Archive of SID

پژوهش‌نامهٔ فیزیولوژی ورزشی کاربردی سال چهاردهم/ شماره بیست و هشتم/ پاییز و زمستان ۹۷

دریافت: ۹۴/۱۲/۲۰ پذیرش: ۹۵/۱۲/۱۹ ص ص: ۲۸-۱۵

اعتبار آزمون تعدیل شده کانکانی برای تعیین حداکثر لاکتات حالت پایدار در مردان جوان ورزشکار

صمد اسمعیل زاده[۱]، معرفت سیاه‌کوهیان[۲]

چکیده

سابقه و هدف: هدف از مطالعه حاضر ارزیابی اعتبار آزمون تغییر یافته کانکانی برای تعیین حداکثر لاکتات حالت پایدار در مردان جوان ورزشکار بود.

روش شناسی: ۱۱ کشتی‌گیر مرد (سن: ۱/۳ ± ۱۹/۰۱ سال، قد: ۳/۵۴ ± ۱۷۶/۶۴ سانتی‌متر، BMI: ۰ /۴±۲۳/۷ کیلوگرم/مترمربع، VO_2max: ۳/۶۷ ± ۵۱/۰۸ میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه) به صورت هدفمند انتخاب شدند و آزمون‌های ورزشی فزاینده در دو جلسه با فاصله ۴۸ ساعت؛ ۱- پروتکل تغییر یافته کانکانی (۱/۵ ٪ شیب، سرعت شروع ۳Km ، افزایش سرعت یک کیلومتر هر ۶۰ ثانیه) ۲- آزمون مبنا: فزاینده تا سطح MLSS، را بر روی نوارگردان اجرا کردند. HRDP با استفاده از مدل S.Dmax تعیین شد. برای ارزیابی همگرایی بین دو روش، از مدل گرافیکی بلاند-آلتمن و همگرایی درونی (ICC) استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بین HRDP بدست آمده از آزمون کانکانی، با HR_{MLSS} در روش مبنا همگرایی بالایی وجود دارد (۱/۹۶±، CI : ٪۹۵، ۲/۴- تا ۷/۷ ضربه/دقیقه ؛ ICC: ۰/۸۱). همچنین، بین سرعت درHRDP ($Speed_{HRDP}$) و سرعت در بیشینه فلات لاکتات ($Speed_{MLSS}$) همگرایی بالایی مشاهده شد (۱/۹۶±، CI: ٪۹۵، ۰/۵۷- تا ۰/۹۵+ کیلومتر در ساعت؛ICC =۰/۸۳).

بحث و نتیجه گیری: HRDP و $Speed_{HRDP}$ بدست آمده در آزمون تغییر یافته کانکانی در کشتی گیران جوان می‌تواند مقادیر HR_{MLSS} و $Speed_{MLSS}$ را پیشگویی نماید. به نظر می‌رسد این آزمون بتواند جایگزین مناسبی برای روش‌های تهاجمی در تعیین آستانه بی‌هوازی باشد و به عنوان یک آزمون آسان، غیرتهاجمی وکوتاه برای تجویز شدت تمرین در ورزشکاران به کار رود.

کلمات کلیدی: بیشینه فلات لاکتات، آزمون تغییر یافته کانکانی، نقطه شکست ضربان قلب، آستانه بی‌هوازی.

۱ . دانشجوی دکتری دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۲ . استاد فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. نویسنده مسئول، marefat_siahkuhian@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

شدت تمرین به عنوان یکی از فاکتورهای اساسی در تجویز برنامه تمرینی در افراد غیرحرفه‌ای برای دستیابی به اهداف مربوط به سلامتی، در ورزشکاران برای دستیابی به اهداف ورزشی و همچنین در افراد بیمار به جهت بازپروری و باز توانی قلبی- عروقی دارای اهمیت می‌باشد. منابع علمی از آستانه‌ی بی هوازی به عنوان شاخص کاربردی ویژه برای تجویز شدت بهینه و منحصر به فرد برای دستیابی به اهداف مختلف تمرینی در افزایش استقامت قلبی- عروقی حمایت کرده و آن را جایگزینی مناسب و معتبری برای روش‌های سنتی، همانند درصد ضربان قلب[1] (HR) و یا بیشینه اکسیژن مصرفی[2] (VO_{2max}) عنوان کرده‌اند (۱-۴). آستانه بی هوازی ابزار مناسبی برای برآورد شدت تمرین و کنترل تمرین محسوب می‌شود. بیشترین بار کاری ثابت که باعث ایجاد یک حالت پایدار در تولید و دفع لاکتات خون بشود را بیشینه فلات لاکتات خون[3] (MLSS) می‌نامند. پیشنهاد شده که این شدت از بار کاری آستانه بی هوازی نامید شود (۱،۵،۶)، در واقع MLSS نقطه انتقال از متابولیسم هوازی به بی‌هوازی است که به عنوان شاخص مناسبی برای برآورد شدت بهینه تمرینی شناخته شده است. از این رو، MLSS به عنوان یک استاندارد طلایی برای تعیین آستانه بی‌هوازی معرفی شده است (۳،۷،۸)، چرا که میزانی از بار کاری معین است که می‌تواند بدون اتکای قابل توجه به متابولیسم بی‌هوازی حفظ شده و بار کاری بالاتر از آن باعث تولید و تجمع قابل توجه لاکتات در خون خواهد شد (۱،۴،۶،۷). روش استاندارد در تعیین MLSS انجام آزمون‌های فزاینده زیر بیشینه به مدت حداقل۳۰ دقیقه، تا رسیدن به بارکاری معین است که بیشترین غلظت لاکتات خون که به وسیله ظرفیت تامپونی بدن قابل کنترل باشد و به طور پایدار ایجاد و حفظ شود. (۱،۵). مرور پیشینه تحقیق حاکی از این است که بیشترین بار کاری ثابت بین دقایق ۳۰-۱۰ آزمون که تغییرات افزایشی غلظت لاکتات خون بیشتر از یک میلی مول بر لیتر نباشد، قابل قبول ترین روش برای تعیین MLSS می‌باشد. هرچند ممکن است این بار کار در افراد و زمان‌های مختلف متفاوت باشد (۷). همواره در آزمایشگاه های ورزشی، MLSS به صورت تهاجمی و با اندازه گیری مستقیم و مکرر غلظت لاکتات خون در طول اجرای آزمون برآورد می‌شود. دشواری، نیاز به هزینه و زمانبر بودن روش سنجش مستقیم MLSS، استفاده از آن را برای تجویز شدت بهینه تمرین بسیار محدود می‌کند. بنابراین، محققان همواره در تلاش بوده‌اند تا ارزش‌های فیزیولوژیک معادل با MLSS که به طور همزمان با آن ایجاد شده و به طور غیر تهاجمی قابل اندازه‌گیری هستند، را شناسایی و ارزیابی نمایند. در سال ۱۹۸۲ کانکانی و همکارانش (۹) یک آزمون غیرتهاجمی و غیرمستقیم را برای تعیین آستانه بی‌هوازی معرفی نمودند. این آزمون چندین سال بعد توسط همین گروه تحقیقاتی مورد بازبینی مجدد قرار گرفت (۱۰). اساس این آزمون بر پایه تجزیه و تحلیل ارتباط بین سرعت دویدن و داده‌های ضربان قلب بود. کانکانی و همکاران نشان دادند که در حین آزمون ورزشی فزاینده انحرافی در ارتباط خطی بین سرعت دویدن و ضربان قلب اتفاق می‌افتد که نقطه شکست ضربان قلب[4] (HRDP) نامیده شد (۲،۱۰). در واقع کانکانی و همکاران نشان دادند در ثبت منحنی با دو مولفه‌ی بار کار و ضربان قلب، نقطه‌ای وجود دارد که با افزایش بار کار، ضربان قلب افزایش نمی‌یابد و از خط راست منحرف شده و به حالت فلات پایدار می‌رسد. این محققان نشان دادند؛ این نقطه در بار کار معادل با آستانه‌ی بی‌هوازی یا آستانه لاکتات اتفاق می‌افتد و به عبارتی منطبق برMLSS است. برای اجرای صحیح آزمون و برآورد صحیح HRDP موارد زیر پیشنهاد شده است: ۱- افزایش شدت باید به گونه‌ای باشد که ضربان قلب بیش از ۸ ضربه در دقیقه افزایش نیابد.

1. Heart rate
2. Maximum oxygen uptake
3. Maximal lactate steady state
4. Heart rate deflection point

www.SID.ir

Archive of SID

۲- گرم کردن قبل از آزمون باید بر اساس شرایط آمادگی جسمانی شخص باشد، به طوری که هر چقدر آمادگی جسمانی فرد بالا باشد، نیاز به گرم کردن بیشتری دارد. به طوری که یک ورزشکار خوب نیاز به حداقل ۳۰ دقیقه گرم کردن اولیه دارد. ۳- سرعت شروع آزمون نیز بر اساس شرایط جسمانی شخص تغییر پیدا خواهد نمود (۹،۱۰). بدلیل راحتی و غیرتهاجمی بودن آزمون کانکانی این آزمون به طور گسترده‌ای برای تجویز و بررسی شدت تمرین در هر دوی افراد سالم و کسانی‌که نیاز به بازپروری قلبی-عروقی داشتند، مورد استفاده قرار گرفت (۲،۳). در بررسی‌های اعتبار این آزمون توسط سایر پژوهشگران، مواردی مبنی بر عدم مشاهده HRDP در برخی از افراد گزارش شد. همچنین در مواردی نشان داده شد؛ HRDP آستانه لاکتات را بالاتر از ارزش واقعی برآورد می‌کند. برخی محققان گزارش نمودند که پدیده HRDP اتفاق نمی‌افتد و این رخداد تنها یک ارتباط خطی بین ضربان قلب و شتاب/توان در حین آزمون ورزشی فزاینده می‌باشد (۱۱،۱۲). در علت‌یابی عدم مشاهده HRDP در برخی از آزمودنی‌ها، محققان زیادی روش شناسی تعیین HRDP را علت اصلی ایجاد چنین نتایج متناقضی دانسته‌اند (۳، ۱۳-۱۶) عدم توافق در خصوص قابلیت سنجش آستانه لاکتات یا آستانه بی‌هوازی با استفاده از HRDP ممکن است که به تفاوت در نوع روش شناسی نسبت داده شود (۲،۱۳،۱۵). برای مثال روش‌شناسی تعیین HRDP در ابتدا به صورت سنتی و بصری صورت می‌گرفت (۱۱،۱۲) که بعدها به صورت مدل‌های ریاضی همچون "D_{max}" اصلاح شد (۱۷،۱۸) و اخیراً این روش نیز بازبینی شده و به "$S.D_{max}$" تغییر یافته است (۱۵). در بیشتر مطالعات انجام شده HRDP براساس روش‌های کامپیوتری که دقت بالایی دارد، برآورد نشده است (۳) بنابراین، روش‌شناسی تعیین HRDP به عنوان یک دلیل اصلی ایجاد تناقضات و مشکلات در ادبیات HRDP معرفی شده است (۲،۳،۱۵). همچنین یافته‌های برگرفته از مطالعات قبلی نشان می‌دهد؛ درجه شکست در HRDP به طور ویژه به نوع پروتکل ورزشی وابسته است (۲۲،۲۱) و تغییر در شتاب، زمان و شیب مراحل باعث تغییر در HRDP می‌شود (۲۱،۲۲،۲،۳،۱۰،۱۳). از سوی دیگر، با توجه به اینکه کانکانی و همکارانش (۹،۱۰) هیچگاه آزمون خود را با استفاده از آزمون‌های MLSS، آزمون استاندارد طلایی برای تعیین آستانه بی هوازی، اعتباریابی نکرده‌اند (۳،۴) بنابراین نیاز برای مطالعات بیشتر در زمینه ارتباط بین HRDP و MLSS توسط محققان پیشنهاد شده است (۲،۳،۲۰). از طرفی، با پیروی درست از اصول توصیه شده توسط کانکانی و همکارانش، ممکن است مدت آزمون برای یک ورزشکار بیشتر از یک ساعت طول بکشد (۲۳). طولانی شدن زمان آزمون باعث می‌شود این آزمون برای استفاده در برخی از رشته‌های ورزشی که سیستم بی‌هوازی در آنها غالب است، مناسب نباشد (۲۳) از طرفی، این آزمون برای اشخاص با شرایط ویژه مانند کودکان، اشخاص کم‌تحرک، سالمندان، غیرورزشکاران و بیماران قابل اجرا و استفاده نمی باشد (۲۴،۲۵). برای جلوگیری از اثر تنظیمی دمای بدن بر ضربان قلب در فعالیت‌های طولانی، هافمن و همکاران (۲۰۱۰) پیشنهاد کرده‌اند؛ مدت زمان آزمون به ۱۶-۱۲ دقیقه کاهش یابد (۳).

مطالعات بسیاری برای اصلاح آزمون کانکانی، جهت بهبود دقت برآورد HRDP انجام شده است (۲،۱۳،۱۵،۱۷،۱۸)، اما همانطور که گفته شد HRDP بدست آمده به شدت به نوع پروتکل وابسته است (۲۱،۲۲،۲،۳،۱۰،۱۳) متاسفانه در بیشتر این مطالعات که به بررسی اعتباربابی آزمون تغییر یافته کانکانی پرداخته‌اند؛ یا برای بررسی همگرایی از ضریب همبستگی استفاده شده است که گمراه کننده است، و یا روش‌های سنتی با دقت پایین برای تعیین HRDP استفاده شده‌اند. بنابراین تاکنون مطالعه‌ای که اقدام به بررسیHRDP حاصل از آزمون تغییر یافته کانکانی به وسیله‌ی روش‌های نوین کامپیوتری و با استفاده از معیار استاندارد آستانه بی‌هوازی

www.SID.ir

Archive of SID

یعنی MLSS بپردازد، طراحی و اجرا نشده است (۲،۳). از این رو، هدف مطالعه حاضر بررسی اعتباریابی HRDP بدست آمده از آزمون تغییر یافته کانکانی (پروتکل وابسته به زمان استاندارد) (۲۶،۲۳،۳) با استفاده از روش‌های تجزیه و تحلیل نوین و دقیق بود و اینکه آیا این آزمون می‌تواند پیشگویی کننده معتبری برای شدت MLSS باشد.

مواد و روش‌ها

جامعه و نمونه‌ی آماری

جامعه‌ی آماری این مطالعه شبه‌تجربی، کشتی گیران جوان شهرستان اردبیل بود. نمونه آماری شامل یازده مرد جوان کشتی‌گیر (با میانگین ± انحراف معیار؛ سن ۱/۳ ± ۱۹/۰۱ سال، قد ۴/۴۸ ± ۱۷۶/۷۸ سانتی‌متر، شاخص توده بدنی ۴/۰±۲۳/۷ کیلوگرم/مترمربع، حداکثر اکسیژن مصرفی ۳/۶۷ ± ۵۱/۰۸ میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه) که حداقل دارای دو سال سابقه تمرین مداوم تحت نظر مربی با حداقل ۴ جلسه تمرین در هفته، بودند. عدم ابتلاء به بیماری‌های متابولیک، عدم مصرف داروهای اثرگذار بر اندازه‌گیری‌های متابولیک مانند ضربان قلب (۲۷)، داشتن حداکثر اکسیژن مصرفی بالای ۴۰ میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه به عنوان معیارهای اصلی ورودی مورد تاکید بود. تمامی کشتی‌گیران از نظر سوابق درمانی و بیماری‌ها، مصرف دارو، مصرف سیگار (پرسشنامه سنجش وضعیت سلامتی و تندرستی)، رژیم غذایی مورد استفاده (پرسشنامه ثبت سه روزه مصرف مواد غذایی)، میزان فعالیت بدنی روزانه[1] (پرسشنامهGPAQ) مورد ارزیابی قرار گرفته و همگن شدند (۱۵).

طرح پژوهش

طی یک جلسه توجیهی پس از توضیح روند انجام آزمون و تکمیل فرم رضایتنامه‌ی آگاهانه، اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریکی (قد، وزن و چین پوستی) و ضربان قلب استراحت آزمودنی ها انجام شد. همچنین آزمودنی‌ها در این جلسه با نوارگردان و نحوه دویدن بر روی آن آشنا شدند. آزمون‌های ورزشی در دو نوبت با حداقل دو روز فاصله از همدیگر در ساعت مشخصی از روز (۹/۳۰ صبح الی ۱/۳۰ بعد از ظهر) در محل آزمایشگاه تربیت بدنی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. این در حالی بود که از همه‌ی کشتی گیران خواسته شد که ۴۸ ساعت قبل از هر آزمون از انجام هر گونه فعالیت بدنی سنگین و از خوردن هر نوع دارو و کافئین خودداری نمایند، اما به مقدار کافی آب بنوشند (۳،۱۰،۲۸،۲۹). شرایط محیطی، اعم از دما و رطوبت محیط ، همچنین لباس و کفش در هر نوبت از مراحل آزمون در تمامی آزمودنی‌ها به طور همگن و ثابت در نظر گرفته شد (۱۳،۳۰).

اندازه‌گیری های آنتروپومتری

قد (با حساسیت ۱ میلی متر) و وزن (با حساسیت ۰/۱ کیلوگرم) دقیق آزمودنی‌ها با حداقل لباس ممکن و بدون کفش با استفاده از دستگاه قد و وزن سنج مدل سکا (SECA 861, Model 707 131, Germany) اندازه گیری شد. شاخص توده ی بدن با استفاده از معادله مربوطه محاسبه گردید.

آزمون تغییر یافته دویدن کانکانی برای تعیین HRDP

ابتدا از آزمودنی ها خواسته شد، مدت ۱۵-۱۰ دقیقه به صورت انجام حرکات کششی و نرمش به گرم کردن بپردازند. سپس پروتکل ورزشی فزاینده کانکانی را بر روی نوارگردان (HP Cosmos, Mercury 4.0, Germany) کالیبره شده با شیب ۱/۵ درصد اجرا کردند. روند اجرای آزمون به این صورت بود که آزمون با سرعت ۳ کیلومتر بر ساعت

1. Global Physical Activity Questioner

www.SID.ir

Archive of SID

شروع شد و هر ۶۰ ثانیه یک کیلومتر در ساعت، بر سرعت افزوده شد (۲۶،۲۳). هر بار افزایش در سرعت یک مرحله در نظر گرفته شد. در پنج مرحله اولیه افزایش سرعت، آزمودنی‌ها تا سرعت ۷ km/h راه رفتند و از سرعت ۸ کیلومتر بر ساعت شروع به دویدن کردند. دویدن تا زمانی ادامه داشت که شخص دیگر قادر به دویدن نبود. قابل ذکر است که آزمودنی‌ها در تمامی مراحل اجرای آزمون با تشویق کلامی حمایت می‌شدند. آخرین مرحله افزایش سرعت و یا در صورتی که آزمودنی قادر به اتمام مرحله آخر نبود، سرعت آخرین نیم مرحله به عنوان سرعت بیشینه ثبت شد. در طول اجرای آزمون اطلاعات مربوط به ضربان قلب آزمودنی‌ها از طریق ضربان سنج پولار هماهنگ شده با نوارگردان (Polar Electro Oy T31, Kempele, Finland) به صورت مداوم و ثانیه به ثانیه ثبت شد. جمع آوری داده‌های ضربان قلب به صورت ثانیه به ثانیه (≥1 HZ) به عنوان یک روش مناسب جمع آوری داده های ضربان قلب می‌باشد که جهت جلوگیری از خطاهای مربوط به ثبت داده‌های ضربان قلب نسبت به زمان با فاصله بیشتر اعلام شده است (۳۱،۳۲).

آزمون مبنا برای تعیین MLSS

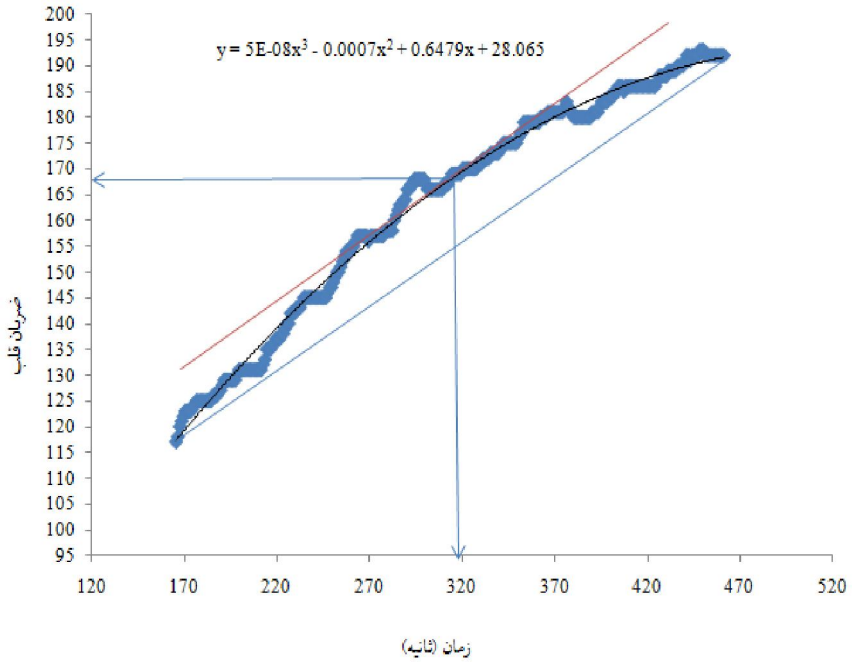
این آزمون ۴۸ ساعت بعد از آزمون کانکانی در محل آزمایشگاه تربیت بدنی دانشگاه محقق اردبیلی و طبق شرایط آزمون پیشین اجرا شد. ۵ دقیقه قبل از اجرای آزمون آزمودنی‌ها با راه رفتن روی تردمیل با سرعت ۶ کیلومتر بر ساعت به گرم کردن پرداختند. سپس آزمون فزاینده‌ی پیشرونده ای با سرعت اولیه ۶ کیلومتر بر ساعت شروع شد و هر سه دقیقه یک کیلومتر بر ساعت بر سرعت افزوده شد. در هر ۳۰ ثانیه انتهایی از هر مرحله‌ی ۳ دقیقه‌ای غلظت لاکتات خون با استفاده از لاکتومتر (Sirius lactate test meter, Germany) قابل حمل از نوک انگشت آزمودنی تعیین می‌شد و وقتی در مورد هر آزمودنی به بارکار معادل با غلظت لاکتات ۳ میلی مول می رسید، بار کار بعد از آن فقط ۲-۱۰ درصد اضافه می‌شد تا زمانی که حالت پایدار در غلظت لاکتات بدست می‌آمد و سرعت در بار کار مربوطه ثابت می‌شد. این آزمون در مورد هر آزمودنی حداقل تا ۳۰ دقیقه در بار کار ثابت اجرا شد (۷). سرعت دویدن بر روی نوارگردان در بارکار ثابت به عنوان سرعت ثابت آزمون MLSS ($Speed_{MLSS}$) ثبت شد. ضربان قلب در حین آزمون MLSS (HR_{MLSS}) بین دقایق ۳۰-۵ (با حذف داده‌های ضربان قلب زمانی که آزمودنی برای گرفتن خون توقف می نمود) ثبت و میانگین آن بدست آمد (۷).

روش تعیین HRDP با استفاده از روش S.Dmax

از منحنی رگرسیون تابع درجه سه داده‌های مربوط به ضربان قلب و زمان (۱۴-۱۶) بر اساس مدل اصلاح شده D_{max} (۳۳) (مدل $S.D_{max}$) برای تعیین HRDP استفاده شد (۱۵). منحنی تابع درجه سه لگاریتمی داده‌های مربوط به ثبت لحظه به لحظه ضربان قلب درحین اجرای پروتکل با استفاده از برنامه رایانه‌ای طراحی شده توسط پژوهشگران دانشگاه محقق اردبیلی، ترسیم و سپس ابتدا و انتهای منحنی (به عبارتی کمترین و بیشترین ضربان قلب) با یک خط راست به هم متصل شدند. فقط در یک نقطه، خط راست بیشترین فاصله را با منحنی دارد (۱۶-۱۴) که این نقطه به طور دقیق با استفاده از ترسیم یک خط مماس بر منحنی که موازی با خط راست است، تعیین شد. به این ترتیب که از خط راست، بر خط عمود مماس بر منحنی خط عمودی وارد شد که نقطه تلاقی این دو خط HRDP را نشان می‌داد (۳۴-۳۶) (**شکل** ۱).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. نمونه‌ای از تعیین HRDP بوسیله مدل $S.D_{max}$ در یکی از آزمودنی‌ها

روش های آماری

از آمار توصیفی برای دسته‌بندی داده‌ها و محاسبه‌ی میانگین و انحراف معیار متغیرها استفاده شد. در بخش آمار استباطی برای سنجش توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون شاپیرو – ویلک و برای بررسی تجانس واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد. برای مقایسه بین گروهی داده‌های بدست آمده از پروتکل تغییریافته کانکانی (HRDP) و روش مبنا (MLSS) از آزمون آماری تی مستقل (Independent samples T test) و برای ارزیابی همگرایی بین معادلات پیشگو با روش مبناء از آزمون‌های آماری با توان بالا مدل گرافیکی بلاند–آلتمن (۱۹) و روش آماری Intraclass Correlation Coefficient (ICC)استفاده گردید (۲۰). از نرم‌افزارهای SPSS.21 در سطح معنی‌داری P<۰/۰۵ و MedCalc برای انجام تجزیه و تحلیل آماری استفاده گردید.

یافته‌ها

در ابتدا قابل ذکر است که در یک مورد از داده‌های ضربان قلب بدست آمده و محاسبات انجام شده برای تعیین HRDP مربوط به یکی از آزمودنی‌ها هیچ گونه شکستی در ضربان قلب در طول اجرای پروتکل تغییر یافته کانکانی مشاهده نشد و داده‌های ثبت شده ضربان قلب به صورت خطی افزایش را نشان می‌داد. بنابراین داده‌های مربوطه حذف و تجزیه تحلیل داده‌ها برای ۱۰ نفر انجام شد. یافته‌های توصیفی در خصوص ویژگی‌های جسمانی و ترکیب‌بدنی آزمودنی‌ها و همچنین متغیرهای بدست آمده از پروتکل کانکانی و به همین ترتیب، مقادیر لاکتات به دست آمده از آزمون حداکثر لاکتات حالت پایدار در جدول ۱ ارائه شده است.

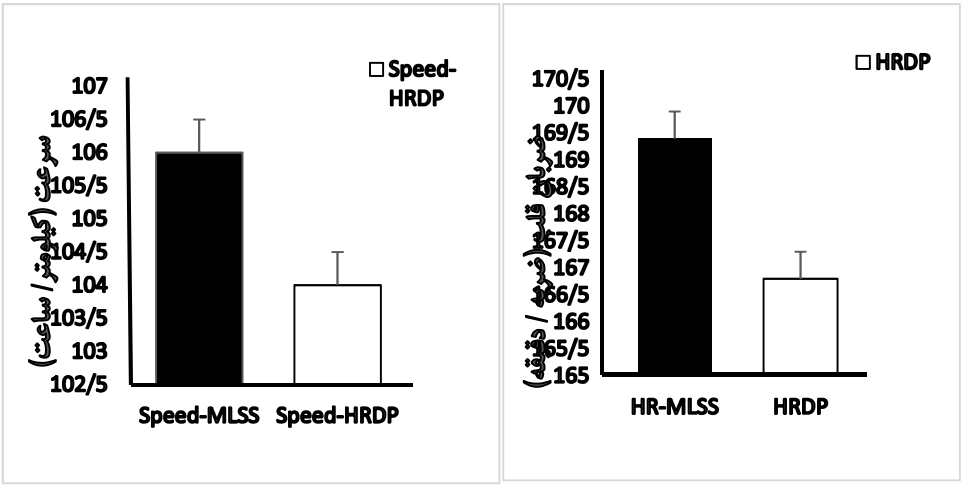
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- ویژگی‌های آزمودنی‌ها (میانگین ± انحراف معیار)

متغیر	میانگین ± انحراف معیار
سن (سال)	۱۹/۰۱ ± ۱/۳
قد (سانتی متر)	۱۷۶/۶۴ ± ۳/۵۴
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۳/۷ ± ۴/۰
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)	۵۱/۲۳ ± ۳/۵۶
لاکتات (میلی مول/لیتر)	۵/۶۵ ۱±/۹
ضربان قلب بیشینه (ضربه در دقیقه)	۱۹۵/۲ ± ۶/۲
افزایش ضربان قلب* (ضربه در دقیقه)	۷/۷ ±۱/۵
کل زمان (دقیقه)	۱۲/۹ ± ۱/۸
بیشترین سرعت (کیلومتر/ساعت)	۱۵/۲ ±۱/۸

*: افزایش ضربان قلب در هر دقیقه از نقطه شروع تا انتهای پروتکل کانکانی.نتایج آزمون آماری تی مستقل حاکی از آن بود؛ تفاوت معنی‌داری بین HR_{MLSS} و HRDP وجود ندارد (P=۰/۰۷، شکل ۲). همچنین طبق نتایج تفاوت معنی‌داری بین $Speed_{MLSS}$ و $Speed_{HRDP}$ (P=۰/۱۵، شکل ۲) مشاهده نشد.



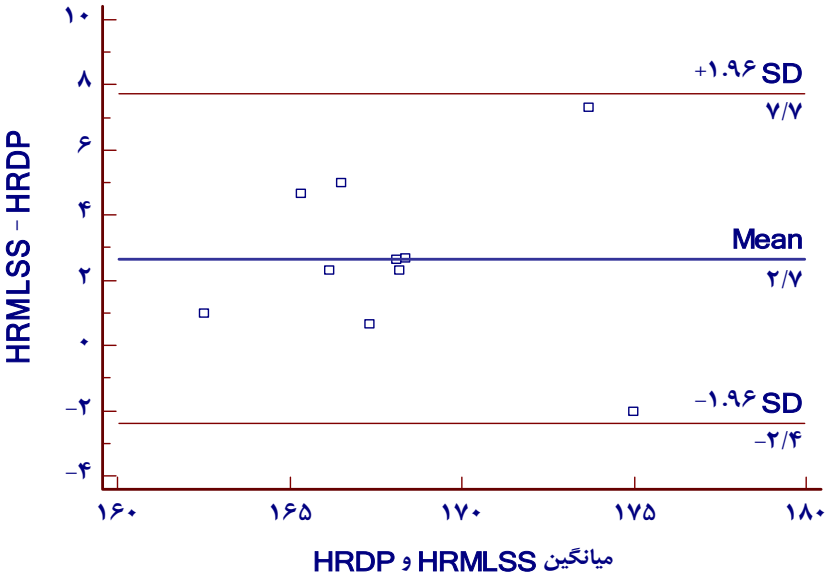
(الف) (ب)

شکل ۲. مقایسه مقادیر میانگین بین : الف- $Speed_{MLSS}$ و $Speed_{HRDP}$ ، **ب**- HR_{MLSS} و HRDP

HRDP: نقطه شکست ضربان قلب، MLSS: فلات بیشینه اسید لاکتیک، $Speed_{HRDP}$: سرعت در HRDP ، HR_{MLSS}: ضربان قلب در MLSS، $Speed_{MLSS}$: سرعت در MLSS

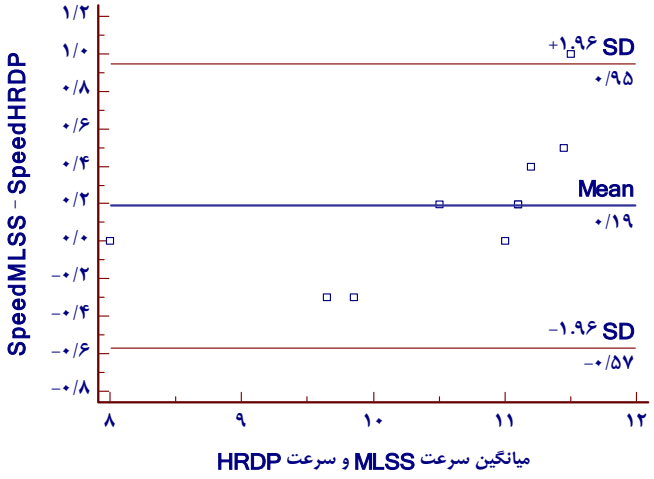
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. منحنی بلاند-آلتمن برای بررسی: همگرایی بین HR_{MLSS} و HRDP

HRDP: نقطه شکست ضربان قلب؛ MLSS: فلات بیشینه اسید لاکتیک؛ HR_{MLSS}: ضربان قلب در حین آزمون MLSS.



شکل ۴. منحنی بلاند-آلتمن برای بررسی: همگرایی بین $Speed_{MLSS}$ و $Speed_{HRDP}$

HRDP: نقطه شکست ضربان قلب؛ MLSS: فلات بیشینه اسید لاکتیک؛ $Speed_{HRDP}$: سرعت در HRDP ؛ $Speed_{MLSS}$: سرعت ثابت آزمون MLSS

www.SID.ir

Archive of SID

یافته‌های پژوهش حاضر در بررسی همگرایی بین HRDP بدست آمده از پروتکل کانکانی و HR_{MLSS} روش مبنا با استفاده از مدل گرافیکی بلاند – آلتمن نشان دادند؛ محدوده تغییرات ضربان قلب برآورد شده با استفاده اجرای دو آزمون مبنا و کانکانی از ۲/۴- تا ۷/۷+ ضربه/دقیقه در دامنه ۱/۹۶± انحراف معیار در نوسان بود. این در حالی است که میانگین تفاضل دو روش عدد ۲/۷ ضربه/دقیقه را نشان داد. با توجه به نحوه پراکنش داده‌ها، همگرایی نسبتا خوبی بین روش آزمون مبنا و پروتکل تغییر یافته‌ی کانکانی در برآورد آستانه‌ی بی هوازی وجود داشت (۱/۹۶± ، CI : ٪۹۵، ۲/۴- تا ۷/۷ ضربه/دقیقه). همچنین استفاده از روش آماری ICC نیز حاکی از این بود که با لحاظ نمودن اثرات تعاملی (Two Way Fixed) همگرایی بالایی بین دو روش وجود داشت (۰/۸۱= ICC؛ ۰/۰۱ =P، شکل-۳).

همچنین نتایج نشان داد؛ بین سرعت دویدن در HRDP با سرعت در MLSS نیز همگرایی بالایی وجود داشت؛ به طوری که محدوده تغییرات سرعت در دو گروه ، به ترتیب از ۰/۵۷- تا ۰/۹۵+ کیلومتر در ساعت در دامنه ۱/۹۶± انحراف معیار در نوسان بود. این درحالی است که میانگین تفاضل دو روش تعیین $Speed_{HRDP}$ و $Speed_{MLSS}$ عدد ۰/۱۹ (کیلومتر در ساعت) را نشان داد (۱/۹۶± ، CI : ٪۹۵، ۰/۵۷- تا ۰/۹۵+ کیلومتر در ساعت). به طور مشابه استفاده از آزمون آماری ICC نیز نشان داد که با لحاظ نمودن اثرات تعاملی (Two Way Fixed) بین دو روش همگرایی متوسطی وجود دارد (ICC =۰/۸۳؛ P= ۰/۰۱ ، شکل-۴)

بحث

پژوهش حاضر با هدف اعتبار سنجی پروتکل تغیر یافته کانکانی به عنوان یک آزمون غیرتهاجمی و آسان در تعیین آستانه‌ی بی‌هوازی در کشتی‌گیران مرد جوان انجام شد. نتایج حاکی از همگرایی بالا HRDP بدست آمده از این آزمون با ضربان قلب در بیشینه فلات لاکتات به عنوان روش مبنا (ملاک طلایی در تعیین آستانه بی هوازی) بود. همچنین در بررسی دقیق‌تر مشخص شد؛ بین بارکاری نقطه شکست ضربان قلب و بارکاری در بیشینه فلات لاکتات همگرایی خوبی وجود داشت. یافته های فوق با نتایج مطالعه‌ی دآسیس پریرا و همکاران[1] (۲۰۱۵) همسو است. به طوری‌که دآسیس پریرا و همکارانش توافق خوبی را بین متغیرهای برگرفته از MLSS (HR_{MLSS} و $Speed_{MLSS}$) بدست آمده از روش مبنا و HRDP تعیین شده به روش S.Dmax و سرعت رخداد HRDP را در آزمودنی‌های غیرورزشکار مشاهده نمودند (۳۶). نکته قابل تاکید این است که در این پژوهش اعتبار سنجی پروتکل اصلی کانکانی (۱۹۹۶) (۱۰) بررسی شده است. طبق ادبیات، پروتکل اصلی کانکانی به علت مدت زمان اجرای طولانی، برای برخی از رشته های رزشی با عمدتاً بی‌هوازی، مناسب نبوده (۲۳،۲۶) و انجام آن برای اشخاص با عملکرد پایین از جمله کودکان و بیماران مشکل می‌باشد (۳، ۲۴،۲۵). همچنین در تعدادی از پژوهش‌ها ضعف این پروتکل در برآورد آستانه‌ی بی‌هوازی گزارش شده است.

از طرفی قابل ذکر است چندین روش برای تعیین آستانه بی‌هوازی گزارش شده است، همچنین ادبیات حاکی از ارتباط قوی بین HRDP با آستانه بی هوازی، آستانه تهویه و دومین آستانه لاکتات است (۱،۴،۳۹). با این وجود، اندازه گیری MLSS با استفاده از روش تهاجمی به عنوان ملاک طلایی تعیین آستانه بی‌هوازی معرفی شده است (۳،۷،۸). MLSS بعنوان یک شاخص فیزیولوژیکی مهم، نشان دهنده‌ی تعادل بین بیشترین تولید و

1 . De Assis Pereira et al

www.SID.ir

Archive of SID

دفع اسید لاکتیک بوده و شاخص منحصر به فرد ارزیابی نیازهای تمرینی است (۱،۳). دشواری اجرا، زمانبر بودن، پرهزینه بودن آزمون تعیین MLSS و همچنین تهاجمی بودن، استفاده از این آزمون را محدود کرده است. بنابراین تلاش‌های زیادی جهت جایگزین کردن یک روش ساده و مقرون به صرفه با زمان اندک برای تخمین بار کار MLSS انجام شده است (۲،۳،۹،۱۰،۱۳،۱۵،۲۲،۳۶،۴۰). در زمینه ارتباط بین HRDP و MLSS اندازه‌گیری شده با روش تهاجمی اطلاعات بسیار اندکی وجود دارد (۲،۳)

برخی از پژوهش‌ها گزارش کرده‌اند؛ HRDP به طور ویژه وابسته به نوع پروتکل می‌باشد و تغییر سرعت، زمان و شیب مراحل باعث تغییر در HRDP می‌شود (۲،۳،۱۰،۱۳،۲۱،۲۲). برای مثال، پوکان و همکارانش[1] مشاهده کردند؛ در پروتکل‌هایی که سرعت یا زمان با شیب غیرخطی اعمال می شوند، تغییراتی در HRDP ایجاد شده و مناسب نمی‌باشند (۲۲). روزیک و همکارانش[2] (۲۱) مشاهده کردند که شکل منحنی عملکرد ضربان قلبی در حین آزمون فزاینده به شدت پروتکل ورزشی به کارگرفته شده وابسته می باشد. از سوی دیگر، نشان داده شده است که تغییرات مربوط به جهت و شیب منحنی ضربان قلب به طور معنی‌داری مرتبط با عملکرد میوکارد است (۴۲،۴۳). به طور مشابه لپرتره و همکارانش[3] در سال ۲۰۰۵ (۴۴) شواهدی مبنی بر اثرگذاری عملکرد میوکارد بر HRDPگزارش کرده‌اند. به طوری که بین وقوع HRDP و کار بهینه قلبی با مشاهده بیشینه حجم ضربه ای در زمان یکسان با HRDP همزمانی وجود دارد. در بررسی علت‌یابی شکست ضربان قلب در شدت خاصی از تمرین هوازی بیان شده است، این احتمال وجود دارد که شکست ضربان قلب مربوط به حفظ بیشینه حجم ضربه‌ای می‌باشد تا فرد بتواند در آن شدت وزرشی حالت پایداری را حفظ نموده و به فعالیت ادامه دهد (۴۲-۴۴).

یکی از موارد مهم که باعث ایجاد تناقضات در ادبیات HRDP می‌باشد، روش جمع‌آوری داده‌های مربوط به ضربان قلب و نحوه‌ی تجزیه‌وتحلیل آن‌ها می‌باشد. به طور مثال نشان داده شده که در طی یک پروتکل فزاینده بیشتر از ۱۰۰۰ داده ضربان قلب جمع‌آوری می شود (به روش $\geq$ 1Hz). اگر جمع‌آوری داده‌های ضربان قلب به صورت $\geq$ 0.03 Hz یا $\geq$ 0.05 Hz باشد (یک ضربه در هر ۳۰ یا ۱۵ ثانیه، به ترتیب)، تعداد بسیار زیادی از داده‌های ضربان قلب از بررسی HRDP حذف شده و این نیز باعث افزایش احتمال خطا در برآورد HRDP و ایجاد تخمین کمتر از حدود واقعی آن می شود (۳۱،۳۲) اشتباهی که اغلب مطالعات گذشته انجام داده‌اند (۹-۱۲، ۲۳،۲۶،۴۴). از سوی دیگر بسیاری از مطالعات پیشین در انتخاب کمترین مقدار ضربان قلب که برای تعیین HRDP لازم است دچار اشتباه شده و از تمامی داده‌های ضربان قلب (مقادیر مربوط به لحظه‌ی شروع آزمونو حتی قبل از شروع آزمون) برای تعیین HRDP استفاده کرده‌اند (۱۲،۱۳)، در صورتی که این کار نیز باعث ایجاد خطا و تخمین پائین در برآورد HRDP می شود. توصیه شده که برای بدست آوردن HRDP دقیق، در ابتدا باید مرز پائینی ضربان قلب (به عنوان مثال ۷۵-۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه؛ بر اساس فرمول ناریتا[4]) را مشخص کرد (۳،۱۵،۱۶).

بنابراین طبق ادبیات، تاکید بر این است که شدت آزمون ورزشی اعمال شده باید بگونه‌ای باشد که مقادیر HRI[5] بیشتر از ۸ ضربه در دقیقه افزایش پیدا نکند (۳،۹،۱۰) و زمان آزمون بیشتر از ۱۶-۱۲ دقیقه نباشد (۳). به طوری‌که در پژوهش حاضر، میانگین کل زمان آزمون برابر با ۱/۸±۱۲/۹ دقیقه و مقادیر HRI برابر با bpm ۷/۵±۷/۱ مشاهده شد که این اطلاعات حاکی از این است که آزمون به کار گرفته شده درتحقیق حاضر، بر اساس

1 . Pokan et al.
2 . Rosic et al.
3 . Lepretre et al.
4. Narita equation
5.Heart Rate Interval

www.SID.ir

Archive of SID

توصیه‌های پیشنهاد شده در ادبیات پژوهشی اجرا شده است (۳،۹،۱۰،۲۳). بنابراین با توجه به اینکه آزمون اجرا شده در پژوهش حاضر برای تعیین HRDP بر اساس اصول استاندارد ادبیات پژوهشی بوده است (عدم افزایش ضربان قلب بیش از ۸ ضربه در دقیقه (۳،۹،۱۰)، عدم طولانی بودن زمان اجرای آزمون (۳)، (۱۵) و نحوه جمع‌آوری داده‌های ضربان قلب به صورت ≥1HZ) (۳۱،۳۲)، HRDP می‌تواند برآورد صحیحی برای تجویز شدت تمرین باشد و احتمالاً می‌تواند جایگزین مناسبی برای روش تهاجمی برآورد آستانه‌ی بی هوازی(MLSS) باشد.

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد؛ داده‌های بدست آمده از آزمون تغییر یافته کانکانی(HRDP و $Speed_{HRDP}$) توانستند متغیرهای روش مبنا (HR_{MLSS} و $Speed_{MLSS}$) را پیشگویی کنند. بنابراین، این نتایج پیشنهاد می‌کنند که آزمون تغییر یافته کانکانی (۳،۹،۱۰،۲۳)_ می تواند با برآورد HRDP و بارکار در این نقطه برای کنترل و تجویز شدت مناسب تمرینی در ورزشکاران به جای آزمون اصلی کانکانی مورد استفاده قرار بگیرد و مهمتر اینکه جایگزین معتبری برای روش‌های تهاجمی برای تعیین آستانه‌ی بی‌هوازی باشد.

منابع

1. Svedahl K, MacIntosh BR. 2003. Anaerobic Threshold: The Concept and Methods of Measurement. Can J Appl Physiol. 28:299-323.
2. Bodner ME, Rhodes EC. 2000. A review of the concept of the heart rate deflection point. Sports Med. 30:31-46.
3. Hofmann P, Pokan R. 2010. Value of the Application of the Heart Rate Performance Curve in Sports. Int J Sports Physiol Perform. 5:437-447.
4. Faude O, Kindermann W, Meyer T. 2009. Lactate Threshold Concepts How Valid are they? Sports Med. 39: 469-490.
5. Heck H, Hess G, Mader A. 1985. Comparative study of different lactate threshold concepts [Vergleichende Untersuchung zu verschiedenen Laktat-Schwellenkonzepten]. Dtsch Z Sportmed. 36:19-25.
6. Kindermann W, Simon G, Keul J. 1979. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. Eur J Appl Physiol. 42:25-34
7. Beneke R. 2003. Methodological aspects of maximal lactate steady state implications for performance testing. Eur J Appl Physiol. 89:95-99.
8. Billat V, Sirvent P, Py G, Koralsztein JP, Mercier J. 2003. The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry, physiology and sport science. Sports Medicine. 33:407-426.
9. Conconi F, Ferrari M, Ziglio PG, Droghetti P, Codeca L. 1982. Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners. J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol. 52:869-873.
10. Conconi F, Grazzi G, Casoni I, Guglielmini C, Borsetto C, Ballarin E, et al. 1996. The Conconi test: methodology after 12 years of application. Int J Sport's med. 17:509-519.
11. Jones AM, Doust JH. 1995. Lack of reliability in Conconi's heart rate deflection point. Int J Sports Med. 16:541-544.

www.SID.ir

Archive of SID
12. Jones AM, Doust JH. 1997. The Conconi test is not valid for estimation of the lactate turnpoint in runners. J Sports Sci. 15:385-394.
13. Vachon JA, Bassett Jr DR, Clarke S. 1999. Validity of the heart rate deflection point as a predictor of lactate threshold during running. J Appl Physiol. 87:452-459.
14. Siahkohian M. 2007. A new mathematical model for determination of heart rate deflection point. Int J Fitness. 3:11-316.
15. Siahkouhian M, Meamarbashi A. 2013. Advanced methodological approach in determination of the heart rate deflection point: S.Dmax versus $L.D_{max}$ methods. J Sports Med Phys Fitness. 53:27-33.
16. Siahkouhian M, Khodadadi D. 2013. Narita Target Heart Rate Equation Underestimates the Predicted Adequate Exercise Level in Sedentary Young Boys. Asian J Sports Med. 4:175-180.
17. Fell JW. 2008. The modified D-Max is a valid lactate threshold measurement in veteran cyclists. J Sci Med Sport. 11:460-463.
18. Cheng B, Kuipers H, Snyder AC, Keizer HA, Jeukendrup A, Hesselink M. 1992. A new approach for determining of ventilatory lactate thresholds. Int J Sports Med. 13:518.
19. Tokmakidis SP, Leger L. 1988. External validity of the Conconi's heart rate anaerobic threshold as compared to the lactate threshold. Exerc Physiol. 3: 43-58.
20. Aunola S, Rusko H. 1992. Does anaerobic threshold correlate with maximal lactate steady state? J Sport Sci. 10: 309-323.
21. Rosic G, Pantovic S, Niciforovic J, Colovic V, Rankovic V, Obradovic Z, Rosic M. 2011. Mathematical analysis of the heart rate performance curve during incremental exercise testing. Acta Physiol Hung. 98:59-70.
22. Pokan R, Hofmann P, von Duvillard SP, Smekal G, Hogler R, Tschan H, et al. 1999. The heart rate turn point reliability and methodological aspects. Med Sci Sports Exerc. 31:903-907.
23. Sentija D, Vucetic V, Markovic G. 2007. Validity of the modified Conconi running test. Int J Sports Med. 28:1006-1011.
24. Gaisl G, Hofmann P. 1989. A noninvasive method for the determination of the anaerobic threshold in children and sedentary persons. Revista Brasileira de Ciencia e Moviemento. 3:42–50.
25. Debray P, Dey SK. 2007. A comparison of the point of deflection from linearity of heart rate and the ventilatory threshold in the determination of the anaerobic threshold in Indian boys. J Physiol Anthropol. 26:31–37.
26. Vucetić V, Sentija D, Sporis G, Trajković N, Milanović Z. 2014. Comparison of ventilation threshold and heart rate deflection point in fast and standard treadmill test protocols. Acta Clin Croat. 53:190-203.
27. Hofmann P, Wonisch M, Pokan R, Schwaberger G, Smekal G, von Duvillard SP. 2005. Beta1-adrenoceptor mediated origin of the heart rate performance curve deflection. Med Sci Sports Exerc. 37:1704-9.
28. Thorlund W, Podolin DA, Mazzeo RS. 1994. Coincidence of lactate threshold and HR-power output threshold under varied nutritional states. Int J Sports Med. 15:301-304.
29. Ignjatović A, Hofmann P, Radovanović D. 2008. Non-invasive determination of anaerobic theresholds based on the heart rate deflection point. FU Phys Ed Sport. l:1- 10.
30. Adams WC, Fox RH, Fry AJ, Mac Donald IC. 1975. Thermoregulation during marathon running in cool, moderate, and hot environments. J Appl Physiol. 38:1030–1037.
www.SID.ir

Archive of SID
31. Santos EL, Novaes JS, Reis VM, Giannella-Neto A. 2010. Low sampling rates bias outcomes fromtheWingate Test. Int J SportsMed. 31:784–789.
32. Marques-Neto SR, Maior AS, Maranhão Neto GA, Santos EL. 2012. Analysis of heart rate deflection points to predict the anaerobic threshold by a computerized method. J Strength Cond Res. 26:1967-1974.
33. Kara M, Gokbel H, Bediz C, Ergene N, Ucok K, Uysal H. 1996. Determination of the heart rate deflection point by the Dmax method. J Sports Med Phys Fitness. 36:31–34.
34. Kiani Mavi N, Siahkuhian M, Hashemi Majd K. 2010. The correlation between Heart Rate Deflection Point (HRDP) and the Potassium Turn Point (KTP) in Athlete Young Men. J Ardabil Univ Med Sci. 10:64-71. [Full Text in Persian]
35. Meamarbashi A, Alipour M. 2014. Moderate dose of watercress and red radish does not reduce oxygen consumption during graded exhaustive exercise. Avicenna J Phytomed. 4:267–272.
36. De Assis Pereira PE, Piubelli Carrara VK, Mello Rissato G, Pereira Duarte JM, Guerra RL, Silva Marques de Azevedo PH. 2015. The relationship between the heart rate deflection point test and maximal lactate steady state. J Sports Med Phys Fitness. [EPUB ahead of print].
37. Bland JM, Altman DG. 1986. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. Lancet. 1:307–10.
38. Portney LG, Watkins MP. 2000. Foundations of clinical research Application to practice. Prentice Hall Inc. New Jersey ISBN 0-8385-2695-0, 560-567.
39. Binder RK, Wonisch M, Corra U, Cohen-Solal A, Vanhees L, Saner H, Schmid JP. 2008. Methodological approach to the first and second lactate threshold in incremental cardiopulmonary exercise testing. Eur J Cardiovasc Prev Rehabil. 15(6):726-734.
40. Bosquet L, Léger L, Legros P. 2002. Methods to determine aerobic endurance. Sports Medicine. 32(11):675-700.
41. Jeukendrup AE, Hesselink MK, Kuipers H, Keizer HA. 1997. The Conconi test. Int J Sports Med. 18(5):393–396.
42. Hofmann PR, Pokan K, Preidler K, Leitner H, Szolar D, Eber B, Schwaberger G. 1994. Relationship between heart rate threshold, lactate turn point and myocardial function. Int J Sports Med. 15(5):232-237.
43. Pokan R, Hofmann P, Preidler K, Leitner H, Dusleag J, Eber B, et al. 1993. Correlation between inflection of heart rate/work performance curve and myocardial function in exhausting cycle ergometer exercise. Eur J Appl Physiol. 67:385-388.
44. Lepretre PM, Foster C, Koralsztein JP, Billat VL. 2005. Heart rate deflection point as a strategy to defend stroke volume during incremental exercise. J Appl Physiol. 98(5):1660-1665.
www.SID.ir