همبستگی روش‌های آستراند و ACSM در برآورد بیشترین ظرفیت هوازی (VO2-max)

فروغ زارع دریسی[۱]، لیلا رستگار[۲]، ستار حسینی[۲]، هادی دانشمندی*[۳]، علیرضا چوبینه[۴]، ابوالفضل محمدبیگی[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۷ تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۱۲/۱۶

چکیده

مقدمه: از بیشترین ظرفیت هوازی (VO_2-max) می‌توان به منظور سنجش وضعیت قلبی- تنفسی افراد و به‌دنبال آن ایجاد تناسب فیزیولوژیک بین کار و کارگر استفاده نمود. این مطالعه با هدف تعیین همبستگی بین دو روش آستراند و ACSM در برآورد بیشترین ظرفیت هوازی و تعیین عوامل مؤثر بر آن در دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی شیراز، صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه مقطعی، ۱۰۴ نفر (۵۴ مرد و ۵۰ زن) از دانشجویان به‌صورت داوطلبانه شرکت نمودند (۱۸ تا ۲۸ سال). افراد به‌وسیله آزمون پله (پروتکل آستراند و ACSM) مورد ارزیابی قرارگرفتند. ابزار گردآوری داده‌ها، پرسشنامه‌ای بود که از بخش‌های مجزا شامل ویژگی‌های دموگرافیک (سن، جنس و ...)، ویژگی‌های آنتروپومتریک (قد، وزن و BMI) و فیزیولوژیک (VO_2-max) تشکیل شده بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بیشترین ظرفیت هوازی براوردشده از طریق پروتکل آستراند و ACSM به‌ترتیب (۰/۸۲۵±) ۳/۲۱ ،(۰/۷۰۷±) ۳/۱۳ لیتر در دقیقه می‌باشد. ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که همبستگی میان بیشترین ظرفیت هوازی براوردشده از طریق دو پروتکل آستراند و ACSM بالاست (r=۰/۹۵۸). همچنین بین بیشترین ظرفیت هوازی براوردشده (پروتکل آستراند و ACSM) با وزن، قد، BMI و تعداد ساعات ورزش در هفته ارتباط معناداری وجود داشت.

نتیجه‌گیری: بین دو روش براورد بیشترین ظرفیت هوازی (پروتکل آستراند و ACSM) همبستگی بالایی وجود داشت. از متغیرهایی همچون وزن، قد، BMI و تعداد ساعات ورزش در هفته می‌توان به عنوان عوامل مؤثر نام‌برد.

کلیدواژه‌ها: VO2-max، پروتکل آستراند، پروتکل ACSM.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران.
۲- کارشناس بهداشت حرفه‌ای، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران.
۳- (نویسنده مسئول) کارشناسی ارشد ارگونومی، گروه ارگونومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران- پست الکترونیکی:danshmand@sums.ac.ir
۴- استاد، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران.
۵- دانشجوی دکترای اپیدمیولوژی، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران.

مقدمه

کار و انسان دو جزء اصلی و جدائی ناپذیر که باید به گونه‌ای متناسب با یکدیگر برنامه‌ریزی شوند (۱). نبود تطابق و تناسب میان توانمندی‌های انسان و نوع کاری که او انجام می‌دهد یا مسئولیتی که بر عهده وی نهاده می‌شود، سبب بروز مسائل و مشکلات بسیاری می‌شود (۳-۱).

با ارزشیابی مقدار نیروی لازم برای انجام کار و سنجش ویژگی‌های فیزیولوژیک انسان، می توان او را به کاری متناسب و در حد و اندازه‌های تحمل فیزیولوژیک گمارد. بدین ترتیب، افزون بر حفظ تندرستی و توانایی جسمی، میزان تولید و بهره‌دهی نیز افزایش خواهد یافت. به همین دلیل است که سنجش و تعیین ظرفیت انجام کار فیزیکی (PWC) یکی از جستارهای با اهمیت علم ارگونومی است (۱،۴).

ظرفیت انجام کار فیزیکی، گویای بیشترین مقدار انرژی است که شخص می‌تواند بدون اینکه به سلامتی خود آسیب رساند، در طول یک نوبت ۸ ساعته، مصرف کند. با توجه به این شاخص، می‌توان حداکثر سختی کار یا بار کار را با توجه به مدت زمان انجام کار تعیین کرد، تا ضمن استفاده از حداکثر قدرت کارگر، رضایت شغلی و سلامت جسمی وی تأمین شود (۱،۴).

در این زمینه گفتنی است که تنها دانستن اینکه انجام کاری معین به چه میزان انرژی نیاز دارد، کافی نیست، زیرا اگر سطح توانائی‌های فرد مشخص نباشد، نمی‌توان بطور علمی قضاوت نمود که کار مورد نظر برای وی مناسب است یا خیر (۱،۵).

در بسیاری از منابع PWC مترادف با بیشترین ظرفیت هوازی در نظر گرفته شده است(۱). بیشترین ظرفیت هوازی بدن یا VO_2-max عبارت است از "بیشترین مقدار اکسیژنی که می‌تواند بوسیله دستگاه تنفسی جذب شود و از طریق خون در اختیار ماهیچه‌های عمل کننده قرار گیرد". (۱،۱۴-۶).

اولین بار ساید رابینسون در دهه ۱۹۳۰، VO_2-max را اندازه گیری کرد و از آن زمان تا کنون VO_2-max بعنوان بهترین شاخص تناسب قلبی-تنفسی مطرح است (۱۲). بیشترین ظرفیت هوازی به میزان زیادی بین افراد مختلف، متغیر است و توسط عوامل متعددی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. این عوامل عبارتند از فاکتورهای جسمانی، روانی (۱۵)، محیطی (۱۵،۱۶) و ویژگی‌های فیزیولوژیک فردی (۱۵). بیشترین مقدار VO_2-max، در سنین ۲۵- ۱۸ سالگی مشاهده شده است (۱۵). VO_2-max در مردان بیشتر از زنان است و این پارامتر در اثر ورزش و تمرین افزایش می‌یابد (۱۷،۱۸).

برای سنجش VO_2-max شیوه‌های گوناگونی وجود دارد (۱). شاید متداول‌ترین روش مورد استفاده برای برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی نموگرام Astrand & Rahming (۱۹۵۴) باشد. استفاده از این نموگرام در تست‌های ساب- ماکزیمال بر اساس اندازه گیری پاسخ ضربان قلب به کار خارجی می‌باشد (۱۹). با استفاده از نموگرام Astrand-Ryhming می‌توان با یک بار آزمایش بر روی دوچرخه ارگومتر یا پلکان و اندازه‌گیری ضربان قلب حین انجام کار و یا اکسیژن مصرفی به بیشترین ظرفیت هوازی (VO_2-max) دست یافت. همچنین به منظور برآورد VO_2-max، ACSM دستورالعملی را براساس ارتفاع پله و فرکانس بالا و پایین رفتن از پله طراحی و ارائه کرده است (۱۵).

علیرغم کاربرد فراوان VO_2-max در زمینه‌های پزشکی، ورزشی، توانبخشی، به ویژه کاربرد این مقوله در بخش صنعت به منظور تعیین تطابق کار با انسان، در کشور ما تحقیقات اندکی در این رابطه صورت گرفته است.

همچنین عوامل موثر بر VO_2-max (ویژگی‌های دموگرافیک و شغلی و ...) نیز در چند مطالعه محدود مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به موارد فوق این مطالعه با هدف مقایسه دو روش برآورد VO_2-max (پروتکل آستراند و دستورالعمل ACSM) و تعیین همبستگی آنها بین دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی شیراز صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه مقطعی، حجم نمونه با استفاده از نتایج مطالعات پیشین (۲۰) و با استفاده از فرمول $n=\frac{\left(z_{1-\frac{\alpha}{2}}\right)^2 \times \delta^2}{d^2}$ در سطح اطمینان ۹۵ درصد، ۶۲ نفر تعیین شد. به منظور افزایش اعتبار مطالعه، حجم

نمونه ۱۰۴ نفر در نظر گرفته شد. نمونه‌ها از بین تمام دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی شیراز و با احتساب درصد وزنی از دانشکده‌های مختلف انتخاب شدند. به منظور ایجاد شرایط یکسان در اندازه‌گیری ها، کلیه اندازه گیری‌ها در خوابگاه محل اسکان دانشجویان انجام شدند. قابل ذکر است چنانچه هر یک از دانشجویان انتخاب شده به هر دلیلی (عدم حضور، عدم تمایل به شرکت در مطالعه، بیماری‌های قلبی-عروقی، بیماری‌های تنفسی و ...) از نمونه خارج می‌شدند، نفر بعدی در لیست، جایگزین وی می‌شد.

ابزار گردآوری داده‌ها:

۱-پرسشنامه ویژگی‌های دموگرافیک: این پرسشنامه شامل دو قسمت بود که قسمت اول به صورت مصاحبه حضوری با دانشجویان و قسمت دوم از طریق اندازه گیری پارامترهای لازم توسط محققین تکمیل می شد. قسمت اول پرسشنامه به سوالاتی در مورد سن، وضعیت تاهل، سطح تحصیلات، ابتلا به بیماری خاص، استعمال دخانیات، ورزش کردن، مصرف دارو (مصرف داروی خاصی مدنظر محققین نبوده است) اختصاص یافته و در قسمت دوم پرسشنامه متغیرهایی همچون قد، وزن، شاخص توده بدنی (BMI) و تعداد ضربان نبض گنجانده شده بودند.

۲-اندازه‌گیری بیشترین ظرفیت هوازی (VO_2-max):

الف) پروتکل آستراند با استفاده از پله (۱):

در این روش از پله‌ای به ارتفاع ۴۰ سانتی متر برای مردان و ۳۳ سانتی متری برای زنان استفاده می‌شود و فرد مورد آزمایش باید تعداد ۲۲/۵ بار در دقیقه به مدت ۵ دقیقه، پله مزبور را بالا و پایین رود. وزن فرد بر حسب کیلوگرم و ضربان قلب (ضربه در دقیقه) وی پس از انجام آزمایش را با استفاده از نموگرام آستراند بر روی محورهای مربوطه مشخص کرده و خطی که این دو نقطه را به یکدیگر متصل می‌سازد، رسم می‌کنیم. محل تلاقی این خط با محور VO_2-max، نشان دهنده VO_2-max است که بر حسب لیتر اکسیژن در دقیقه بدست می‌آید.

ب) دستورالعمل ACSM (۱۶):

با استفاده از ضربان قلب بدست آمده پس از انجام آزمایش (۵-۳ دقیقه) می‌توان VO_2-max را از معادله زیر برآورد نمود:

$$VO_{2-\max} = AG\,.\,(131.5\times VO_2)\div(HR+GF-72)$$

در این فرمول VO_2، اکسیژن مصرفی (لیتر در دقیقه)، HR، ضربان قلب فرد (ضربه در دقیقه)، GF، فاکتور جنسی (GF=10 برای مردان و GF=0 برای زنان) و AG، فاکتور تصحیح سن است که از طریق معادله زیر محاسبه می‌شود:

$$AG = 1.12 - 0.0073\,age$$

VO_2 (اکسیژن مصرفی) در فرمول بالا از طریق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$VO_2 = (0.35\times f)+(2.395\times f\times h)$$

در این فرمول f، فرکانس بالا و پایین رفتن از پله (Step در دقیقه)، h، ارتفاع پله (متر) و VO_2، اکسیژن مصرفی حالت پایدار ($ml.kg^{-1}.m^{-1}$) می‌باشد.

۳-اندازه‌گیری قد، وزن و ضربان نبض:

الف) اندازه‌گیری قد: با استفاده از متر نواری در شرایط تعریف شده و استاندارد (۲۱) مورد سنجش قرارگرفت.

ب) اندازه‌گیری وزن: اندازه‌گیری وزن، با استفاده از ترازوی دیجیتال انجام گرفت.

لازم به ذکر است که قد و وزن دانشجویان با لباس سبک و بدون کفش، کلاه و دستکش اندازه‌گیری می‌شد.

پ) اندازه‌گیری ضربان نبض: با استفاده از دستگاه نبض سنج مدل beurer BC 16، انجام گرفت.

روش انجام کار بدین صورت بود که پس از هماهنگی و توجیه افراد مورد مطالعه، آزمایشات از ساعت ۱۵ بعد از ظهر تا ۲۰ شب انجام گرفته و قبل از شروع آزمایش، فرم رضایت نامه کتبی و پرسشنامه ویژگی‌های دموگرافیک در اختیار فرد قرار داده می‌شد تا آنها را تکمیل کند و همچنین قد و وزن و ضربان نبض فرد با روش‌های ذکر شده در بالا اندازه‌گیری و در فرم مربوطه ثبت می‌شد. سپس در حالی که فرد لباس سبک به تن داشت، آزمایش انجام می‌گرفت. بلافاصله پس از انجام آزمایش از فرد خواسته می‌شد که روی صندلی بنشیند و از وی پذیرایی به عمل می‌آمد.

پس از انجام آزمایشات، داده‌های گردآوری شده با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در این

مطالعه از آزمون Pearson correlation به منظور تعیین همبستگی بین VO_2-max برآورد شده از پروتکل آسترند و دستورالعمل ACSM، آزمون One-Way ANOVA به منظور تعیین اختلاف بین میانگین VO_2-max (لیتر در دقیقه) در بین گروه‌های مختلف (وزنی، قدی، BMI و ساعات ورزش در هفته) و آزمون Independent Sample T-Test به منظور تعیین اختلاف میانگین VO_2-max (لیتر در دقیقه) در گروه های مختلف به صورت دو به دو استفاده شد.

یافته‌ها

در جدول۱ برخی ویژگی‌های دموگرافیک افراد مورد مطالعه ارائه شده است.

جدول۱- ویژگی‌های دموگرافیک افراد مورد مطالعه (n=۱۰٤)

ویژگی		جنسیت	
		مرد (n=٥٤)	زن (n=٥٠)
سن (سال):	میانگین (انحراف معیار)	۲۲ (۲/٤۸)	۲۱ (۳/۰۳۲)
	حداکثر - حداقل	۱۸-۲۸	۱۹-۲٤
وزن (kg):	میانگین (انحراف معیار)	٦۸/۸٤ (۹/٥۷)	٥۷ (۸/۲۹)
	حداکثر – حداقل	٤۷/٤ -۹۷/۹	٤۰ -۷۲
قد (cm):	میانگین (انحراف معیار)	۱۷۲/٤ (٦/٦۱)	۱٦۱/٤۳ (٥/٤٥)
	حداکثر – حداقل	۱٥۷ – ۱۹۰	۱٤۹ – ۱۷٤
BMI: *	میانگین (انحراف معیار)	۲۱/۷٦ (۲/٥۱)	۲۱/۸٦ (۲/٦۸)
	حداکثر – حداقل	۱٦/۸۸-۲۸/۱۲	۱۷/۸ -۲۷/۲۷
وضعیت تاهل:	مجرد	٥۳ (٪۹۸/۱)	٤۲ (٪۸٤)
	متاهل	۱ (٪۱/۹)	۸ (٪۱٦)
سطح تحصیلات:	کارشناسی	۲٥ (٪٤٦/۳)	۲۱ (٪٤۲)
	دکتری حرفه ای	۲۹ (٪٥۳/۷)	۲۹ (٪٥۸)
استعمال دخانیات:	بلی	۱ (٪۱/۹)	۱ (٪۲)
	خیر	٥۳ (٪۹۸/۱)	٤۹ (٪۹۸)

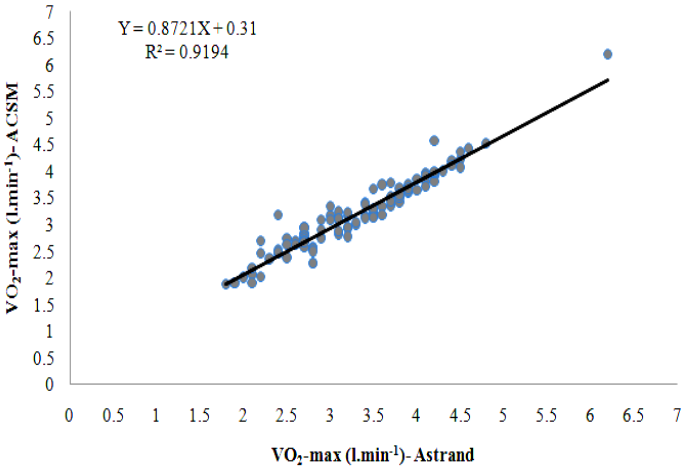
** Body Mass Index*

در جدول۲، میانگین، انحراف استاندارد، حداقل و حداکثر بیشترین ظرفیت هوازی برآورد شده با استفاده از دو روش آسترند و دستورالعمل ACSM بر حسب لیتر در دقیقه و به تفکیک جنسیت ارائه شده است.

جدول۲- میانگین، انحراف استاندارد، حداقل و حداکثر بیشترین ظرفیت هوازی برآورد شده با استفاده از پروتکل آستراند و دستورالعمل ACSM در جامعه مورد مطالعه (n=۱۰٤)

جنسیت	VO_2-max (l/min)	پروتکل آستراند				دستورالعمل ACSM			
		M	SD	Min	Max	M	SD	Min	Max
مردان	(n=٥٤)	۳/۷۳	۰/٦٤۲	۲/٥	٦/۲	۳/٤۷	۰/٦٦۲	۲/۳۷	٦/۱۹
زنان	(n=٥۰)	۲/۷	۰/٥۰٤	۱/۸	٤/۲	۲/۷٦	۰/٥٥٥	۱/۸۷	٤/٥٦
کل	(n=۱۰٤)	۳/۲۱	۰/۸۲٥	۱/۸	٦/۲	۳/۱۳	۰/۷۰۷	۱/۸۷	٦/۱۹

آزمون همبستگی پیرسون بین بیشترین ظرفیت هوازی حاصل از پروتکل آستراند و دستورالعمل ACSM، نشان داد که رابطه قوی بین این دو پارامتر (r=۰/۹۵۸ و p<۰/۰۰۱) وجود دارد (شکل ۱).



شکل ۱- ارتباط بین **VO_2-max** برآورد شده از پروتکل آستراند و دستورالعمل ACSM (n=۱۰٤)

در جدول۳، میانگین، انحراف استاندارد، حداقل و حداکثر بیشترین ظرفیت هوازی بر اساس گروه‌های سنی، وزنی، قدی، BMI، تعداد ساعات ورزش در هفته در دانشجویان مورد مطالعه ارائه شده است.

نتایج آزمون آماری T-Test مستقل مشخص نمود بین میانگین VO_2-max برآورد شده از پروتکل‌های آستراند و ACSM در گروه‌های سنی مختلف ارتباط معنی‌داری وجود ندارد (p=۰/۱۲۳).

نتایج آزمون آماری One-Way ANOVA نشان داد میانگین VO_2-max بدست آمده از پروتکل آستراند و دستورالعمل ACSM در بین تمام گروه‌های وزنی دارای اختلاف معنی‌دار است (p<۰/۰۰۱). نتایج آزمون تعقیبی شفه (Scheffe) مشخص ساخت که میانگین VO_2-max بدست آمده از پروتکل آستراند در بین تمامی گروه‌های وزنی به استثنای گروه‌های ۸۰-۷۱ کیلوگرم و بیشتر از ۸۰ کیلوگرم به صورت دو به دو دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد (p<۰/۰۵). همچنین نتایج آزمون آماری آزمون تعقیبی شفه (Scheffe) نشان داد که میانگین VO_2-max بدست آمده از دستورالعمل ACSM در بین تمامی گروه های وزنی به استثنای گروه‌های وزنی ۷۰-۶۰ کیلوگرم و بیشتر از ۸۰ کیلوگرم، همچنین گروه‌های وزنی ۸۰-۷۱ کیلوگرم و بیشتر از ۸۰ کیلوگرم دارای اختلاف معنی دار می باشد (p<۰/۰۵).

نتایج آزمون آماری One-Way ANOVA مشخص ساخت که میانگین VO_2-max برآورد شده از پروتکل‌های آستراند و ACSM در گروه‌های مختلف قدی (کمتر از ۱۷۰، ۱۸۰-۱۷۰ و بیشتر از ۱۸۰ سانتی متر) دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد (p<۰/۰۰۱). همچنین نتایج آزمون آماری آزمون تعقیبی شفه (Scheffe) نشان داد که میانگین VO_2-max برآورد شده از پروتکل‌های آستراند و ACSM در گروه‌های مختلف قدی به صورت دو به دو دارای اختلاف معنی‌دار می باشد (p<۰/۰۵).

نتایج آزمون آماری One-Way ANOVA مشخص ساخت میانگین VO_2-max بدست آمده از پروتکل‌های آستراند و ACSM در بین گروه‌های مختلف BMI دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد (p<۰/۰۵). همچنین آزمون آماری آزمون تعقیبی شفه (Scheffe) نشان داد که میانگین VO_2-max بدست آمده از پروتکل‌های آستراند و ACSM در بین گروه‌های مختلف BMI بجز گروه‌های طبیعی و دارای اضافه وزن دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد (p<۰/۰۵).

آزمون آماری One-Way ANOVA مشخص ساخت که میانگین VO_2-max برآورد شده از پروتکل‌های آستراند و ACSM در بین

گروه‌های مختلف ساعات ورزش در هفته دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند (p=۰/۶۴۵).

جدول ۳- میانگین، انحراف استاندارد، حداقل و حداکثر بیشترین ظرفیت هوازی بر اساس گروه‌های سنی، وزنی، قدی، BMI و تعداد ساعات ورزش در هفته در دانشجویان مورد مطالعه (n=۱۰٤)

VO_2-max ($l.min^{-1}$)		پروتکل آستراند					پروتکل ACSM				
	متغییر	M	SD	Min	Max	P-Value	M	SD	Min	Max	P-Value
گروه های سنی	۱۸-۲۲	۳/۱٦	۰/۸۲۷	۱/۹	٦/۲	† ۰/۱۲۳	۳/۱۱	۰/۷۷۹	۱/۸۹	٦/۱۹	† ۰/٦۱٦
	۲۳-۲۷	۳/۳۷	۰/٦٥۸	۱/۸	٤/٥		۳/۱٦	۰/٥٦۳	۱/۸۷	٤/۲۲	
گروه های وزنی (Kg)	<٦۰	۲/۷۱	۰/٥۱۰	۱/۸	۳/۸	‡ <۰/۰۰۱	۲/٦٥	۰/٤۳۹	۱/۸۷	۳/٤۲	‡ <۰/۰۰۱
	٦۰-۷۰	۳/٤۷	۰/٥۷۷	۲/٤	٤/٥		۳/۳٥	۰/٥۱۰	۲/٤٥	٤/٥۸	
	۷۱-۸۰	٤/۰۱	۰/٤۰۷	۳/۲	٤/٥		۳/۸۱	۰/۳٤۹	۳/۱٤	٤/۳٦	
	>۸۰	٤/۹	۰/۸۹۹	٤/۱	٦/۲		٤/۷۱	۱/٥۳	۳/۷	٦/۱۹	
گروه های قد (Cm)	<۱۷۰	۲/۹۰	۰/٦۲۳	۱/۸	٤/٤	‡ <۰/۰۰۱	۲/۸٦	۰/٥٦۹	۱/۸۷	٤/٥٦	‡ <۰/۰۰۱
	۱۷۰-۱۸۰	۳/۱۷	۰/٥٦۰	۲/۷۰	٤/۸		۳/٤۹	۰/٥٤۱	۲/٥۳	٤/٥۱	
	>۱۸۰	٤/٥٤	۰/۹٥٥	۳/۹	٦/۲		٤/۳٤	۱/۰۷	۳/٦۳	٦/۱۹	
گروه های BMI	<۱۸/٥ (لاغر)	۲/٦۹	۰/٥٤۱	۱/۸	۳/٥	‡ ۰/۰۰۷	۲/٦۸	۰/٤۰٥	۱/۸۷	۳/۲۳	‡ ۰/۰۰۲
	۱۸/٥-۲٤/۹ (طبیعی)	۳/۲۳	۰/۷۰٦	۱/۹	٤/٥		۳/۱۰	۰/٦٤۳	۱/۸۹	٤/٥٦	
	۲٥-۲۹/۹ (اضافه وزن)	۳/٦٤	۱/۰۳۹	۲/٤	٦/۲		۳/٦۳	۰/۹۲۷	۲/٥٤	٦/۱۹	
	۳۰< (چاق)	–	–	–	–		–	–	–	–	
ورزش در هفته (ساعت)	۰ -۳/۹۹	۳/۱٥	۰/۷۸۳	۱/۸	٦/۲	‡ ۰/۰٦۱	۳/۰٦٤	۰/۷۰٥	۱/۸۷	٦/۱۹	‡ ۰/۰٦۲
	٤-۷/۹۹	۳/٤۲	۰/٥۸٤	۲/٤	٤/۲		۳/۲٥	۰/٦۲٦	۲/٤۷	٤/٥٦	
	۸-۱۱/۹۹	۳/۷۷	۰/۸۲٦	۲/٦	٤/٤		۳/٥۸	۰/۷۰۱	۲/٦۱	٤/٥۸	
	۱۲-۱٥	٤/۱	۰/٦۰۸	۳/۷	٤/۸		۳/۹۹	۰/٤٥۹	۳/٦۷	٤/٥۱	

† آزمون *T-test* مستقل

‡ آزمون *One-Way ANOVA*

بحث

جامعه مورد مطالعه متشکل از دانشجویان مرد و زن دانشکده‌های مختلف دانشگاه علوم پزشکی شیراز بودند. میانگین سن مردان و زنان مورد مطالعه به ترتیب ۲۲ و ۲۱ سال به دست آمد. از نتایج چنین بر می‌آید که اکثر افراد مورد مطالعه در گستره طبیعی BMI قرار داشتند (مردان ۲/۵۱ ± ۲۱/۷۶ و زنان ۶۸/ ۲± ۲۱/۸۶).

نتایج این مطالعه نشان داد میانگین VO_2-max حاصل از پروتکل‌های آستراند و ACSM در افراد مورد مطالعه به ترتیب ۳/۲۱ و ۳/۱۳ لیتر در دقیقه می‌باشد. این یافته به نتایج حاصل از مطالعه لحمی و همکاران که بر روی دانشجویان مرد یکی از دانشگاه‌های کشور انجام دادند و میانگین VO_2-max را ۲/۹۰۴۶ لیتر در دقیقه به دست آوردند، نزدیک می‌باشد (۱). همچنین این میزان (میانگین VO_2-max حاصل از پروتکل‌های آستراند و ACSM) به نتایج حاصل از مطالعه مطلبی و همکاران که ۱۰۵ کارگر مرد ایرانی را در سه رده سنی ۲۹-۲۰ ، ۳۹-۳۰ و ۴۹-۴۰ سال مورد مطالعه قرار دادند و VO_2-max را در این رده‌های سنی به ترتیب ۳/۴ ، ۲/۷ و ۲/۳ لیتر در دقیقه به دست آوردند، نزدیک می‌باشد (۳).

این یافته با نتایج مطالعه تاکسورت و شاهنواز (۲۲)، چوبینه و همکاران (۴) و دانشمندی و همکاران (۲۱) که در مطالعات جداگانه جمعیت‌های کارگری ایران را مورد مطالعه قرار دادند و VO_2-max را در این کارگران برآورد نمودند، به میزان کمی فاصله دارد. این اختلاف را شاید بتوان به تفاوت در ویژگی‌های فردی افراد نسبت داد.

زیرا در این مطالعه تمامی افراد جوان بوده در حالی کـه در مطالعـات فوق الذکر افراد مورد مطالعه از سنین مختلف انتخاب شده بودند.

از طرفی میزان VO_2-max برآورد شده از این مطالعه با نتایج حاصل از مطالعه مالک و همکاران (۲۳) اختلاف دارد. شاید دلیل این امـر را بتوان بـه عـواملی از قبیـل تفـاوت در شـرایط آب و هـوایی، نـژادی، وضعیت تغذیه ای و... نسبت داد.

آزمون همبستگی پیرسون در این مطالعه نشان داد بـین VO_2-max بـرآورد شـده از پروتکـل آسـتراند بـا VO_2-max بـرآورد شـده از دستورالعمل ACSM همبستگی قوی وجود دارد. ایـن یافتـه موید نتایج حاصل از مطالعات انجام شده توسط موسسه ACSM می‌باشد (۱۵). نتایج ایـن مطالعـه نشـان داد کـه بـین میـانگین VO_2-max برآورده شـده از پروتکـل آسـتراند و دسـتورالعمل ACSM بـا سـن ارتباط معناداری وجود ندارد. این یافتـه بـا نتـایج حاصـل از مطالعـه چوبینـه و همکـاران (۴)، دانشـمندی و همکـاران (۲۱) و ویرتـانن و همکاران (۲۴) در تضاد است. نتایج حاصل از این مطالعـه نشـان داد که با افزایش طول قد افراد مورد مطالعه، ظرفیت هوازی افزایش مـی یابد. این یافته بـا نتـایج حاصـل از مطالعـه چوبینـه و همکـاران (۴) همسو می‌باشد. از طرفی این یافتـه بـا نتـایج مطالعـه دانشـمندی و همکاران (۲۱) در تضاد است.

همچنین نتایج این مطالعه نشان داد کـه بـین میـانگین VO_2-max برآورده شده از پروتکـل آسـتراند و دسـتورالعمل ACSM بـا وزن و BMI از نظر آماری ارتبـاط معنـاداری وجـود دارد کـه موید نتـایج حاصل از مطالعات پیشین است (۴، ۲۱، ۲۵) می باشد.

نتایج این مطالعه نشان داد بین میانگین VO_2-max برآورده شـده از پروتکل آستراند و دستورالعمل ACSM با تعـداد سـاعات ورزش در هفته از نظر آماری ارتباط معناداری وجود ندارد. این یافتـه بـا نتـایج حاصل از مطالعات انجام شـده در ایـن زمینـه (۴، ۱۷،۲۱) در تضـاد است. از جمله محدودیت‌های این مطالعه می‌تـوان بـه ایـن موضـوع اشاره نمود که این مطالعه در دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی شیراز صورت گرفته است، لذا نتایج این مطالعـه قابـل تعمـیم بـه جمعیـت عمومی کشور یا دانشجویان سایر دانشـگاه هـا و نیـز قشـر کـارگری نمی‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که همبستگی بـالا و معنـی‌داری بـین دو پرتکل آسـتراند و ACSM وجـود دارد (r=۰/۹۵۸). از آنجـا کـه در استفاده از نموگرام آسـتراند امکـان خطـا در بدسـت آوردن داده‌هـا، بخصوص در مورد افرادی کـه در اسـتفاده از آن آمـوزش ندیـده انـد می‌باشد، با به کار بردن معادله ACSM، به جای نمـوگرام آسـتراند امکان محاسبه بیشترین ظرفیت هوازی با دقت بالا حاصل می‌شود.

نتایج این مطالعه یافته هـای مطالعـات قبلـی مبنـی بـر همبسـتگی VO_2-max با وزن، قد و BMI را تایید نمود.

منابع

1. Mououdi MA, Choobineh AR. Ergonomics in practice: selected ergonomics topics. Markaz Publication. Tehran, Iran: 1999; p 81. [Persian].
2. Yoopat P, Vanwonterghem K, Louhevaara V. Evaluation of a step-test for assessing the cardio respiratory capacity of workers in Thailand: a pilot study. J.Human Ergol. 2002;31:33-40.
3. Motallebi Kashani M, Lahmi MA, Khavanin A. Evaluation of physical work capacity at Iranian workers. ICE07 Kuala Lumpur. 2007;42-47.
4. Choobineh A , Barzideh M , Gholami T , Amiri R , Tabatabaei HR , Almasi Hashyanie A. Estimation of aerobic capacity (Vo_2-max) and study of its associated factors among male workers of industrial factories in Sepidan/Fars province, 2009. Jundishapur Scientific Medical Journal. 2011;10:1-12.
5. Sadeghi Naini H. Principles of design in goods manually transportation systems. 1st ed. Asana publication. 2001:86. [In Persian].
6. Akalan C, Robergs R A, Kravitz L. Prediction of VO_2-max from an individualized submaximal cycle ergometer protocol. Journal of exercise physiology online (JEP online). 2008;11:1-17.
7. Huggett DL, Connelly DM, Overend TJ. Maximal aerobic capacity testing of older adults: a critical review, journals of gerontology series A: Biological Sciences and Medical Sciences. 2005;60:57-66.
8. Hepple RT, Hagen JL, Krause D. Oxidative capacity interacts with oxygen delivery todetermine maximal O_2 uptake in rat skeletal muscles in situ. Journal of Physiology. 2002;541:1003-1012.
9. Astorino TA, Willey J, Kinnahan J, Larsson SM, Welch H, Dalleck LC. Elucidating determinants of the

plateau in oxygen consumption at VO_2-max. Br J Sports Med.: 2005; 39: 655-60.
10. Hale T. Exercise physiology. John Wiley & Sons, U.S.A. 2003:19.
11. Wilmore JH, Costill DL. Physiology of sport and exercise. Trans. Moeini Z, Rahmani Nia F, Rajabi H, Agha Alinejad H, Salami F. 10th ed. Tehran, Iran: Mobtakeran Publication. 2009: 254. [In Persian].
12. Zou Alaktaf V, Marvi N, Ahmadi Behzad, Marandi SM, Houspian V. VO_2-max estimation for pupils by aerobic octal test (AOT). Olampic 2010;7:85-93.
13. Culpeppe M r, Francis KT. An anatomical model to determine step height in step testing for estimating aerobic capacity. J. Theor Biol. 1987;129:1-8.
14. Chatterjee S, Chatterjee P, Bandyopadhyay A. Prediction of maximal oxygen consumption from body mass, height and body surface area n young sedentary subjects. J. Physiol Pharmacol. 2006;50:181–186.
15. Tayyari F. Smith JL. Occupational ergonomics. Chapman & Hall, 1st ed, USA. 1977:108.
16. Wilmore JH, Costill DL. Physiology of sport and exercise. Trans. Moeini Z, Rahmani Nia F, Rajabi H, Agha Alinejad H, Salami F. Tehran, Iran: Mobtakeran publication. 2006:316. [In Persian].
17. Guyton A, Hall JE. Guyton medical physiology. Trans. Bigdeli MR, Barzanjeh A, Ansari Sh. 1st ed. Tehran,Iran: Tabib Publication; 2005:1179. [In Persian].
18. Brauer Rl. Safety and health for engineers. John Wiley & Sons, USA. 2006:611
19. Gamberale F. The perception of exertion. Ergonomics. 1985;28:299-308.
20. Fitchett M A. Predictability of VO_2-max from sub maximal cycle ergo meter and bench stepping tests. Br. J. Sports Med. 1985;19:85-88.
21. Daneshmandi H, Choobineh A, Rajaei Fard A. Data bank of aerobic capacity (VO_2-max) in male industrial workers of Shiraz, Iran, based on age. J Health Syst Res. 2013;9:42-49.
22. Tuxworth W, Shahnawaz H. The design and evaluation of a step test for the rapid prediction of physical work capacity in an unsophisticated industrial work force. Ergonomics. 1977;20:181-191.
23. Malek MH, Berger DE, Housh TJ,Coburn JW, Beck TW. Validity of VO_2-max equations for aerobically trained males and females. American College of Sports Medicine. 2004;36:1427-1432.
24. Virtanen M, Vahtera J, Pentti J, Honkonen T, Elovainio M, Kivimaki M. Job strain and psychological distress influence on sickness absence among Finnish employees. Am J Prev Med. 2007;33:182-187.
25. Grassi GP, 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;46:412-418.

Correlation of Astrand and ACSM Protocols in Estimating the Maximum Aerobic Capacity (Vo_2-Max)

Forough Zare Derisi[1], Leila Rastegar[2], Sattar Hosseini[2], Hadi Daneshmandi[3]*, Alireza Choobineh[4], Abolfazl Mohammadbeigi[5]

Received: 27/12/2013 Accepted: 07/03/2014

Abstract

Introduction: The maximum aerobic capacity (VO_2-max) can be used to assess the cardio-respiratory condition and fit the physiological characteristics of workers to the work. This study was conducted to determine the correlation between the two methods of estimating the maximum aerobic capacity and its affecting factors among students of Shiraz University of Medical Sciences.

Materials and Methods: In this cross-sectional study, 104 students (54 males and 50 females) participated voluntarily (age ranged from 18 to 28 years). The subjects were assessed by step test according to Åstrand and ACSM protocols. The data collecting tool was a questionnaire including separate sections of demographic (age, sex, etc.), anthropometric (height, weight and BMI) and physiological (VO2-max) characteristics.

Results: The results revealed that the maximum aerobic capacity estimated from Åstrand and ACSM protocols were 3.21 (0.825) and 3.13 (0.707) $l.min^{-1}$, respectively. Pearson correlation test showed high correlation between estimated maximum aerobic capacity via two protocols of Åstrand and ACSM (r=0.958). Meanwhile, there were significant associations among maximum aerobic capacity with weight, height, BMI and the number of hours of exercise per week.

Conclusion: The two methods for estimating the maximum aerobic capacity (Åstrand and ACSM) were highly correlated. Variables such as weight, height, BMI, and number of hours of exercise per week can be named as effective factors on VO2-max

Key words: VO_2-max, Åstrand protocol, ACSM.

1. MSc Student, Student Research Committee, School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran
2. BSc, Student Research Committee, School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran
3. **Corresponding author**, MSc, Department of Ergonomics, School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran.**:** Email: daneshmand@sums.ac.ir
4. Professor, Research Center for Health Sciences, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran
5. PhD Student, Student Research Committee, School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran