پژوهش در علوم ورزشی شماره ۲۲، بهار ۱۳۸۸، صص ۸۳-۷۱

ارتباط بین قد و توان هوازی بیشینه در آزمون‌های پله کویین و سنجش گازهای تنفسی روی چرخ کارسنج

دکتر حمید آقاعلی نژاد[۱]، مهدیه ملانوری[۲]، علی شریف نژاد[۳]، مریم دلفان[۴]، فرحناز مشکوتی[۵]

۱. استادیار دانشگاه تربیت مدرس
۲. دانشجوی دکترای فیزیولوژی ورزش، دانشگاه تربیت مدرس
۳. کارشناس ارشد تربیت بدنی، پژوهشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی
۴. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، دانشگاه شهید بهشتی
۵. کارشناس تربیت بدنی وعلوم ورزشی، سازمان آموزش و پرورش تهران

تاریخ دریافت مقاله: ۸۶/۹/۲۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۷/۳/۲۵

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، تعیین ارتباط بین قد و توان هوازی بیشینه($VO_2 max$) در آزمون پله کویین و سنجش گازهای تنفسی روی چرخ کارسنج بود. ۵۴ دانشجوی دختر تمرین کرده با میانگین سنی ۱/۹۳ ±۲۳/۲۲ سال، قد ۸/۱۹ ±۱۶۲/۱۳ سانتی‌متر، تودهٔ بدن ۸/۵۹ ± ۵۷/۹۷ کیلوگرم، شاخص توده بدنی ۲/۲۴ ± ۲۲/۰۳ کیلوگرم بر مترمربع و درصد چربی بدن ۴/۷۹±۲۴/۲۴ درصد، آزمودنی‌های پژوهش بودند که به سه گروه قدی کوتاه ۳/۱۱ ± ۱۵۳/۲۲ سانتی‌متر، متوسط ۱/۷۷ ± ۱۶۱/۲۷ سانتی متر و بلند ۳/۱۷ ± ۱۷۱/۹۱ سانتی متر تقسیم شدند. توان هوازی بیشینه با استفاده از دو آزمون پله کویین و سنجش گازهای تنفسی روی چرخ کارسنج اندازه‌گیری شد. یافته‌ها نشان داد بین توان هوازی بیشینه در گروه‌های کوتاه ، متوسط و بلند قد در هر یک از دو آزمون پله کویین و سنجش گازهای تنفسی روی چرخ کارسنج تفاوت معناداری وجود ندارد($p\langle ۰/۰۵$). به هنگام مقایسه توان هوازی بیشینه اندازه‌گیری شده در آزمون‌های پله کویین و سنجش گازهای تنفسی روی چرخ کارسنج در درون هر یک از گروه‌های قدی تفاوت معناداری دیده شد ($P< ۰/۰۰۱$)؛ به این ترتیب که توان هوازی بیشینه به دست آمده در پله کویین در هر سه گروه بیشتر بود. همچنین بین توان هوازی بیشینه و قد در کل آزمودنی‌ها در هر دو آزمون همبستگی معناداری دیده نشد ($P >۰/۰۵$). نتیجه این که بین توان هوازی بیشینه و قد در دو آزمون پله کویین و سنجش گازهای تنفسی روی چرخ کارسنج ارتباطی وجود نداشت؛ بنابراین می‌توان گفت بین توان هوازی بیشینه و قد در آزمون پله کویین ارتباطی وجود ندارد.

واژه‌های کلیدی: توان هوازی بیشینه، قد، آزمون پله کویین، دختران تمرین کرده

مقدمه

توان هوازی بیشینه، عامل مهمی در ارزیابی آمادگی قلبی تنفسی، اجرای هوازی و سلامت قلبی عروقی است(۱). توان هوازی بیشینه را می‌توان با آزمون‌های بیشینهٔ مستقیم، به عنوان روش‌های ملاک مانند تجزیهٔ نفس به نفس گازهای تنفسی روی چرخ کارسنج یا نوارگردان(خطای استاندارد ۱ تا ۳ میلی لیتر به ازای هر کیلو گرم از توده بدن در دقیقه) اندازه‌گیری کرد(۳،۲). اما روش‌های مستقیم اندازه‌گیری توان هوازی بیشینه پرهزینه و دشوار است و به کارکنان کار آزموده نیاز دارد. بنابراین آزمون‌هایی برای برآورد توان هوازی بیشینه به صورت غیر مستقیم طراحی شده است. آزمون‌های میدانی مانند آزمون های یک مایل، کوپر و پله کویین(QCT) و آزمون‌های آزمایشگاهی مانند آزمون‌های بروس، آستراند و بالک از این نوع آزمون‌ها هستند که برخی مانند آزمون ۲۰ متر شاتل ران به صورت بیشینه اجرا می‌شود، در حالی که برخی دیگر مانند آزمون‌های پله به صورت زیر بیشینه اجرا می شود(۴،۵،۶،۷).

آزمون‌های پله، اغلب روش‌های ساده‌ای برای برآورد توان هوازی بیشینه به صورت غیر مستقیم است (۸). مزیت آزمون‌های پله نسبت به آزمون‌های دیگر مانند چرخ کارسنج، دویدن، پیاده روی و شنا کردن این است که به تجهیزات گران قیمت نیاز ندارد؛ نیازمند کالیبره شدن نیست و به آسانی می‌تواند در جمعیت بزرگ‌تری به کار رود(۱۰،۹). آزمون پله کویین مک آردل و همکاران (۱۹۷۲) توان هوازی بیشینه را با اندازه‌گیری ضربان قلب بین ثانیه‌های۵ تا ۲۰ پس از پله زدن به مدت ۳ دقیقه و با آهنگ۲۲ پله در دقیقه، روی پله‌ای با ارتفاع ثابت ۴۱/۳ سانتی متر برآورد می‌کند که همبستگی آن در مقایسه با آزمون نوار گردان ۷۵/. (r =/۷۵) برآورد شده است(۱۱). میزان خطای این آزمون در برآورد توان هوازی بیشینه در مقایسه با آزمون نوارگردان ۰/۰۴ تا ۰/۲۳ است(۸،۱۱،۱۲). پژوهشگران معتقدند پله‌هایی با ارتفاع بلند ممکن است خستگی موضعی را در افراد کوتاه قد، پیش از دستیابی به ظرفیت هوازی واقعی به وجود آوردند و این آزمون‌ها به جای اندازه‌گیری ظرفیت هوازی، استقامت هوازی پاها را اندازه‌گیری کند(۱۴،۱۳،۳).

عوامل مختلفی مانند سن، جنسیت و تودهٔ بدن بر توان هوازی بیشینه اثر گذار است(۲،۱۵). اندازه‌های بدنی، یکی از عوامل مؤثر در برآورد توان هوازی بیشینه است(۱۳،۱۶). گارسل و همکاران (۲۰۰۴) در ارزیابی ۸۰ دختر و پسر ۵-۱۳ ساله ارتباط مشخصی را بین Vo_2 و قد پسران مشاهده کردند(۱۷). راجرز و همکاران(۱۹۹۵) با برآورد توان هوازی بیشینه از آزمون‌های بیشینه و زیر بیشینه‌ی نوار گردان، ارتباط قوی‌تر را بین توان هوازی بیشینه به دست آمده از آزمون زیر بیشینه با اندازه‌های بدنی، در مقایسه با آزمون‌های بیشینه مشاهده

کردند(۱۸). چاترجی و همکاران(۲۰۰۶) با اندازه‌گیری توان هوازی بیشینهٔ با چرخ کارسنج در دانشجویان غیر فعال، وجود ارتباط را بین قد و توان هوازی بیشینه را دربین دانشجویان دختر و پسر مشاهده کردند(۱۹). با این حال تأثیر قد در برآورد توان هوازی بیشینه در آزمون‌های گوناگون هنوز جای پژوهش دارد. در مورد آزمون‌های پله و ارتباط آن‌ها با قد، برخی پژوهشگران اعتقاد دارند پله‌هایی با ارتفاع ثابت به دلیل اثر پذیری از قد برای برآورد توان هوازی بیشینه مناسب نیستند و پله‌های تنظیم شده را براساس قد افراد برای برآورد توان هوازی بیشینه پیشنهاد می‌کنند(۱۳،۲۰). به عقیده این پژوهشگران تنظیم ارتفاع پله براساس قد آزمودنی‌ها ممکن است برآورد دقیق‌تری از ظرفیت هوازی ارائه دهد و اعتبار آزمون‌های پله را افزایش دهد (۲۱،۲۲). کالپپر و فرانسیس (۱۹۸۷) زاویهٔ ران ۷۳/۳ درجه را بهترین حالت برای برآورد ظرفیت هوازی در افراد با قدهای مختلف دانسته‌اند(۱۳). اما اینئو و همکاران(۱۹۹۶) قد را در برآورد توان هوازی بیشینه با آزمون‌های پله بدون تأثیر گزارش کردند(۲۳). شفارد(۱۹۶۶) نشان داد آزمون پلهٔ ساده، بدون در نظر گرفتن توان هوازی بیشینهٔ پله برآورد مناسبی از توان هوازی بیشینه ارائه می‌دهد(۲۴). اشلی وهمکاران(۱۹۹۷) با اصلاح آزمون پله کویین براساس زاویه ۹۰ درجهٔ زانو، تفاوت مشخصی بین ارتفاع برآورد شده از آزمون پله کویین و اصلاح شدهٔ آن مشاهده نکردند(۸). گاسلینگ و کارلسون(۲۰۰۰) اثر قد را بر نتایج آزمون پلهٔ چند مرحله‌ای مطالعه کردند و پله‌ای را با سازگار ارتفاع قد معرفی کردند (۲۰). مازیک وهمکاران(۲۰۰۱) ارتفاع پلهٔ تنظیم شده با تودهٔ بدن را برای ارزیابی ظرفیت هوازی مناسب دانستند (۲۵).

در جوامع مختلف افراد تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند شرایط محیطی، وراثت و تغذیه دارای دامنه‌های قدی متفاوتی هستند و گروه‌های قدی براساس این ویژگی‌ها تعریف شده‌اند. هنگام اجرای آزمون‌های با ارتفاع ثابت مانند آزمون پله کویین به دلیل تفاوت متغیرهای بیومکانیکی در بالا و پایین رفتن از پله، مانند راستای استخوان ران نسبت به سطح افق در افراد با قدهای مختلف، ممکن است برآورد توان هوازی بیشینه نسبت به مقدار واقعی، نوسان داشته باشد(۱۳،۲۲). با وجود مزایای آزمون‌های پله، در صورت تایید اثر قطعی قد بر نتایج این آزمون‌ها اصلاح آزمون‌های پله براساس قد و استفاده از آزمون‌های تنظیم شده، دقت برآورد توان هوازی بیشینه را بیشتر خواهد کرد. در پژوهش حاضر، ارتباط قد و توان هوازی بیشینه در آزمون‌های پله کویین و سنجش گازهای تنفسی روی چرخ کارسنج در دختران دانشجوی تمرین کرده در سه گروه کوتاه، متوسط و بلند قد مطالعه می شود.

روش‌شناسی پژوهش

۵۴ دختر با میانگین سن ۱/۹۳±۲۳/۲۲ سال، قد ۸/۱۹±۱۶۲/۱۳ سانتی متر، تودهٔ بدن ۸/۵۹±۵۷/۹۷ کیلوگرم، شاخص تودهٔ بدن ۲/۲۴±۲۲/۰۳ کیلوگرم بر مترمربع و درصد چربی بدن ۴/۷۹±۲۴/۲۴ درصد از بین دانشجویان تربیت بدنی دانشگاه‌های شریعتی، تهران و آزاد اسلامی تهران مرکز، به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند و براساس هنجار قد دانشجویان دختر ایرانی(۲۶) به سه گروه کوتاه با قد ۱۵۶ سانتی متر و کمتر، متوسط با قد بین ۱۵۷ تا ۱۶۳سانتی‌متر و بلند با قد ۱۶۴ سانتی‌متر و بیشتر تقسیم شدند. در انتخاب نمونه‌ها میانگین شاخص تودهٔ بدنی(BMI) در هر سه گروه براساس میانگین جامعه دانشجویان دختر ایرانی تنظیم شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد ۲-۳ ساعت پیش از هر مرحلهٔ آزمون، غذای سبکی بخورند و ۴۸ ساعت پیش از هر مرحله آزمون، از تمرین با شدت وحجم زیاد خودداری کنند. در نخستین جلسه پژوهش، مشخصات فردی آزمودنی‌ها ثبت و اندازه‌های آنتروپومتریکی و ترکیب بدنی شامل قد، تودهٔ بدن ودرصد چربی بدن اندازه‌گیری شد. قد با استفاده از قدسنج(Seca ساخت آلمان) با دقت ۵/. سانتی‌متر و تودهٔ بدن به وسیله ترازو با دقت ۱/. کیلوگرم اندازه‌گیری شد. شاخص توده بدن از تقسیم توده بدن بر حسب کیلوگرم بر مجذور قد به متر به دست آمد. همچنین، درصد چربی بدن با اندازه‌گیری چربی زیر پوستی چهار نقطه سه سربازو، فوق خاصره، شکم و ران و با استفاده از فرمول جکسون و همکاران(۱۹۸۰) محاسبه شد(۲۷). آزمون‌های پله کویین و سنجش گازهای تنفسی روی چرخ کارسنج برای برآورد توان هوازی بیشینه به فاصلهٔ چهار روز از آزمودنی‌ها گرفته شد. پیش از هر مرحلهٔ آزمون، آزمودنی‌ها ۳۰ دقیقه استراحت داشتند تا ضربان قلب آنان به حالت پایدار برسد.

برای اندازه‌گیری توان هوازی بیشینه با آزمون پله کویین، آزمودنی‌ها به مدت سه دقیقه با آهنگ ۲۲ بار در دقیقه از روی پله‌ای به ارتفاع ۴۱/۳ سانتی متر بالا و پایین رفتند(۱۱). پس از پایان سه دقیقه از آنها خواسته شد در حالت ایستاده باقی بمانند و ضربان قلب ثانیه‌های ۵ تا ۲۰ پس از پله زدن با ضربان سنج پلار (مدل F5 ساخت آلمان) ثبت و توان هوازی بیشینه با استفاده از معادلهٔ زیر برآورد شد(۱۱):

(میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه) توان هوازی بیشینه = (ضربان قلب در یک دقیقه × ۰/۱۸۴۷)- ۶۵/۸۱

به منظور سنجش گازهای تنفسی روی چرخ کارسنج نیز آزمودنی‌ها پس از ۵ تا ۱۰ دقیقه حرکات کششی سبک، پروتکل فزاینده‌ای را برای اندازه‌گیری توان هوازی بیشینه اجرا کردند که شامل سه دقیقه پا زدن بدون مقاومت و به دنبال آن شروع کار با مقاومت ۲۵ وات

بود. هر دو دقیقه ۲۵ وات بر مقاومت افزوده می‌شد. سرعت پدال زدن ۶۰ دور در دقیقه بود. گازهای تنفسی در طی فعالیت، به صورت نفس به نفس با دستگاه گاز آنالایزر ZAN-680 ساخت آلمان تجزیه شد. ضربان قلب هر دو دقیقه یک بار توسط ضربان سنج ثبت شد. در طی آزمون، آزمودنی‌ها برای ادامهٔ فعالیت تشویق شدند و میزان درک فشار با آزمون «میزان درک فشار بورگ» (۱۹۹۸)(۲۸) در هر مرحله ثبت شد تا بیشینه بودن فعالیت محقق شود. ملاک بیشینه بودن فعالیت برخورداری از ۴ نشانه از ۵ نشانه زیر بود:

۱- فلات در مصرف اکسیژن با وجود افزایش مقاومت و ادامه تمرین(نوسان کمتر از ۱۵۰ میلی لیتر در دقیقه)؛

۲- معادل تهویه‌ای اکسیژن بیشتر از ۳۰ لیتر در دقیقه؛

۳- نسبت تبادل تنفسی بیشتر از ۱/۱ ؛

۴- میزان درک فشار بیشتر از ۱۷؛

۵- ضربان قلب در دامنه ۱۵ ضربه بیشتر یا کمتر از ضربان قلب پیش‌بینی شده براساس سن، با استفاده از فرمول تاناکا و همکاران (۲۰۰۱) (۱،۴،۲۹،۳۰،۳۱،۳۲).

۲۰۸= (سن به سال × ۰/۷) –حداکثر ضربان قلب

توان هوازی بیشینه به عنوان بیشترین مقدار اکسیژن ثبت شده در یک دورهٔ ۱۰ ثانیه‌ای در نظر گرفته شد.

از آزمون آماری آنالیز واریانس **یک طرفه**(ANOVA) برای مقایسه میانگین‌های توان هوازی بیشینه در آزمون پله کوپین دربین سه گروه استفاده شد. به دلیل **یکسان نبودن واریانس گروه‌ها و در نتیجه برقرار نبودن شرایط آزمون آنالیز واریانس،** از آزمون کروسکال- والیس برای مقایسهٔ میانگین‌های توان هوازی بیشینه در آزمون سنجش گازهای تنفسی روی چرخ کارسنج در بین سه گروه استفاده شد. از ضریب همبستگی پیرسون برای تعیین رابطه قد و توان هوازی بیشینه در کل آزمودنی‌ها استفاده شد.

یافته‌ها

جدول (۱) شاخص‌های سن، قد، توده بدن، شاخص توده بدن و درصد چربی بدن آزمودنی‌ها را در سه گروه کوتاه، متوسط و بلند قد نشان می‌دهد. همچنین معادل تهویه‌ای برای اکسیژن، نسبت تبادل تنفسی، میزان درک فشار و ضربان قلب در هنگام رسیدن به توان هوازی بیشینه در گروه‌ها در جدول (۲) آورده شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های فردی و ترکیب بدنی در گروه‌های کوتاه، متوسط و بلند قد

گروه‌های قدی	سن (سال)	قد** (سانتی متر)	توده بدن* (کیلوگرم)	شاخص توده بدن (کیلو گرم بر مترمربع)	چربی زیرپوستی (درصد)
کوتاه	± ۱/۳۶ ۲۳/۸۸	۱۵۳/۲۲ ± ۳/۱۱	۵۳/۶۸ ± ۸/۷۲	۲۲/۸۵ ± ۳/۴۷	۲۶/۴۶ ± ۳/۳۳
متوسط	۲۳ ± ۲/۲۲	۱۶۱/۲۷ ± ۱/۷۷	۵۵/۹۵ ± ۶/۲۳	۲۱/۲۶ ± ۲/۳۷	۲۱/۹۵ ± ۵/۴۶
بلند	۲۲/۷ ± ۲/۰۴	۱۷۱/۹۱ ± ۳/۱۷	۶۴/۲۷ ± ۷/۰۲	۲۱/۷۳ ± ۲/۱۳	۲۴/۳۱ ± ۴/۴۷

*معنادار درسطح (P< ۰/۰۵)، ** معنادار درسطح (P< ۰/۰۰۱)

جدول۲. معادل تهویه‌ی اکسیژن، نسبت تبادل تنفسی، میزان درک فشارو ضربان قلب آزمودنی‌ها در گروه‌های کوتاه، متوسط و بلند قد به هنگام رسیدن به توان هوازی بیشینه

گروه‌های قدی	معادل تهویه اکسیژن* (لیتردردقیقه)	نسبت تبادل تنفسی	میزان درک فشار	ضربان قلب بیشینه (ضربه در دقیقه)
کوتاه	۳۴/۶۱ ± ۴/۵۷	۱/۲۴ ± ۰/۰۶	۱۸/۱۶ ± ۲/۱۴	۱۸۶/۱۱ ± ۶/۲۶
متوسط	۳۵/۴۴ ± ۳/۶۴	۱/۲۳ ± ۰/۰۹	۱۸/۶۶ ± ۱/۷۸	۱۸۵/۶۶ ± ۱۰/۰۵
بلند	۳۷/۳۳ ± ۴/۸۳	۱/۲۹ ± ۰/۱۲	۱۹/۳۳ ± ۰/۹	۱۸۴/۳۸ ± ۸/۷۷

* معنادار درسطح (P< ۰/۰۰۱)

نتایج آنالیز واریانس میانگین‌های توان هوازی پیشینه سه گروه کوتاه، متوسط و بلند قد در هر یک از آزمون‌های پله کوپین و سنجش گازهای تنفسی روی چرخ کارسنج تفاوت معناداری نشان نداد(P<۰/۰۵)، که بیان کنندهٔ عدم اثرگذاری قد بر توان هوازی پیشینه به دست آمده در هر یک از دو آزمون بود. بین توان هوازی پیشینه به دست آمده از آزمون پله کوپین در مقایسه با سنجش گازهای تنفسی روی چرخ کارسنج در درون هر یک از سه گروه کوتاه، متوسط و بلند قد تفاوت معناداری دیده شد(P< ۰/۰۰۱)، بدین صورت که آزمون پله کوپین در مقایسه با آزمون سنجش گازهای تنفسی روی چرخ کارسنج به عنوان روش مبنا توان هوازی پیشینه را فراتر از حد واقعی برآورد کرد (جدول۳). نتایج آنالیز واریانس برای توان

هوازی پیشینه محاسبه شده براساس تودهٔ خالص بدن نیز تفاوت معناداری را بین گروه‌ها در آزمون تجزیهٔ گازهای تنفسی روی چرخ کارسنج نشان نداد، اما بین توان هوازی پیشینه برآورد شده براساس تودهٔ خالص بدن بین گروه‌های قدی در آزمون پله کوپین تفاوت معناداری دیده شد. نتایج آزمون توکی برای آزمون پله کوپین تفاوت معناداری بین گروه‌های کوتاه و متوسط نشان داد(جدول۴).

جدول۳.مقایسه بین گروهی توان هوازی بیشینه (میلی لیتر/ کیلو گرم/دقیقه) به دست آمده از آزمون‌های پله کوپین و سنجش گازهای تنفسی روی چرخ کارسنج در سه گروه کوتاه، متوسط و بلند قد

گروه‌های قدی	Vo_2max پله کوپین (میلی لیتر/ کیلو گرم/دقیقه)	Vo_2max سنجش گازهای تنفسی (میلی لیتر/ کیلو گرم/دقیقه)
کوتاه	۳۷/۳۲ ±۲/۶۳	۳۱/۴۴ ± ۶/۳۵
متوسط	۳۵/۵۱ ± ۲/۹	۳۱/۶۲ ± ۴/۰۷
بلند	۳۷/۶۱ ± ۳/۳۴	۳۲/۴ ± ۶/۲
مقایسه بین گروهی(ارزش P)	/۰۸	/۹۸

** معنادار درسطح (P< ۰/۰۰۱)

جدول۴.مقایسه بین گروهی توان هوازی بیشینه (میلی لیتر/ کیلو گرم توده خالص/دقیقه) به دست آمده از آزمون‌های پله کوپین و سنجش گازهای تنفسی روی چرخ کارسنج در سه گروه کوتاه، متوسط و بلند قد

گروه‌های قدی	Vo_2max پله کوپین (میلی لیتر/ کیلوگرم توده خالص/دقیقه)	Vo_2max سنجش گازهای تنفسی (میلی لیتر/ کیلوگرم توده خالص/دقیقه)
کوتاه	۵۰/۴۸ ±۴/۰۸	۴۴/۳۷ ± ۵/۹۶
متوسط	۴۶/۲۳ ± ۳/۰۹	۴۲/۵۴ ± ۵/۳۵
بلند	۴۹/۹۹ ± ۵/۲۷	۴۱/۵۵ ± ۷/۷۵
مقایسه بین گروهی(ارزش P)	۰/۰۱ *	۰/۴۸

*معنادار درسطح (P< ۰/۰۵)، ** معنادار درسطح (P< ۰/۰۰۱)

همچنین بین قد و توان هوازی پیشینه در همه آزمودنی‌ها در دو آزمون پله کویین وسنجش گازهای تنفسی روی چرخ کارسنج همبستگی معناداری دیده نشد(P۰/۰۵<) (جدول ۵).

جدول۵.نتایج آزمون همبستگی پیرسون بین قد با هوازی پیشینه در بین کل آزمودنی‌ها

شاخص	R	ارزش P
همبستگی قد با Vo_2max -آزمون سنجش گازهای تنفسی روی چرخ کارسنج	-./۰۴	./۷۵
همبستگی قد با Vo_2max -آزمون پله کویین	-./۰۶	./۶۵

بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر تفاوت معناداری در توان هوازی بیشینه برآورده شده از روی آزمون پله کویین در سه گروه کوتاه، متوسط و بلند قد دیده نشد. همچنین با وجود بیشتر بودن مقدار توان هوازی پیشینه در گروه بلند قد، در دو آزمون پله کویین و چرخ کارسنج نسبت به گروه‌های متوسط و کوتاه قد تفاوت بین گروهی معنادار نبود. با توجه به همسان‌سازی گروه‌های قدی براساس نوع فعالیت بدنی، سن و شاخص تودۀ بدن تفاوت اندک گروه بلند قد ممکن است ناشی از اثرات سطح رویۀ بدن و جثه ناشی شده باشد که احتمالاً حجم ریه‌های بزرگ‌تر و برون ده قلبی بیشتر را در این گروه موجب شده و در نتیجه توان هوازی پیشینه بیشتر شده است(۱۵). با توجه به اشارۀ برخی پژوهشگران به تأثیر قد بر توان هوازی پیشینه (۱۵) و به دلیل عدم تفاوت معنادار در توان هوازی پیشینه برآورد شده در سه گروه قدی در آزمون مبنا، یعنی تجزیۀ گازهای تنفسی روی چرخ کارسنج، می‌توان با اطمینان سطح آمادگی آزمودنی‌ها را یکسان در نظر گرفت.

آزمون‌های پله، آزمون‌هایی میدانی هستند که به دلیل نیازمندی به فضای اندک، عدم نیاز به کالیبره شدن و سهولت اجرا در جمعیت‌های زیاد (۹، ۳۳)، آزمون‌های ساده ومفیدی برای برآورد توان هوازی پیشینه هستند. با این حال، بیشتر این آزمون‌ها روی پله‌هایی با ارتفاع ثابت طراحی شده‌اند که افراد با قدهای مختلف، باید با این ارتفاع ثابت پله بزنند. به اعتقاد برخی از پژوهشگران ممکن است ارتفاع ثابت پله بر دقت برآورد توان هوازی پیشینه اثرگذار باشد (۱۳،۳). در صورت اثر پذیری آزمون های پله از قد، تجدید نظر در استفاده از این پله‌ها در مواردی ضرورت دارد که برآورد دقیق‌تر توان هوازی پیشینه مورد نیاز است یا در مواردی که

افرادی با قدهای متفاوت آزمون می‌شوند. در پژوهش حاضر، عدم تفاوت معنادار در توان هوازی پیشینه برآورد شده در آزمون پله کویین، نشانه‌ی بی‌تأثیری قد در برآورد توان هوازی پیشینه در این آزمون است. نتایج پژوهش حاضر با پژوهش‌هایی مغایرت دارد که قد آزمودنی‌ها را در برآورد توان هوازی پیشینه در آزمون پله مؤثر دانسته‌اند،(۱۳،۱۴). فرانسیس و فنستین(۱۹۹۱) در طراحی آزمون پله، ویژهٔ کودکان براساس تفاوت‌های قدی، تفاوت معناداری بین زوایای ران و تأثیر قد مشاهده نکردند، اما هنگام استفاده از آهنگ‌های مختلف (۲۶،۲۲و۳۰ پله در دقیقه) تفاوت در گروه‌های قدی معنادار بود (۳۴). گاسلینگ وکارلسون (۲۰۰۰) با توجه به تفاوت‌های قدی، پله‌ای را برای افراد با تحمل کمتر طراحی کردند که توان هوازی پیشینه را تا ۸٪ فراتر برآورد می‌کرد (۲۰)، اما اشلی و همکاران (۱۹۹۷) آزمون تنظیم شده را براساس قد آزمودنی‌ها، با توجه به زاویهٔ ۹۰ درجهٔ زانو معتبرتر از آزمون پله ندانستند(۸). همچنین هولی و همکاران (۱۹۹۲) نشان دادند در نسبت‌های کاری ثابت، تفاوت در تعداد پله تأثیری در تعیین توان هوازی پیشینه در آزمون‌های زیر بیشینه ندارد(۳۵). شهنواز(۱۹۷۸) ارتباط بین نیاز به اکسیژن و ارتفاع پله تنظیم شده را با زاویه زانو بین ۵۰ تا ۹۰ درجه ناچیز دانست و نشان داد ارتفاع تنظیم شده براساس این زوایا تأثیری بر برآورد توان هوازی پیشینه ندارد (۳۶). تفاوت یافته‌های پژوهش حاضر با پژوهش‌های گذشته ممکن است از سطح آمادگی بدنی و دامنه‌های سنی متفاوت آزمودنی‌ها ناشی باشد. به دلیل اثر عوامل وراثتی و محیطی در برآورد توان هوازی پیشینه، پژوهش‌های انجام شده درمحیط‌ها و جوامع مختلف نتایج متفاوتی ارائه داده‌اند. استفاده از ارتفاع‌ها و آهنگ‌های متفاوت در این پژوهش‌ها اثر مستقیمی بر برآورد توان هوازی پیشینه دارد و در ایجاد تفاوت در نتایج این پژوهش با پژوهش‌های گذشته تأثیرگذار بوده است. در پژوهش حاضر و پژوهش اشلی و همکاران (۱۹۹۷) که یافته‌ها یکسان بود، اثر قد روی آزمون پله کویین با آهنگ و ارتفاع ثابت بررسی شد که با توجه به همسان سازی گروه‌های قدی در پژوهش حاضر براساس شاخص تودهٔ بدن و سطح آمادگی بدنی و نیز اندازه‌گیری دقیق توان هوازی پیشینه روی چرخ کارسنج به روش تجزیه گازهای تنفسی، به عنوان روش مبنا و مقایسه توان هوازی پیشینه اندازه‌گیری شده با توان هوازی پیشینه برآورده شده از آزمون پله کویین، به نظر می‌رسد یافته‌های به دست آمده از دقت بیشتری برخوردار باشد.

مقایسهٔ توان هوازی پیشینهٔ برآورده شده از پله کویین وسنجش گازهای تنفسی روی چرخ کارسنج در درون هر یک از گروه‌های کوتاه، متوسط و بلند قد تفاوت معناداری نشان داد ($P< ۰/۰۰۱$). آزمون پله کویین در مقایسه با روش مبنا، توان هوازی پیشینه را بیشتر برآورد کرده است که احتمالاً استفاده از چرخ کارسنج در پژوهش حاضر به عنوان روش مبنا در ایجاد

این اختلاف معنادار اثر گذار بوده است. به دلیل تأثیر نوع و حجم عضلات به کار گرفته شده به هنگام فعالیت در برآورد توان هوازی پیشینه روی چرخ کارسنج که بیشتر از عضلات پایین تنه استفاده می‌کند و آزمودنی را زودتر از حد معمول خسته می‌کند، بروز خستگی بیشتر موضعی است، به ویژه در دختران که عضلات چهار سر آنها قوی نیست. بیشترین توان هوازی پیشینه معمولاً هنگام دویدن روی نوار گردان به دست می‌آید (۳۸،۳۷،۶). با وجود برآورد بالای توان هوازی پیشینه با استفاده از پله کویین، این آزمون در شرایط میدانی و در جمعیت‌های زیاد کاربرد دارد. در پژوهش حاضر با محاسبه توان هوازی پیشینه براساس تودۀ خالص بدن تفاوت معناداری در توان هوازی پیشینه بین گروه‌های کوتاه و متوسط در آزمون پله کویین مشاهده شد. تفاوت مشاهده شده در توان هوازی پیشینه براساس توده خالص بدن بین گروه‌های کوتاه و متوسط، تأیید مطالعاتی است که اثر وزن و تودۀ خالص بدن را بر آزمون‌های پله گزارش کرده‌اند(۱۵، ۳۰).

یافته‌های این پژوهش حاکی از عدم ارتباط قد و توان هوازی پیشینۀ برآورد شده از آزمون پله کویین بود. بنابراین تفاوت‌هایی که در پژوهش‌های گذشته دیده شده است، ممکن است به دلیل اثر عواملی، به غیر از قد مانند طول پا و ساق، ترکیب بدنی و تودۀ عضلانی باشد که خود جای مطالعه دارد. در پژوهش حاضر نیز هنگام مقایسه نتایج، توان هوازی پیشینه براساس تودۀ خالص بدن تفاوت معناداری بین توان هوازی پیشینه آزمودنی‌های با قد کوتاه و متوسط و دارای توده خالص بدنی متفاوت دیده شد. استفاده از تعداد آزمودنی‌های بیشتر و آزمون های دیگر مانند نوارگردان به عنوان روش مبنا، شاید نتایج متفاوتی را ارائه دهد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

1- Niels UT, Sorensen H, Overgaard k, Pedersen k.(2004). Estimation of vo2max from the ratio between HRmax and HRrest – the heart rate ratio method. Eur J Appl Physiol. 91:111-115.

2- Astrand PO, Rodahl K.(1970). Textbook of work physiology. New York, McGraw Hill, 343-372.

3- Baltimore MD. (2000). Guidelines for exercise testing and prescription. American College of Sports Medicine.6th ed. 3-10, 57-80.

4- Bonen A. (1974). An evaluation of three fitness tests. Can J Public Health, 66: 288-290.

5-Fox EL.(1973). A simple, accurate technique for predicting maximal aerobic power. J Appli Physiol . 35(6):914-917.

6-Heyward VH.(2002). Advanced fitness assessment and exercise prescription. Human Kinetics.

7-Leger LA, Mercier D ,Gadourg C, Lambert J. (1988). The multistage 20-metre shuttle run test for aerobic fitness. J Sports Sci. 6:93-101.

8-Ashley CD,Smith JF,Reneau PD.(1997). A modified step test based on a function of subject's stature. Percept Mot Skills.85:987-993.

9- Selig SE, Gosling CM, Carlson JS.(2000). A multi-stage step test protocol for people with low exercise capacity. Clin Kinesiol. 54:67-71

10-Watson AWS.(1978). Assessment of the cardiovascular fitness of sportsmen. J Sports Med. 18:193-200.

11- McArdle WD, Katch FI, Pecar GS, Jacobson L, Ruck S.(1972). Reliability and interrelationships betweem maximal oxygen intake , physical work capacity and step-test scores incollege woman. Med Sci Sports Exerc.4 :182-186.

12- Watkins J.(1984). Step tests of cardio respiratory fitness suitable for mass testing. Brit J Sports Med. 18:84-89.

13- Culpepper MI, Francis KT. (1987). An anatomical model to determine step height in step testing for estimating aerobic capacity. J Theor Biol. 129:1-8.

14- Francis K.(1987) .Fitness assessment using step tests. Compr Ther. 13:36-41.

15- Acevedo E O, Starks M A.(2003). Exercise testing and prescription lab manual. Champaign,IL:Human Kinetics. P 42.

16-Milani RV, Lavie CJ, Mehra MR, Venrura HO. (2006). Understanding the basics of cardiopulmonary exercise testing. Mayo Clinic Proceedings, 12:1603.

17- Gursel Y,Sonel B, Gok H,Yalcin P.(2004). The peak oxygen of healthy Turkish children with reference to age and sex: a pilot study. Turkish J Pediatrics. 46(1):38-43.

18- Rogers DM, Olson BL, Wilmore JH.(1995). Scaling for the VO2-to-body size relationship among children and adults. J Appli Physiol.79(3):958-967.

19- Chatterje S, Chatterjee P , Bandyopadhyay A.(2006). Prediction of maximal oxygen consumption from body mass, height and body surface area in young sedentary subjects. Indian J Physiol Pharmacol. 50(2):181-186.

20- Gosling CM,Carlson J S.(2000). A multi- stage step test protocol for people with low exercise capacity. Exercise Rehabilitation. Research. Clinical Kinesiology. 54(3): 67-71.

21-Eston RG, Faulkner JA, Mason EA, Parfitt G. (2006).The validity of predicting maximal oxygen uptake from perceptually regulated graded exercise tests of different durations.97:535-541.

22- Santo AS, Golding LA.(2003). Predicting maximum oxygen uptake from a modified 3-minute step test. Res Q Exerc Sport. 74:110-115.

23- Inoue Y, Nakao M.(1996). Prediction of maximal oxygen uptake by squate test in men and women. Hobe J Med Sci.42(2).119-29.

24- Shephard RJ(1966). The relative merits of the step test, bicycle ergometer, and treadmill in the assessment of cardio – respiratory fitness. Eur J Appl Physiol. 23(3)219-230.

25- Mazic S ,Zivitic- vanovic M, Igracki I, Zivanic S, Velkovski S.(2001). A simple and reliable step-test for indirect evaluation of aerobic capacity. Med Pregl. 54(11-12):
522-529.

۲۶- رجبی حمید، ۱۳۸۶. در ارزیابی ترکیب بدنی و آمادگی قلبی- تنفسی دانشجویان دختر و پسر سراسر کشوریی، پژوهشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی.

27- Jackson A S, Pollock M L, Ward A.(1980). Generalized equations for predicting body density of women. Med Sci Sports Exer. 12:175-182.

28- Borg G.(1998). Borg's perceived exertion and pain scales. Champaign, IL:Human Kinetics.P 47.

29- Glen FA. (1998). The test-retest reliability of the united states air forces submaximal bicycle ergometry aerobic fitness test(master' thesis). Oklahoma City, OK: University of Oklahoma.

30- Pollock ML, Foster C, Schmidt D.(1982). Comparative analysis of physiologic responses to three different maximal graded exercise test protocols in healthy women. Am Heart J. 103:363-373.

31- Pollock ML ,Garzarella L, Dehoyos D,(1994). The cross- validation of the United states air forces submaximal cycle ergometry test to estimate aerobic capacity. United States Air Force/ Armstrong Laboratory, Publication Number 15(10).

32- Wyndham C H. (1967). Submaximal tests for estimating maximum oxygen uptake. J Can Med Asso.96:736-745.

33-Claudio L, Lafortuna MP, Fiorenza A, Alessandro S. (2006).The energy cost of cycling in young obese women. Eur J Appl Physiol. 97:16-25.

34- Francis K,Feinstein R. (1991). A simple height- specific and rate-specific step test for children. Sought Med J.84(2).169-74.

35- Howley ET. Colacino DL. Swensen TC.(1992). Factors affecting the oxygen cost of stepping on an electronic stepping ergometer. Med Sci Sports Exerc. 24:1055-1058.

36-Shahnavaz H, (1978). Influence of limb length on a stepping exercise.J Appl Physiol.44(3):346-349.

37-Carter H,Jones AM, Barstow T J, Burnley M.(2000). Oxygen ptake kinetics in treadmill running and cycle ergometry : a comparison. J Applied Physiol.89:899-907.

38-LeMura LM, Duvillard SP, Cohen SL, Root CJ, Chelland SA.(2001). Treadmill and cycle ergometry testing in 5-to 6-year- old children.Eur J Appl Physiol .85:472-478.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی