برآورد حداکثر نبض اکسیژن زنان یائسه

دکتر بختیار ترتیبیان[۱]، سوادبه شرابیانی[۲]

۱. استادیار دانشگاه ارومیه
۲. کارشناس ارشد تربیت بدنی

تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۴/۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۷/۷/۲۸

چکیده

نبض اکسیژن، به عنوان شاخص برآورد انتقال اکسیژن در دستگاه گردش خون به تازگی در تحقیقات بالینی و ورزشی مورد توجه قرار گرفته و اطلاعات زیادی از این شاخص ارزیابی‌کننده کارائی قلبی و عروقی ارائه نشده است. هدف پژوهش حاضر، برآورد حداکثر نبض اکسیژن در زنان یائسه بوده است. تعداد ۳۳ زن یائسه سالم با میانگین سنی ۲/۶۶ ± ۵۰/۸۲ سال، قد ۳/۳۳ ± ۱۵۹/۳۶ سانتی متر و وزن ۹/۷۴ ± ۷۳ کیلوگرم در این تحقیق شرکت کردند. آزمودنی‌های تحقیق، آزمون میدانی پیاده روی یک مایل (راکپورت)، آزمون پله سایکونلفی، و آزمون دوی یک مایل را اجرا کردند، سپس با پروتکل مرجع جونز مقایسه شدند. مقادیر نبض اکسیژن به دنبال آزمون راکپورت(۱/۵۵ ± ۹/۹۷ میلی‌لیتر در ضربه) و پله سایکونلفی(۰/۷۴ ± ۵/۷۷ میلی‌لیتر در ضربه) تفاوت معنی‌داری را با شاخص (p = ۰/۰۰۱) نشان داد. با وجود این، اگرچه آزمون دوی یک مایل (۱/۱۵ ± ۱۵/۲۹ میلی‌لیتر بر ضربه) تفاوت معنی‌داری را با شاخص جونز (p =۰/۰۰۱) نشان داد، اما بسیار نزدیک به آن بود. نتایج مطالعهٔ حاضر نشان می‌دهد برآورد حداکثر نبض اکسیژن با آزمون ورزشی دوی یک مایل، واقع بینانه‌تر از آزمون‌های راکپورت و پلهٔ سایکونلفی است، به گونه‌ای که مقادیر حداکثر نبض اکسیژن حاصل ازاین آزمون، به مقادیر حداکثر نبض اکسیژن شاخص جونز بسیار نزدیک است.

کلیدواژه‌های فارسی: نبض اکسیژن، زنان یائسه، آزمون‌های عملکردی قلبی و عروقی.

مقدمه

در سال‌های اخیر، آزمون‌های ورزشی قلبی و عروقی به عنوان معتبرترین روش‌های ارزیابی عملکرد دستگاه قلب و عروق مطرح شده است. این آزمون‌ها با سنجش و یا برآورد شاخص‌های فیزیولوژیک، ارزیابی مناسبی از عملکرد دستگاه قلبی و عروقی را فراهم می‌کنند. در تحقیقات بالینی از متغیرهایی از قبیل ضربان قلب، برون‌ده قلبی، حجم ضربه‌ای، کسر تزریقی[1]، حداکثر اکسیژن مصرفی، هزینهٔ اکسیژن عضله قلبی و فشار خون برای ارزیابی عملکرد استراحتی و یا حین ورزش این دستگاه استفاده می‌شود. حداکثر نبض اکسیژن[2] نیز شاخصی است که در کنار دیگر عوامل سنجش عملکرد قلبی و عروقی بررسی می‌شود. حداکثر نبض اکسیژن به حجم اکسیژن منتقل شده با خون و دریافت آن در بافت‌های محیطی(عضلات) طی فعالیت ورزشی بیشینه و زیربیشینه اطلاق می‌شود که با نسبت حداکثر اکسیژن مصرفی به حداکثر ضربان قلب به هنگام اجرای یک فعالیت ویژه محاسبه می‌شود. اندازه‌گیری این شاخص مهم است، زیرا با حاصل ضرب حجم ضربه‌ای و اختلاف اکسیژن خون سرخرگی و سیاهرگی برابری می‌کند، به گونه‌ای که پایین بودن نبض اکسیژن نشان‌دهندهٔ اختلال در یک یا هر دوی این شاخص‌ها یا کاهش اکسیژن رسانی به بافت‌ها است و از این رو حاکی از عملکرد ضعیف دستگاه قلبی و عروقی می‌باشد (۱). نبض اکسیژن ورزشکاران با آمادگی قلبی و عروقی بالا بیشتر از افراد سالم و کم تحرک است (۲). با افزایش سن، نبض اکسیژن و دیگر شاخص‌های قلبی و عروقی از جمله حداکثر ضربان قلب و ظرفیت هوازی کاهش می‌یابد (۳، ۴). اهمیت نبض اکسیژن از جنبه پیش آگهی نیز در مطالعات متعدد آشکار شده است (۷،۶،۵).

در قلمرو علوم ورزشی به ویژه در مطالعات فیزیولوژی ورزشی، برخی از محققان به کارائی نبض اکسیژن در ارزیابی آمادگی قلب و عروق اشاره کرده‌اند (۸،۶). چنانچه رادولف[3] (۹) و فلمن و همکاران[4] (۲۰۰۳)، (۱۰) حداکثر نبض اکسیژن را به عنوان شاخصی برای محاسبهٔ هزینهٔ انرژی و شدت ورزش معرفی کرده‌اند. با این وجود، بررسی نبض اکسیژن با محدودیت‌های مختلفی از جمله استفاده از آزمون‌های ورزشی ویژه همراه است (۱۱،۹).

---

[1]. Ejection Fraction

[2]. Maximum O2 pulse or peak O2 pulse

[3]. Rdioff

[4]. Fellman et al.

مطالعات محدودی در زمینهٔ اهمیت نبض اکسیژن در افراد مسن به ویژه زنان یائسه انجام شده است. ایراتکس[1] و همکاران (۲۰۰۲) در یک مطالعهٔ طولی، تغییرات نبض اکسیژن و سایر متغیرهای قلبی و عروقی را در زنان استقامتی کار و بی تحرک با دامنهٔ سنی ۵۷-۶۳ سال بررسی کرده اند. آنها گزارش دادند افزایش سن با کاهش نبض اکسیژن در هر دو گروه همراه بوده است (۳). جرومی[2] و همکاران (۲۰۰۵) نیز نتایج مشابهی را در مردان و زنان بی تحرک ۲۰-۷۰ سال گزارش دادند (۴).هاگبرگ[3] و همکاران (۱۹۸۹) نیز تأثیر تمرینات مقاومتی و استقامتی را بر نبض اکسیژن مردان و زنان ۷۰-۷۹ ساله بررسی کردند و عدم تغییر نبض اکسیژن به دنبال تمرینات مقاومتی و افزایش آن به دنبال تمرینات استقامتی را گزارش دادند (۱۲). لین[4] و همکاران نیز اعتبار آزمون ورزشی نوارگردان را در بیماران مسن(مرد و زن با میانگین سنی ۸± ۶۵سال) با فلج مزمن یک طرفه ناشی از حملهٔ قلبی مطالعه کرده‌اند. نتایج مطالعات آنها نشان داده است که نبض اکسیژن، یک شاخص بسیار معتبر طی آزمون ورزشی بیشینه می‌باشد (۱۳). ترتیبیان (۱۳۸۶) حداکثر نبض اکسیژن دختران ورزشکار را با استفاده از پروتکل‌های ورزشی پیاده روی سریع، پله سایکونلفی و آزمون چرخ کارسنج با اوج برون‌ده توان ارزیابی کرده‌اند و با نتایج به‌دست آمده از پروتکل جونز[5] مقایسه کردند. نتایج نشان داد تفاوت اندکی بین آزمون‌های چرخ کارسنج و پیاده‌روی سریع یک مایل با پروتکل مرجع جونز وجود دارد (۱۴). با این وجود، پژوهشی مبنی بر بررسی نبض اکسیژن زنان یائسه ایرانی گزارش نشده است. یائسگی دوره‌ای از زندگی است که در نتیجه قطع دائمی قاعدگی به دنبال عدم فعالیت فولیکول‌های تخمدانی رخ می‌دهد. به علت ایجاد تغییرات هورمونی در بدن، خطر بیماری‌های قلبی و عروقی در زنان یائسه افزایش می‌یابد و گزارش شده که ۵۳ درصد مرگ زنان بعد از یائسگی به واسطهٔ بیماری‌های قلبی و عروقی می‌باشد (۱۵). با توجه به اینکه یائسگی دستگاه‌های متعدد بدن از جمله دستگاه قلبی و عروقی را تحت تاثیر قرار می‌دهد، لذا به نظر می‌رسد یائسگی احتمالاً نبض اکسیژن را نیز تحت تأثیر قرار دهد (۱۶). با در نظر گرفتن این موضوع، اندازه‌گیری نبض اکسیژن به عنوان شاخص عینی برآورد عملکرد دستگاه قلبی و عروقی ممکن است اهمیت قابل توجهی در بررسی این دستگاه داشته باشد.

---

1. Eskurza et al.
2. Fleg et al
3. Hagberg et al.
4. Lynne et al.
5. Jones protocol

از سوی دیگر، اندازه‌گیری مستقیم نبض اکسیژن به علت امکانات محدود آزمایشگاهی و ناتوانی در اندازه‌گیری همزمان تعداد زیادی از افراد امکان پذیر نیست (۱۷)، به همین سبب از روش‌های غیر مستقیم آزمایشگاهی و میدانی و معادلات رگرسیونی برای برآورد حداکثر نبض اکسیژن استفاده می‌شود. به نظر می‌رسد پروتکل‌های ورزشی ابزارهای سودمندی برای برآورد حداکثر نبض اکسیژن محسوب می‌شوند. پژوهشگران استفاده از روش‌های برآوردی را در پروتکل‌های ورزشی گزارش کرده‌اند (۵). برای مثال، واگنر[1] و همکاران از آزمون‌های بیشینه برای بررسی نقش‌هایپوکسی شدید بر حداکثر ظرفیت هوازی و حداکثر نبض اکسیژن زنان سالم (۲۲ تا ۳۴ سال) استفاده کرده اند. آنها کاهش معنی دار نبض اکسیژن را در ارتفاعات بالا گزارش کردند (۱۸). از این رو هدف تحقیق حاضر، برآورد حداکثر نبض اکسیژن با استفاده از پروتکل‌های ورزشی ویژه در زنان یائسه بوده است. تاکنون این پروتکل‌های ورزشی و همچنین مقایسهٔ آنها در برآورد عینی تر حداکثر نبض اکسیژن زنان یائسه گزارش نشده و یافته‌های این تحقیق ممکن است با توجه به نوع اندازه‌گیری، شیوهٔ تحقیق و نوع آزمون‌ها در زنان یائسه اطلاعات سودمندی را در خصوص عملکرد و کارایی نبض اکسیژن در زنان مذکور ارائه کند؛ به علاوه، پروتکل‌های ورزشی مناسب را برای برآورد این شاخص فیزیولوژیک در تحقیقات میدانی به پژوهشگران عرضه نماید.

روش‌شناسی تحقیق

در پژوهش حاضر، تعداد ۳۳ زن یائسه بی تحرک به طور داوطلبانه شرکت داشتند (جدول شمارهٔ ۱). برای آگاهی از وضعیت بدنی و تندرستی زنان یائسه، پرسشنامه‌ای با استفاده از تجارب محققان گذشته تهیه و در بین ۴۰ زن یائسه داوطلب توزیع شد و در نهایت تعداد ۳۳ نفر به عنوان حائز شرایط، برای شرکت در این پژوهش انتخاب شدند. این پرسشنامه علاوه بر ویژگی‌های بدنی، عواملی از قبیل سابقه بیماری‌های قلبی و تنفسی، مشکلات مفصلی و استخوانی، مصرف الکل و سیگار و همچنین برخی داروها از جمله داروهای هورمونی و سطح فعالیت بدنی افراد را تعیین می‌کرد (۱، ۱۹، ۱۵). متغیرهای تحت کنترل شامل قد، وزن (توسط دستگاه اندازه‌گیری قد و وزن، مدل Sega، ساخت کشور آلمان)، سن تقویمی، ضربان قلب استراحت و فعالیت (توسط ضربان سنج دیجیتالی مدل polar(pacer) ساخت دانمارک)، حداکثر ضربان قلب (MHR) برآوردی با استفاده از روش کارونن (ضربان قلب استراحت + (ضربان قلب استراحت- حداکثر ضربان قلب) ×حداکثر اکسیژن مصرفی٪) = ضربان قلب و

[1]. Wagner et al.

معادله (سن-۲۲۰) (۲۰)، فشار خون استراحت و ورزش(توسط دستگاه دیجیتالی مچی مدل Omron ساخت آلمان) اندازه‌گیری شدند. سپس آزمون‌های میدانی پیاده روی یک مایل(راکپورت)، آزمون پله سایکونلفی و دوی یک مایل بر اساس جدول زمانی اجرا شد. اجرای هر آزمون با فاصلهٔ زمانی حدود یک هفته انجام گردید (۱۷). هر یک از این آزمون‌های ورزشی در برآورد آمادگی قلبی و عروقی از اعتبار بالایی برخوردارند، با این حال، این آزمون‌ها مجدداً روی گروه مشابه (۱۰ زن یائسه) به‌صورت آزمون – آزمون مجدد اعتباریابی شدند و ضریب آلفای کرونباخ (به ترتیب r = ۰/۸۳، r = ۰/۸۷، r = ۰/۸۷) را نشان دادند.

جدول ۱. ویژگی‌های بدنی و فیزیولوژیک زنان یائسه در تحقیق حاضر

آماره / متغیر	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف استاندارد
سن(سال)	۵۰/۸۲	۴۸	۵۵	۲/۶۶
قد(سانتی متر)	۱۵۹/۳۶	۱۵۴	۱۶۷	۳/۳۳
وزن(کیلوگرم)	۷۳	۵۴	۸۹	۹/۷۴
ضربان قلب ا ستراحتی (ضربه در دقیقه)	۷۱	۶۰	۸۰	۶/۰۲
حداکثرضربان قلب برآوردی(ضربه دردقیقه)	۱۶۹/۱۸	۱۶۵	۱۷۲	۲/۶۶
فشار خون استراحتی (میلی مترجیوه) (سیستول/دیاستول)	۱۱۶/۷۶	۹۰/۶۰	۱۴۶/۱۰۰	۱۷/۱۲
فشار خون هنگام ورزش (میلی متر جیوه) (سیستول/دیاستول)	۱۳۶/۸۱	۱۰۰/۶۰	۱۱۰/۸۰	۲۱/۱۳

آزمون پیاده‌روی یک مایل(۱۶۰۹ متر) که به آزمون راکپورت[1] معروف است، اولین بار توسط موسسه راکپورت مطرح شد. روش اجرای آزمون بدین صورت بود که هر آزمودنی مسافت یک مایل را درمسیر ۳۲۰ متری، تا حد امکان با حداکثر سرعت پیاده روی می‌کرد و زمان از ابتدای شروع حرکت برای او محاسبه می‌گردید. بلافاصله بعد از پایان آزمون، زمان صرف شده برای پیمودن این مسافت به همراه ضربان قلب فعالیت دقیقاً ثبت و از آن در برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی و نبض اکسیژن استفاده می‌شد (۱۴).

---

[1]. Siconolfi Step Test

آزمون پله سایکونلفی[1] توسط سایکونلفی و همکاران با هدف برآورد توان هوازی و اوج اکسیژن مصرفی مطرح شد. این آزمون شامل سه مرحلهٔ سه دقیقه‌ای بود که آزمودنی در بین هر مرحله، یک دقیقه استراحت می‌کرد. آزمودنی‌ها در مرحلهٔ اول ۱۷ بار در دقیقه، در مرحلهٔ دوم ۲۶ بار در دقیقه و در مرحلهٔ سوم ۳۴ بار در دقیقه از یک پله به ارتفاع ۲۵ سانتی متری بالا و پائین می‌رفتند. ضربان قلب در سومین دقیقه از مرحلهٔ اول و در دقایق ۳۰ : ۲ ، ۴۵ : ۲ و ۳(۱۵۰، ۱۶۵ و ۱۸۰ ثانیه) اندازه‌گیری می‌شد. اگر میانگین ضربان قلب در این ۳ نوبت برابر یا بیشتر از ۶۵ درصد ضربان قلب برآوردی نمی شد، آزمودنی وارد مرحلهٔ سوم می‌شد. با توقف فرد در هر کدام از مراحل، اوج اکسیژن مصرفی و اوج ضربان قلب تعیین می‌گردید (۱۴).

آزمون دوی زیر بیشینه یک مایل نیز توسط جورجی و همکاران مطرح شده است. روش اجرای آزمون به این صورت بود که هر آزمودنی مسافت یک مایل را در مسیر ۳۲۰ متری با سرعت ثابتی که خود انتخاب کرده است می‌دوید و زمان به پایان رسیدن هر دور برای هر آزمودنی، به منظور اطمینان از ثابت بودن سرعت آزمودنی‌ها ثبت می‌شد. بلافاصله بعد از پایان یافتن آزمون، زمان صرف شده برای پیمودن این مسافت به همراه ضربان قلب ورزشی(اوج ضربان قلب) دقیقاً ثبت و از آن در برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی استفاده می‌گردید. به منظور اجرای مطلوب آزمون، قبل از انجام اجرای آزمون از آزمودنی‌ها خواسته شد با هدف گرم کردن، مسیر یک مایل را به آهستگی بدوند و یا راه بروند. این عمل به آزمودنی‌ها کمک کرد تا مسافت مورد نظر را به طورصحیح و یکنواخت بدوند (۲۰).

در تحقیق حاضر از پروتکل جونز و معادلات مربوط به آن به عنوان آزمون مرجع در تعیین حداکثر نبض اکسیژن استفاده شد(۲۱،۲۲).

۲۶/۷- (جنس × ۴/۰۳) - (قد × ۰/۰۳۸) = (میلی لیتر / ضربه) حداکثر نبض اکسیژن

{ سانتی متر: قد , ۱= زن ۰= مرد}

به علاوه، معادلهٔ واسرمن و همکاران نیز به منظور برآورد حداکثر نبض اکسیژن در هر ۳ آزمون مورد استفاده قرار گرفت (۱). بدین ترتیب که در هر پروتکل ورزشی، نسبت اوج اکسیژن مصرفی به ضربان قلب ورزشی محاسبه گردید(۱۴). در برآورد اوج اکسیژن مصرفی، از آزمون پیاده‌روی سریع یک مایل، علاوه بر رابطهٔ حداکثر نبض اکسیژن، از رابطهٔ راکپورت و همکاران و نیز از روابط مربوط به اوج اکسیژن مصرفی استفاده شد (۱۴).

+ (سن به سال × ۰/۲۵۷) - (وزن به پوند ×۰/۰۹۱) +۳/۹۵۲ = (دقیقه / لیتر)حداکثر اکسیژن مصرفی

(ضربان قلب ضربه / دقیقه× ۰/۱۱۵) - (زمان پیاده روی به دقیقه× ۰/۴۲۴)- (جنس مرد = ۱ زن = ۰ × ۰/۵۹۵۵)

---

[1]. Siconolfi Step Test

همچنین برای برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی با استفاده از داده‌های مربوط به آزمون دوی زیر بیشینه یک مایل، علاوه بر رابطهٔ حداکثر نبض اکسیژن، از رابطهٔ جورجی و همکاران (۱۷) و معادلات اوج اکسیژن مصرفی استفاده شد (۲۰).

- (جنس مرد = ۱ زن = ۰ × ۶/۳۴۴) + ۵ /۱۰۰ = (دقیقه/کیلوگرم /میلی‌لیتر)حداکثر اکسیژن مصرفی
(وزن به کیلوگرم × ۰/۴۶۳۶) - (زمان به دقیقه × ۲/۴۳۸) - (ضربان قلب ضربه/ دقیقه × ۰/۱۹۲۸)

در محاسبهٔ حداکثر نبض اکسیژن در آزمون پله سایکونلفی نیز محققان از معادلات سایکونلفی و همکاران و معادلات اوج اکسیژن مصرفی استفاده کردند (۱۴).
۳/۵۹۳ + (سن به سال ×۰/۳۹)- (Vo2 برآوردی از هر مرحله × ۰/۵۰۲) = (دقیقه / لیتر) حداکثر اکسیژن مصرفی

برای تجزیه تحلیل آماری داده‌ها از آمار توصیفی، آزمون t همبسته و آزمون General Liner Model استفاده شد. در این تحقیق، چون آزمودنی‌ها هر بار توسط یک آزمون ویژه ارزیابی شدند و هدف تحقیق نیز مقایسه این چند آزمون به طور هم‌زمان با هم بود، بنابراین علاوه بر آزمون t، از آزمون آماری General Liner Model نیز استفاده شد که این آزمون به طور هم‌زمان این چهار روش را با دقت بالا مقایسه می‌کند.

یافته‌های تحقیق

الف- مقایسهٔ مقادیر نبض اکسیژن آزمون‌های ورزشی با پروتکل جونز

نمودار شمارهٔ ۱ نشان می‌دهد نبض اکسیژن حاصل از آزمون‌های ورزشی پیاده روی راکپورت و دوی زیر بیشینه یک مایل و پله سایکونلفی با نبض اکسیژن در پروتکل جونز اختلاف معنی‌داری دارد (به ترتیب ۱/۴۲ ± ۴/۶۶ میلی‌لیتر در ضربه، ۰/۹۷۲ ± ۰/۶۵۷- میلی‌لیتر در ضربه، ۱/۱۶۹ ± ۸/۸۵۶ میلی‌لیتر در ضربه).

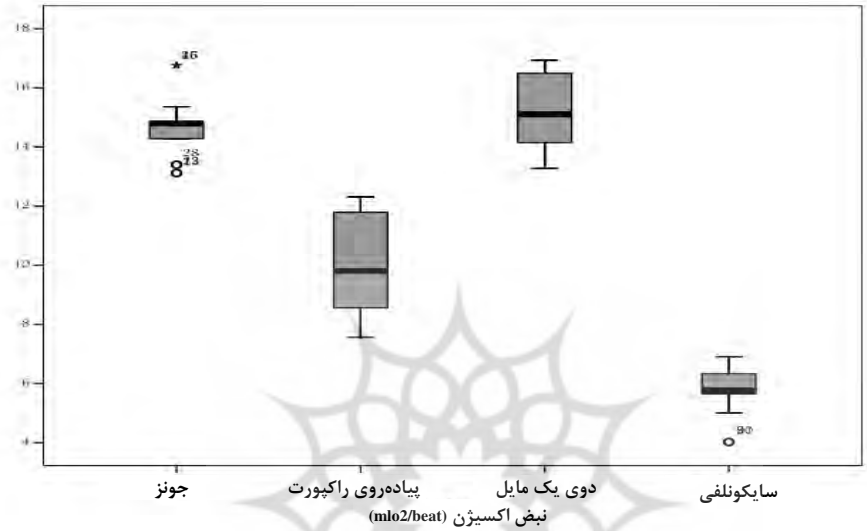
ب - مقایسهٔ مقادیر نبض اکسیژن آزمون‌های ورزشی با یکدیگر

همان‌طور که داده‌های جدول شمارهٔ ۲ نشان می‌دهد، مقادیر نبض اکسیژن به‌دست آمده از آزمون‌های ورزشی پله سایکونلفی، دوی زیربیشینه یک مایل و پیاده روی راکپورت اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند (p=۰/۰۰۱). و مقادیر برآوردی هریک از این آزمون‌ها مشابه یکدیگر نیستند.

ج- مقایسهٔ هم‌زمان مقادیر نبض اکسیژن چهارپروتکل

نتایج آزمون کوواریانس نشان می دهد که به جز آزمون زیربیشینهٔ دوی یک مایل، هیچ یک از

این پروتکل‌های اندازه‌گیری نبض اکسیژن، در برآورد مقادیر نبض اکسیژن به آزمون جونز نزدیک نمی‌باشند (نمودار شمارهٔ ۱ و جدول شمارهٔ۳) (p=۰/۰۰۱).



نمودار۱. مقایسهٔ مقادیر نبض اکسیژن آزمون‌های ورزشی دوی یک مایل، پله سایکونلفی و پیاده روی راکپورت با جونز در زنان یائسه

جدول۲. مقایسهٔ مقادیر نبض اکسیژن در آزمون‌های راکپورت، سایکونلفی و دوی یک مایل

آماره / آزمون‌ها	میانگین	انحراف استاندارد	سطح معنی‌داری
راکپورت – دوی یک مایل	-۵/۳۱	۱/۲۰	۰/۰۰۱
راکپورت – سایکونلفی	۴/۱۹	۱/۵۱	۰/۰۰۱
سایکونلفی – دوی یک مایل	۹/۵۱	۱/۲۴	۰/۰۰۱

جدول۳. مقایسهٔ هم‌زمان مقادیر نبض اکسیژن در چهار پروتکل

		مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	سطح معنی‌داری
	Sphericity Assumed	۱۹۵۵/۱۳	۶۵۱/۷۱	۸۱۰/۹	۰/۰۰۱
	Greenhouse-Geisser	۱۹۵۵/۱۳	۷۶۴/۲۸	۸۱۰/۹	۰/۰۰۱

نبض اکسیژن					

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که آزمون پیاده روی راکپورت به لحاظ برآورد حداکثر نبض اکسیژن، با پروتکل جونز تفاوت معنی‌داری دارد. این آزمون حداکثر نبض اکسیژن را به شکل واقع بینانه‌ای برآورد نمی‌کند و بررسی‌های انجام شده حاکی از آن است، تحقیقی که استفاده از پروتکل ورزشی پیاده روی راکپورت را جهت برآورد حداکثر نبض اکسیژن زنان یائسه نشان دهد، گزارش نشده است. با این وجود، ترتیبیان و همکاران (۱۳۸۶)، از آزمون پیاده روی راکپورت جهت اندازه‌گیری نبض اکسیژن دختران ورزشکار ۲۱ تا ۲۳ سال استفاده کردند و مقادیر۱/۳۷± ۱۴/۵۸ میلی‌لیتر در ضربه را گزارش نمودند (۱۴). این مقدار با نتایج به دست آمده در زنان یائسه (۱/۵۵± ۹/۹۷ میلی‌لیتر در ضربه) در تحقیق حاضر تفاوت دارد. در تحقیقات گزارش شده، از آزمون پیاده روی راکپورت به منظور اندازه‌گیری حداکثر نبض اکسیژن استفاده نشده، ولی کاربرد آزمون پیاده روی راکپورت در اندازه‌گیری توان هوازی گزارش شده است (۱۰).

بایارز[1] و همکاران (۲۰۰۳). آزمون پیاده‌روی راکپورت را آزمونی معتبر و روا در اندازه‌گیری عملکرد هوازی دانش‌آموزان و دانشجویان معرفی کرده‌اند (۲۳). مک سوین[2] و همکاران(۱۹۹۸) نیز روایی بالایی (r= ۰/۸۴ و SEE=۰/۳۹۷ لیتر / دقیقه) را در آزمون پیاده روی راکپورت در اندازه‌گیری عملکرد هوازی دختران دانشگاهی و دبیرستانی به دست آوردند و گزارش کردند که این آزمون ممکن است سطوح آمادگی قلبی و عروقی این افراد را به طور روشن برآورد کند (۲۴). در تحقیق حاضر، این آزمون برآورد مناسبی از حداکثر نبض اکسیژن را نشان نداد. از جمله دلایل احتمالی عدم توانایی این آزمون جهت برآورد مناسب حداکثر نبض اکسیژن در آزمون میدانی راکپورت، شدت کار نامتناسب این پروتکل با ویژگی‌های زنان یائسه می‌باشد. در تحقیق حاضر، چون زنان یائسه از آمادگی مطلوب بدنی برخوردار نبودند، لذا این امر احتمالاً در برآورد دقیق تر حداکثر نبض اکسیژن با پروتکل راکپورت مؤثر بوده است. عامل افزایش سن نیز دلیل احتمالی دیگری برای پایین بودن نبض اکسیژن در این پروتکل است. کاهش در حجم ضربه‌ای و اختلاف اکسیژن سرخرگی- سیاهرگی و همچنین کاهش اوج توان هوازی ناشی از سالمندی از علل پایین بودن نبض اکسیژن در این افراد می‌باشد. به علاوه، کاهش تودهٔ بدون

---

[1]. Byars, et al .
[2]. McSwin, et al .

چربی و کاهش قابلیت جریان خون به عضلهٔ فعال و تغییرات دردرون عضلات به دنبال سالمندی نیز از دلایل احتمالی دیگری است که پایین بودن نبض اکسیژن در این افراد را توجیه می‌کند(۴).

در تحقیق حاضر، مقادیر نبض اکسیژن در آزمون پله سایکونلفی با آزمون شاخص جونز تفاوت معنی‌داری را نشان داد (۰/۷۴ ± ۵/۷۷ میلی‌لیتر در ضربه و P=۰/۰۰۱)، امّا تاکنون تحقیقی که استفاده از این آزمون ورزشی را در برآورد حداکثر نبض اکسیژن زنان یائسه نشان دهد، گزارش نشده است. همسو با تحقیق حاضر، ترتیبیان و همکاران(۱۳۸۵) نیز از آزمون پله سایکونلفی در جهت برآورد حداکثر نبض اکسیژن دختران ورزشکار استفاه، و گزارش کردند که این آزمون جهت برآورد حداکثر نبض اکسیژن دختران ورزشکار مناسب نیست(۱۴). سایکونلفی[1] و همکاران (۱۹۸۵) کاربرد این آزمون را وسیله‌ای معتبر و روا در اندازه‌گیری توان هوازی افراد ۱۹ تا ۷۰ ساله گزارش کردند (۲۵،۲۶). کلاین[2] و همکاران نیز آزمون پله را پروتکل ورزشی عمومیو مناسب برای ارزیابی تعداد زیادی از افراد معرفی کردند (۲۷).

در تحقیق حاضر، احتمالاً اختلاف اکسیژن سرخرگی ـ سیاهرگی کمتر و ضربان قلب ورزشی زیر بیشینه در زنان یائسه از جمله سازوکارهایی است که ممکن است پایین بودن نبض اکسیژن در پروتکل ورزشی سایکونلفی را توجیه نماید. آزمون پله سایکونلفی، همانند سایر آزمون‌های زیر بیشینه، ویژگی‌های زیر بیشینهٔ آزمودنی‌ها را نشان می‌دهد و تغییرات قلبی و عروقی را در سطح بیشینه برآورد نمی‌سازد. واسرمن[3] و همکاران (۱۹۹۹) نیز حجم ضربه‌ای پایین را به عنوان علت اصلی مقادیر پایین نبض اکسیژن به دنبال اجرای برخی از آزمون‌های ورزشی در آزمودنی‌ها گزارش کرده‌اند (۱). احتمالاً تست پله سایکونلفی در تحقیق حاضر نیز نتوانسته است حجم ضربه‌ای را در زنان یائسه به مقدار لازم افزایش دهد. همچنین کاهش در حجم ضربه‌ای در زنان یائسه ممکن است با کاهش استروژن ناشی از یائسگی مرتبط باشد. در همین راستا پروکتور[4] و همکاران (۱۹۹۸) پیشنهاد کردند که کاهش در حجم ضربه‌ای که در زنان یائسه دیده می‌شود، ممکن است با کاهش استروژن ناشی از یائسگی مرتبط باشد (۱۶).

نتایج حاصل از آزمون دوی یک مایل نشان داد که این آزمون تفاوت معنی‌داری با پروتکل برآوردی جونز داشته است (۱/۱۵ ± ۱۵/۲۹ میلی‌لیتر در ضربه، p = ۰/۰۰۱). متاسفانه تحقیقی که استفاده

---

[1]. Siconolfi, et al.
[2]. Kline, et al.
[3]. Wasserman, et al.
[4]. Proctor, et al.

از پروتکل ورزشی یک مایل را جهت برآورد حداکثر نبض اکسیژن زنان یائسه نشان دهد، گزارش نشده است. تنها ترتیبیان (۱۳۸۴) از آزمون دوی یک مایل جهت برآورد حداکثر نبض اکسیژن نوجوانان پسر استفاده کرد و مقادیر ۲/۵۷ ± ۱۲/۷۸ میلی‌لیتر در ضربه را گزارش داد که با مقادیر به دست آمده در زنان یائسه مطالعه حاضر تفاوت دارد (۲۰). روایی و اعتبار بالای پروتکل میدانی دوی یک مایل جهت اندازه‌گیری توان هوازی توسط جرجی و همکاران (۱۹۹۳)، کلاین و همکاران (۱۹۸۷) و گری لارسون و همکاران (۱۹۹۳) گزارش شده است (۲۸،۲۷، ۲۹). لارسون مزیت پروتکل یک مایل را جهت برآورد توان هوازی، ادارهٔ راحت آزمون توسط خود فرد، تطابق پروتکل یک مایل با سطوح مختلف آمادگی و برآورد توان هوازی با استفاده از معادلات رگرسیونی ساده گزارش کرده است. در مطالعهٔ حاضر، علی‌رغم وجود تفاوت معنی‌دار بین پروتکل جونز با دوی یک مایل، بررسی قدر مطلق میانگین‌های دو پروتکل نشان می‌دهد که پروتکل دوی یک مایل در برآورد حداکثر نبض اکسیژن به پروتکل شاخص جونز بسیار نزدیک است. به‌طوری‌که مقدار قدرمطلق میانگین به دست آمده ۰/۶۵۷- می‌باشد که در مقایسه با سایر پروتکل‌های مذکور، تفاوت بسیار اندک است. شاید علت نزدیک بودن اختلاف میانگین پروتکل دوی یک مایل با جونز، به ماهیت خود پروتکل وابسته باشد. پروتکل یک مایل فعالیتی زیر بیشینه می‌باشد و به دلیل پایین بودن ضربان قلب ورزشی و اختلاف اکسیژن سرخرگی- سیاهرگی بالاتر در زنان یائسه مقادیر آن علی رغم وجود تفاوت معنی‌دار، نزدیک به پروتکل جونز است.

نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد، حداکثر نبض اکسیژن که شاخصی از کارایی دستگاه قلبی و عروقی است با آزمون میدانی دوی یک مایل به طور واقع بینانه‌ای برآورد می شود و این آزمون اطلاعات سودمندی را در خصوص عملکرد دستگاه قلبی و عروقی زنان یائسه نشان می‌دهد. این تحقیق، ضمن معرفی آزمون‌های برآورد حداکثر نبض اکسیژن، آن را که شاخص ارزندهٔ ارزیابی آمادگی قلبی و عروقی است به صحنهٔ علوم ورزشی تقدیم می‌کند. ولی به منظور شناسایی بیشتر این شاخص قلبی و عروقی و راه‌های برآورد آن و تأثیر برنامه‌های تمرینی مختلف، انجام تحقیقات بیشتر ضروری است.

منابع:

1. Wasserman K, Hansen J, Sue DY, Casaburi R & Whipp BJ (1999). Principles of exercise testing and interpretation. 3th edition. Lippincott, Williams & Wilkins, Philadelphia.

2. Grund A, Dilba B, Forberger K, Krause H, Siewers M, Rieckert H & Muller M (2000). Relationship between physical activity, physical fitness, muscle strength and nutritional state in 5- to 11-year-old children. Eur J Appl Physiol, 82: 425-438.

3. Eskurza I, Donato AJ, Moreau KL, Seals DR, Tanaka H (2002). Changese in maximal aerobic capacity with age in endurance- trained women :7 – yr follow-up. J Appl Physiol, 92:2303 – 2308.

4. Fleg JL , Morrell CH , Bos AB , Brant LJ , Talbot LA , Wright JG , Lakatta EG (2005). Accelerated longitudinal decline of aerobic capacity in healthy older adults. Circulation, 112:674 – 682.

5. Lavie JC, Milani RV & Mehra MR (2004). Peak exercise oxygen pulse and prognosis in chronic heart failure. Am J Cardiol, 93: 588-593.

6. Padilla PJ, Ojeda CP, Fernandez CY & Licea MJ (2000). Maximum oxygen pulse in high performance Mexican athletes. Rev Iner, 13:73-78.

7. Pianosi TP and Fisk M (2000). Cardiopulmonary exercise performance in prematurely born children. Pedia Res, 47: 653-658.

8. Lehman G & Kolling K (1996). Reproducibility of cardiopulmonary exercise parameters in patients with valvular heart disease. CHEST, 110:685-692.

9. Radloff ME (1930). The oxygen pulse in athletic girls during rest and exercise. Am J Physiol Leg Cont, 11:126-131.

10. Fellmann N, Mounier R, Mischler I, Pialoux V, Vermorel M & Coudert J (2003). Alteration in oxygen pulse during 4 days of prolonged exercises. Sci & Sports, 18:54-56.

11. Lai JS, Lan MK, Chong C & Lein CK (1993). Cardio respiratory responses of T`AI CHI CH`UAN practitioners and sedentary subjects during cycle ergometry. J Formosan Med Assoc, 92:894-899.

12. Hagberg, JM E Graves, M Limacher, DR Woodds, SH Leggett, C Cononie, JJ Gruber & ML Pollack (1989). Cardiovascular response of 70- to 79- yr- old men and women to exercise training. J Appl Physio, 66:2589-2594.

13. Lynne DC, Ivey FM, Rogers MA, Yohn D, Sorking & Richard F (2003). Reability of treadmill exercise testing in older patient with chronic hemiparetic strock. Arch Phys Med Rehabil, 84:1308 -12.

۱۴. ترتیبیان، بختیار؛ عباسی، اصغر و محبی، علیرضا (۱۳۸۶). برآورد حداکثر نبض اکسیژن در دختران ورزشکار: مقایسه ۴ پروتکل. سال پانزدهم، شمارهٔ ۳، ص‌ص: ۵۹ -۶۹.

۱۵.آبرنثی، کتی(۱۳۷۸). یائسگی و درمان جایگزینی هورمون. ترجمهٔ اعظم بحیرایی و شیرین قاضی‌زاده، تهران: نشر بشری، ص: ۲.

16. Proctor DN, KC Beck, PH Shen, TJ Eickhoff, J RHailli Will, and M J Joyner (1998). Influence of age and gender on cardiac output- vo2 relationship during submaximal cyclergometr. J Appl Physiol. 84:599- 605.

17. Vehrs P, George JD & Fellingham GW (1998). Prediction of Vo2max before, during, and after 16 weeks of endurance training. Res Quart Exerc & sport, 69: 297-303.

18. Wagner JA, Miles DS, Horvath SM, and Reyburn JA (1979). Maximal work capacity of women during acute hypoxia. J Appl Physiol, 47:1223-1227.

19. Iwamoto J, Takeda T, Ichimura S (2001). Effect of exercise training and detraining on bone mineral density in postmenopausal women with osteoporosis, J Orthop Sci, 6:128-132.

۲۰.ترتیبیان، بختیار و عباسی، اصغر (۱۳۸۴). برآورد و مقایسه حداکثر نبض اکسیژن در نوجوانان پسر. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، گروه تربیت بدنی، دانشگاه ارومیه.

21. Jones NL, Makrides L, Hitchock C, Chypchar T & McCartney N. (1985). Normal standards for an incremental progressive cycle ergometer test. Am Rev Respir Dis, 131:700- 708.

22. McCann DJ (2004). Body size and Vo2peak: A new perspective, Int J Sport Med, 25:50-55.

23. Byars A, Greenwood M, Greenwood L & Simpson W (2003). The effect of alternating steady-stat walking technique on estimated Vo2max values of the Rockport fitness walking test in college students. J Exerc Physiol, 6:21-25.

24. Callahan A, Woods KF, George AM, Ramsey LT, Barbeau P & Gutin B (2002). Cardiopulmonary responses to exercise in women with sickle cell anemia. Am J Respir Crit Care Med, 165: 1309- 1316.

25. Siconolfi Sf, Garber CE, Lasater TM & Carleton RA (1985). A simple, valid step test for estimating maximal oxygen uptake in epidemiological studies. Am J Epidemiol, 12:382-390.

۲۶.ترتیبیان، بختیار و خورشیدی‌حسینی، مهدی (۱۳۸۵). شاخص‌های برآورد فیزیولوژیک در ورزش (آزمایشگاهی-میدانی) ۱. چاپ اول، تهران: انتشارات تیمورزاده، ص‌ص: ۱۰۸- ۱۸۶.

27. Kline GM, Porcari JP, Hintermeister R, Freedson PS, Ward A, McCarron RF et al (1987). Estimation of Vo2max from a 1- mile track walk, gender, age, and body weight. Med Sci Sport &Exerc, 19:253-259.

28. Geoge, JD, PR Vehrs, PA Allen, GH Fellingham & AGA Fisher (1993). Development of a submaximal treadmill jogging test for fit college-aged individuals. Med Sci Sport Exerc. 25 :643 – 647.

29. Larsen EG, George JD, Alexander JL, Fellingham GW & Aldana SG (2002). Prediction of maximum oxygen concumption from walking, jogging, or running. Res Quart Exerc & Sport, 73:66-72.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی