدنی و ارزیابی عینی و واقعی آمادگی جسمانی را در مردان با میانگین سنی ۴۷ سال مورد بررسی قرار دادند و اظهارداشتند که یک ضریب همبستگی چندگانه‌ای بین متغیرهای مستقل اکسیژن مصرفی بیشینه روی نوارگردان، زمان کل فعالیت‌بدنی روی نوار گردان، مقادیر فعالیت‌بدنی خودگزارشگر و انرژی مصرفی وجود دارد. در نهایت چنین نتیجه گرفتند که متغیرهای مستقل شاخص پیش‌بینی کننده‌ی معتبری برای آمادگی جسمانی، دویدن، راه رفتن و جاگینگ روی نوارگردان و تعداد دفعات عرق کردن می‌باشند (۱۲).

جکسون و همکاران[18] (۱۹۹۰) تحقیقی جهت توسعه‌ی استفاده از مدل‌های برآورد غیرورزشی N-EX بیشینه‌ی اکسیژن مصرفی در مردان و زنان سنین ۷۰-۱۸ سال انجام دادند. در این تحقیق متغیرهای پیش‌بینی کننده شامل خودگزارشگری PA-R، سن، ترکیب بدن و جنس بودند. نتایج تحقیق آن‌ها بین VO_{2peak} حاصل از پروتکل نوارگردان بروس و خودگزارشگری PA-R همبستگی بالائی نشان داد. این دانشمندان معادله رگرسیون چندگانه را بهبود بخشیدند و تأیید نمودند مدل N-EX که شامل متغیرهای خودگزارشگری PA-R، سن، شاخص‌توده‌ی بدن و جنس بود، برآورد معتبری از VO_{2peak} برای مردان و زنان به‌دست می‌دهد. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که مدل-N EX جهت برآورد VO_{2peak} خیلی دقیق‌تر از برآورد VO_{2peak}از طریق آزمون‌های دوچرخه‌ی آستراند و آزمون‌های زیربیشینه نوارگردان است. همچنین اظهار داشتند که گرچه مدل برآورد N-EX روش دقیقی جهت برآورد VO_{2peak} است ولی ارزیابی CRF از این طریق از دقت کمتری برخوردارمی‌باشد، بخصوص اگر افراد ظرفیت هوازی بالائی داشته باشند (۵).

هیل و همکاران[19] (۱۹۹۵) تحقیقی را به منظور توسعه‌ی مدل‌های غیرورزشی و ایجاد مدل N-EX که از مدل N-EX جکسون و همکاران برای مردان و زنان دامنه‌ی سنی ۷۹-۲۰ سال دقیق‌تر باشد طراحی و اجرا کردند. آن‌ها معادله‌ی رگرسیون متغیرهای مستقل سن، مجذور سن، درصد چربی بدن، جنس و میزان فعالیت‌بدنی خودگزارشگر جکسون را با VO_{2max}حاصل از آزمون بیشینه‌ی راه رفتن روی نوارگردان مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که فعالیت‌بدنی خودگزارشگر متغیر مطلوبی جهت برآورد VO_{2max} می‌باشد. این نتیجه با نتایج جکسون و همکاران مشابه بود. به همین دلیل نتیجه گرفتند که مدل N-EX آن‌ها از دقت، ثبات، تعمیم پذیری و عمومیت مدل N-EX جکسون و همکاران (۱۹۹۰) و آزمون یک مایل راه رفتن کلین و همکاران[20] (۱۹۸۷) برخوردار است (۷).

جورج و همکاران[21] (۱۹۹۷) با هدف توسعه مدل رگرسیونی N-EX، از درک توانائی‌های عملکردی PFA (در مورد یک مسافت معینی راه رفتن)، جاگینگ و یا دویدن، PA-R تعدیل شده، شاخص توده‌ی بدن و جنس به عنوان متغیر مستقل در ۱۰۰ دانشجوی دختر و پسر با دامنه‌ی سنی ۲۹-۱۸ استفاده نمودند. نتایج این تحقیق در مقایسه با دیگر تحقیقات که مدل رگرسیونی N-EX را مورد ارزیابی قرار داده بودند (مدل N-EX جورج و همکاران) از ضریب همبستگی بالاتر و خطای استاندارد کمتری برخوردار بود، در نتیجه برآورد معتبرتری از VO_{2max} برای دانشجویان ارائه

Archive of SID
www.SID.ir

می‌داد. معادله‌ی رگرسیون خطی که توسط جورج و همکاران توسعه یافت، تنها یک نقطه ضعف داشت آن هم این بود که فقط شامل دانشجویان سن دانشگاه می‌شد و دامنه‌ی سنی وسیعی را در بر نمی‌گرفت. پس نیاز بود که PFA به عنوان یک متغیر مستقل جهت برآورد VO_{2max} و ارزیابی CRF برای دامنه‌ی سنی متفاوتی مورد ارزیابی قرار گیرد (۴).

برادشاو[۲۲] (۲۰۰۸) در جهت تکمیل نتایج جورج و همکاران تحقیقی را با هدف توسعه‌ی معادله‌ی رگرسیونی برآورد VO_{2max} براساس داده‌های غیرورزشی N-EX در مردان و زنان با دامنه‌ی سنی ۶۵-۱۸ اجرا کرد. این محقق بیان داشت معادله‌ی رگرسیونی برآورد اکسیژن مصرفی بیشینه‌ی او برای مردان و زنان ۶۵-۱۸ ساله‌ای که CRF مشابهی دارند از دقت قابل قبولی برخوردار است. همچنین اظهار داشت که با اعمال تغییراتی از جمله تغییر ضریب تأثیر متغیرهای یا داده‌های غیرورزشی سن، جنس و میزان فعالیت‌بدنی خودگزارشگر {age(-0.34) ، gender (0.33), BMI (-0.27), and PA-R(0.16)} دقت برآورد VO_{2max} توسط این معادله برای مردان و زنان بزرگسال افزایش خواهد یافت (۱۵). در این پژوهش داده‌های جمع‌آوری شده با داده‌های قبلی حاصل از تحقیق جورج و همکاران (۱۹۹۷) تلفیق‌شده و به صورت متقابل یا دوسویه با معادلات رگرسیونی N-EX که توسط جکسون و همکاران (۱۹۹۰) و جورج (۱۹۹۷) توسعه یافته بودند، اعتبارسنجی شدند.

هیل و همکاران (۱۹۹۵) تحقیقی را جهت توسعه و ایجاد مدل N-EX با توجه به مدل N-EX جکسون و همکاران روی۴۳۹ زن و مرد با دامنه‌ی سنی ۷۹-۲۰ سال طراحی و اجرا کردندکه همبستگی آن با گاز آنالایزر برابر با r=0.88، SEE=4.90 $mL.kg^{-1}.min^{-1}$ بود (۷). جورج و همکاران (۱۹۹۷) با انجام تحقیقی که بر روی ۱۰۰ دانشجوی دختر و پسر با دامنه‌ی سنی ۲۹-۱۸ سال انجام دادند، همبستگی r=0.85، SEE=3.44 $mL.kg^{-1}.min^{-1}$ بود را با گاز آنالایزرگزارش کردند. داستمن و همکاران[۲۳] (۲۰۰۳) با انجام تحقیقی که بر روی۶۶زن و ۶۶ مرد با دامنه‌ی سنی ۲۹-۱۸ سال انجام دادند، همبستگی وخطای استانداردبرآورد r=0.53، SEE=5.3 $mL.kg^{-1}.min^{-1}$، برای زنان و همبستگی وخطای استانداردبرآورد r=0.59، $mL.kg^{-1}.min^{-1}$ SEE=4.4 را با گاز آنالایزر برای مردان به‌دست آوردند (۱۶). همچنین در تحقیقی که جورج و همکاران (۱۹۹۶) انجام دادند، همبستگی وخطای استاندارد برآورد r=0.85، SEE=3.44 $mL.kg^{-1}.min^{-1}$ با گاز آنالایزرگزارش کردند (۱۷).

با توجه به تحقیقات انجام‌شده و تحقیق حاضر، برخی از مدل‌های برآورد ورزشی اندکی دقیق‌تر از مدل‌های غیرورزشی می‌باشند. همچنین بعضی از مدل‌های ورزشی زیربیشینه از دقت کمی برخوردارند. در کل می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که برخی از مدل‌های ورزشی و غیرورزشی دقیق بوده، بعضی نسبتاً دقیق می‌باشند و برخی دیگر از دقت کمی برخوردارند. لذا موقع استفاده از مدل-های ورزشی و یا غیرورزشی جهت برآورد VO_{2max} و ارزیابی CRF بایستی به R و SEE گزارش‌شده برای آن مدل توجه نمود. البته اگر در موارد گزارش‌شده به R_{PRESS}، SEE_{PRESS}و Shrinkage اشاره شده‌است توجه به آن‌ها در اولویت می‌باشد چون که R_{PRESS}، SEE_{PRESS} و Shrinkage نسبت به R و SEE از دقت بیشتری در نمایش قدرت پیش‌گوئی باثبات‌تر یا پایاتر برخوردارند. با توجه به R، SEE ، R_{PRESS}، SEE_{PRESS} و Shrinkage مدل‌های رگرسیونی توسعه‌یافته و ایجادشده از برآورد و پیش‌گوئی باثبات و دقیقی در نمونه‌ی مورد پژوهش برخوردار بوده و از نظر واقعی بودن مقادیر به دست آمده قابل اجرا می‌باشند. در واقع بر اساس نتایج این پژوهش می‌توان با استفاده از معادلات رگرسیونی توسعه یافته‌ی قبلی و ایجادشده‌ی جدید بر اساس داده‌های غیرورزشی، برآورد و ارزیابی قابل‌قبولی از VO_{2max} و CRF در دختران ۳۰-۱۸ ساله‌ی فعال داشت. البته منوط به این که جزو افراد با ظرفیت هوازی بالا نباشند.

پی‌نوشت‌ها

1. Maximal Oxygen Uptake (VO_{2max})
2. Cardio Respiratory Fitness (CRF)
3. Graded Exercise Test (GXT)
4. Physical activity rating (PA-R)
5. perceived functionl ability (PFA)
6. Bradshaw and George
7. Revised Physical Activity Readiness Questionnaire (rPar-Q)
8. VO_{2max} (mL.kg-1.min-1)=44.895+(7.042 x gender) – (0.823 x BMI)+(0.738 x PFA)+(0.688 x PA-R)
9. VO_{2peak} = 56.363 + 1.921(PAR) -0.391(Age) - 0.754 (BMI) + 10.987(F = 0,M=1)

Archive of SID
www.SID.ir

10. VO_{2max} (mL.kg-1.min-1)=48.0730+ (6.1779 x gender) - (0.2463 x age) - (0.6186 x BMI) + (0.7115 x PFA) + (0.6709 x PA-R)
11. Multiple linear regression
12. Correlation coefficients (Pearson)
13. Standard error of estimates (SEEs)
14. Predicted residual sum of squares statistics (PRESS; Holiday, Ballard, & McKeon, 1995)
15. Degree of shrinkage
16. Siconolfi, S.F. et al.
17. Kohl, H.W. et al.
18. Jackson, A.S. et al.
19. Heil, D.P. et al.
20. Kline, G.M. et al.
21. George, J.D. et al.
22. Bradshaw D. I.
23. Dustman-Allen et al.

منابع

1. Gibbons, L. W. Blair, S. N. Cooper, K. H. & Smith, M. (1983). Association between coronary heart disease risk factors and physical fitness in healthy adult women. *Circulation* 67، 977-983.
2. American College of Sports Medicine (2000). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription (6th Ed). Philadelphia PA: Lippincott Williams & Wilkins.
3. Bruce, R.A., Kusumi, F., & Hosmer, D. (1973). Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *American Heart Journal*, 85, 546-562.
4. George, J.D., Stone, W.J., & Burkett, L.N. (1997). Non-exercise VO2max estimation for physically active college students. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29(3), 415-423.
5. Jackson, A.S., Blair, S.N., Mahar, M.T., Wier, L.T., Rossand, R.M., & Stuteville, J.E. (1990). Prediction of functional aerobic capacity without exercise testing. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22(6), 863-870.
6. Holiday, D.B., Ballard, J.E., & McKeown, B.C. (1995). PRESS-related statistics: regression tools for cross-validation and case diagnostics. *Medicine and Science in Sports of Exercise*, 27, 612-620.
7. Heil, D.P., Freedson, P.S., Ahlquist, L.E., Price, J., & Rippe, J.M. (1995). Non-exercise regression models to estimate peak oxygen consumption. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(4), 599-606.
8. George, J.D. (1996). Alternative approach to maximal exercise testing and VO2max prediction in college students. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 67, 452-457.
9. Cooper, K.H. (1968). A means of assessing maximal oxygen intake. *Journal of American Medical Association*, 203:135-138.
10. Siconolfi, S. F., Lasater, T.M., Snow, C.K., & Carleton, R.A. (1985). Self-reported physical activity compared with maximal oxygen uptake. *American Journal of Epidemiology*, 122(1), 101-105.
11. Paffenbarger, R.S. Jr, Wolf, P.A., Notkin, J. (1966). Chronic disease in former college students, early precursors of fatal coronary heart disease. *American Journal of Epidemiology*, 83, 314-328.
12. Kohl, H.W., Blair, S.N., Paffenbarger Jr, R.S., Macera, C.A., Kronenfeld, J.J. (1987). A mail survey of physical activity habits as related to measured physical fitness. *American Journal of Epidemiology*, 127(6), 1228-1238.
13. Spackman, M.B., George, J.D. Pennington, T.R., & Fellingham, G.W., (2001). Maximal GXT protocol preferences in relatively fit college students. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 5(1), 1-12.
14. Ebbeling, C. B., Ward, A., Puleo, E. M., Widrick, J., & Rippe, J. M. (1991). Development of a single-stage submaximal treadmill walking test. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23, 966-973.
15. Bradshaw, Danielle I. (2008). An accurate VO2max non-exercise regression model for 18 to 65 years old. a thesis submitted to the faculty of Brigham Young University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science.
16. Dustman-Allen, K. M., & Plowman, S. A. (2003). Validation of a non-exercise regression equation for the prediction of maximal aerobic capacity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, S310.
17. George, James, D., William, J. Stone, and Lee, N. Burkett (1996).Non-exercise VO2max estimation for physically active college students. Department of Exercise Science and physical Education, Arizona State University, 415-420.

Archive of SID
www.SID.ir