Archive of SID

المپیك
فصلنامه
سال پانزدهم – شماره ۲ (پیاپی ۳۸) تابستان ۱۳۸۶

تاریخ دریافت: ۸۵/۴/۱۰
تاریخ تصویب: ۸۵/۱۰/۲۵

برآورد حداکثر نبض اکسیژن در دختران ورزشکار: مقایسهٔ ۴ پروتکل

❖ **دکتر بختیار ترتیبیان**؛ استادیار دانشگاه ارومیه *
❖❖ **اصغر عباسی**؛ کارشناس‌ارشد تربیت‌بدنی و علوم ورزشی
❖❖❖ **دکتر علیرضا محبی**؛ استاد یار گروه آمار حیاتی دانشکده علوم پزشکی تهران

چکیده: هدف این پژوهش عبارت است از برآورد و مقایسهٔ حداکثر نبض اکسیژن در دختران ورزشکار. بدین منظور ۲۸ دختر ورزشکار (رشته‌های بسکتبال، هندبال، و آمادگی جسمانی) با میانگین سنی ۱ ± ۲۲ سال، قد ۳٫۸۵ ± ۱۶۲٫۵۲ سانتی‌متر، و وزن ۶٫۶۳ ± ۵۷٫۳ کیلوگرم در این تحقیق شرکت کردند. آزمودنیهای تحقیق آزمون میدانی پیاده‌روی ۱ مایل، آزمون دوچرخهٔ اوج برونده توان، و آزمون پلهٔ سایکونولفی را اجرا کردند. سپس با پروتکل شاخص جونز مقایسه شدند. آزمونهای ورزشی پیاده‌روی ۱ مایل (۱٫۳۷ ± ۱۴٫۵۸ میلی‌لیتر / ضربه) و آزمون چرخ کارسنج اوج برونده توان (۱٫۳۹ ± ۱۴٫۵۵ میلی‌لیتر / ضربه) در مقایسه با پروتکل شاخص جونز اختلاف معناداری را نشان ندادند ($P>0.05$). نتایج این پژوهش نشان می‌دهد حداکثر نبض اکسیژن که شاخص کارایی دستگاه قلبی و عروقی است با آزمونهای ورزشی پیاده‌روی ۱ مایل و چرخ کارسنج اوج برونده توان در مقایسه با آزمون پلهٔ سایکونولفی واقع‌بینانه‌تر برآورد می‌شود. این آزمونهای ورزشی در بررسی و برآورد حداکثر نبض اکسیژن دختران ورزشکار استفاده می‌شوند.

واژگان کلیدی : آزمونهای عملکردی قلبی و عروقی، نبض اکسیژن، ورزشکاران دختر.

* Email: b. tartibian@mail.urmia.ac.ir

مقدمه

آزمونهای ورزشی قلبی ـ عروقی معتبرترین روشهایی است که در سالهای اخیر در ارزیابی عملکرد دستگاه قلب و عروق مطرح شده است. این آزمونها با برآورد و اندازه‌گیری شاخصهای فیزیولوژیک، ارزیابی مناسبی از عملکرد دستگاه قلبی ـ عروقی فراهم می‌کنند. متغیرهایی همچون ضربان قلب، برونده قلب، حجم ضربه‌ای، کسر جهشی، حداکثر اکسیژن مصرفی، هزینهٔ اکسیژن میوکارد، و فشار خون در ارزیابی عملکرد این سیستم در شرایط استراحت و فعالیت بدنی، و در تحقیقات و آزمایشهای بالینی استفاده می‌شوند.

حداکثر **نبض اکسیژن**[1] هم شاخصی است که در کنار دیگر عوامل سنجش کارکرد قلبی- عروقی

1. Maximum O2 pulse or peak O2 pulse

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی می‌شود. حداکثر نبض اکسیژن، حجم اکسیژن منتقل شده با خون و دریافت در بافتهای محیطی (عضلات) طی فعالیت ورزشی زیربیشینه و بیشینه است که با نسبت حداکثر اکسیژن مصرفی به حداکثر ضربان قلب تحت کار معین محاسبه می‌شود. اندازه‌گیری این شاخص مهم است، زیرا با محصول حجم ضربه‌ای و اختلاف اکسیژن سرخرگی و سیاهرگی برابری می‌کند، به طوری که پایین بودن نبض اکسیژن، نشان‌دهندهٔ اختلال در یک یا هر دوی این شاخصها یا کاهش اکسیژن‌رسانی به بافتها و بنابراین عملکرد ضعیف سیستم قلبی ـ عروقی است (۲۶). نبض اکسیژن در ورزشکارانی که از آمادگی قلبی ـ عروقی بالایی برخوردارند در مقایسه با افراد سالم و کم‌تحرک به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر است (۷). اهمیت نبض اکسیژن از جنبهٔ پیش‌آگهی نیز در مطالعات متعدد آشکار شده است (۱۵، ۲۱). در قلمرو علوم ورزشی، بخصوص در مطالعات فیزیولوژی ورزش، برخی محققان در این حیطه به کارایی مؤثر نبض اکسیژن در ارزیابی آمادگی قلب و عروق اشاره کرده‌اند (۲۲، ۱۶). چنانچه الن رادلوف (۲۰)، و نیکول فلمن و همکارانش (۶) حداکثر نبض اکسیژن را شاخصی برای محاسبهٔ هزینهٔ انرژی و شدت ورزش معرفی کردند. گونتر لهمان و همکارانش نیز اعتقاد داشتند: «نبض اکسیژن در تعیین آستانهٔ لاکتات و سایر عوامل محدودکنندهٔ قلبی ـ عروقی اهمیت زیادی دارد» (۱۶).

هر چند دربارهٔ اهمیت نبض اکسیژن که شاخص ارزیابی‌کنندهٔ عملکرد قلب و عروق است مطالعات محدودی انجام گرفته، این عامل در دختران، بویژه ورزشکاران، بررسی جدی نشده است و دامنهٔ مطالعات انجام گرفته نیز محدود است. الن رادلوف (۲۰) اولین کسی است که نبض اکسیژن را در دختران ورزشکار دبیرستانی (۱۸ ـ ۲۲ سال) بررسی و به اهمیت نبض اکسیژن که شاخص تعیین‌کنندهٔ هزینهٔ انرژی و ارزیابی‌کنندهٔ عملکرد قلب است اشاره کرد.

کارنی و همکارانش نیز افزایش نبض اکسیژن را بعد از ۹ هفته تمرین هوازی در دختران کم‌تحرک گزارش کردند (۱۰). ویلیامز و همکارانش نیز نتایج مشابهی را در ۲۵ دختر کم‌تحرک در دامنهٔ سنی ۱۷ تا ۳۰سال به دنبال ۱۲ هفته تمرین رقص هوازی گزارش کردند (۲۹). ماسک و همکارانش هم به بررسی نبض اکسیژن دختران و پسران سالم پرداختند و سن ۱۸ سالگی را اوج نبض اکسیژن برای هر دو جنس گزارش کرده‌اند (۱۷). نتایج جونز و همکاران (۹)، ویسلوف و همکاران (۳۰)، مک‌کان و همکاران (۱۸) و گراند و همکاران (۷) نشان می‌دهد پاسخهای نبض اکسیژن در دختران متفاوت از پسران و مردان و اغلب در پسران بیشتر از دختران همتایشان است.

با این وجود، پژوهشی مبنی بر بررسی نبض اکسیژن دختران ورزشکار ایرانی گزارش نشده است. با توجه به خصوصیات آنتروپومتریک و پاسخهای فیزیولوژیک متفاوت دختران در مقایسه با پسران، بویژه هنگام ورزش، و اطلاعات اندک در مورد چگونگی نبض اکسیژن در این جنس، ضرورت بررسی و راههای برآورد این شاخص در دختران اهمیت می‌یابد. از سوی دیگر، متأسفانه اندازه‌گیری مستقیم حداکثر نبض اکسیژن به علت امکانات آزمایشگاهی محدود و ناتوانی در اندازه‌گیری هم‌زمان تعداد زیادی از افراد امکان‌پذیر نیست (۲۴). به همین سبب از روشهای غیرمستقیم آزمایشگاهی و میدانی و معادلات رگرسیون برای اندازه‌گیری و برآورد حداکثر نبض اکسیژن استفاده می‌شود.

به نظر می‌رسد پروتکلهای ورزشی ابزارهای مفیدی برای برآورد حداکثر نبض اکسیژن محسوب

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شوند. استفاده از روشهای برآوردی در پروتکلهای ورزشی را پژوهشگران گزارش کرده‌اند (۱۵). تحقیقات اندکی نیز، نبض اکسیژن را با استفاده از پروتکلهای ورزشی در دختران بررسی کرده‌اند (۷). چنانچه گومارز و همکارانش نبض اکسیژن را با استفاده از پروتکل تعدیل‌شدهٔ **ناگتون**[1] روی نوارگردان در دختران ۹ ساله بررسی کردند (۸). اما واگنر و همکارانش از آزمون بیشینه برای بررسی نقش هایپوکسی شدید بر حداکثر ظرفیت هوازی و حداکثر نبض اکسیژن زنان سالم (۲۲ تا ۳۴ سال) استفاده کردند (۲۵).

با این حال بررسی شاخص نبض اکسیژن در دختران ورزشکار با محدودیتهای مختلفی از جمله استفاده از آزمونهای ورزشی ویژه همراه است و نتایج بررسیها نیز بحث‌برانگیزند (۱۳،۲۰). از این رو، هدف این پژوهش برآورد و مقایسهٔ حداکثر نبض اکسیژن در آزمونهای ورزشی ویژه با مقادیر مشابه در پروتکل شاخص جونز بوده است. این پروتکلهای ورزشی و نیز شیوه و مقایسهٔ آنها در برآورد عینی‌تر حداکثر نبض اکسیژن تاکنون گزارش نشده و یافته‌های این تحقیق ممکن است با توجه به نوع اندازه‌گیری، شیوهٔ تحقیق و نوع آزمونها در دختران ورزشکار اطلاعات سودمندی را در خصوص عملکرد و کارایی نبض اکسیژن مطرح کند که شاخص مطلوب ارزیابی آمادگی و کارآیی دستگاه قلب و عروق بخصوص در دختران ورزشکار است. به‌علاوه پروتکلهای ورزشی مناسب را برای برآورد این شاخص فیزیولوژیک در محدودهٔ تحقیقات آزمایشگاهی و میدانی به پژوهشگران عرضه نماید و یکی از متغیرهای مهم تعیین سطح آمادگی جسمانی افراد، در حیطهٔ سنجش کارکرد قلبی ـ عروقی باشد و شاخصی به نام حداکثر نبض اکسیژن را معرفی نماید.

روش‌شناسی

الف) آزمودنیها

در این پژوهش ۲۸ دختر ورزشکار شرکت کردند که به صورت تصادفی ساده و خوشه‌ای از بین دختران ورزشکار دانشگاه ارومیه انتخاب شده بودند (جدول ۱). برای آگاهی از وضعیت بدنی و تندرستی دختران، پرسشنامه‌ای با استفاده از تجارب محققان گذشته (۲۶) تهیه و در بین دختران ورزشکار توزیع شد. متغیرهای تحت کنترل شامل قد، وزن (توسط دستگاه اندازه‌گیری قد و وزن مدل seca ساخت کشور آلمان)، سن تقویمی، پیشینهٔ ورزشی، ضربان قلب استراحت (توسط ضربان‌شمار الکتریکی مدل Polar(Pacer) ساخت دانمارک)، ضربان قلب بیشینهٔ برآوردی (روش حداکثر ضربان قلب برآوردی: سن – ۲۲۰) (۱)، فشارخون استراحت و ورزش (توسط دستگاه دیجیتالی مچی مدل OMRON ساخت آلمان)، درجه حرارت محیط، و رطوبت نسبی (دستگاه رطوبت‌سنج و دماسنج الکتریکی Arco مدل TC14 P ساخت آلمان) اندازه‌گیری شدند. سپس بر اساس جدول زمانی، آزمونهای آزمایشگاهی اوج برون‌ده توان با دوچرخهٔ کارسنج (Wpeak)، آزمون پلهٔ سایکونولفی، و آزمون میدانی پیاده‌روی ۱ مایل به عمل آمد. اجرای هر آزمون با فاصلهٔ زمانی حدود ۱ هفته انجام شد (۲۴). هر یک از این آزمونهای ورزشی در برآورد آمادگی قلبی و عروقی از روایی و اعتبار بالایی برخوردارند، با این حال روایی‌سنجی شدند (به ترتیب $r = ۰/۹۵$، $r = ۰/۸۷$ و $r = ۰/۸۳$)

1. Naughton

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. ویژگیهای دختران ورزشکار

آماره / شاخص تحت کنترل	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف استاندارد
سن (سال)	۲۲	۲۱	۲۳	۱
قد (سانتی‌متر)	۱۶۲٫۵۲	۱۵۹	۱۷۴	۳٫۸۵
وزن (کیلوگرم)	۵۷٫۳	۴۶	۷۵	۶٫۶۳
ضربان قلب استراحت (ضربه/دقیقه)	۷۶	۷۰	۸۵	۴٫۲۰
ضربان قلب بیشینهٔ برآوردی (ضربه/دقیقه)	۱۹۸	۱۹۷	۱۹۹	۲
فشار خون استراحت (میلی‌متر جیوه)	۱۱۶٫۷۷	۱۱۰٫۷۰	۱۲۵٫۸۰	۳٫۸۰
فشار خون هنگام ورزش (میلی‌متر جیوه)	۱۴۹٫۸۸	۱۳۰٫۸۴	۱۵۲٫۸۲	۵٫۴۶

ب) آزمونهای ورزشی

آزمون توان هوازی بیشینه (اوج برونده توان): این آزمون روی چرخ کارسنج انجام گرفت. دختران ورزشکار ۴ مرحلهٔ ۱۵۰ ثانیه‌ای انجام دادند. ابتدا آزمودنیها به مدت چند دقیقه و با شدت کار ۲ وات/ کیلوگرم/ وزن بدن به گرم کردن پرداختند. فشار کار اولیه بر حسب وزن بدن حدود ۳٫۳۳ وات/ کیلوگرم/ وزن بدن تعیین شد. با اتمام مرحلهٔ اول، فشار کار در مرحلهٔ دوم بر حسب وات مرحلهٔ اول (وات مرحلهٔ اول + ۵۰ وات)، و در مرحلهٔ سوم بر حسب وات مرحلهٔ دوم (وات مرحلهٔ دوم + ۲۵ وات)، و در مرحلهٔ ۴ بر حسب وات مرحلهٔ سوم (وات مرحلهٔ سوم + ۳۵ وات) برای هر آزمودنی تعیین شد. آزمودنیها می‌بایست به صورت ارادی تا حد خستگی رکاب می‌زدند. با توقف فرد در هر مرحله، وات مرحلهٔ قبل به همراه مدت زمان انجام آزمون در برآورد اوج **اکسیژن مصرفی**[1] استفاده شد. بلافاصله بعد از قطع فعالیت، ضربان قلب ورزش آزمودنیها اندازه‌گیری و اوج **ضربان قلب**[2] ثبت شد (۱).

آزمون پلکان سایکونولفی: این آزمون را سایکونولفی و همکاران به منظور برآورد توان هوازی و اوج اکسیژن مصرفی مطرح کردند و شامل ۳ مرحلهٔ ۳ دقیقه‌ای بود که در بین هر مرحله آزمودنی ۱ دقیقه استراحت می‌کرد. تعداد پله رفتنها در مرحلهٔ اول ۱۷ بار در دقیقه، در مرحلهٔ دوم ۲۶ بار در دقیقه، و در مرحلهٔ سوم ۳۴ بار در دقیقه بود (پلهٔ ۲۵ سانتی‌متری). در سومین دقیقه از مرحلهٔ اول ضربان قلب در دقایق ۲٫۳۰، ۲٫۴۵، و ۳ اندازه‌گیری شد. اگر میانگین ضربان قلب در این ۳ نوبت برابر یا کمتر از ۶۵ درصد حداکثر ضربان قلب برآوردی بود، آزمودنی به منظور اجرای مرحلهٔ دوم آماده می‌شد. در پایان مرحلهٔ دوم نیز اگر ضربان قلب آزمودنی کمتر از ۶۵ درصد حداکثر ضربان قلب برآوردی بود، آزمودنی وارد مرحلهٔ سوم می‌شد. با توقف فرد در هر کدام از مراحل، اکسیژن مصرفی آن مرحله اوج اکسیژن مصرفی و ضربان قلب، اوج ضربان قلب را تعیین می‌کرد (۱).

آزمون پیاده‌روی سریع ۱ مایل: این آزمون را اولین بار کلاین و همکارانش مطرح کردند. روش اجرای آزمون بدین ترتیب بود که هر آزمودنی مسافت ۱ مایل را در مسیر ۳۲۰ متری (بیضی) تا حد

1. Peak VO2
2. Peak heart rate

www.SID.ir

Archive of SID

امکان بـا حداکثـر سرعت پیـاده‌روی می‌کـرد و از ابتدای شروع حرکت زمان برای او محاسبه می‌شد. بلافاصله بعد از اتمام آزمون، زمان مسافت پیموده شده به همراه ضربان قلب ورزشی دقیقاً ثبت و از آن در برآورد اوج اکسیژن مصرفی استفاده شد (۱۱).

ج) برآورد حداکثر نبض اکسیژن

حداکثر نبض اکسیژن در پروتکل جونز (آزمون شاخص) استفاده شد که جونز و همکارانش توصیف کردند (۹). به منظور برآورد حداکثر نبض اکسیژن در هر ۳ آزمون ورزشی از معادلهٔ واسرمن و همکاران استفاده شد (۲۶). بدین ترتیب که در هر پروتکل ورزشی، نسبت اوج اکسیژن مصرفی به اوج ضربان قلب ورزش محاسبه گردید. در برآورد اوج اکسیژن مصرفی از آزمون پیاده‌روی سریع ۱ مایل، علاوه بر رابطهٔ حداکثر نبض اکسیژن، و از رابطهٔ کلاین و همکارانش (۱۱) و نیز از روابط مربوط به اوج اکسیژن مصرفی استفاده شد (۱). همچنین برای برآورد حداکثر نبض اکسیژن از آزمون دوچرخهٔ اوج برونده توان، از روابط هاولی و همکاران (۱) و رابطهٔ واسرمن و همکاران (۲۶) استفاده شد. سپس با استفاده از این محاسبات و روابط مربوط به اوج اکسیژن مصرفی، حداکثر نبض اکسیژن اندازه‌گیری و برآورد شد. همچنین در محاسبهٔ حداکثر نبض اکسیژن در آزمون پلهٔ سایکونولفی، محققان از معادلات سایکونولفی و همکاران و معادلات اوج اکسیژن مصرفی استفاده کردند (۱).

به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، از آمار توصیفی، نمودارهای ستون انحرافات، و آزمونهای آماری تحلیل واریانس یک طرفه (ANOVA)، POST HOC، t تست یک متغیره و Binomial استفاده شد.

یافته‌ها

در این پژوهش، به منظور حذف احتمال اثرگذاری عوامل مختلف بر مقادیر نبض اکسیژن، آزمونهای آماری بر اساس قدر مطلق میانگین انحرافات انجام گرفته است.

الف) مقایسهٔ قدر مطلق میانگین انحرافات مقادیـر نبض اکسیژن آزمونهای ورزشی با پروتکل شاخص

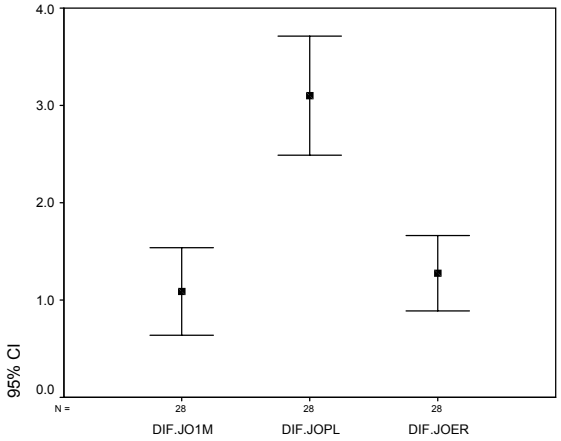
داده‌های شکل ۱ نشان می‌دهد نبض اکسیژن حاصل از آزمونهای ورزشی ۱ مایل پیاده‌روی و دوچرخهٔ کارسنج اوج برونده توان، اختلاف معناداری با نبـض اکسیـژن پـروتکل جونـز نداشت (به ترتیب ۱٫۱۵±۱٫۰۸۵ میلی‌لیتر بر ضربه، و ۱٫۰۱۵±۱٫۲۷۵ میلی‌لیتـر بـر ضربه) اما آزمون پلهٔ سایکونولفی در مقـایسه بـا پـروتکـل جـونـز تفـاوت معنـاداری (۱٫۵۶± ۳٫۰۹۹ میلی‌لیتر بر ضربه) داشت.

ب) مقایسـهٔ بیش‌برآوردی و کم‌برآوردی مقادیـر نبض اکسیژن آزمونهای ورزشی با پروتکل جونز

نتایج آزمون بیش‌برآوردی و کم‌برآوردی Binomial در سطح آلفای ۰٫۰۵ و معیار ۱ میلی‌لیتر/ ضربه نشان داد که در مقایسهٔ ۳ آزمون ورزشی با پروتکل برآوردی جونز، ۲ آزمون ورزشی ۱ مایل و آزمون چرخ کارسنج اوج برونده توان از نظر کم‌برآوردی و بیش‌برآوردی در سطح نسبت ۵۰٪ (به ترتیب P =۰٫۳۴۵ و P =۰٫۵۷۲) اختلاف معناداری با پروتکل جونز نداشتند. اما آزمون پلهٔ سایکونولفی از نظر کـم و بیش‌برآوردی اختـلاف معنـاداری (P =۰٫۰۰۱) با پروتکل شاخص جونز نشان داد (جدول ۲ و شکل ۱).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. مقایسهٔ قدر مطلق میانگین انحراف مقادیر نبض اکسیژن آزمونهای ۱ مایل، دوچرخهٔ اوج برونده توان، و پلهٔ سایکونولفی با پروتکل جونز (میلی‌لیتر/ضربه)در دختران ورزشکار

جدول ۲. مقایسهٔ مقادیر کم‌برآوردی و بیش‌برآوردی پروتکلهای حداکثر نبض اکسیژن در دختران ورزشکار (میلی‌لیتر/ضربه)

	گروه‌بندی	تعداد	نسبت مشاهده شده	آزمون نسبت ۵۰٪	سطح معناداری
جونز – ۱ مایل	گروه۱	۱۱	۰/۳۹	۰/۵۰	۰/۳۴۵
	گروه۲	۱۷	۰/۶۱		
	مجموع	۲۸	۱/۰۰		
جونز – پله	گروه۱	۲۶	۰/۹۳	۰/۵۰	۰/۰۰۱
	گروه۲	۲	۰/۰۷		
	مجموع	۲۸	۱/۰۰		
جونز – دوچرخه	گروه۱	۱۶	۰/۵۷	۰/۵۰	۰/۵۷۲
	گروه۲	۱۲	۰/۴۳		
	مجموع	۲۸	۱/۰۰		

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد آزمون پیاده‌روی ۱ مایل، از نظر برآورد حداکثر نبض اکسیژن با پروتکل برآوردی جونز اختلاف معناداری (P=۰/۳۴۵) نداشت و این آزمون حداکثر نبض اکسیژن را با درصد خطای کمتری (از نظر بیش‌برآوردی و کم‌برآوردی) برآورد کرد. به نظر می‌رسد تحقیقی که استفاده از پروتکل ورزشی پیاده‌روی ۱ مایل را

www.SID.ir

Archive of SID

جهت برآورد حداکثر نبض اکسیژن دختران ورزشکار نشان دهد گزارش نشده است. تنها در تحقیقی مشابه ترتیبیان و عباسی (۱۳۸۴)، از آزمون دوی ۱ مایل جهت اندازه‌گیری حداکثر نبض اکسیژن نوجوانان پسر (۱۵ـ۱۷ سال) استفاده کردند و مقادیر ۱۲٫۷۸ میلی‌لیتر بر ضربه گزارش گردید. این مقدار با نتایج به دست آمده دربارهٔ دختران ورزشکار (۱٫۳۷ ± ۱۴٫۵۸ میلی‌لیتر بر ضربه) در این تحقیق تفاوت داشت. در تحقیقات گزارش شده، از آزمون پیاده‌روی ۱ مایل به منظور اندازه‌گیری حداکثر نبض اکسیژن استفاده نشده، ولی کاربرد آزمون پیاده‌روی ۱ مایل در اندازه‌گیری توان هوازی دختران دانشگاهی گزارش شده است (بایارز و همکاران (۴)). بایارز و همکارانش آزمون پیاده‌روی ۱ مایل را آزمون معتبر و روا در اندازه‌گیری عملکرد هوازی دانش‌آموزان و دانشجویان معرفی کرده‌اند.

موافق با نظر این محققان، مک‌سوین و همکاران (۱۹۹۸) نیز روایی بالایی (r =۰٫۸۴ و SEE = ۰٫۳۹۷ لیتر/دقیقه) را در آزمون پیاده‌روی ۱ مایل در اندازه‌گیری عملکرد هوازی دختران دانشگاهی و دبیرستانی به دست آوردند و گزارش کردند این آزمون ممکن است سطوح آمادگی قلبی ـ عروقی این افراد را به طور روشن برآورد کند (۵).

در تحقیق حاضر این آزمون برآورد مناسبی از حداکثر نبض اکسیژن (از نظر بیش‌برآوردی و کم‌برآوری) را نشان داد. یکی از دلایل اصلی برآورد مناسب حداکثر نبض اکسیژن در آزمون میدانی ۱ مایل، احتمالاً توانایی بالای این پروتکل در برآورد توان هوازی دختران ورزشکار، یا به عبارت دیگر روایی و اعتبار بالای آزمون پیاده‌روی ۱ مایل و خطای استاندارد پایین در برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی بوده است (بایارز و همکاران). شدت کار متناسب این پروتکل با ویژگیهای دختران ورزشکار، دلیل احتمالی دیگری در برآورد مناسب این شاخص بوده است. این مطلب موافق با نظر لارسن و همکاران است که گزارش کردند آزمون پیاده‌روی ۱ مایل دقیقاً سطوح آمادگی افراد تمرین کرده را برآورد می‌کند (۱۴).

در تحقیق حاضر، چون دختران ورزشکار از آمادگی مطلوب بدنی برخوردار بودند، این امر احتمالاً در برآورد دقیق‌تر حداکثر نبض اکسیژن با پروتکل پیاده‌روی ۱ مایل مؤثر بوده است (با توجه به روابط

O_2 Pulse = SV (a - v) O_2 diff

O_2 Pulse = VO_2 / HR

VO_2 = HR × SV (a - v) O_2 diff

یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد بین آزمون اوج برونده توان و پروتکل شاخص جونز در برآورد حداکثر نبض اکسیژن دختران ورزشکار اختلاف معناداری وجود ندارد (۱٫۰۱ ± ۱٫۲۷۵ میلی‌لیتر بر ضربه و P= ۰٫۵۷۲) و آزمون اوج برونده توان برآورد مناسبی از حداکثر نبض اکسیژن را نشان می‌دهد و مشابه آزمون شاخص است.

اما تحقیقی که نبض اکسیژن دختران ورزشکار را با استفاده از پروتکل کارسنج اوج برونده توان برآورد کند و سپس مقادیر حاصل را با مقادیر پروتکل شاخص مقایسه کند در دسترس نیست، ولی کاربرد سایر آزمونهای کارسنج وسیله‌ای است با اعتبار و روایی بالا در برآورد حداکثر نبض اکسیژن، که قبلاً برخی محققان گزارش کرده‌اند، از جمله گراند و همکاران (۷) نبض اکسیژن را در دختران، ترتیبیان و عباسی (۱)، سانجای شارما (۲۳)، و دیوید واکس و همکاران (۲۷)، به ترتیب نبض اکسیژن را در نوجوانان پسر، ورزشکاران و بیماران مرد مطالعه کرده‌اند. به علاوه، برخلاف مقادیر نبض اکسیژن

www.SID.ir

Archive of SID

حاصل از پروتکل اوج برونده توان در تحقیق حاضر (۱٫۳۹ ± ۱۴٫۵۵ میلی‌لیتر بر ضربه در دختران ورزشکار)، ترتیبیان و عباسی (۱) با استفاده از آزمون دوچرخهٔ کارسنج PWC195 (۱٫۷۸ ± ۱۱٫۳۵ میلی‌لیتر بر ضربه در نوجوانان پسر) و با استفاده از آزمون دوچرخهٔ کارسنج PWC212 (۱٫۵۴±۱۰٫۵۳ میلی‌لیتر بر ضربه در نوجوانان پسر)، پل تی.پی. و همکاران (۱٫۱ ± ۷ میلی‌لیتر بر ضربه) (۲۴) و گراند و همکاران (۲٫۵ ± ۷٫۵ میلی‌لیتر بر ضربه) (۷)، مقادیر نبض اکسیژن کمتری را با استفاده از آزمون دوچرخهٔ کارسنج تا سرحد خستگی در کودکان سالم ۵-۱۰ سال گزارش کردند.

با توجه به ارتباط حداکثر نبض اکسیژن با حداکثر اکسیژن مصرفی (ضرایب، زمان انجام تست و وات تعیین شده برای هر مرحله و وات نهایی، در معادلهٔ برآوردی اوج برونده توان)، عوامل اثرگذار بر دقت و اعتبار حداکثر اکسیژن مصرفی، در برآورد حداکثر نبض اکسیژن نیز مؤثر خواهند بود چون بر اساس این روابط ابتدا حداکثر اکسیژن مصرفی محاسبه و سپس نبض اکسیژن و نهایتاً نبض اکسیژن حداکثر برآورد می‌شود (۱۴).

در این تحقیق، در آزمون اوج برونده توان افزایش متناسب شدت کار بر اساس ویژگیهای وزن بدن، و توانایی دختران ورزشکار تا سرحد خستگی صورت گرفت که موجب برآورد مطلوب حداکثر نبض اکسیژن گردید (۱). در این پژوهش، تفاوت مقادیر میانگین نبض اکسیژن حاصل از آزمون اوج برونده توان، با نتایج سایر تحقیقات (آزمونهای مختلف کارسنج) گزارش شده، احتمالاً به سبب عدم استفاده از پروتکلهای ورزشی یکسان است، زیرا مسافت، مدت، و نوع اجرای هر پروتکل کارسنج متفاوت از دیگری است و ممکن است این عوامل پاسخهای قلبی و عروقی (ضربان قلب، اکسیژن مصرفی، حجم ضربه‌ای، اختلاف اکسیژن سرخرگی- سیاهرگی) متفاوتی را در پروتکلهای کارسنج ایجاد کنند.

از طرف دیگر، کارل لاویه و همکاران (۱۵) پایین بودن مقادیر نبض اکسیژن حاصل از آزمون اوج برونده در دختران ورزشکار را در مقایسه با مقادیر نبض اکسیژن ورزشکاران مرد متأثر از تفاوتهای جنسی می‌دانند. چنانچه مک‌کان و همکاران (۱۸) نبض اکسیژن بالاتر را در مردان گزارش کردند. این محققان، علت نبض اکسیژن بیشتر در مردان را تودهٔ بدون چربی بالا و غلظت بیشتر هموگلوبین عنوان کرده‌اند. اندازهٔ نبض اکسیژن در آزمون پلهٔ سایکونولفی با آزمون شاخص جونز تفاوت معناداری را نشان داد (۱٫۵۶ ± ۳٫۰۹ میلی‌لیتر بر ضربه و P= ۰٫۰۰۱). اما تحقیقی که استفاده از این آزمون ورزشی را در برآورد حداکثر نبض اکسیژن نشان دهد گزارش نشده است. به بیان سایکونولفی و همکارانش در ۱۹۸۵، کاربرد این آزمون وسیله‌ای معتبر و روا در اندازه‌گیری توان هوازی افراد ۱۹ تا ۷۰ سال گزارش شده است (۱).

کلاین و همکاران نیز آزمون پله را پروتکل ورزشی عمومی و مناسب برای آزمودن تعداد زیادی از افراد معرفی کردند (۱۱). در تحقیق حاضر، از جمله سازوکارهای توجیه‌کنندهٔ نبض اکسیژن پایین در پروتکل ورزشی سایکونولفی، احتمالاً اختلاف اکسیژن سرخرگی ـ سیاهرگی کمتر و ضربان قلب ورزشی زیربیشینه در دختران ورزشکار بوده است. آزمون پلهٔ سایکونولفی، همانند سایر آزمونهای زیربیشینه، ویژگیهای زیربیشینه‌ای آزمودنیها را نشان می‌دهد و تغییرات قلبی ـ عروقی را در سطح بیشینه برآورد نمی‌سازد. دختران ورزشکار به دلیل سادگی

www.SID.ir

Archive of SID

آزمون و زمان طولانی آزمون انگیزهٔ کافی در ادامهٔ آزمون نداشتند. چنانکه، جورجی و همکاران نداشتن انگیزهٔ کافی جهت انجام آزمون را یکی از مشکلات اصلی آزمونهای زیربیشینه می‌دانند (۲۴).

واسرمن و همکارانش نیز علت اصلی مقادیر پایین نبض اکسیژن در برخی آزمونهای ورزشی را حجم ضربه‌ای پایین در آزمودنیها گزارش کرده‌اند. آنها تأکید کردند اگر حجم ضربه‌ای کاهش یابد، اختلاف اکسیژن سرخرگی ـ سیاهرگی و بنابراین نبض اکسیژن در شدت کار نسبتاً پایینی به مقادیر بیشینهٔ خود خواهد رسید (۲۶). احتمالاً تست پلهٔ سایکونولفی در تحقیق حاضر نیز نتوانسته است حجم ضربه‌ای دختران ورزشکار را به مقدار لازم افزایش دهد.

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد حداکثر نبض اکسیژن که شاخصی از کارایی دستگاه قلبی و عروقی است با آزمونهای ورزشی پیاده‌روی ۱ مایل و دوچرخهٔ کارسنج اوج برون‌ده توان، به طور واقع‌بینانه برآورد می‌شود و این دو آزمون اطلاعات سودمندی را در خصوص عملکرد دستگاه قلبی و عروقی دختران ورزشکار نشان می‌دهند. این تحقیق ضمن معرفی آزمونهای برآورد حداکثر نبض اکسیژن، نبض اکسیژن را شاخص ارزندهٔ ارزیابی آمادگی قلبی و عروقی 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.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱. ترتیبیان، ب.،م. خورشیدی‌حسینی، ۱۳۸۵. شاخصهای برآورد فیزیولوژیک در ورزش (آزمایشگاهی- میدانی)۱، چاپ اول، انتشارات تیمورزاده. تهران.

2. **Abarbanell, Ginne, Neda Mulla, Richard Chinnock & Rane Larsen. (2004). "Exercise Assessment in Infants After Cardiac Transplantation". J Heart Lung Transplant. (23): 1334-1338.**
3. **Bently, D.J., & L.R. McNaughton (2003). "Comparision of Wpeak, VO_2 Peak and the Ventilation Threshould from Two Different Incremental Exercise Tests. Relationship to Endurance Performance". Journal of Science and Medicine in Sports. (6): 422-435.**
4. **Byars, Allyn, Michael Greenwood, Lori Greenwood, & Warren Simpson. (2003). "The Effect of Alternating Steady-Stat Walking Technigue on Estimated Vo_2max Values of the Rockport Fitness Walking Test in Collage Students". Journal of Exercise Physiology. (6): 21-25.**
5. **Callahan, A. Leigh, Kristy F. Woods, George A. Mensah, Leigh T. Ramsey, Paulo Barbeau & Bernard Gutin (2002). "Cardiopulmonary Responses to Exercise in Women with Sickle Cell Anemia". Am J Respir Crit Care Med. (165): 1309- 1316.**
6. **Fellmann, N., R. Mounier, I. Mischler, V. Pialoux, M. Vermorel & J. Coudert. (2003). "Alteration in oxygen pulse during 4 days of prolonged exercises". Science & Sports. (18): 54-56.**
7. **Grund, A., B. Dilba, K. Forberger, H. Krause, M. Siewers, H. Rieckert & M.J. Muller. (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.**
8. **Guimaraes, G.V., Giovanni Bellotti, Amilcar Oshiro Mocelin, Paulo Roberto Camargo & Edimar Alcides Bocchi. (2001). "Cardiopulmonary Exercise Testing in Children Whit Heart Failure Secondary to Idiopathic Dilated Cardiomyopathy". CHEST. (120): 816- 824.**
9. **Jones, N.L., L. Makrides, C. Hitchock, T. Chypchar & N. McCartney. (1985). "Normal Standards for an Incremental Progressive Cycle Ergometer Test". Am Rev Respir Dis. (131): 700- 708.**
10. **Kearney, J.T., G.A. Stull, J.L. Ewing & J.W. Strein. (1976). "Cardiorespiratory Responces of Sedentary College Women as a Function of Training Intensity". J Appl Physiol. (41): 822- 825.**
11. **Kline, G.M., J.P. Porcari, R. Hintermeister, P.S. Freedson, A. Ward, R.F. McCarron, J. Ross, & J.M. Rippe (1987). "Estimation of Vo_2max from a 1- Mile Track Walk, Gender, Age, and Body Weight". Medicine and Science in Sport and Exercise. (19): 253-259.**
12. **Klainman, Eliezer, Gershon Fink, Joseph Lebzelter, Tali Krelbaumm & Mordechai R. Kramer. (2002). "The Relationship between Left Ventricular Function Assessed by Multigated Radionuclide Test and Cardiopulmonary Exercise Test in Patients with Ischemic Heart Disease". CHEST (121): 841-845.**
13. **Lai, J.S., M.K. Lan, C. Chong & C.K. Lein (1993). "Cardio Respiratory Responces of T`AI CHI CH`UAN Practitioners and Sedentary Subjects during Cycle Ergometry". J Formosan Med Assoc. (92): 894-899.**
14. **Larsen, E. Gary, James D. George, Jeffrey L. Alexander, Gilbert W. Fellingham & Steve G. Aldana (2002). "Prediction of Maximum Oxygen Concumption from Walking , Jogging, or Running". Research Quarterly for Exercise and Sport. (73): 66-72.**
15. **Lavie, J. Carl, Richard V. Milani & Mandeep R. Mehra. (2004). "Peak Exercise Oxygen Pulse and Prognosis in Chronic Heart Failure". Am J Cardiol. (93): 588-593.**
16. **Lehman, Gunter, and Klaus Kolling (1996). "Reproducibility of Cardiopulmonary Exercise Parameters in Patients with Valvular Heart Disease". CHEST. (110): 685-692.**
17. **Macek, M., V. Seliger, J. Vavra, O. Skranc, J. Horak, M. Piric, P.Handzo, Rous, & Z. Jirka (1979). "Physical Fitness of the Czechoslovak Population between the Age of 12 and 55 years". Physiol Bohemoslov. (28): 75-82.**
18. **McCann, D.J. (2004). "Body Size and Vo_2 Peak: A New Prespective?" Int J Sport Med. (25): 50-55.**

www.SID.ir

Archive of SID

19. McMurray, R.G., W.K. Guion, B.E. Ainsworth, & J.S. Harrell (1998). "Prediction aerobic Power in Children". J Sports Med Phys Fitness. (38): 227-233.
20. Radloff, M. Ellen (1930). "The Oxygen Pulse in Athletic Girls During Rest and Exercise". American Journal Physiology…Legacy Content. (11): 126-131.
21. Padilla, P.J., C.P. Ojeda, Ch Y. Fernandez & M.J. Licea (2000). "Maximum Oxygen Pulse in High Performance Mexican Athletes". Rev INER . (13): 73-78.
22. Pianosi, T. Paul, and Melissa Fisk (2000). "Cardiopulmonary Exercise Performance in Prematurely Born Children". Pediatric Research. (47): 653-658.
23. Sharma, Sanjay, Perry M. Elliott, Greg Whyte, Niall Mahon, Mahon S. Virdee, Brian Mirst, & William J McKenna (2000). "Utility of Metabolic Exercise Testing in Distinguishing Hypertrophic Cardiomyopathy from Physiologic Let Ventricular Hypertrophy in Athletes". Journal of the American College of Cardiology. (36): 864-870.
24. Vehrs, Pat, James D. George, & Gilbert W. Fellingham (1998). "Prediction of Vo_2max before, During, and After 16 weeks of Endurance Training". Research Quarterly for Exercise and Sport. (69): 297-303.
25. Wagner J.A., D.S. Miles, S.M. Horvath, & J.A. Reyburn (1979). "Maximal Work Capacity of Women During Acute Hypoxia". J Appl Physiol. (47): 1223-1227.
26. Wasserman, K., J. Hansen, D.Y. Sue, R. Casaburi, & B.J. Whipp. (1999). Principles of Exercise Ttesting and Interpretation. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins.
27. Wax, David, Robert Garofano, & Robyn J. Barst. (1999). "Effect of Long Term Infusion of Prostacyclin on Exercise Performance in Patients with Primary Pulmonary Hypertension". CHEST, (116): 914-920.
28. Wei Gu, Jian, Giovani Gadonski, Julie Wang, Ian Makey, & Thomas H Adair (2004). "Exercise Increases Endostatin in Circulation of Healthy Volunteers". BMC Physiology. (4): 2-4.
29. Williams L.D., & A.R. Morton (1986). "Changes in Selected Cardiorespiratory Responses to Exercise and in Body Composition Following a 12- week Aerobic Dance Programme". J Sport Sci. (4): 189-199.
30. Wisloff, Ulrik, Jan Helgerud, Ole Johan Kemi, & Oyvind Ellingsen (2001). "Intensity-controlled Treadmill Running in Rats: Vo_2max and Cardiac Hypertrophy". Am J Physiol Heart Circ Physiol. (280): 1301-1310.

www.SID.ir