

بررسی میزان پارامترهای تست قلبی و ریوی CPET در جمعیت سالم بالغ

چکیده

زمینه: تست ورزش قلبی و ریوی (Cardiopulmonary Exercise Test (CPET) یک روش بالینی است که بطور گسترده کاربرد دارد. هدف از پژوهش حاضر، دستیابی به مجموعه‌ای کامل از مقادیر مرجع برای پاسخ‌های قلبی-ریوی به ورزش و ارزیابی ارتباطات احتمالی با جنس، سن و شاخص توده بدنی (BMI) بود.

روش کار: پرونده ۳۹۹۲ تست ورزش قلبی-ریوی در بیمارستان طی شش سال مورد بررسی قرار گرفت. از این موارد، ۱۰۲ پرونده بیمارانی که سابقه مصرف سیگار، ورزش حرفه‌ای، چاقی، بیماری‌های قلبی-ریوی و همچنین مصرف داروهای نشاط آور، کاهنده قند خون و داروهای قلبی عروقی داشتند، از مطالعه خارج شدند. حداکثر اکسیژن مصرفی $Peak\ VO_2$ از پرونده‌ها استخراج و ثبت گردید. تجزیه و تحلیل پارامترهای اساسی مانند آستانه بی‌هوایی (AT)، VO_2 ، حداکثر تهویه (Maximum Ventilation) و پالس اکسیژن ($O_2\ Pulse$) با توجه به جنس، سن، بیمارانی کم تحرک و فعال اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: ۳۲٪ از شرکت کنندگان زن و ۶۸٪ آنها مرد بودند. میانگین سنی بیماران 36 ± 12 سال بود. میانگین انحراف معیار متغیرها عبارتند بودند از: $AT (1/15 \pm 0/49)$ ، $VO_2 / kg (24/84 \pm 7/15)$ ، $VO_2\ max (1/93 \pm 0/59)$ ، $O_2\ Pulse (12 \pm 3)$ ، $HHR (18 \pm 11)$ ، $HR (90 \pm 6)$ و $VCO_2 (2/29 \pm 0/71)$. آنالیز رگرسیون خطی چندگانه از نظر قد، وزن و سن انجام شد و تفاوتی بین زن و مرد مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: CPET در ایران معمولاً مطابق با استانداردهای کشورهای خارجی انجام می‌شود و نتایج به طور عمده بر اساس مقادیر مرجع (ATS) American Thoracic Society تفسیر می‌شود. با توجه به تفاوت‌های قومی، جغرافیایی و رفتاری بین ایرانیان و افراد سایر ملیت‌ها، تعریف جدیدی برای ارزش‌های طبیعی CPET در ایران ضروری به نظر می‌رسد که در این مطالعه سعی شده که به آن پرداخته شود.

واژگان کلیدی: تست ورزش قلبی-ریوی، تست تنفسی، تست ورزش

پریسا عدیمی ناغان^۱، علی تقی زاده^۲، ماکان صدر^۳، مجید ملک محمد^{۴*}

^۱ دانشیار بیماری‌های ریه، فلوشیپ بیماری‌های خواب، مرکز تحقیقات بیماری‌های مزمن ریوی، پژوهشکده سل و بیماری‌های ریوی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

^۲ دانشیار بیماری‌های ریه، مرکز تحقیقات سل و بیماری‌های ریوی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران.

^۳ استادیار علوم تشریحی، مرکز تحقیقات ویروس شناسی، پژوهشکده سل و بیماری‌های ریوی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

^۴ دانشیار بیماری‌های ریه و مراقبت‌های ویژه، مرکز تحقیقات بیماری‌های نای، پژوهشکده سل و بیماری‌های ریوی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

* نشانی نویسنده مسئول:

نیاوران، دارآباد، پژوهشکده سل و بیماری‌های ریوی، بیمارستان دکتر مسیح دانشوری، تهران، ایران.

نشانی الکترونیکی:
mmalekmohammad@yahoo.com

مقدمه

از منابع علمی، توجه به تعدادی از عوامل، از جمله: نحوه انجام مطالعه، تعداد نمونه و اتفاقی بودن تست (randomization)، اطمینان از کیفیت پروتکل‌های انجام شده CPET، صحت (validity) داده‌ها، و تفسیر آماری مجموعه داده‌ها ضروری است. در نهایت هر آزمایشگاه تست ورزش قلبی ریوی می‌بایست مجموعه‌ای از مقادیر رفرانس طبیعی را انتخاب کند که بتواند ویژگی‌های جمعیت مورد بررسی را به بهترین شکل منعکس نماید (۴). با توجه به کاربرد فراوان تست ورزش قلبی ریوی و عدم انجام مطالعه‌ای با تعداد نمونه کافی در کشور ما در خصوص تعیین مقادیر مرجع و سهولت دسترسی به CPET، هدف از پژوهش حاضر دستیابی به مقادیر مرجع برای پاسخ‌های قلبی-ریوی به ورزش و ارزیابی ارتباطات احتمالی با جنس، سن و شاخص توده بدنی (BMI) می‌باشد.

روش کار

مطالعه حاضر از نوع مقطعی بوده و در طول ۶ سال از یافته‌های پرونده‌های تست ورزش قلبی ریوی استخراج گردید. جمعیت مورد مطالعه از بین افراد سالم مراجعه کننده به بیمارستان دکتر مسیح دانشوری که به عنوان همراه بیمار به این بیمارستان مراجعه نمودند و یا از بین افراد مراجعه کننده به بیمارستان که معیار خروج از مطالعه را نداشتند، انتخاب شدند. از تمام افرادی که کاندید تست CPET بودند، معاینه فیزیکی و ارزیابی قلبی-ریوی، عصبی-عضلانی، پوستی و گوارشی انجام گردید. هر گونه ریسک فاکتور بیماری‌های قلبی ریوی و بیماری‌های عصبی عضلانی نیز در شرکت کنندگان بررسی گردید و یا با استفاده از فایل‌های در دسترس، اطلاعات لازم جمع‌آوری شد. افرادی که دارای همودینامیک متغیر و سابقه بیماری‌های تنفسی بودند و افرادی که الگوی فعالیت فیزیکی غیر طبیعی داشتند، وارد مطالعه نشدند. افرادی که در معاینه فیزیکی در سلامت کامل به سر می‌بردند و سابقه هیچ گونه بیماری را نداشتند، وارد مطالعه گردیدند. به مشارکت کنندگان در خصوص نحوه انجام تست قلبی ریوی آموزش داده شد. هدف از انجام مطالعه و نحوه انجام آن به مشارکت کنندگان توضیح داده شد و از آنان برای شرکت در مطالعه رضایت نامه کتبی اخذ گردید.

قد و وزن این افراد ثبت شد. سپس اسپیرومتری (PFT) و نوار قلب (EKG) مشارکت کنندگان ثبت و بررسی شد. افراد بالای ۵۵ سال با نوار قلب غیر طبیعی از مطالعه حذف شدند. افرادی که تاریخچه هیچگونه بیماری قلبی عروقی و عصبی عضلانی را ذکر نمی‌کردند و در معاینه فیزیکی نیز یافته قابل توجهی نداشتند در صورتی که سیگار می‌کشیدند ولی FEV1 بالای ۸۰٪ داشتند یا FEV1/FVC طبیعی داشتند نیز وارد مطالعه شدند. تمامی افرادی که وارد مطالعه شدند الگوی فعالیت فیزیکی طبیعی داشتند. ابزار جمع‌آوری اطلاعات پرسشنامه‌ای محقق ساخته شامل: تاریخچه پزشکی، معاینه فیزیکی بیماران، نوار قلب، نتایج تست عملکرد

مهم‌ترین نیاز فرد در حین انجام ورزش عبارت از انتقال اکسیژن جهت پشتیبانی پروسه‌های حیاتی وابسته به انرژی در سلول‌های عضلانی (از جمله قلب) و دفع CO₂ بعنوان یک محصول فرعی متابولیسم می‌باشد (۱و۲). تست ورزش قلبی ریوی (CPET) یک آزمون مفید برای ارزیابی کلی و در عین حال پاسخ‌های حداکثری ارگان‌های مختلف بدن بخصوص سیستم قلبی عروقی، دستگاه تنفسی، خونی، سیستم عصبی-روانی و عضلانی اسکلتی می‌باشد؛ زیرا روش‌های بررسی هر یک از ارگان‌های فوق به تنهایی آن هم در حال استراحت اطلاعات درستی به دست نمی‌دهند. وجود یک سیستم ارجاع جهت مقایسه مقادیر بدست آمده با افراد طبیعی لازم و ضروری است تا بتوان نوع محدودیت‌های احتمالی موجود در فرد مورد مطالعه را بر حسب شکایت وی تعیین کرد (۳و۴). اکثر مطالعات انجام شده روی افرادی است که شرایط بدنی مناسبی را جهت انجام تست دارا هستند، که همین عامل مهم‌ترین فاکتور مخدوش کننده در ارزیابی افرادی است که از یک زندگی معمولی و غیرفعال از نظر ورزشی (sedentary) برخوردارند (۴و۵). تست CPET می‌تواند به سئوالات زیادی پاسخ دهد در حالیکه یک تست ورزش صرفاً قلبی فقط وجود یا عدم وجود ایسکمی میوکارد را نشان می‌دهد (۶و۷). در مطالعات Blackie و همکاران و Fairbairn و همکاران مقادیر پیش بینی شده برای متغیرهای مختلف تعیین و به وسیله رگرسیون خطی رابطه بین متغیرها محاسبه گردید. این مطالعات با تقسیم بیماران به گروه‌های سنی مساوی با تعداد برابر توانسته‌اند نتایج قابل قبولی بدست آورند (۷و۸). در این تحقیق افراد سالم داوطلب در مدت ۵ سال بررسی شدند: ۳۳۱ نفر این تست را انجام دادند، که ۱۲۰ نفر زن و ۱۱۱ نفر مرد بودند. از لحاظ تاریخچه و شرح حال و معاینه فیزیکی همه افراد مورد بررسی قرار گرفتند و در صورت وجود بیماری قلبی، تنفسی یا اختلال عصبی عضلانی از مطالعه کنار گذاشته شدند. سن افراد بین ۸۰-۲۰ سال بوده است. حجم جاری در مردان بیشتر از زنان بود (P-value < ۰.۰۱) ولی در صورتیکه حجم جاری فرد نسبت به FVC تصحیح شود تفاوتی بین زن و مرد دیده نمی‌شد. حداکثر تعداد تنفس در دقیقه (RRmax) در جنس زن و مرد هیچ تفاوت معنی‌داری نداشت. متغیر VE/VC₂ با حداکثر O₂uptake رابطه معنی‌دار داشت (۷و۸). CPET بصورت فزاینده‌ای در طیف وسیعی از بررسی‌های بالینی نظیر عدم تحمل ورزش، علائم تنفسی پدید آمده در اثر فعالیت ورزشی و همچنین تعیین کمی ظرفیت و معلولیت کار کردی افراد در هنگام فعالیت بکار می‌رود. انتخاب مقادیر طبیعی رفرانس برای بررسی تست ورزش قلبی ریوی جهت تفسیر تست‌های مزبور ضروری می‌باشد (۹و۱۰). این مقادیر رفرانس، مبنای مقایسه را ارائه می‌کنند. استاندارد نمودن مقادیر رفرانس طبیعی و نیز نحوه‌ی انجام تست و انواع تست CPET جهت تسهیل در تفسیر دقیق این تست‌ها و همچنین بالا بردن ارزش کلینیکی تست ورزش ضروری می‌باشد (۱۱). در هنگام استخراج مقادیر رفرانس

مصرف اکسیژن در حداکثر فعالیت به ازای HRmax، VCO₂ مقدار تولید دی‌اکسیدکربن در حداکثر فعالیت، Breathing Reserve (BR) تفاوت VE/VCO₂ و VEmax پیش‌بینی شده، VE تهویه بازدمی، نسبت VE/VCO₂ را EQCO₂، نسبت VE/VO₂ را EQO₂ می‌نامند. dVO₂/dWR شیب منحنی VO₂ با لود اعمال شده و نیز Load max حداکثر لود وارد شده در ورزش و RER نسبت VCO₂/VO₂ در حداکثر فعالیت می‌باشد. در هر شرکت کننده دستگاه به روش استاندارد کالیبره شد. یافته‌ها با نرم افزار SPSS ورژن ۱۹ آنالیز شد.

یافته‌ها

تعداد کل افراد مورد مطالعه ما که در تحلیل نهایی دخالت داده شدند ۱۰۲ نفر بودند. ۳۲٪ از این افراد را زنان و ۶۸٪ را مردان تشکیل دادند. یافته‌ها نشان داد، میانگین سنی کل افراد مورد مطالعه ۳۶±۱۲ سال بود (جدول ۱).

جدول ۱. اطلاعات دموگرافیک افراد شرکت کننده در مطالعه

متغیر	زنان		مردان		مجموع	
	Mean±	SD	Mean±	SD	Mean±	SD
متغیر سن (سال)	۳۷	۱۲	۳۶	۱۳	۳۶	۱۲
قد (cm)	۱۶۲	۷	۱۷۶	۶	۱۷۱	۹
وزن (Kg)	۶۶	۱۱	۸۱	۱۴	۷۶	۱۵
BMI(kg/m ²)	۲۴/۴	۳/۸	۲۶/۱	۴	۲۵/۶	۴
Arm span(cm)	۱۶۰	۸	۱۷۶	۷	۱۷۱	۱۰

جدول ۲ و ۳ به بررسی پارامترهای اصلی در تست ورزشی قلبی ریوی و مقایسه متغیرهای ارزیابی شده در جنس زن و مرد می‌پردازند.

جدول ۲. پارامترهای اصلی در تست ورزش قلبی-ریوی CPET

Parameters	Per 5%	Per 10%	Per 25%	Mean	Per 75%	Per 95%	SD
HR	۷۹		۸۴	۹۰	۹۳	۹۸	۶
HRR	۳	۷	۱۲	۱۸	۲۹	۳۸	۱۱
O ₂ Pulse	۶		۹	۱۲	۱۴	۱۷	۳
VO _{2max}	۱/۰۵		۱/۵۴	۱/۹۳	۲/۲۷	۲/۸۸	۰/۵۹
VO ₂ /kg	۱۵/۵۶		۲۰/۹۸	۲۴/۸۴	۳۰/۲۷	۳۷/۳۸	۷/۱۵
VCO ₂	۱/۱۶		۱/۸۹	۲/۲۹	۲/۸۰	۳/۵۶	۰/۷۱
RER	۱/۰۷	۱/۰۸	۱/۱۳	۱/۱۹	۱/۲۵	۱/۳۱	۰/۰۸
BF	۲۵		۳۴	۳۹	۴۳	۵۱	۸
Load _{Max}	۹۲		۱۲۹	۱۵۵	۱۸۲	۲۴۵	۴۵
EQO _{2max}	۲۶/۹		۳۲/۰	۳۵/۴	۳۹/۱	۴۶/۶	۶/۱
EQCO _{2max}	۲۴/۲		۲۷/۵	۲۹/۵	۳۲/۰	۳۶/۰	۳/۹
VE _{max} (L/min)	۳۸		۵۴	۶۶	۸۷	۱۱۴	۲۳
AT (ml/kg/min)	۰/۵۹		۰/۹۴	۱/۱۵	۱/۵۰	۲/۰۸	۰/۴۹

ریوی، تاریخچه کشیدن سیگار (سیگاری گذشته، سیگاری در حال حاضر و تعداد پاکت در سال)، مصرف مواد مخدر و میزان فعالیت فیزیکی (ورزشکار حرفه‌ای، ورزش روزانه، عدم ورزش) بود. قسمت مربوط به اطلاعات دموگرافیک با مصاحبه و قسمت‌های مربوط به تست‌های کلینیکی و پاراکلینیکی توسط محقق و با استفاده از اطلاعات ثبت شده جمع‌آوری شد. از ۳۹۹۵ فایل و افراد در دسترس در ابتدای مطالعه ۱۸۰ شرکت کننده وارد مطالعه شدند. از این تعداد پس از ارزیابی اولیه ۵ نفر به جهت مصرف مواد مخدر، ۴ نفر به جهت داشتن اسپیرومتری PFT غیر طبیعی، ۸ نفر به جهت آریتمی از نوع سوپراوتریکولار (که پس از توقف تست ریتم قلب نرمال شد)، ۹ نفر به دلیل عدم توانایی در به پایان رساندن تست، ۱۴ نفر به دلیل آئزین صدی، ۷ نفر به دلیل اینکه ورزشکار حرفه‌ای بودند، ۱۵ نفر به دلیل فشارخون بالا، ۱۰ نفر به افت فشار خون و ۶ نفر به دلیل اینکه نتوانستند خودشان را با شدت بالای تست هماهنگ نمایند از مطالعه خارج شدند و نتیجه تست آنان وارد مطالعه نشد. در مجموع ۱۰۲ مشارکت کننده (۳۳ زن و ۶۹ مرد) با میانگین سنی ۳۶±۱۲ سال تست را به پایان رساندند و دامنه سنی مشارکت‌کنندگان ۱۷ تا ۶۷ سال بود.

اسپیرومتری با دستگاه کمپانی CareFusion به روش استاندارد، انجام شد. پارامترهای (FEV₁، FEV₁% و FVC) ثبت شدند. چنانچه نتایج پارامترهای مشخص شده اسپیرومتری بالاتر از ۸۰٪ Predicted بود نتایج نرمال گزارش می‌شد. تست با دوچرخه ارگومتری الکترونیک با مدل Ergo-line D-72475 BITS (Ergometric-800) که توسط کمپانی سازنده کالیبره شده بود انجام گرفت. تست با پروتکل افزایش یابنده انجام شد و حین انجام تست طبق این پروتکل مراحل زیر طی شد: ۲ دقیقه استراحت Rest، ۳ دقیقه Unloaded Cycling، شروع فاز افزایش یابنده و رسیدن به ۶۰ دور در دقیقه رکاب زدن (۱۲-۱۰ دقیقه) و ۴ دقیقه بازیابی یا Recovery. میزان کار ورزشی به طور ثابت در هر دقیقه افزایش می‌یافت (به میزان ۲۵ W/min- در زنان و ۲۵-۱۵ W/min در مردان). داده‌ها توسط دستگاه با فرمول‌های استاندارد (براساس مقادیر مرجع) محاسبه و به صورت فرم‌های گرافیکی و اعداد توصیفی نمایش داده شد. میزان متغیرهای Arm Span، HR Max، HRR، BF، VO₂max، VO₂/Kg، O₂ Pulse، VCO₂، AT، VE، BR، EQCO₂، EQO₂، dVO₂/dWR، Load Max و RER، محاسبه شد.

به ترتیب منظور از این متغیرها Arm Span اندازه‌گیری فاصله در انگشت در وضعیت باز بودن کامل دست‌ها، Max HR تعداد ضربان قلب در حداکثر فعالیت، تفاوت بین HR پیش‌بینی شده و HR max، میزان VO₂ در آستانه بی‌هوازی منظور AT است، BF تعداد تنفس در دقیقه، VO₂Max مقدار مصرف اکسیژن در حداکثر فعالیت، VO₂/Kg مقدار مصرف اکسیژن در حداکثر فعالیت به ازای واحد وزن، O₂ Pulse

جدول ۳ - مقایسه متغیرهای ارزیابی شده در تست ورزش قلبی ریوی بین زنان و مردان

جنسیت متغیر	مردان		زنان	
	Mean±	SD	Mean±	SD
HR(b/min)	۸۹	۶	۹۰	۷
HRR (b/min)	۲۱	۱۱	۱۹	۱۲
O ₂ Pulse _{max} (ml/min)	۸۳	۱۸	۹۱	۲۵
VO _{2max} % (L/min)	۷۶	۱۶	۸۴	۲۲
VO ₂ /kg (ml/min/kg)	۲۷/۱۷	۶/۹	۲۳/۰۵	۶/۸
VCO ₂ (L/min)	۲/۵۷	۰/۶	۱/۸۲	۰/۶۷
RER	۱/۱۹	۰/۰۸	۱/۱۸	۰/۰۹
BF	۳۸	۸	۴۰	۷
Load _{Max} (w/min)	۸۷	۱۸	۸۹	۲۱
EQO _{2max}	۳۵/۲	۵/۳	۳۱	۴/۶
EQCO _{2max}	۲۹/۴	۳/۵	۳۶/۹	۷/۴
VE _{max} (L/min)	۵۴	۱۵	۵۵	۱۵
AT(ml/kg/min)	۱/۳۵	۰/۴۸	۱	۰/۴۳
BR _{max} %	۴۶	۱۵	۴۵	۱۵

آنالیز رگرسیون چندگانه نشان داد در افراد سالم ایرانی رابطه زیر جهت تخمین حداکثر مصرف اکسیژن وجود دارد. برای برآورد و تعیین رفتار و مقدار متغیر VO₂max بر اساس متغیرهای آنترپومتریک و تحلیل رابطه علت و معلولی، از آنالیز رگرسیون چند متغیری استفاده شد. در ابتدا نرمال بودن متغیر وابسته و استقلال متغیرهای مستقل چک گردید. آنالیز رگرسیون بصورت (گام به گام) Stepwise انجام شد. در نهایت متغیرهای سن، قد و وزن در مدل بصورت زیر باقی ماندند:

$VO_{2max} = 0.03 (\text{Height}) + 0.01 (\text{Weight}) - 3.5 - 0.008 (\text{Age})$
 که از نظر آماری با توجه به آزمون F انجام شده در سطح معنی داری ۰/۰۵ دارای کفایت لازم می باشد:

$R^2 = 0.427, P\text{-value} = 0.000$

در مورد متغیر VO₂/kg هم در نهایت متغیرهای سن و قد و وزن در مدل بصورت زیر باقی ماندند:

$VO_{2}/kg = 0.39 (\text{Height}) - 0.18 (\text{Weight}) - 0.11 (\text{Age})$

که از نظر آماری با توجه به آزمون F انجام شده در سطح معنی داری ۰/۰۵ دارای کفایت لازم می باشد ($R^2 = 0.271, P\text{-value} = 0.000$).

برای برآورد و تعیین رفتار و مقدار متغیر VEmax بر اساس متغیرهای آنترپومتریک و تحلیل رابطه علت و معلولی، از آنالیز رگرسیون چند متغیری استفاده شد. در ابتدا نرمال بودن متغیر وابسته و استقلال متغیرهای مستقل چک گردید. آنالیز رگرسیون بصورت (گام به گام) Stepwise انجام شد و در نهایت متغیر قد در مدل بصورت زیر باقی ماند:

$VEmax = 1.18 (\text{Height}) - 137.9$

که از نظر آماری با توجه به آزمون F انجام شده در سطح معنی داری ۰/۰۵ دارای کفایت لازم می باشد ($R^2 = 0.311, P\text{-value} = 0.000$).

برای برآورد و تعیین رفتار و مقدار متغیر HR max بر اساس متغیرهای

آنترپومتریک و تحلیل رابطه علت و معلولی، از آنالیز رگرسیون چند متغیری استفاده شد. در ابتدا نرمال بودن متغیر وابسته و استقلال متغیرهای مستقل چک گردید. آنالیز رگرسیون بصورت (گام به گام) Stepwise انجام شد و در نهایت تنها متغیر سن در مدل بصورت زیر باقی ماند:

$HR_{max} = 190 - 0.8 (\text{Age})$

که از نظر آماری با توجه به آزمون F انجام شده در سطح معنی داری ۰/۰۵ دارای کفایت لازم می باشد ($R^2 = 0.476, P\text{-value} = 0.000$).

برای برآورد و تعیین رفتار و مقدار متغیر O₂ Pulse بر اساس متغیرهای آنترپومتریک و تحلیل رابطه علت و معلولی، از آنالیز رگرسیون چند متغیری استفاده شد. در ابتدا نرمال بودن متغیر وابسته و استقلال متغیرهای مستقل چک گردید. آنالیز رگرسیون بصورت (گام به گام) Stepwise انجام شد و در نهایت تنها متغیر سن و وزن در مدل بصورت زیر باقی ماند:

$O_2 \text{ Pulse} = -22 + 0.16 (\text{Age}) + 0.08 (\text{Weight})$

که از نظر آماری با توجه به آزمون F انجام شده در سطح ۰/۰۵ دارای کفایت لازم می باشد ($R^2 = 0.432, P\text{-value} = 0.000$).

برای برآورد و تعیین رفتار و مقدار متغیر AT بر اساس متغیرهای آنترپومتریک و تعیین رابطه علت و معلولی، از آنالیز رگرسیون چند متغیری استفاده شد. در ابتدا نرمال بودن متغیر وابسته و استقلال متغیرهای مستقل چک گردید. آنالیز رگرسیون بصورت (گام به گام) Stepwise انجام شد و در نهایت تنها متغیر قد در مدل بصورت زیر باقی ماند:

$AT = 0.02 (\text{Height})$

که از نظر آماری با توجه به آزمون F انجام شده در سطح معنی داری ۰/۰۵ دارای کفایت لازم می باشد ($R^2 = 0.427$).

بحث و نتیجه گیری

امروزه تست ورزش قلبی-ریوی به دلیل سهولت انجام و قابل دسترس بودن آن بسیار فراگیر شده و از پشتوانه علمی خوبی برخوردار است. با این وجود انجام مراحل بسیار کامل آن هنوز بطور قابل توجهی بلااستفاده می باشد. مهمترین علل در این زمینه، عدم وجود مقادیر طبیعی برای جمعیت های گوناگون و نبود اتحاد در پارامترهای آن در دستگاه های تولید شده توسط کمپانی های گوناگون می باشد که تفسیر این تست را مشکل می کند. این مشکل به ویژه در زیر گروه ها مثل زیر گروه زنان حایز اهمیت است.

این مطالعه اطلاعات وسیعی درباره مقادیر طبیعی تست ورزش قلبی ریوی در افراد ایرانی با فعالیت های معمول زندگی را فراهم می سازد. منظور از این شرکت کنندگان تحت مطالعه، افرادی هستند که کارهای روزمره زندگی خود را انجام می دهند و در عین حال از توانایی انجام این تست تا حد قابل قبول برخوردارند.

حجم نمونه بالاتر بود. با وجود این چون مقادیر HRR در مقایسه با HR پیش بینی شده از فرمول (سن - ۲۲۰) محاسبه گردید و همانطور که اشاره شد فرمول ما (سن \times ۰/۸ - ۱۹۰) بدست آمد، این تفاوت قابل انتظار است.

در رابطه با dVO_2/dWR می توان گفت که میانگین متغیر برای هر دو گروه جنسی یکسان است. (۲/۵ تا $1/2 \pm 9/8$)؛ ولی صدک ۵ برای این متغیر در بین کل افراد مورد مطالعه ۷/۱ اندازه گیری شده است. پایین بودن صدک ۵ این متغیر در کل افراد مورد مطالعه و بخصوص در بین زنان ممکن است مربوط به نحوه انتخاب نمونه ما باشد که افراد مورد مطالعه از بین افراد غیر ورزشکار انتخاب شده اند؛ و نیز به بی تحرکی بیشتر در بین زنان جامعه ما مرتبط باشد.

مقادیر محاسبه شده برای صدک ۹۵، $EQCO_2$ at AT به ترتیب کمتر از ۳۰/۵ و ۳۷/۱ و ۳۲/۶ در مردان، زنان و کل افراد بدست آمد که با حد آستانه ۳۴ در منابع خارجی متفاوت است، که شاید به غیر ورزشکار بودن و بی تحرکی بیشتر در بین زنان جامعه ما مرتبط باشد.

مقادیر محاسبه شده برای صدک ۹۵، $EQCO_2$ at max به ترتیب کمتر از ۳۴/۱ و ۳۹/۳ و ۳۶ در مردان و زنان و کل افراد بدست آمده که با حد آستانه ۴۰ در منابع خارجی تقریباً منطبق است.

در مورد RER باید گفت با وجود اینکه میانگین مقادیر بدست آمده تقریباً با اعداد منابع خارجی مطابقت دارد، ولی اعداد بدست آمده برای صدک پنجم این متغیر پایین تر از سایر مطالعات است؛ علت این تفاوتها را شاید در غیر ورزشکار بودن افراد مورد مطالعه، اختلافات نژادی جامعه ما و تفاوت های موجود در نوع فیبرهای عضلانی جستجو کرد.

در نهایت با توجه به تفاوت های قومی، جغرافیایی و رفتاری بین جمعیت ایران و افراد سایر ملیت ها، تعریف جدیدی برای میزان طبیعی متغیرهای CPET در ایران ضروری به نظر می رسد.

بر اساس اطلاعات حاضر، تا کنون چنین مطالعه ای در کشور ما انجام نشده است. البته برای تعمیم نتایج به کل جمعیت نیاز به تعداد بیشتری نمونه و در عین حال با توزیع مساوی در گروه های مختلف سنی وجود دارد. از آنجاییکه این مطالعه جزو محدود مطالعاتی است که افراد مورد بررسی از بین افراد غیر ورزشکار جامعه انتخاب شده اند، در نوع خود با اهمیت است.

نتایج بدست آمده نشان داد که متغیر اصلی وابسته در مطالعه حاضر، یعنی VO_2 max رابطه معنی داری با سن، وزن و قد افراد داشت. البته در کل رابطه های رگرسیون بدست آمده برای افراد مورد مطالعه متفاوت از رفرانس های خارجی و در مواردی کمتر از مقادیر مشابه خارجی است که شاید از تفاوت های نژادی، بدنی و رفتاری (مثل عادت به پیاده روی) مردم ما با آنها ناشی می شود. علت دیگری برای این اختلافات را شاید بتوان در نوع نمونه گیری انجام شده جستجو کرد؛ که انتخاب از میان افراد طبیعی و تصادفی کردن داده ها در آن نقش نداشت.

در مورد VE max و رابطه معنی دار آن با AT که در هر دو گروه جنسی مشاهده شد، شاید بتوان این ارتباط را اینگونه توجیه کرد که توانایی فرد در دیرتر رسیدن به آستانه بی هوازی این امکان را به وی می دهد تا مدت بیشتری بتواند از متابولیسم بی هوازی خود استفاده نماید. این متغیر نیز مثل AT فقط با قد افراد مورد مطالعه رابطه رگرسیون داشت.

صدک ۹۵ برای حداکثر تعداد تنفس BF در هر دو جنس حدود ۵۲-۵۱ بدست آمد که مشابه رفرانس های خارجی است. البته باید توجه داشت که میانگین این متغیر در وضعیت استراحت در افراد مورد مطالعه ما $19 \pm 6/6$ بدست آمد.

رابطه رگرسیون بدست آمده برای افراد مورد مطالعه ما برای حداکثر ضربان قلب معادله (سن \times ۰/۸ - ۱۹۰) HR max = محاسبه گردید؛ در مورد مقادیر بالاتر بدست آمده برای HRR، باید منتظر مطالعات بیشتر با

منابع

1. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Stringer WW, Whipp BJ. Principles of exercise testing and interpretation: including pathophysiology and clinical applications. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2005;37(7):1249.
2. Hamilton AL, Killian KJ, Summers E, Jones NL. Muscle strength, symptom intensity, and exercise capacity in patients with cardio-respiratory disorders. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995;152(6 Pt 1):2021-31.
3. Weisman IM, Zeballos RJ. Cardiopulmonary exercise testing. *Pulmonary Critical Care Update series*. 1995;11:1-9.
4. Mezzani A. Cardiopulmonary Exercise Testing: Basics of Methodology and Measurements. *Ann Am Thorac Soc*. 2017;14(Supplement_1):S3-S11.
5. Kevin SE, Martinez RF. Cardiopulmonary exercise testing in unexplained dyspnea. *Clinical exercise testing*. 2002;32:81-8.
6. Malekmohammad M, Ahmadi-Nejad M, Adimi P, Jamaati HR, Marashian SM. Evaluation of maximum O2 consumption: using ergo-spirometry in severe heart failure. *Acta Med Iran*. 2012;50(9):619-23.
7. Blackie SP, Fairbairn MS, McElvaney GN, Morrison NJ, Wilcox PG, Pardy RL. Prediction of maximal oxygen uptake and power during cycle ergometry in subjects older than 55 years of age. *Am Rev Respir Dis*. 1989;139(6):1424-9.
8. Fairbairn MS, Blackie SP, McElvaney NG, Wiggs BR, Paré PD, Pardy RL. Prediction of heart rate and oxygen uptake during incremental and maximal exercise in healthy adults. *Chest*. 1994;105(5):1365-9.
9. Koch B, Schäper C, Ittermann T, Spielhagen T, Dörr M, Völzke H, Opitz CF, Ewert R, Gläser S. Reference values for cardiopulmonary exercise testing in healthy volunteers: the SHIP study. *Eur Respir J*. 2009;33(2):389-97.
10. Paap D, Takken T. Reference values for cardiopulmonary exercise testing in healthy adults: a systematic review. *Expert Rev Cardiovasc Ther*. 2014;12(12):1439-53.
11. Mohammad MM, Dadashpour S, Adimi P. Predicted values of cardiopulmonary exercise testing in healthy individuals (a pilot study). *Tanaffos*. 2012;11(1):18-25.