پژوهش در علوم توانبخشی
شماره سیزدهم، ص ص ۱۴۰-۱۲۳
دریافت: ۸۶/۱۰/۱۹
آزمون: ۸۶/۲/۱۸

طراحی و روایی‌سنجی آزمون هشت ضلعی هوازی

دکتر وحید ذوالاکتاف[1]، فائزه زمانیان[2]

۱. استادیار دانشکده تربیت بدنی دانشگاه اصفهان. ۲. کارشناس ارشد تربیت بدنی دانشگاه اصفهان.

چکیده

در این پژوهش، آزمون هشت ضلعی هوازی (AOT) طراحی و خصوصیات روان‌سنجی آن از قبیل پایایی و روایی‌های منطقی و سازه (تمایز گروهی) مطالعه گردید. آزمودنی‌ها عبارت بودند از ۷۱ دانش‌آموز دختر (۱۲-۱۷ سال)، ۶۰ دانشجوی پسر و دختر (۱۸ تا ۲۲ سال)، ۲۶ سالمند سالم زن و مرد (۴۲ تا ۷۳ سال) و ۱۸ بیمار قلبی زن و مرد (۴۸ تا ۷۲ سال). زیر گروه‌های پژوهش شامل ۲۰ دختر ۷ ساله، ۲۷ دختر ۹ ساله، ۲۴ دختر ۱۱ ساله، ۲۳ دانشجوی دختر، ۳۷ دانشجوی پسر، ۱۳ مرد سالمند، ۱۳ زن سالمند، ۸ بیمار قلبی زن، و ۱۰ بیمار قلبی مرد بود. ضریب پایایی از طریق تحلیل همبستگی درون گروهی سه بار اجرای AOT در عرض یک هفته محاسبه گردید. روایی تمایز گروهی از طریق تحلیل واریانس اجراهای گروه‌های مختلف آزمودنی با یکدیگر اثبات گردید.

دلایل و شواهد مبنی بر روایی منطقی و محتوای AOT به‌طور مبسوط در مقاله ارائه گردیده است. آزمون بدون هیچ مشکلی توسط انواع آزمودنی‌ها از حیث سن، جنس، و وضعیت سلامت و بیماری انجام شد. پایایی آزمون در طول یک هفته و توسط سه اجرا بر ابر ۹۸٪ به‌دست آمد. روایی سازه (تمایز گروهی) AOT توسط عملکرد مطابق انتظار زیر گروه‌های پژوهش ثابت گردید، بدین معنا که گروه‌های دارای ظرفیت بیشتر هوازی، در خلال AOT به شدت‌های بالاتر رسیدند ($P<0/0001$).

با توجه به خصوصیات اجرایی و پایایی خوب، و تأیید روایی منطقی و سازه، AOT، به نظر می‌رسد که بتوان این آزمون را به عنوان جانشین بهتری برای آزمون‌های فزاینده از قبیل شاتل‌ران، 6MWT، و آزمون پله چستر معرفی نمود. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های بعدی اقدام به تأیید روایی معیار آزمون نمود و معادل‌های VO2max آن را از طریق اجرای همزمان یک آزمون استاندارد به دست آورد.

واژه‌های کلیدی: ظرفیت هوازی، مسیر هشت طبقی، تست فزاینده، روایی.

مقدمه

افزایش ظرفیت هوازی به احتمال زیاد مهم‌ترین هدف هر برنامهٔ آمادگی جسمانی معتبر است. شواهد پژوهشی به وضوح نشان می‌دهد که سطوح قابل قبول توان هوازی با کاهش عوامل خطرساز سلامتی مثل پرفشار خونی، بیماری‌های شریان‌های قلبی، چاقی، دیابت، بعضی از نمونه‌های سرطان، و برخی دیگر از بیماری‌های بزرگسالی همراه است. مرجع شمارهٔ (۱) که به‌طور رایگان از طریق اینترنت در دسترس است به‌طور خلاصه و مناسبی مزایای فعالیت بدنی و به‌خصوص فعالیت‌های هوازی را معرفی می‌کند. برای اشاره به این بُعد از آمادگی جسمانی واژه‌های زیادی به کار رفته است: آمادگی قلبی عروقی، آمادگی قلبی تنفسی، آمادگی هوازی، توان هوازی، ظرفیت کار هوازی و ظرفیت کار جسمانی از جمله واژه‌های مورد استفاده است. هر چند که در تعریف این مفاهیم می‌توان اختلاف‌هایی مشاهده نمود، اما همه آن‌ها را می‌توان به‌طور کلی معادل ظرفیت هوازی در نظر گرفت. اندازه‌گیری آزمایشگاهی حداکثر اکسیژن مصرفی VO_2max را می‌توان به‌طور کلی دقیق‌ترین اندازه‌گیری ظرفیت هوازی به حساب آورد.

آزمون تردمیل بالک (۱۹۵۲) اولین آزمون موفق برای اندازه‌گیری حداکثر تلاش بود که سپس به آزمون‌های درجه‌بندی شده[1] (GXT) معروف شدند(۲). کار بالک راه را برای اندازه‌گیری‌های پیچیدهٔ آزمایشگاهی ظرفیت هوازی هموار نمود و به دنبال آن پروتکل‌های استاندارد مختلف بیشینه و زیربیشینه GXT بر روی تردمیل و چرخ ارگومتر تولید گردید. پروتکل‌های بروس[2]، کاتوس[3]، بالک ـ ویر[4]، الستاد[5]، یوسف‌سام[6]، مک‌هنری[7]، استانفورد[8]، و ناتون[9] از این جمله‌اند(۳). این آزمون‌ها به‌طور گسترده‌ای در محیط‌های پژوهشی و بالینی مورد استفاده قرار می‌گیرند. به رغم پایایی و روایی فوق‌العاده خوب، آزمون‌های GXT در

1. Graded Exercise Tests
2. Bruce
3. Kattus
4. Balke-Ware
5. Ellestad
6. Usafsam
7. McHenry
8. Stanford
9. Naughtom

مطالعات ورزشی کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد، زیرا این آزمون‌ها به تجهیزات گران آزمایشگاهی اندازه‌گیری گازهای تنفسی نیاز دارند، اجرای آنها به دوره‌های آموزشی خاص وابسته است، انجام آنها برای بسیاری از آزمودنی‌ها دشوار است، و در برخی موارد تمرین‌های به کار رفته در آنها با نوع ورزش آزمودنی‌ها مطابقت ندارد(۴). برای آسان و کم‌هزینه‌تر کردن آزمون‌های GXT، به‌جای استفاده از دستگاه‌های تجزیه گازی[1]، از روش تخمین بر اساس عواملی چون شدت و مدت تمرین، سن، جنسیت، ضربان نبض و غیره استفاده می‌شود. با این وجود، برخی معتقدند که کار بر روی تردمیل و یا چرخ ارگومتر تصنعی ست و عواملی نظیر یادگیری و عادت بر هزینهٔ انرژی در این آزمون‌ها تأثیرگذار است(۵). نیاز به آزمون‌های پایا و روی میدانی هوازی توسط کوپر پاسخ داده شد. او کتاب تمرینات هوازی خود را در سال ۱۹۶۸ منتشر کرد(۶). در این کتاب آزمون ۱۲ دقیقه دویدن و راه رفتن مشهور کوپر که در ابتدا برای نیروهای هوایی امریکا ساخته شده بود معرفی گردید. یکی از ویژگی‌های این آزمون دارای همبستگی بالا و معناداری با آزمون‌های آزمایشگاهی GXT بود. در سال‌های اخیر آزمون‌های متعددی برای زمینه‌یابی و دویدن در زمان و مسافت معرفی گردیده‌اند. زمان این آزمون‌ها از ۶ تا ۲۰ دقیقه و مسافت‌ها نیز از ۵۰۰ تا ۵۰۰۰ متر متنوع بوده‌اند. برای سازگاری با نوع ورزش نیز آزمون‌هایی با فعالیت‌های متنوع مثل دوچرخه‌سواری، شنا، راه رفتن یا دویدن در آب، پله‌پیمایی و بارو زنی معرفی گردیده است. برای آشنایی با برخی از این آزمون‌ها به مراجع ۷ تا ۱۰ مراجعه نمایید.

مؤسسهٔ فیتنس‌گرام[2] از واسط دههٔ ۱۹۹۰ گوی سبقت را در تولید آزمون‌های آمادگی جسمانی کودکان و نوجوانان از سایر رقبای خود از جمله آهپرد[3] ربوده است و در حال حاضر معتبرترین مرکز آمادگی جسمانی در آمریکاست. این مؤسسه در آخرین منبع خود سه آزمون را برای اندازه‌گیری ظرفیت هوازی معرفی می‌کند(۱۱). این آزمون‌ها به ترتیب اولویت عبارت‌اند از پیسر[4] (۱۲و۱۳)، دویدن یک مایل(۱۴) و آزمون زمینه‌یابی یک مایل راکپورت(۱۵و۱۶). اینکه در حال حاضر آزمون پیسر یا شاتل ران در صدر فهرست آزمون‌های هوازی است، دلایل متنوعی دارد. شاتل ران طراحی شد تا برخی از عیوب و

1. Gaz Analyzer System
2. Fitnessgram
3. Aahperd
4. Progressive Aerobic Cardiovascular Endurance Run (PACER)

مشکلات آزمون‌های هوازی میدانی را مرتفع نماید. از جمله عیوب برطرف شده عبارت‌اند از: ۱) عدم توافق بر میزان زمان و یا مسافت دویدن، ۲) نیاز به زمین‌های بزرگ و استاندارد و شرایط آب و هوایی مناسب جهت اجرای استاندارد آزمون، ۳) سخت بودن کنترل ریتم حرکت در فضای باز به خصوص برای آزمودنی‌های غیرمجرب و در نتیجه مواجه شدن با ترکیب‌های مختلف راه رفتن و دویدن با سرعت‌های متفاوت، ۴) سخت بودن کنترل آزمودنی‌ها (به‌خصوص کودکان، نوجوانان و سالمندان) برای ترغیب به ریتم مناسب و کامل کردن تمام مسیر و یا زمان آزمون، و ۵) تأثیر عواملی مثل انگیزش، بلوم‌شناختی، هوش حرکتی، و بازدهی دویدن به دلیل تحت کنترل نبودن سرعت و ریتم دویدن به خصوص در آزمودنی‌های کم‌سال‌تر و یا سالمندتر (۱۳ و ۱۴). مؤسسهٔ فیتنس‌گرام دلایل زیر را برای برتری پیسر ارائه می‌دهد (۱۱): ۱) همه دانش‌آموزان از اجرای پیسر تجربه خوبی داشته و برای شرکت در این آزمون انگیزه و علاقه نشان می‌دهند. ۲) پیسر به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا مهارت تنظیم ریتم دویدن را یاد بگیرند. ۳) آزمودنی‌های ضعیف‌تر زودتر آزمون را به پایان رسانده و مجبور نیستند به‌خاطر آخر شدن از دیگران خجالت بکشند. دلایل دیگری نیز برای تأیید پیسر وجود دارد، از جمله: ۱) انجام آزمون در یک محیط کوچک، ۲) تسلط و کنترل آزمونگر بر محیط آزمون و آزمودنی‌ها، بدون آنکه او نیاز به فعالیت و تحرک زیادی داشته باشد، ۳) امکان آزمودن حدود ۸ تا ۱۲ نفر به‌طور همزمان، ۴) کاهش تأثیر عوامل روانی بر نتیجهٔ آزمون، به دلیل طبیعی بودن فعالیت آزمون و تحت کنترل بودن ریتم دویدن، و ۵) جمعی و هماهنگ بودن فعالیت در آزمون پیسر.

پس از ۵ سال تجربه کاری با پیسر، بررسی‌های عمیق ما نشان می‌داد که با وجود مزایای فوق، پیسر هنوز دارای ۶ عیب اساسی است که نیاز به اصلاح داشت. بنابراین، تصمیم گرفته شد تا آزمونی جدید طراحی شود که این اشکالات را اصلاح نماید. بدین صورت آزمون هشت ضلعی هوازی (AOT)[1] طراحی گردید. اشکالات آزمون پیسر در ادامهٔ مقاله و هنگام توضیح روایی AOT معرفی خواهند گردید. در این مقاله ضمن معرفی AOT، پایایی و روایی منطقی و سازه آن مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

1. Aerobic Octal Test

روش پژوهش

با توجه به تحلیل‌های منطقی، مسیر آزمون AOT هشت ضلعی در نظر گرفته شد. از طرف دیگر، با توجه به تحلیل سرعت‌های گزارش شده در آزمون‌های دیگر، طول اضلاع و در نتیجه سرعت دویدن برای گروه‌های مختلف تعیین گردید. برای آزمودنی‌های خردسال از والدین آنها و برای آزمودنی‌های بزرگسال از خود آنها رضایت‌نامه گرفته شد. برای تعیین سرعت مراحل و طول اضلاع از طریق آزمایش و خطا از هر گروه سنی محاسب حدود ۵ نفر مورد آزمایش قرار گرفتند. برای تعیین پایایی و روایی آزمون، ۷۱ دانش‌آموز دختر (۷ تا ۱۱ سال)، ۶۰ دانشجوی دختر و پسر (۱۸ تا ۲۲ سال)، ۲۶ مرد و زن سالمند (۴۷ تا ۷۳ سال) و ۱۸ بیمار قلبی زن و مرد (۴۸ تا ۷۲ سال با ریسک پایین و در مرحله ۴ توانبخشی قلب) توسط AOT آزمون شدند. به آزمودنی‌ها به خصوص بیماران آموزش داده شد که هرگونه عوارض احتمالی را در حین آزمون و یا پس از اجرا به مجریان اطلاع دهند. سپس انها با نحوهٔ آزمون AOT آشنا شدند. بیماران قلبی تا ۷۵٪ الی ۸۵٪ ضربان قلب بیشینه تخمینی (سن - ۲۲۰) و آزمودنی‌های سالم تا حداکثر ضربان قلب بدون عارضه آزمون را ادامه دادند. در طول آزمون ضربان قلب آزمودنی‌ها توسط تیغر شمار بلار کنترل و دقیقه به دقیقه ثبت شد. آزمودنی‌های بیمار در گروه‌های ۴ نفره و آزمودنی‌های معمولی در گروه‌های ۸ نفره آزمون شدند. بیماران قلبی و افراد سالمند در مسیر ۶ متری، دانش‌آموزان در مسیر ۸ متری، و دانشجویان در مسیر ۱۰ متری آزمون شدند. ضریب پایایی AOT از طریق همبستگی درون گروهی، و ضریب روایی تمایز گروهی[1] از طریق تحلیل واریانس یک سویه محاسبه گردیده است. روایی تمیز گروهی یک آزمون بدین صورت معلوم می‌شود که تحلیل واریانس نشان می‌دهد گروه‌های برتر از قبل شناخته شده در یک آزمون عموماً بهتری را نسبت به گروه‌های ضعیف‌تر کسب می‌نمایند(۱۷). برای مثال در پژوهش حاضر انتظار آن است که سالمندان سالم نسبت به سالمندان بیمار قلبی به سرعت‌های بالاتری دست یابند. دختران دانش‌آموز با افزایش سن به سرعت‌های بالاتری دست یابند، و همچنین پسران دانشجو نسبت به دختران دانشجو به سرعت بالاتری دست یابند (شکل ۴).

---

[1] Known group validity

بیشتر و نه کمتر) می‌دود. در صورت عدم کنترل، چنانچه فردی در هر برگشت یک گام کمتر بردارد، او در طول ۱۵ دقیقه آزمون چیزی حدود ۳۰۰ متر کمتر می‌دود.

۴. برای افراد غیر آماده، ۱۰ مرحلهٔ ابتدایی و برای افراد خیلی آماده، ۱۰ مرحلهٔ پایانی پیپسر مطلوب است. برای جوانان دانشجو، ۵ مرحلهٔ اول بسیار سبک، و ۵ مرحلهٔ پایانی آن بسیار سنگین است، یعنی برای آن‌ها نیز در عمل تنها ۱۰ مرحلهٔ میانی کارامد است. شاید بزرگترین عیب پیپسر عدم انعطاف آن برای تنظیم با توجه به قابلیت‌ها و توانایی‌های متفاوت جمعیت‌های مخاطب آزمون باشد.

۵. با توجه به توقف‌های متعدد در حین آزمون، از ایپرسی حرکتی در طول تست استفاده نمی‌گردد و بنابراین هزینهٔ انرژی نسبت به دوهای تداومی تا حدودی افزایش می‌یابد. این موضوع می‌تواند عمل تخمین انرژی مصرفی را مختل نماید(۱۸).

۶. تحقیقات نشان داده که در آزمون‌های استقامتی یک مسیر ممتد بیضی شکل از یک مسیر رفت و برگشت و حتی از یک مسیر مستقیم بهتر است. برای مثال، بیماران قلبی و تنفسی در آزمون 6MWT در مسیر بیضی شکل در طول ۶ دقیقه ۸۰ متر بیشتر از سایر مسیرها راهپیمایی کرده‌اند(۱۹).

برای فایق آمدن بر مشکلات فوق، در طراحی آزمون جدید ویژگی‌های محتوایی زیر در نظر گرفته شد:

۱. مسیر حرکت هشت ضلعی در نظر گرفته شد تا: الف) مسیر کلی چرخشی باشد، ب) بتوان قطر دایره را تا سرحد ممکن کوچک ساخت تا محیط آزمون کوچک بماند، ج) به‌جای برگشت‌های ۱۸۰ درجه‌ای، چرخش‌های ۴۵ درجه‌ای گذاشته شود تا مشکلاتی مثل تند و کند شدن مداوم حرکت، تأثیر تکنیک برگشت بر هزینهٔ انرژی، و نیاز به تعداد زیاد داوران برای جلوگیری از خطا حذف گردد.

۲. ریتم بوق‌های آزمون ثابت، ولی طول اضلاع مسیر متفاوت در نظر گرفته شد تا آزمون انعطاف‌پذیری یابد و بتوان آن را با نیازهای گروه‌های مخاطب تطبیق داد. در این مطالعه نشان داده شد که اضلاع ۶ متری برای سالمندان بیمار قلبی پس از توانبخشی، اضلاع ۸ متری برای دختران دانش آموز ۷ تا ۱۱ ساله، و مسیر ۱۰ متری برای دانشجویان دختر و پسر ۱۸ تا ۲۲ ساله مناسب است. با توجه به امکان تغییر ابعاد مسیر آزمون از ۶ تا ۱۵ متر،

می‌توان مسیرهایی را ساخت که با نیازهای تمام گروه‌های آزمودنی به‌طور کامل منطبق باشد.

۳. افزایش سرعت در AOT بدین گونه است: در سطح دوم سرعت یک یازدهم بیشتر از سطح اول است. در سطح سوم سرعت یک دوازدهم بیشتر از سطح دوم است. در سطح چهارم سرعت یک سیزدهم بیشتر از سطح سوم است... و در سطح بیستم سرعت یک سی‌ام بیشتر از سطح نوزدهم است. به عبارت دیگر، با افزایش شدت تمرین در هر سطح، میزان افزایش سرعت در سطح بعدی با احتیاط بیشتری صورت می‌پذیرد. این باعث می‌شود که افزایش فشار در تمام مراحل به نرمی صورت گیرد و آزمودنی به‌طور ناگهانی با فشار غیرقابل تحمل مواجه نگردد و در نتیجه از ریسک‌های احتمالی آزمون کاسته شود. برای جوانان غیر ورزشکار، مسیر ۲۰ متری پس از ۱۰ متر کاهش یافته تا این قابلیت برای تنظیم دقیق‌تر فشار برای آن‌ها ایجاد شود. به همین ترتیب، برای سالمندان طول مسیر به ۶ متر، و برای دوندگان استقامت طول مسیر به ۱۵ متر تغییر یافته است. در عمل نیز در پژوهش حاضر مشخص شد که تمام گروه‌های آزمودنی مخاطب بدون هیچ گونه مشکلی در محدودهٔ زمانی مورد نظر آزمون را به انجام رساندند.

۴. بر روی هر ۸ ضلعی می‌توان ۸ نفر را به‌طور همزمان آزمون نمود (هر نفر در یک رأس). بنابراین با یک زمین دارای ۳ هشت ضلعی می‌توان یک کلاس ۲۴ نفری را به‌طور همزمان آزمون کرد. به‌طور مثال می‌توان با استفاده از سه هشت ضلعی با ابعاد ۷، ۸، ۹ متری طوری برنامه‌ریزی کرد که دانش آموزان یک کلاس راهنمایی به‌طور همزمان در حدود ۱۲ دقیقه آزمون را به پایان رسانند (رجوع شود به بخش معرفی آزمون).

۵. در AOT می‌توان مسیر آزمون را طوری طراحی کرد تا تمام افراد یک گروه همگی با هم (به‌طور مثال ظرف ۱۵ دقیقه) آزمون را به پایان برسانند. بدین منظور کافی است که به‌طور نمونه در کلاس پنجم دبستان برای بچه‌ها به‌جای یک مسیر ۸ متری اجازه داد که آن‌ها بر حسب توانایی خود بتوانند به‌طور همزمان از سه مسیر ۷، ۸، و یا ۹ متری استفاده کنند. در این صورت بچه‌های ضعیف‌تر به‌طور خودکار جذب مسیر ۷ متری، بچه‌های متوسط جذب مسیر ۸ متری، و بچه‌های استقامتی‌تر جذب مسیر ۹ متری می‌شوند. در این حالت، بچه‌های ضعیف‌تر تحقیر نشده و گمان می‌کنند فقط اندکی (حدود ۱ تا ۲ متر)

از دیگران عقب هستند. در طول ۱۵ دقیقه آزمون AOT ۱ متر کوتاهی ضلع هشت ضلعی به معنی ۲۷۰ متر کوتاه‌تر شدن کل مسیر است ولی لازم نیست که این به رخ بچه‌ها کشیده شود. سرعت آزمودنی در دقیقه ۸ از مسیر ۹ متری، کم و بیش برابر است با سرعت او در دقیقه ۱۳ از مسیر ۷ متری (رجوع شود به جدول ۱).

۶. با توجه به نظم ریاضی حاکم بر آزمون AOT، می‌توان برای هر آزمودنی با یکی - دو بار آزمایش و خطا به‌طور دقیق مشخص نمود که او باید در چه مسیری بدود تا در زمان خاصی آزمون به پایان رسد. فرض کنید که شما مایلید آزمودنی که دختر جوانی است در ۲۰ دقیقه آزمون را به انجام رساند. اگر شما برای بار اول او را در مسیر ۱۰ متری قرار دهید و او در سطح ۱۴ آزمون را به پایان رساند، مسیر مناسب او ۸ متری است.

راهنمای محاسباتی

«آزمون AOT در مرحلهٔ ۱ دارای ۱۱ دور است و در هر سطح یک دور به آن اضافه می‌گردد. بنابراین در سطح ۱۴ دارای ۲۴ دور است و چون طول مسیر ۱۰ متری بوده، سرعت او در مرحلهٔ پایانی آزمون ۲۴۰ متر در دقیقه بوده است. برای رسیدن به چنین سرعتی در دقیقهٔ ۲۰ کافی است که ۲۴۰ را بر ۳۰ (تعداد دورها در دقیقه ۲۰ آزمون) تقسیم کرد که عدد ۸ به‌دست می‌آید. بنابراین با انتخاب مسیر ۸ متری، این آزمودنی به‌جای دقیقه ۱۴، در دقیقه ۲۰ آزمون را به پایان خواهد رساند.»

نتایج پژوهش

جدول ۱ اطلاعات مربوط به مشخصات اصلاع و سرعت‌های ۴ سطح متفاوت از آزمون AOT را نشان می‌دهد. جدول ۲ فرمول‌های مورد نیاز آزمون AOT را ارائه می‌کند. فرمول ۱ کل مسافت پیموده شده و فرمول ۲ زمان کل آزمون را بر اساس شمارهٔ سطح و دور محاسبه می‌کند. فرمول ۳ سرعت متوسط در کل آزمون، و فرمول ۴ سرعت در هر سطح را محاسبه می‌نماید. شکل ۱ اطلاعات مربوط به محاسبهٔ ضریب پایایی AOT را بر اساس نتایج ۳ نوبت آزمون ۶۰ دانشجو در طی یک هفته نشان می‌دهد. بر اساس این اطلاعات، ضریب پایایی AOT از طریق ضریب همبستگی نمرات سه نوبت آزمون برابر ۰/۹۸ به‌دست آمد. شکل ۲ عملکرد گروه‌های آزمودنی در AOT را از حیث زمانی نشان می‌دهد. با توجه به متفاوت

بودن طول هشت ضلعی ها برای گروه‌های مختلف، این نمودار نشان می‌دهد که توسط AOT این امکان به وجود آمده که همهٔ آزمودنی ها در محدودهٔ زمانی ۸ الی ۲۰ دقیقه به فعالیت واداشته شوند. شکل ۳ ضربان قلب گروه‌های آزمودنی را در مرحلهٔ پایانی AOT نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود تمام گروه‌های سالم تا ضربان پیشینه فعالیت نموده‌اند و بیماران قلبی نیز تا ۰/۷۵ الی ۰/۸۵ ضربان پیشینه (۲۲۰ منهای سن) فعالیت کرده‌اند. شکل ۴ سرعت متوسط گروه‌های مختلف آزمودنی را در طول AOT نشان می‌دهد. روایی نمایز AOT به‌خوبی از این نمودار آشکار است ($P \leq 0/0001$). ملاحظه می‌شود که چگونه با بهتر شدن وضعیت قلبی تنفسی گروه‌ها، سرعت دویدن استقامتی آن‌ها در AOT نیز بالاتر رفته است.

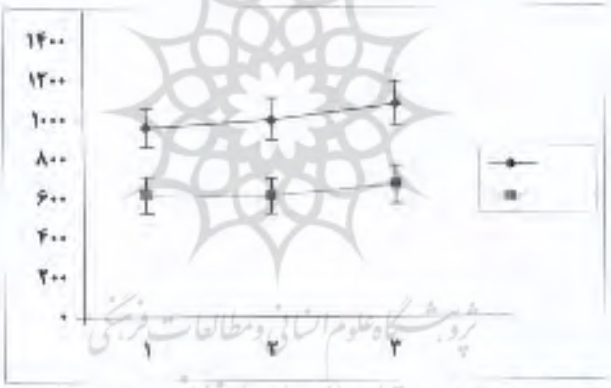
جدول ۱. اطلاعات مربوط به ترسیم هشت ضلعی و معادل‌های سرعتی در ۴ سطح نمونه

طول ضلع (m)	طول عمود منصف‌های هشت‌ضلعی	سرعت در سطح ۱ km/h(m/min)	سرعت در سطح ۸ km/h(m/min)	سرعت در سطح ۱۵ km/h(m/min)	سرعت در سطح ۲۰ km/h(m/min)
۶	۱۴/۴	۳/۹۶(۶۶)	۶/۴۸(۱۰۸)	۹/۰۰(۱۵۰)	۱۰/۸۰(۱۸۰)
۷	۱۶/۸	۴/۶۲(۷۷)	۷/۵۶(۱۲۶)	۱۰/۵۱(۱۷۵)	۱۲/۶۰(۲۱۰)
۸	۱۹/۲	۵/۲۸(۸۸)	۸/۶۴(۱۴۴)	۱۲/۰۰(۲۰۰)	۱۴/۴۰(۲۴۰)
۹	۲۱/۶	۵/۹۴(۹۹)	۹/۷۲(۱۶۲)	۱۳/۵۰(۲۲۵)	۱۶/۲۰(۲۷۰)
۱۰	۲۴/۰۰	۶/۶۰(۱۱۰)	۱۰/۸۸(۱۸۰)	۱۵/۰۰(۲۵۰)	۱۸/۰۰(۳۰۰)
۱۱	۲۶/۴	۷/۲۶(۱۲۱)	۱۱/۸۸(۱۹۸)	۱۶/۵۰(۲۷۵)	۱۹/۸۰(۳۳۰)
۱۲	۲۸/۸	۷/۹۲(۱۳۲)	۱۲/۹۶(۲۱۶)	۱۸/۰۰(۳۰۰)	۲۱/۶۰(۳۶۰)
۱۳	۳۱/۲	۸/۵۸(۱۴۳)	۱۴/۰۴(۲۳۴)	۱۹/۵۰(۳۲۵)	۲۳/۴۰(۳۹۰)
۱۴	۳۳/۶	۹/۲۴(۱۵۴)	۱۵/۱۲(۲۵۲)	۲۱/۰۰(۳۵۰)	۲۵/۲۰(۴۲۰)
۱۵	۳۶/۰	۹/۹۰(۱۶۵)	۱۶/۲۰(۲۷۰)	۲۲/۵۰(۳۷۵)	۲۷/۰۰(۴۵۰)

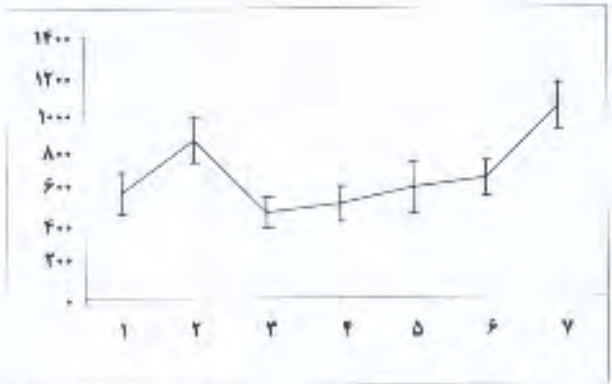
جدول ۲. فرمول‌های مورد نیاز در آزمون AOT.

فرمول ۱:	Distance = [(Level + 9)×(Level + 10):2) + (Laps-5)]×Length
فرمول ۲:	Time = [60×(Level-1)[+ Laps×[Level + 10)]
فرمول ۳:	Average Speed = Distance:(Time:60)
فرمول ۴:	Level Speed = (Level + 10)×Length

Distance = مسافت به متر	Time = زمان به ثانیه
Level = شماره سطح آخر	Average Speed = متوسط سرعت (متر در دقیقه)
Laps = شماره دور در سطح آخر	Level Speed = سرعت در سطح آخر (متر در دقیقه)
Length = طول هشت ضلعی به متر	

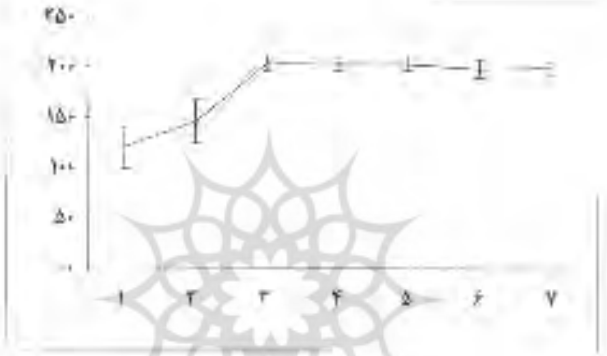


شکل ۱. نمودار خطی زمان AOT در سه نوبت تست‌گیری از پسران (۳۷ نفر) و دختران (۲۳ نفر) دانشجو. (F=۳۰/۳، P=۰/۰۰۰۰۱، ضریب پایایی از طریق همبستگی درون گروهی = ۰/۹۸)



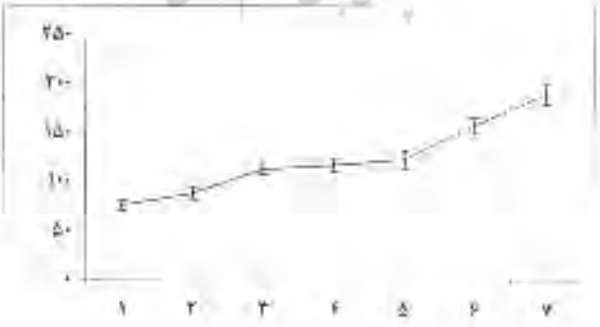
شکل ۲. عملکرد زمانی گروه‌های مختلف آزمودنی در AOT همه آزمودنی‌ها در محدوده ۸ الی ۲۰ دقیقه (۴۸۰ الی ۱۲۰۰ ثانیه) آزمون را به انجام رسانده‌اند.

گروه‌ها: ۱) بیماران قلبی زن(۸ نفر)، ۲) بیماران قلبی مرد(۱۰ نفر)، ۳) زنان بزرگسال سالم(۱۳ نفر) ۴) مردان بزرگسال سالم(۱۳ نفر) ۵) دختران ۷ سال(۲۰ نفر)، ۶) دختران ۹ سال (۲۷ نفر)، ۷) دختران ۱۱ سال(۲۴ نفر)، ۸) دختران دانشجو (۳۷ نفر)، ۹) پسران دانشجو(۲۳ نفر).



شکل ۳. ضربان قلب گروه‌های مختلف آزمودنی در پایان AOT گروه‌های سالم تا سرحد خستگی به تمرین پرداخته‌اند و بیماران قلبی تا ۷۵٪ تا ۸۵٪ ضربان بیشینه. شماره‌بندی گروه‌ها مانند شکل ۲ است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۴. سرعت میوسط (متر در دقیقه) گروه‌های مختلف آزمودنی هنگام انجام AOT. شماره‌بندی گروه‌ها مانند شکل ۲ است. ($p=۰/۰۰۱$ ،F=۵۷۵/۶ ،df1=۸ ،df2=۱۶۷).

پیوست ۱

نحوه ترسیم زمین AOT

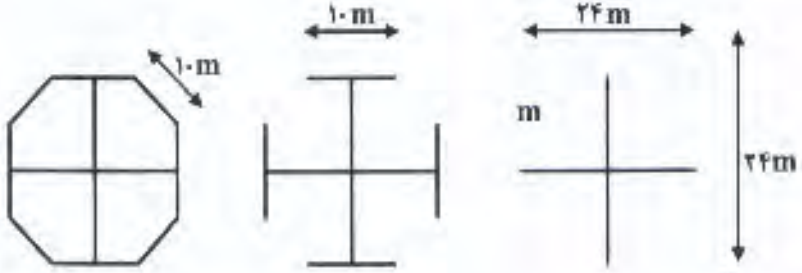
در این مثال ترسیم یک هشت ضلعی به طول‌های ۱۰ متری بیان می‌گردد. چگونگی ترسیم سایر هشت ضلعی‌ها با ابعاد ۶ تا ۱۵ متری مشابه است. ارقام ضروری برای ترسیم آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

۱. مطابق شکل پ ۱: دو عمود منصف ۲۴ متری را بر هم عمود کنید.

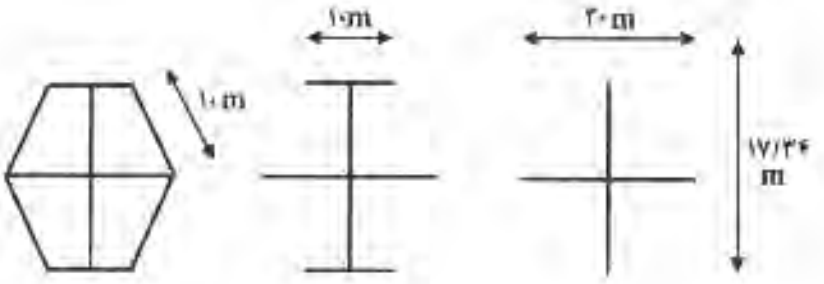
۲. مطابق شکل پ ۲، بر هر رأس یک ضلع ۱۰ متری عمود کنید.

۳. مطابق شکل پ ۳، اضلاع را به هم وصل کنید.

آزمون ۸ ضلعی را می‌توان بر روی ۶ ضلعی نیز اجرا نمود. تفاوت در این است که پیچ‌ها کمی تندتر می‌شود ولی قطر زمین به ابعاد کوچک‌تری نیاز دارد. استفاده از ۶ ضلعی با ابعاد ۸ متری و کمتر به خصوص برای افراد سالمند قابل توصیه نیست و ممکن است موجب سرگیجهٔ آنها در حین تست شود. به هر حال، در افراد جوان و به‌خصوص ورزشکاران ۶ ضلعی می‌تواند علاوه بر چالش‌های استقامتی، چالش‌های حرکتی را نیز ایجاد کند و مربیان ورزش‌های مختلف ممکن است آن را بیشتر توصیه نمایند. شکل‌های پ ۴ تا پ ۶ نحوهٔ ترسیم ۶ ضلعی را نشان می‌دهد. توجه داشته باشید که در ۶ ضلعی اندازهٔ قطر دو برابر و اندازهٔ عمود منصف ۱/۷۳۲ برابر یک ضلع آن است. برای نمونه برای اضلاع ۱۰ متری قطر ۲۰ متر و عمود منصف ۱۷/۳۲ متر می‌باشد.



شکل پ ۱ شکل پ ۲ شکل پ ۳



شکل پ ۶ شکل پ ۵ شکل پ ۴

منابع

1. U.S. Department of Health and Human Services. Physical activity and health: A Report of the Surgeon General. Atlanta: U.S Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, and National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, 1996. Available from: http://www.cdc.gov.nccdphp/sgr/sgr.htm
2. Balke B. Correlation of static and physical endurance. I. A test of physical performance based on the cardiovascular and respiratory response to gradually increased work. Air University, USAF School of Aviation Medicine, Project No. 21-32-004, Report No.1, April 1952.
3. American College of Sports Medicine (2000) *ACSM'S guidelines for exercise testing and prescription. 6th ed.* Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.
4. Tritschler K. Barrow and McGee's (2000) *Practical measurement and assessment. 5th ed.* Philadelphia. Lippincott Williams and Wilkins.
5. Marrow JR, Jackson AW, Disch JG, Mood DP.(1995) *Measurement and evaluation in human performance.* Champaign, IL: Human Kinetics.
6. Cooper KH. (1968) *Aerobics.* New York: Bantam.
7. Cooper KH. (1982) *The aerobics program for total well-being.* New York: Bantam.
8. Rockport Walking Institute (1986) *Rockport fitness walking Test.* Marlboro, MA: Rockport Walking Institute.
9. American College of Sports Medicine (2003) *ACSM fitness book. 3rd ed.* Champaign, IL:

Human Kinetics.

10. Robbins G, Powers D, and Burgess S. (1991) *A wellness way of life*. Dubuque, IA: William C Brown.
11. Meredith MD, Welk GJ, editors (2003) Fitnessgram/Activitygram test administration manual. Champaign. IL: *Human Kinetics*.
12. Leger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. (1998) The multistage 20 meter shuttle run test for aerobic fitness. *J Sport Sci*. 6: 93-101.
13. Leger L, Lambert J. (1982) A maximal 20-m shuttle run test to predict VO2max. *Euro J. App Physio*. 49: 1-12
14. George JD, Vehnrs PR, Hunt BR. (1999) Validity of a submaximal 1-mile track jog test in predicting VO2max in fit teenage individuals. *Med Sci Sports Exerc*. 31(5) Suppl: S81.
15. Kline GM, Porcari JP, Hintermeister R, Freedson PS, Ward A, McCarron RF, Ross J, Rippe JM. (1987) Estimation of VO2max from a one mile track walk, gender, age, and body weight. *Med Sci Sports Exerc*. 19(3) 253-259.
16. McSwegin PJ, Plowman SA, Wolff GM. Gutenberg GL. (1998) The validity of a one-mile walk test for high school age individuals. *Measure PE Exerc Sci*. 2(1): 47-63.
17. Viswanathan, M. (2005) Measurement error and research design. *Sage*. pp. 61-63.
18. Ahmaidi S, Collomp K, Prefaut C. (1992) The effect of shuttle test protocol and the resulting lactacidaemia on maximal velocity and maximal oxygen uptake during the shuttle exercise test. *Eur. J. Appl physiol Occup Physiol*. 65(5): 475-9.
19. Weiss RA, et al. Six minute walk test in sever COPD: reliability and effect of walking course layout and length. Paper Presented at ACCP Conference; September 2000; San Francisco.
20. Golding LA, editor. (2000) YMCA Fitness testing and assessment manual. 4th ed. Campaign, IL: *Human Kinetics;* pp. 200-11
21. Wilmore JH, Costill DL. (1999) Physiology of sport and exercise. 2nd ed. Champaign, IL: *Human Kinetics*.
22. Squires RW. Manifestations of coronary atherosclerosis. LN: American college of sports Medicine. ACSM's resource manual for guidelines for exercise testing and prescription. 2002. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins. P 238-45.