

علوم زیستی ورزشی - زمستان ۱۳۹۰  
شماره ۱۱ - ص ص: ۷۳-۵۵  
تاریخ دریافت: ۹۰/۰۳/۱۳  
تاریخ تصویب: ۹۰/۰۹/۲۱

## مدل پیشگوی ظرفیت عملی به شیوه شمارش گام‌های روزانه در مردان ۴۰-۶۵ ساله با

### سبک زندگی فعال

۱. فرزاد ناظم<sup>۱</sup> - ۲. مجید جلیلی - ۲. نادر فرهیور - ۳. علی حیدریان‌پور

۱. دانشیار گروه فیزیولوژی دانشگاه بوعلی سینا، ۲. کارشناس ارشد دانشگاه بوعلی سینا، ۳. استاد بیومکانیک ورزش

دانشگاه بوعلی سینا، ۴. استادیار گروه فیزیولوژی دانشگاه بوعلی سینا

#### چکیده

هدف از این پژوهش، ارائه یک مدل غیرورزشی پیشگوی  $VO_2max$  با استفاده از متغیر فعالیت بدنی اندازه‌گیری شده به-وسیله دستگاه گام‌شمار در مردان ۴۰-۶۵ ساله، سالم با سبک زندگی فعال است. به این منظور از ۶۹ آزمودنی برای توسعه و اعتبارسنجی مدل پیشگو استفاده شد. ظرفیت عملی با استفاده از تست یک مایل پیاده‌روی راکپورت اندازه‌گیری شد. شاخص‌های ترکیب بدن اندازه‌گیری شدند. فعالیت بدنی به‌وسیله گام‌شمار (Hj-113 Omron) در طول روز به مدت ۲ هفته متوالی اندازه‌گیری شد. همبستگی معناداری بین  $VO_2max$  با متغیرهای مستقل ترکیب بدن و گام‌های روزانه مشاهده شد ( $p < 0.05$ ). همچنین گام‌های روزانه به‌طور معناداری با  $VO_2max$  ارتباط داشت ( $R=0.70$ ). آنالیز رگرسیون چندمتغیره نشان داد که  $VO_2max$  با بهره‌گیری از متغیرهای سن، وزن، نسبت کمر به لگن و تعداد گام روزانه قابل پیشگویی است ( $p < 0.001$ ).  $SEE=1/4 ml/kg/min$ ،  $R=0.92$ ، هنگام استفاده از مدل پیشگو برای برآورد ظرفیت عملی آزمودنی‌ها،  $VO_2max$  پیشگویی شده و اندازه‌گیری شده همبستگی معناداری با یکدیگر داشتند ( $p < 0.005$ ،  $R=0.86$ ). به نظر می‌رسد که گام‌های روزانه متغیر مفیدی برای مدل‌های غیرورزشی ظرفیت عملی در مردان میانسال است. احتمالاً این مدل دقت مدل‌های رگرسیون را برای پیشگویی دقیق‌تر  $VO_2max$  در مطالعات گسترده مرتبط با سلامت افزایش خواهد داد.

#### واژه‌های کلیدی

آمادگی قلبی - عروقی، گام‌شمار، مدل‌های پیشگو، فعالیت بدنی.

## مقدمه

بررسی‌های علمی نشان می‌دهد که کم‌تحركی و سبک زندگی غیرفعال از علل برجسته ایجاد بی‌نظمی‌های سلامت به‌ویژه بیماری‌های قلبی - عروقی است. نتایج پژوهش‌ها از اثر فعالیت بدنی سازماندهی‌شده و مرتب و ورزش‌های هوازی در افزایش ظرفیت عملکردی (۹۰،۱۱،۲۸) و کاهش ریسک بیماری‌های قلبی - عروقی حکایت دارد (۱۱،۱۳،۳۲). آمادگی هوازی شاخص سنجش فیزیولوژیکی عملکرد قلب و عروق است که نقش سازگاری-های تمرینات ورزشی و حجم فعالیت بدنی روزانه انسان را منعکس می‌سازد (۲۸). سطوح پایین آمادگی قلبی - عروقی که با شاخص‌های ظرفیت عملی یا  $VO_{2max}$  بیان می‌شود، به‌منزله پیشگویی بالینی معتبر در شناخت محتمل ریسک بیماری کرونری قلب (۱۳)، فشار خون بالا (۳)، دیابت نوع دوم (۲۷) و سندروم متابولیک (۱۷) است. این فرضیه به‌ویژه از جنبه یا سبب‌شناسی بیماری‌های قلبی - عروقی که مهم‌ترین علت مرگ‌ومیر در ایران است، اهمیت دارد (۲۱).

ظرفیت عملی در حیطه فیزیولوژی کار، مؤلفه برجسته آمادگی جسمانی مرتبط با سلامت به‌شمار می‌آید (۷). بنابراین ارزیابی آمادگی و سلامت قلب و عروق به‌منظور نیل به اهداف بهداشت جامعه لازم به‌نظر می‌رسد. سنجش مستقیم  $VO_{2max}$  باوجود دقت و صحت روش آنالیز گازهای تنفسی  $VO_2$ ،  $VCO_2$  و بهره تنفسی (R)، محدودیت‌های خاصی مانند نیاز به کادر مجرب، کالیبراسیون روزانه دستگاه‌های پیشرفته، هزینه زیاد اندازه‌گیری و صرف وقت زیاد دارد که این شرایط به توسعه مدل‌های غیرورزشی پیشگوی  $VO_{2max}$ <sup>۱</sup> منجر شد (۷،۱۰،۱۲،۱۵،۱۹،۲۳،۳۴). این‌گونه مدل‌های رگرسیون خطی آماری ارزیابی روشنی از آمادگی هوازی با استفاده از متغیرهای سن، جنس، ترکیب بدن و حجم فعالیت بدنی اندازه‌گیری‌شده به روش پرسشنامه ارائه می‌کنند. این مدل‌ها برای جمعیت‌های گسترده یا مطالعات همه‌گیرشناسی که استفاده از تست‌های آزمایشگاهی روی تردمیل یا ارگومتر مقدور نیست، مناسب هستند (۷،۲۳). یکی از محدودیت‌های روش اخیر، اندازه‌گیری فعالیت بدنی با استفاده از روش ذهنی پرسشنامه است (۷)، زیرا مختصات پرسشنامه‌ها اغلب تحت تأثیر شرایط اجتماعی و اقتصادی محیط زندگی فرد<sup>۲</sup> و سوگیری ناشی از یادآوری آزمودنی‌ها قرار می‌گیرد (۲). در این میان

1 - non exercise method for  $VO_{2max}$  prediction

2 - Social Desirability and Social Approval

شاید محدودیت برجسته پرسشنامه‌ها، عدم قابلیت آن در اندازه‌گیری الگوی فعالیت‌های بدنی ناگهانی و سازماندهی‌نشده افراد باشد که ممکن است بخش عمده فعالیت بدنی کسانی را که عادات ورزشی و اوقات فراغت فیزیکی مرتب ندارند، را شامل شود (۲۵).

اخیراً دستگاه حسگر الکترونیک گام‌شمار برای برآورد فعالیت بدنی افراد توسعه یافته است که به مراتب کاراتر و دقیق‌تر از پرسشنامه عمل می‌کند (۳۱). گام‌شمارها اندازه‌گیری پایا و معتبری از فعالیت بدنی، حرکات و جابه‌جایی‌های ناگهانی و سازماندهی‌نشده افراد ارائه می‌دهند که برخلاف پرسشنامه می‌توانند تغییرات ملایم و اندک فعالیت بدنی ناگهانی روزانه را تشخیص دهند (۳۳، ۳۰، ۲۴، ۴). در این زمینه براساس پاره‌ای از گزارش‌ها، گام‌های روزانه زنان ژاپنی به‌طور معناداری با  $VO_2max$  آنان همبستگی معناداری دارد ( $r=0/40$ ). به‌طوری‌که  $VO_2max$  زنان ژاپنی با بهره‌گیری از عوامل مستقل سن، BMI و تعداد گام روزانه قابل پیشگویی بود ( $SEE=5/3$  و  $r=0/71$ ) (۷). کاوا و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی دیگری نشان دادند که متغیرهای گام‌های روزانه، مدت زمان فعالیت بدنی با دامنه شدت‌های متوسط تا شدید به‌طور معناداری با  $VO_2max$  مردان ژاپنی همبستگی داشت (۸). تحقیق روی نوجوانان نیز نشان داد گام‌های روزانه با  $VO_2max$  همبستگی متوسطی دارد ( $r=0/40$ ) (۱۸). البته باید توجه داشت که در این دست پژوهش‌ها محدودیت جامعه آماری، دامنه سنی، جنس و نژاد آزمودنی‌ها متفاوت بوده است. با وجود این، اطلاعات اندکی در زمینه پیشگویی ظرفیت عملی با بهره‌گیری از شمارش تعداد گام روزانه به‌وسیله گام‌شمار (به‌عنوان مقیاس فعالیت بدنی) به‌ویژه برای مردان میانسال وجود دارد.

بنابراین هدف پژوهش حاضر، بررسی این دو پرسش است:

۱. آیا گام‌های روزانه (حجم فعالیت بدنی) با الگوی غالب پیاده‌روی می‌تواند متغیر پیشگوی مناسبی در برآورد ظرفیت عملی فرد باشد؟
۲. آیا می‌توان مدل آسان و فراگیری را برای پیشگویی ظرفیت عملی یا سطح آمادگی قلبی - عروقی به کمک متغیرهای گام روزانه و ترکیب بدن توسعه داد؟

## روش کار

این پژوهش با ماهیت پس‌رویدادی شامل نمونه‌گیری در دسترس است که در آن مردان سالم با دامنه سنی ۴۰-۶۵ سال به‌طور داوطلبانه در طرح شرکت کردند. برگه رضایت‌نامه مشارکت افراد برای ۱۸۲ مرد میانسال شهرستان همدان با سبک زندگی فعال (حداقل با دو سال سابقه شرکت منظم در برنامه ورزش صبحگاهی دست کم ۵ روز در هفته) توزیع شد. ۸۹ نفر برای شرکت در برنامه پاسخ مثبت دادند. ابتدا سیاهه وضعیت سلامت افراد به روش استاندارد (PAR-Q مؤسسه پزشکی - ورزشی ACSM) مشخص شد (۳۵). آزمودنی‌ها با سابقه بیماری‌های قلبی - تنفسی، متابولیک، ارتوپدیک، مصرف داروی‌های منظم، فشار خون بالا در ظرف دو سال گذشته از طرح کنار گذاشته شدند. از این جمعیت ۶۹ نفر واجد شرایط تا پایان طرح همکاری کردند.

## اندازه‌گیری‌ها

### ۱. ظرفیت عملی ( $VO_2max$ )

سطح آمادگی قلبی - عروقی با استفاده از تست یک مایل پیاده‌روی راکپورت<sup>۱</sup> تعیین شد. ابتدا یک ضربان-سنج (تله‌متری Polar, Ing Westburg, NY) برای سنجش ضربان قلب روی سینه هر شرکت‌کننده نصب شد. از افراد خواسته شد در مرحله گرم کردن در پیست دو و میدانی با شدت کار ۴۰ درصد ضربان قلب بیشینه در مدت ۵ دقیقه بدنشان را گرم کنند، سپس دو تا پنج دقیقه حرکات کششی انجام دهند. از آزمودنی‌ها خواسته شد مسیر معین ۱۶۰۹ متر را در پیست استاندارد دو و میدانی با حداکثر سرعت ممکن به شکل پیاده‌روی طی کنند. به محض اینکه شرکت‌کننده به پایان مسیر می‌رسید، ضربان قلب با دستگاه تله‌متری در مدت ۵ ثانیه پایانی فعالیت بدنی ثبت می‌شد. حداکثر اکسیژن مصرفی از فرمول کلین و همکاران<sup>۲</sup> محاسبه شد (۱۶).

### ۲. گام‌های روزانه

تعداد گام‌های روزانه افراد به وسیله دستگاه الکترونیک حساس و قابل حمل گام‌شمار (OMRON HJ-113) ساخت ژاپن با اندازه خطای کمتر از ۱/۵ درصد سنجش شد (۳۱). آزمودنی‌ها با نحوه کاربرد گام‌شمار در

1 - Rockport Fitness Walking Test (RFWT)

2 -  $VO_2 max = 6.9652 + (0.0091WT) \cdot (0.0257AGE) \cdot (0.2240T) \cdot (0.0115HR)$

طول فعالیت روزانه و طرز ثبت گام‌ها آشنا شدند. از افراد خواسته شد که از ابتدای صبح که فعالیت روزانه‌شان در خارج از منزل آغاز می‌شد، تا پایان عصر یا شبانگاه که به منزل بازمی‌گردند، دستگاه پورتابل را در سطح فرونتال (عرضی) و در سمت راست کمر شلوارشان نصب کنند (۳۱). این شیوه اندازه‌گیری به مدت ۲ هفته تکرار شد. پژوهش‌های علمی نشان می‌دهد که اندازه‌گیری حداقل سه روز با گام‌شمار (دو روز کاری و یک روز آخر هفته) برای برآورد الگوی حجم کار یا فعالیت بدنی روزانه مناسب است. با این حال، در تحقیق حاضر به‌منظور افزایش روایی و جلوگیری از سوگیری، مدت ۲ هفته به‌عنوان شاخص‌گزینه‌ش حجم فعالیت بدنی منظور شد (۲۹). همچنین به افراد توصیه‌ی مؤکد می‌شد که الگوی غالب و مانوس فعالیت بدنی روزمره‌شان در قالب راه رفتن را هنگام تکالیف فردی و اجتماعی یا اوقات فراغت در مدتی که گام‌شمار را حمل می‌کنند، تغییر چشمگیری ندهند.

### ۳. ترکیب بدن

برای سنجش پارامترهای آنتروپومتریک قد، محیط‌های کمر (WC)<sup>۱</sup>، باسن (HC)<sup>۲</sup> و نسبت کمر به باسن (WHR)<sup>۳</sup> از متر نواری فلزی با تقریب سنجش ۱ میلی‌متر و برای سنجش وزن از ترازوی قابل حمل در محل کار یا منزل با دقت توزین ۵۰۰ گرم به روش استاندارد استفاده شد (۲۶). شاخص توده بدن (BMI)<sup>۴</sup> با تقسیم وزن (kg) بر مجذور قد (m<sup>2</sup>) برآورد شد. درصد چربی بدن به روش سائری با استفاده از مدل سه‌نقطه‌ای لایه چربی زیر پوستی (سه سر بازو، سینه و تحت کتفی) با محاسبه چگالی به روش جکسون - پولاک از طریق کالیپر مکانیکی مدل هارپندن ساخت انگلستان برآورد شد. لایه‌های چربی زیر پوستی در ساعت معین ۹-۱۱ صبح در طرف راست بدن در دو نوبت اندازه‌گیری شد (۲۶).

### تحلیل آماری داده‌ها

برای توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف استفاده شد. از همبستگی پیرسون برای تعیین همبستگی VO<sub>2</sub>max با متغیرهای مستقل (شاخص‌های ترکیب بدن و گام‌های روزانه) و از آنالیز رگرسیون

1 - Waist Circumference (WC)

2 - Hip Circumference (HC)

3 - Waist Hip Ratio (WHR)

4 - Body Mass Index (BMI)

خطی چندمتغیره به روش stepwise برای ایجاد فرمول پیش‌بین  $VO_2max$  از متغیرهای مستقل یادشده استفاده شد. اعتبار فرمول پیشگویی  $VO_2max$  استخراج‌شده، با استفاده از روش آماری توافق بلاند - آلتمن (Bland & Altman 1986) (۶) و رگرسیون خطی برای همان آزمودنی‌ها ارزیابی شد. مقادیر  $VO_2max$  در شرایط اندازه‌گیری‌شده و پیشگویی با استفاده از میانگین‌های جفت‌شده (t students)، خطای معیار (SE) و اندازه رابطه (R) مقایسه شد. مفاهیم خطا برای آنالیز  $VO_2max$  پیشگویی‌شده با استفاده از خطای معیار اندازه‌گیری<sup>۱</sup> و خطای کل<sup>۲</sup> محاسبه شد. پردازش داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ در سطح پذیرش آماری  $p < 0.05$  انجام گرفت.

### نتایج و یافته‌های تحقیق

شاخص‌های گرایش به مرکز و پراکندگی متغیرهای مستقل ترکیب بدن، گام‌های روزانه و ظرفیت عملی مردان در جدول ۱ آمده است. جدول ۲ همبستگی  $VO_2max$  با متغیرهای مستقل را نشان می‌دهد. همبستگی بین  $VO_2max$  و تمامی متغیرهای مستقل به‌جز محیط لگن معنادار بود ( $p < 0.05$ ). همبستگی معناداری بین  $VO_2max$  و گام‌های روزانه مشاهده شد ( $p < 0.05$  و  $r = 0.335$ ). با وجود این، ضریب همبستگی سهمی<sup>۳</sup> (سن) بین  $VO_2max$  و گام روزانه زیاد بود ( $p < 0.001$  و  $r = 0.723$ ). جدول ۳ آنالیز رگرسیون چندمتغیره میان متغیرهای مستقل و متغیر وابسته را نشان می‌دهد. روش آماری stepwise چهار مدل پیشگویی معنادار ارائه داد. در مدل شماره ۱ ظرفیت عملی به وسیله WHR ( $SEE = 2/53 \text{ ml/kg/min}$  و  $R = 0/679$ )، در مدل شماره ۲ به وسیله WHR و سن ( $SEE = 2 \text{ ml/kg/min}$  و  $R = 0/819$ )، در مدل شماره ۳ به وسیله WHR، سن، و گام‌های روزانه ( $SEE = 1/63 \text{ ml/kg/min}$  و  $R = 0/887$ ) و در مدل شماره ۴ به وسیله WHR، سن، گام‌های روزانه و وزن ( $SEE = 1/4 \text{ ml/kg/min}$  و  $R = 0/92$ ) قابل پیشگویی بود (برای چهار مدل  $p < 0.001$ ).

$$1 - (SEE = SDY \sqrt{1 - r^2})$$

$$2 - TE = \sqrt{\left( \frac{\sum (\text{measured } VO_{2max} - \text{predicted } VO_{2max})^2}{n} \right)}$$

3 - partial correlation

بهترین مدل آماری (ضریب همبستگی بیشتر و خطای انحراف کمتر) در مدل شماره ۴ انتخاب شد. فرمول پیشگوی  $VO_2max$  به صورت زیر به دست آمد:

$$[ \text{گام روزانه} ] * 0.000376 + (WHR) * 0.019783 - (\text{وزن}) * 0.0094 - (\text{سن}) * 0.00383 - 0.82671 = [VO_2max]$$

در مدل مذکور،  $VO_2max$  پیشگویی شده همبستگی زیادی با  $VO_2max$  اندازه گیری شده داشت ( $r=0.86$  و  $P<0.005$ ) (نمودار ۱). مقادیر SEE و TE به ترتیب  $1/64 \text{ ml/kg/min}$  و  $1/78 \text{ ml/kg/min}$  معادل  $3/93$  و  $4/17$  درصد میانگین  $VO_2max$  بودند. تفاوت بسیار اندکی بین ظرفیت عملی اندازه گیری شده ( $41/51 \pm 3/49 \text{ ml/kg/min}$ ) و پیشگویی شده ( $41/724 \pm 3/180 \text{ ml/kg/min}$ ) مشاهده شد ( $p>0.05$ ) (نمودار ۲). در روش آماری بلاند - آلتمن توافق قوی بین ظرفیت عملی با استفاده از دو روش اندازه گیری میدانی و مدل پیشگو وجود داشت ( $+2/656$  و  $-2/716$ ) -  $0.03$  (نمودار ۳).

## بحث

این پژوهش با هدف توسعه الگوی فراگیر پیشگوی  $VO_2max$  با استفاده از گام های روزانه به عنوان شاخص فعالیت بدنی مردان میانسال ایرانی فعال انجام گرفت. نتایج بیانگر وابستگی معنادار گام های روزانه مردان میانسال با  $VO_2max$  آنان است. همچنین دقت مدل ارائه شده برای پیشگوی  $VO_2max$  قابل پذیرش است. آمادگی قلبی - عروقی یکی از مؤلفه های وابسته به سلامت و بهداشت فرد است که توانایی سیستم قلبی - عروقی و تنفسی را برای تأمین اکسیژن هنگام فعالیت بدنی زیربیشینه یا بیشینه نشان می دهد. (۷). شیوه اندازه گیری مستقیم  $VO_2max$  در محیط های آزمایشگاهی با استفاده از تست های پزشکی - ورزشی پیش رونده (GXT)<sup>۱</sup> معتبر و دقیق است (۱۰،۲۳).

با وجود این، به کارگیری ابزار در این روش در مطالعات همه‌گیرشناسی و جمعیت‌های گسترده انسانی به علت هزینه زیاد، مشکلات اجرایی - تکنیکی و محدودیت‌های زمانی محدود می‌شود. تلاش‌های بسیاری به منظور ابداع مدل‌های غیرورزشی پیشگوی  $VO_2max$  انجام گرفته است (۷، ۲۳، ۱۹، ۱۵، ۱۲، ۱۰). این مدل‌ها اغلب از متغیرهای سن، ترکیب بدن (شامل درصد چربی، شاخص توده بدن و محیط‌های کمر و لگن و...) و فعالیت بدنی اندازه‌گیری شده به روش پرسشنامه استفاده می‌کنند (۳۴، ۱۲). با این حال اندازه‌گیری فعالیت بدنی از طریق روش‌های ذهنی و کیفی مانند پرسشنامه برآورد  $VO_2max$  را در این مدل‌ها با سوگیری همراه می‌کند (۷). گام‌شمار، حسگر حرکتی سبک و ساده‌ای است که در ناحیه کمر به لباس فرد نصب شده و برای ارزیابی عینی فعالیت بدنی استفاده می‌شود که کاربرد آن به‌طور گسترده در حال افزایش است (۷). گام‌شمار حجم فعالیت بدنی را دقیق‌تر از روش پرسشنامه اندازه‌گیری می‌کند (۳۱). گام‌شمار اندازه‌گیری پایا و معتبری از فعالیت بدنی روزمره و فعالیت‌های سازماندهی‌نشده افراد ارائه می‌دهد (۳۳). بنابراین یک مفهوم کاربردی به‌منظور توسعه یک مدل پیشگوی غیرورزشی  $VO_2max$  با استفاده از تعداد گام روزانه به‌عنوان جانشین متغیر فعالیت بدنی ارائه شد.

در این پژوهش، مدل آنالیز رگرسیون چندگانه نشان داد که هر یک از متغیرهای مستقل با  $VO_2max$  وابستگی معناداری دارند. برخی از پیشینه‌های علمی حاکی از ارتباط فعالیت بدنی اندازه‌گیری شده به‌وسیله گام‌شمار با  $VO_2max$  است (۲۲، ۱۸، ۱۴، ۷، ۵). در این پژوهش میزان همبستگی گام‌های روزانه با ظرفیت عملی مردان میانسال ۰/۳۳۵ بود. از علل احتمالی تغییرپذیری دامنه این ارتباط می‌توان به شاخص‌های سن جنس و وضعیت سلامت آزمودنی‌ها در تحقیقات اشاره کرد. همچنین مدل‌های غیرورزشی پیشگوی ظرفیت عملی، مقادیر SEE و اندازه همبستگی (R) به ترتیب در دامنه‌های  $3/44 \text{ ml/kg/min}$  تا  $8/63 \text{ ml/kg/min}$  و  $0/46$  تا  $0/88$  را گزارش کرده‌اند (۷، ۱۰، ۱۲، ۱۵، ۱۹، ۲۳، ۳۴). مقادیر SEE و R در مدل رگرسیون استخراج شده در پژوهش حاضر ( $R=0/920$ ،  $SEE=1/40 \text{ ml/kg/min}$ ) به مراتب بهتر از مدل‌های غیرورزشی پیشگوی  $VO_2max$  بود. به بیان دیگر، می‌توان گفت در مدل‌های پیشگوی  $VO_2max$  اغلب تست‌های ورزشی زیر پیشینه (SEE (PWC 120-170)٪ در محدوده ۲۰-۱۰ درصد است (۲۰). بنابراین SEE به‌دست آمده در



پژوهش حاضر ( $SEE=۰/۳۱۳۶$ ) کمتر از تست‌های ورزشی زیر بیشینه است که بیانگر دقت زیاد این مدل آماری در پیشگویی ظرفیت عملی مردان میانسال است.

به‌منظور اعتبارسنجی مدل پیشگوی  $VO_2max$  استخراج‌شده، از روش آماری بلاند - آلمن (۶) و رگرسیون خطی استفاده شد. همچنین مقادیر  $VO_2max$  در شرایط اندازه‌گیری شده و پیشگویی شده با استفاده از میانگین‌های جفت شده ( $t$  students)، خطای معیار (SE) و اندازه رابطه (R) مقایسه شد. در مدل مذکور،  $VO_2max$  پیشگویی شده همبستگی زیادی با  $VO_2max$  اندازه‌گیری شده داشت ( $P<۰/۰۰۵$  و  $r=۰/۸۶$ ) (شکل ۱). مقادیر SEE ظرفیت عملی پیشگویی شده و TE به ترتیب  $۱/۶۴\text{ml/kg/min}$  و  $۱/۷۸\text{ml/kg/min}$  معادل  $۳/۹۳$  و  $۴/۱۷$  درصد میانگین  $VO_2max$  بودند. همچنین تفاوت ناچیزی بین ظرفیت عملی اندازه‌گیری شده ( $۴۱/۵۱ \pm ۳/۴۹\text{ ml/kg/min}$ ) و پیشگویی شده ( $۴۱/۷۲۴ \pm ۳/۱۸۰\text{ ml/kg/min}$ ) مشاهده شد ( $p>۰/۰۵$ ) (نمودار ۲). نمودار بلاند - آلمن تفاوت درون‌فردی در میانگین  $VO_2max$  آزمودنی‌ها در شرایط اندازه‌گیری شده و پیشگویی شده را نشان می‌دهد (نمودار ۳). این نمودار میانگین اختلافات (خط فاصله) و فاصله اطمینان  $۹۵$  درصد ( $\pm 2SD$ : خطوط نقطه‌چین) ( $+۲/۶۵۶$  و  $-۰/۰۳(-۲/۷۱۶)$  را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، توافق قوی بین ظرفیت عملی در دو شرایط وجود دارد که بیانگر توزیع پراکندگی نمودار بلاند - آلمن به‌صورت نرمال است. موارد یادشده می‌تواند نشان‌دهنده اعتبار مدل پیشگوی ظرفیت عملی در مردان میانسال باشد.

در مقایسه با نتایج پژوهش حاضر، کائو و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که گام‌های روزانه زنان ژاپنی به‌طور معناداری با  $VO_2max$  آنان ارتباط معنادار دارد ( $r=۰/۴۰$ ) (۷). همچنین در مدل پیشگوی غیرورزشی،  $VO_2max$  آنان با بهره‌گیری از عوامل مستقل سن، BMI و تعداد گام روزانه قابل پیشگویی بود ( $SEE=۵/۳$ ) و ( $r=۰/۷۱$ ). از سوی دیگر، مطالعه این پژوهشگر در سال ۲۰۱۰ حاکی از این بود که متغیرهای مستقل شامل گام‌های روزانه، حجم فعالیت بدنی با شدت‌های متوسط و شدید به‌طور معناداری با  $VO_2max$  مردان ژاپنی همبستگی داشت (۸). آنها با انتخاب عوامل سن، گام روزانه، فعالیت بدنی شدید، BMI و محیط کمر در مدل رگرسیون خطی، همبستگی بیشتری با ظرفیت عملی به‌دست آوردند ( $SEE=۳/۹ - ۴/۲$  و  $r=۰/۷۱ - ۰/۷۴$ ). گزارش لوبانس و همکاران (۲۰۰۸) نیز نشان داد گام‌های روزانه با  $VO_2max$  نوجوانان همبستگی متوسط

( $r=0/40$ ) دارد، به این معنا که نوجوانانی که گام‌های روزانه بیشتری داشتند، نسبت به همتایانی که در روز کمتر گام برمی‌داشتند، ظرفیت عملی بیشتری داشتند (۱۸). در پژوهش حاضر از مدل رگرسیون چندگانه از متغیرهای مستقل سن، ترکیب بدن و گام روزانه بهره گرفته شد. از علل تفاوت و ناهمسانی پیشینه‌های علمی نتایج یادشده می‌توان به تنوع و تعداد متغیرهای مستقل پیش‌بین  $VO_2max$ ، وضعیت سلامتی، نژاد، جنس و حجم نمونه اشاره کرد (۳،۱۳،۲۸). در واقع، دقت پیشگویی مدل با افزایش نمونه آماری افزایش می‌یابد. بنابراین در تحقیقات آینده می‌توان با افزایش تعداد نمونه آماری و تنوع آزمودنی‌ها (سالم یا بیمار)، در جهت افزایش اعتبار و پایایی مدل پیشگو اقدام کرد.

پیرامون کارآمدی نتایج این پژوهش باید خاطرنشان کرد، از آنجا که متغیرهای مستقل سن، ترکیب بدن و گام روزانه به راحتی در پژوهش‌های انسانی و مراکز بهداشتی و سلامت قابل اندازه‌گیری هستند، به نظر می‌رسد مدل غیرورزشی پیشگوی  $VO_2max$  با استفاده از شمارش سه‌ل‌الوصول گام روزانه (به‌عنوان جایگزین عامل فعالیت بدنی) می‌تواند به‌عنوان بخش روتین ارزیابی‌های کلینیکی مقدماتی برای مردان میانسال به‌ویژه در مطالعات همه‌گیرشناسی و مطالعات مرتبط با ارتقای سلامت قلب و عروق به‌کار رود (۷،۱۸). پژوهش‌های علمی نشان داده که بهبود ظرفیت عملی به‌واسطه افزایش فعالیت بدنی در افراد غیرفعال مشهودتر است، به‌طوری‌که هرچه سطح پایه فعالیت بدنی آنان پایین باشد، از مزایای بیشتر سلامتی به‌ویژه  $VO_2max$  به‌دنبال افزایش حجم فعالیت بدنی بهره‌مند می‌شوند (۱۱،۳۲). همچنین رایج‌ترین شکل فعالیت بدنی در میان قشر میانسال پیاده‌روی است (۲۴،۳۱)، این نکته عامل محرک مناسبی به‌منظور تشویق این اقشار کم‌تحرک در جهت افزایش دادن

فعالیت بدنی روزانه در برنامه‌ریزی‌های کلان تندرستی و بهداشت جامعه است.

در اجرای این طرح با برخی محدودیت‌ها مواجه بودیم؛ نخست اینکه ممکن است تعمیم‌پذیری مدل پیشگوی  $VO_2max$  که در این پژوهش استخراج شده، محدود شود، زیرا این پژوهش در جامعه آماری مردان سالم ۴۰ تا ۶۵ ساله انجام گرفت. همچنین دقت و ثبات مدل پیشگوی پژوهش حاضر در گروه‌هایی با ویژگی‌های متفاوت با جامعه آماری (جنس، دامنه سنی و وضعیت سلامت و بیماری) مشخص نیست. تحقیقات بیشتر در این زمینه به‌منظور افزایش تعمیم‌پذیری و اعتبار آن لازم به‌نظر می‌رسد. دوم آنکه گام‌های روزانه به-

تنهایی نمی‌تواند نمایانگر نوسان شدت حرکات و مقدار زمان صرف‌شده در انواع فعالیت بدنی باشد، در واقع اگرچه دستگاه گام‌شمار اندازه‌گیری دقیقی از فعالیت بدنی روزانه فرد در سطح افقی ارائه می‌دهد، این دستگاه در فعالیت‌های ایستا که در آن جابه‌جایی رخ نمی‌دهد، حساس نیست. علاوه بر این برای فعالیت‌های درون آب، دوچرخه‌سواری و برخی ورزش‌ها کارآمد نیست (۳۳،۷،۲۴). به هر حال موارد یادشده ممکن است از دقت مدل پیشگوی ظرفیت عملی بکاهد. برخی شواهد علمی آشکار می‌کند سطح فعالیت بدنی بیش از ۶ مت<sup>۱</sup>، نسبت به حجم فعالیت بدنی با هزینه انرژی ۱ مت همبستگی بیشتری با  $VO_2max$  دارد (۱). بنابراین اگر مقیاس شدت فعالیت بدنی روزانه نیز به مدل پیشگو اضافه شود، احتمالاً با ملاحظه اندازه خطای معیار برآورد و خطای کل پایین، بر دقت و پایایی مدل پژوهش حاضر افزوده شود. با اینکه مزایای استفاده از تست‌های استاندارد ورزشی زیر بیشینه و تست‌های آزمایشگاهی درمانده‌ساز برای سنجش ظرفیت عملی یا  $VO_2max$  همچنان یک مقیاس استاندارد محسوب می‌شود (۱۸)، اما در این پژوهش آزمودنی‌های میانسال کار بدنی شدید یا ورزش حرفه‌ای نداشتند، بنابراین اجرای تست‌های ورزشی پیش‌رونده برای برآورد  $VO_2max$  با امکان ریسک قلبی - عروقی برای ایشان همراه است. بنابراین از تست پیاده‌روی راکپورت به‌منظور برآورد ظرفیت عملی استفاده شد.

## نتیجه‌گیری

این پژوهش احتمالاً اولین تحقیق در زمینه توسعه یک مدل پیشگوی  $VO_2max$  با استفاده از گام‌های روزانه است که می‌توان از آن در تحقیقات گسترده همه‌گیرشناسی به‌ویژه برای جمعیت‌های غیرورزشکار استفاده کرد. این پژوهش نشان داد پارامترهای گام‌های روزانه و ترکیب بدن، بالقوه در پیشگویی واریانس  $VO_2max$  مؤثرند. به‌نظر می‌رسد نتایج این پژوهش مدل پیشگوی به‌نسبت دقیق  $VO_2max$  برای مردان میانسال ایرانی را ارائه می‌کند.

جدول ۱- توصیف ویژگی‌های آنتروپومتریک و فیزیولوژیک آزمودنی‌ها (Mean±SD)

متغیرها	میانگین (۶۹ نفر)	حداقل	حداکثر
سن (سال)	۵۲±۶	۴۰	۶۵
شاخص توده بدن (kg/m <sup>2</sup> )	۲۶/۵۶±۲/۹	۲۰/۶۱	۳۱/۷۴
وزن خالص (kg)	۶۱/۰۱±۶/۸	۴۹/۴۱	۷۲/۶۴
درصد چربی	۲۱/۰۵±۵/۳	۹/۴۱	۲۷/۷۱
محیط کمر (cm)	۹۱/۱۴±۸/۰۲	۷۵	۱۰۲/۵
محیط باسن (cm)	۹۹/۰۸±۶/۹۸	۸۸	۱۰۹
نسبت کمر به لگن	۰/۹۲۱±۰/۰۳۸	۰/۸۵	۱/۰۱
حداکثر اکسیژن مصرفی (ml/kg/min)	۴۱/۵۱±۳/۴۹	۳۵/۳۵	۴۸/۳۶
تعداد گام روزانه	۱۲۱۱۱±۳۴۵۰	۷۱۷۹	۱۹۹۸۴

جدول ۲- همبستگی میانگین Vo<sub>2</sub>max با متغیرهای مستقل (۶۹ نفر)

متغیر	همبستگی پیرسون	همبستگی نسبی <sup>۱</sup>
سن (سال)	-۰/۶۰۴**	-۰/۶۸۱**
وزن (kg)	-۰/۳۸۴**	-۰/۶۸۱**
شاخص توده بدن (kg/m <sup>2</sup> )	-۰/۴۲۲**	-۰/۶۵۰**
درصد چربی بدن (%)	-۰/۶۶۰**	-۰/۶۸۲**
محیط کمر (cm)	-۰/۵۱۰**	-۰/۷۲۳**
محیط لگن (cm)	-۰/۲۶۴*	-۰/۵۸۲**
WHR	-۰/۶۷۹**	-۰/۶۹۴**
گام‌های روزانه	۰/۳۳۵*	۰/۷۲۳**

۱: همبستگی سهمی (سن). \* (p<۰/۰۰۵). \*\* (p<۰/۰۰۱).

جدول ۳- الگوی رگرسیون پیشگوی چندمتغیره  $VO_2 max$  با متغیرهای مستقل

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	97.410	9.088		10.718	.000
WHR	-60.494	9.858	-.679	-6.136	.000
2 (Constant)	100.890	7.211		13.992	.000
WHR	-50.682	8.010	-.569	-6.327	.000
age	-.240	.046	-.471	-5.243	.000
3 (Constant)	83.692	6.899		12.131	.000
WHR	-32.002	7.617	-.359	-4.201	.000
age	-.338	.043	-.664	-7.933	.000
STEPS	.000	.000	.421	4.763	.000
4 (Constant)	82.671	5.918		13.970	.000
WHR	-19.783	7.200	-.222	-2.748	.009
age	-.383	.038	-.752	-10.028	.000
STEPS	.0000376	.000	.375	4.892	.000
Weight	-.094	.023	-.302	-4.023	.000

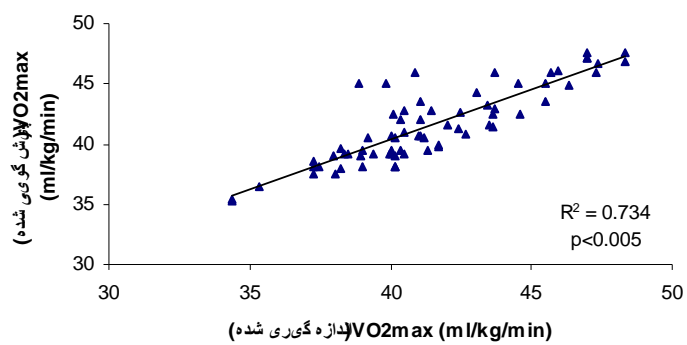
\*مدل شماره ۱ (R=۰/۶۷۹، R<sup>2</sup>= ۰/۴۶۱، SEE =۲/۵۳ml/kg/min).

مدل شماره ۲ (R=۰/۸۱۹، R<sup>2</sup>= ۰/۶۷۱، SEE =۲ml/kg/min).

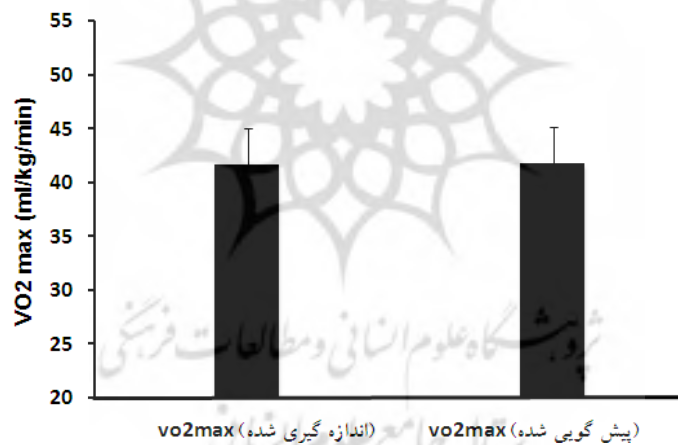
مدل شماره ۳ (R=۰/۸۸۷، R<sup>2</sup>= ۰/۷۸۷، SEE =۱/۶۳ml/kg/min).

مدل شماره ۴ (R=۰/۹۲، R<sup>2</sup>= ۰/۸۴۷، SEE =۱/۴ml/kg/min).

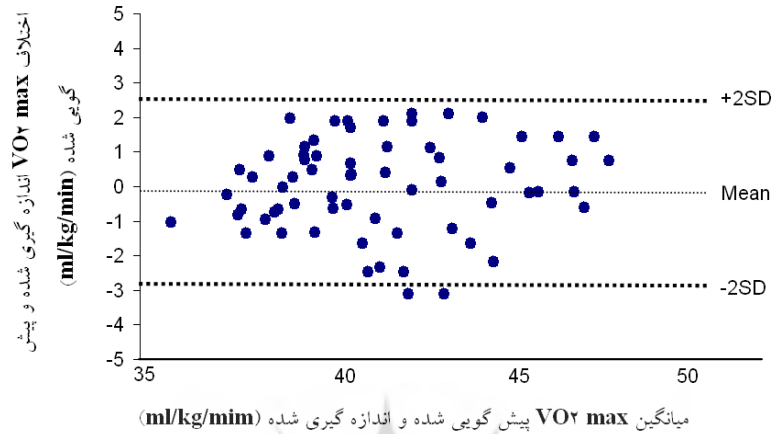
برای چهار مدل P=۰/۰۰۰.



شکل ۱- الگوی همبستگی  $VO_{2max}$  پیشگویی شده با ظرفیت با اندازه گیری شده



شکل ۲- تفاوت ناچیز  $VO_{2max}$  اندازه گیری شده و پیشگویی شده در مردان میانسال ( $p > 0.05$ )



شکل ۳ - نمودار بلاند - آلمن: میانگین  $VO_2 \max$  (پیشگویی شده و اندازه گیری شده) در برابر اختلاف دو روش اندازه گیری  $VO_2 \max$ . میانگین و فاصله اطمینان ۹۵ درصد ( $mean \pm SD$ ) به ترتیب به وسیله خط تیره و خط نقطه چین.

### منابع و مأخذ

1. Aadahl M, Kjaer M, Kristensen JH, Mollerup B, Jørgensen T (2007). "Self-reported physical activity compared with maximal oxygen uptake in adults". *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 14:PP:422-428.
2. Adams SA, Matthews CE, Ebbeling CB, Moore CG, Cunningham JE, Fulton J, and et al. (2005). "The effect of social desirability and social approval on self-reports of physical activity". *Am J Epidemiol* 161:PP:389-398.
3. Barlow CE, LaMonte MJ, Fitzgerald SJ, Kampert JB, Perrin JL, and Blair SN. (2006). "Cardiorespiratory fitness is an independent predictor of hypertension incidence among initially normotensive healthy women". *Am J Epidemiol* 163:PP:142-150.

4. Bassett DR Jr, Cureton AL, Ainsworth BE. (2000). "Measurement of daily walking distance-questionnaire versus pedometer. *Med Sci Sports Exerc* 32:PP:1018-1023.
5. Bjørgaas M, Vik JT, Saeterhaug A, Langlo L, Sakshaug T, MohusRM, Grill V (2005) Relationship between pedometer-registered activity, aerobic capacity and self-reported activity and fitness in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Obes Metab* 7:PP:737-744.
6. Bland JM, Altman DG. (1986). "Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement". *Lancet* 1:PP:307-310.
7. Cao ZB, Miyatake N, Higuchi M, Takata KI, Miyachi M, Tabata I. (2009). "Prediction of VO<sub>2</sub>max with daily step counts for Japanese adult women". *Eur J Appl Physiol* 105:PP:289-296.
8. Cao ZB, Miyatake N, Higuchi M, Miyachi M, Tabata I. (2010). "Predicting VO<sub>2</sub>max with an objectively measured physical activity in Japanese men". *Eur J Appl Physiol* 109:PP:465-472.
9. Damu B, Sani M.U, and Abdu A. (2006). "Physical exercise and health: a review". *Niger Journal of Medicine*. 15(3), PP:190-196.
10. George JD, Stone WJ, Burkett LN. (1997). "Non-exercise VO<sub>2</sub>max estimation for physically active college students". *Med Sci Sports Exerc* 29:PP:415-423.
11. Haskell WL, Leon AS, Caspersen CJ, Froelicher VF, Hagberg JM, Harlan W, and et al. (1992). "Cardiovascular benefits and assessment of physical activity and physical fitness in adults". *Med Sci Sports Exerc* 24:S201-S220.
12. Heil DP, Freedson PS, Ahlquist LE, Price J, Rippe JM. (1995). "Nonexercise regression models to estimate peak oxygen consumption". *Med Sci Sprts Exerc* 27: PP:599-606.



13. Hooker SP, Sui X, Colabianchi N, Vena J, Laditka J, LaMonte MJ, and Blair SN. (2008). "Cardiorespiratory fitness as a predictor of fatal and nonfatal stroke in asymptomatic women and men". *Stroke* 39:PP:2950-2957.

14. Ichihara Y, Hattori R, Anno T, Okuma K, Yokoi M, Mizuno Y, Iwatsuka T, Ohta T, Kawamura T (1996) Oxygen uptake and its relation to physical activity and other coronary risk factors in asymptomatic middle-aged Japanese. *J Cardiopulm Rehabil* 16:PP:378-385.

15. Jackson AS, Blair SN, Mahar MT, Weir LT, Rossand RM, Stuteville JE. (1990). "Prediction of functional aerobic capacity without exercise testing". *Med Sci Sports Exerc* 22:PP:863-870.

16. Kline GM, Porcari JP, Hintermeister R, Freedson P, Ward A, McCarron RF, et al. (1987). "Estimation of VO<sub>2</sub>max from a one-mile track walk, gender, age and body weight". *Med Sci Sports Exerc* 19:PP:253-9.

17. LaMonte MJ, Barlow CE, Jurca R, Kampert JB, Church TS, and Blair SN. (2005). "Cardiorespiratory fitness is inversely associated with the incidence of metabolic syndrome: a prospective study of men and women". *Circulation* 112:PP:505-512.

18. Lubans DR, Morgan PJ, Callister R, and Collins CE. (2008). "The Relationship Between Pedometer Step Counts and Estimated VO<sub>2</sub>Max as Determined by a Submaximal Fitness Test in Adolescents". *Pediatric Exercise Science* 20, PP:273-284.

19. Malek MH, Housh TJ, Berger DE, Coburn JW, Beck TW. (2004). "A new non-exercise based VO<sub>2</sub>max equation for aerobically trained females". *Med Sci Sports Exerc* 36:PP:1804-1810.

20. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. (2001). "Exercise physiology: energy, nutrition and human performance". Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia.

21. mehrdad R. (2009). "health system in iran". *JAMA* 52(1):PP:69-73.

22. Michaud PA, Cauderay M, Narring F, Schutz Y (2002) Assessment of physical activity with a pedometer and its relationship with VO<sub>2</sub>max among adolescents in Switzerland. *Soz Präventivmed* 47:PP:107-115.
23. Sanada K, Midorikawa T, Yasuda T, Kearns CF, Abe T. (2007). "Development of nonexercise prediction models of maximal oxygen uptake in healthy Japanese young men". *Eur J Appl Physiol* 99:PP:143-148.
24. Schneider PL, Crouter SE, Bassett DR Jr. (2004). "Pedometer measures of free-living physical activity: comparison of 13 models". *Med Sci Sports Exerc* 36:PP:331-335.
25. Shephard RJ. (2003). "Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires". *Br J Sports Med* 37:PP:197-206.
26. ston R, Reilly T. (ED.) (1996). "Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual tests, procedures and data". E & FN SPON.
27. Sui X, Hooker SP, Lee IM, Church TS, Colabianchi N, Lee CD, Blair SN (2008) A prospective study of cardiorespiratory fitness and risk of type 2 diabetes in women. *Diabetes Care* 31:PP:550-555.
28. Tabata I, Nishimura K, Kouzaki M, Hirai Y, Ogita F, Miyachi M, and et al. (1996). "Effects of moderate intensity-endurance and high intensity-intermittent training on anaerobic capacity and VO<sub>2</sub>max". *Med Sci Sports Exerc* 28:PP:1327-1330.
29. Tudor-Locke C, Burkett L, Reis JP., Ainsworth BE, Macera CA, Wilson DK. (2005). "How many days of pedometer monitoring predict weekly physical activity in adults? ". *Prev Med* 40: PP:293-298.
30. Tudor-Locke C. (2001). "A preliminary study to determine instrument responsiveness to change with a walking program: physical activity logs versus pedometers". *Res Q Exerc Sport* 72:PP:288- 292.

31. Tudor-Locke C. (2002). "Taking Steps Toward Increased Physical Activity: Using Pedometers to Measure and Motivate". *President's Council on Physical Fitness & Sports. Research Digest*. 3, (17);PP: 1-8.

32. Wei M, Kampert JB, Barlow CE, Nichaman MZ, Gibbons LW, Paffenbarger RS Jr, and Blair SN. (1999). "Relationship between low cardiorespiratory fitness and mortality in normal-weight, overweight, and obese men". *JAMA* 282:PP:1547-1553.

33. Welk G, Differding J, Thompson R, Blair S, Dzuira J, Hart P. (2000). "The utility of the Digi-Walker step-counter to assess daily physical activity patterns". *Med Sci Sports Exerc* 32:S481-S488.

34. Wier LT, Jackson AS, Ayers GW, Arenare B. (2006). "Nonexercise models for estimating VO<sub>2</sub>max with waist girth, percent fat, or BMI". *Med Sci Sports Exerc* 38:PP:555-561.

35. Williams and Wilkins. (2004). "American College of Sports Medicine. ACSM's Health-related Physical Fitness Assessment Manual". Philadelphia7 Lippincott.