مقـــاله تحقیقی

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

پریسا عدیمی ناغان[1]، علی تقی زادیه[2]، ماکان صدر[3]، مجید ملک محمد[4*]

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

[2] دانشیار بیماری‌های ریه، مرکز تحقیقات سل و بیماری‌های ریوی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران.

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

[4] 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 الکترونیک:
mmalekmohammad@yahoo.com

چکیده

زمینه: تست ورزش قلبی و ریوی Cardiopulmonary Exersise 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 بی‌هوازی (AT)، VO_2، حداکثر تهویه (Maximum Ventilation) و پالس اکسیژن (O_2 Pulse) با توجه به جنس، سن، بیماران کم تحرک و فعال اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: ۳۲% از شرکت کنندگان زن و ۶۸% آنها مرد بودند. میانگین سنی بیماران ۱۲± ۳۶ سال بود. میانگین انحراف معیار متغیرها عبارتند بودند از: AT (۰/۴۹ ± ۱/۱۵)، VO_2 / kg (۷/۱۵ ± ۲۴/۸۴)، VO_2max (۰/۵۹ ± ۱/۹۳)، O_2Pulse (۳ ± ۱۲)، HHR (۱۱ ± ۱۸)، HR (۶ ± ۹۰) و VCO_2 (۰/۷۱ ± ۲/۲۹). آنالیز رگرسیون خطی چندگانه از نظر قد، وزن و سن انجام شد و تفاوتی بین زن و مرد مشاهده نشد.

نتیجه گیری: CPET در ایران معمولاً مطابق با استانداردهای کشورهای خارجی انجام می شود و نتایج به طور عمده بر اساس مقادیر مرجع American Thoracic Society (ATS) 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

[Downloaded from jmciri.ir on 2026-11-08]

مقدمه

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 CO_2 بعنوان یک محصول فرعی متابولیسم می‌باشد (۲و۱). 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 (۴و۳). 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 (۵و۴). تست CPET می‌تواند به سئوالات زیادی پاسخ دهد در حالیکه یک تست ورزش صرفا قلبی فقط وجود یا عدم وجود ایسکمی میوکارد را نشان می‌دهد (۶و۱). در مطالعات Blackie و همکاران و Fairbarn 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 (۸و۷). در این تحقیق افراد سالم داوطلب درمدت ۵ سال بررسی شدند: ۲۳۱ 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<۰/۰۰۱) 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/VCO_2 باحداکثر O_2uptake رابطه معنی‌دار داشت (۸و۷). 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(۱۰و۹). 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 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 پاسخ های 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 درطول 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 شرکت‌کنندگان 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 مشارکت‌کنندگان در خصوص نحوه انجام تست قلبی ریوی آموزش داده شد. هدف از انجام مطالعه و نحوه انجام آن به مشارکت‌کنندگان 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) مشارکت‌کنندگان 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

[Downloaded from jmciri.ir on 2026-11-08]

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 سوپراونتریکولار (که پس از توقف تست ریتم قلب نرمال شد)، ۹ نفر به دلیل عدم توانایی در به پایان رساندن تست، ۱۴ نفر به دلیل آنژین صدری، 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 ۱۲±۳۶ 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, FVC وFEV1%) 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 W/min ۲۵–۱۰ در زنان و W/min ۲۵–۱۵ 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، VO_2max، VO_2/Kg، O_2 Pulse، VCO_2، AT، VE، BR، $EQCO_2$، EQO_2، dVO_2/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 VO_2 در آستانه بی‌هوازی منظور AT است، BF تعداد تنفس در دقیقه، VO_2Max مقدار مصرف اکسیژن درحداکثر فعالیت، VO_2/Kg مقدار مصرف اکسیژن درحداکثر فعالیت به ازای واحد وزن، O_2 Pulse مقدار مصرف اکسیژن درحداکثر فعالیت به ازای HRmax ، VCO_2 مقدارتولید دی‌اکسیدکربن در حداکثر فعالیت، Breathing Reserve (BR) تفاوت VEmax و VE پیش‌بینی شده، VE تهویه بازدمی، نسبت VE/VCO_2 را $EQCO_2$، نسبت VE/VO_2 را EQO_2 می‌نامند. dVO_2/dWR شیب منحنی VO_2 با لود اعمال شده و نیز Load max حداکثر لود وارد شده در ورزش و RER نسبت VCO_2/VO_2 در حداکثر فعالیت می‌باشد.

در هر شرکت‌کننده 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 ۱۲±۳۶ سال بود (جدول ۱).

جدول ۱ .اطلاعات دموگرافیک افراد شرکت کننده در مطالعه

متغیر	زنان		مردان		مجموع	
متغیر	Mean±	SD	Mean±	SD	Mean±	SD
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/M2)	۲۴/۴	۳/۸	۲۶/۱	۴	۲۵/۶	۴
Arm span(cm)	۱۶۰	۸	۱۷۶	۷	۱۷۱	۱۰

جداول 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 درتست 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_2Pulse	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
$EQCO_{2\cdot max}$	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

[Downloaded from jmciri.ir on 2026-11-08]

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
$O_2Pulse_{.max}$ (ml/min)	۸۳	۱۸	۹۱	۲۵
$VO_{2.max}$% (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
$EQCO_{2.max}$	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 VO_2max بر اساس متغیرهای آنتروپومتریک 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 (Height) + 0.01 (Weight) –3.5 – 0.008 (Age)

که از نظر آماری با توجه به آزمون F انجام شده در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ دارای کفایت لازم می‌باشد:

R2=0.427, P-value=0.000

در مورد متغیر VO_2/kg هم در نهایت متغیرهای سن و قد و وزن در مدل بصورت زیر باقی ماندند:

VO_2/kg = 0.39 (Height) – 0.18 (Weight) – 0.11 (Age)

که از نظر آماری با توجه به آزمون F انجام شده در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ دارای کفایت لازم می‌باشد (R2=0.271, P-value=0.000).

برای برآورد و تعیین رفتار و مقدار متغیر VEmax بر اساس متغیرهای آنتروپومتریک 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 (Height) -137.9

که از نظر آماری با توجه به آزمون F انجام شده در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ دارای کفایت لازم می‌باشد (R2=0.311, P-value=0.000).

برای برآورد و تعیین رفتار و مقدار متغیر HR max بر اساس متغیرهای آنتروپومتریک 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 (Age)

که از نظر آماری با توجه به آزمون F انجام شده در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ دارای کفایت لازم می‌باشد (R2=0.476, P-value=0.000).

برای برآورد و تعیین رفتار و مقدار متغیر O_2 Pulse براساس متغیرهای آنتروپومتریک 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 Pulse = -22 + 0.16 (Age) + 0.08 (Weight)

که از نظر آماری با توجه به آزمون F انجام شده در سطح ۰/۰۵ دارای کفایت لازم می‌باشد (R_2=0.432, P-value=0.000).

برای برآورد و تعیین رفتار و مقدار متغیر AT بر اساس متغیرهای آنتروپومتریک 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 (Height)

که از نظر آماری با توجه به آزمون F انجام شده در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ دارای کفایت لازم می‌باشد (R2=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 می‌باشد. مهمترین علل در این زمینه، عدم وجود مقادیر طبیعی برای جمعیت‌های گوناگون و نبود اتحاد در پارامترهای آن در دستگاه‌های تولید شده توسط کمپانی‌های گوناگون می‌باشد که تفسیر این تست را مشکل می‌کند. این مشکل به ویژه در زیر گروه‌ها مثل زیر گروه زنان حایز اهمیت است.

این مطالعه اطلاعات وسیعی درباره مقادیر طبیعی تست ورزش قلبی ریوی در افراد ایرانی با فعالیت‌های معمول زندگی را فراهم می‌سازد. منظور از این شرکت‌کنندگان تحت مطالعه، افرادی هستند که کارهای روزمره زندگی خود را انجام می‌دهند و در عین حال از توانایی انجام این تست تا حد قابل قبول برخوردارند.

[Downloaded from jmciri.ir on 2026-11-08]

براساس اطلاعات حاضر، تا کنون چنین مطالعه‌ای 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 گروه‌های مختلف سنی وجود دارد. از آنجاییکه این مطالعه جزو معدود مطالعاتی است که افراد مورد بررسی از بین افراد غیر ورزشکار جامعه انتخاب شده‌اند، در نوع خود با اهمیت است.

نتایج بدست آمده نشان داد که متغیر اصلی وابسته در مطالعه حاضر، یعنی VO_2 max رابطه معنی‌داری با سن، وزن و قد افراد داشت. البته در کل رابطه‌های رگرسیون بدست آمده برای افراد مورد مطالعه متفاوت از رفرانس‌های خارجی و در مواردی کمتر از مقادیر مشابه خارجی است که شاید از تفاوت‌های نژادی، بدنی و رفتاری (مثل عادت به پیاده‌روی) مردم ما با آنها ناشی می‌شود. علت دیگری برای این اختلافات را شاید بتوان در نوع نمونه‌گیری انجام شده جستجو کرد؛ که انتخاب از میان افراد طبیعی و تصادفی کردن داده‌ها در آن نقش نداشت.

در مورد VE max و رابطه معنی‌دار 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 بی‌هوازی این امکان را به وی می‌دهد تا مدت بیشتری بتواند از متابولیسم بی‌هوازی 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 رفرانس‌های خارجی است. البته باید توجه داشت که میانگین این متغیر در وضعیت استراحت در افراد مورد مطالعه ما ۶/۶ ± ۱۹ بدست آمد.

رابطه رگرسیون بدست آمده برای افراد مورد مطالعه ما برای حداکثر ضربان قلب معادله (سن × ۰/۸ – ۱۹۰) = HR max محاسبه گردید؛ در مورد مقادیر بالاتر بدست آمده برای HRR، باید منتظر مطالعات بیشتر با 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 × ۰/۸ – ۱۹۰) بدست آمد، این تفاوت قابل انتظار است.

در رابطه با dVO_2/dWR می‌توان گفت که میانگین متغیر برای هر دو گروه جنسی یکسان است. (۲/۵ تا ۱/۲ ± ۹/۸)؛ ولی صدک ۵ برای این متغیر در بین کل افراد مورد مطالعه ۷/۱ اندازه‌گیری 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 شده‌اند؛ 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 آمدکه با حد آستانه ۴۰ در منابع خارجی تقریبا منطبق است.

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

در نهایت با توجه به تفاوت‌های قومی، جغرافیایی و رفتاری بین جمعیت ایران و افراد سایر ملیت‌ها، تعریف جدیدی برای میزان طبیعی متغیرهای CPET در ایران ضروری به نظر می‌رسد.

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 cardiorespiratory 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, Martineza 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, Fairbarn 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. Fairbarn 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.

[Downloaded from jmciri.ir on 2026-11-08]