المپیک
سال پانزدهم - شماره ۱ (پیاپی ۳۷) بهار ۱۳۸۶



تاریخ دریافت: ۸۵/۷/۱۵
تاریخ تصویب: ۸۵/۹/۱۳

# اعتبار آزمونهای کانکانی قدیم و جدید در برآورد آستانهٔ بی‌هوازی مردان فعال

❖ **روح‌الله نیکویی**؛ کارشناس‌ارشد دانشگاه تربیت‌مدرس
❖❖ **دکتررضا قراخانلو**؛ استادیار دانشگاه تربیت‌مدرس*
❖❖❖ **دکترمرتضی بهرامی‌نژاد**؛ مرکز سنجش آکادمی ملی المپیک
❖❖❖❖ **کوروش صارمی**؛ کارشناس‌ارشد دانشگاه تربیت مدرس

**چکیده:** **روشهای متعددی- اعم از تهاجمی و غیرتهاجمی- در برآورد آستانهٔ بی‌هوازی ورزشکاران استفاده می‌شود و توافق همگانی در مورد اینکه کدام روش بهتر است وجود ندارد. هدف از مطالعهٔ حاضر تعیین اعتبار آزمونهای کانکانی قدیم و جدید در برآورد آستانهٔ بی‌هوازی مردان فعال است. ۱۵ مرد فعال به طور داوطلب در این تحقیق شرکت کردند و در ۳ جلسهٔ مجزا با حداقل فاصلهٔ زمانی ۴۸ ساعت ۳ آزمون فزاینده را انجام دادند. آستانهٔ بی‌هوازی در آزمونهای کانکانی قدیم و جدید بر اساس نقطهٔ شکست ضربان قلب و در آزمون مرجع بر اساس تجمع لاکتات خون تعیین شد. میزان همبستگی بین متغیرهای ضربان قلب، لاکتات، و سرعت دویدن معادل با آستانهٔ برآورد شده در آزمونهای کانکانی قدیم و جدید با آزمون مرجع با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون محاسبه و جهت تعیین توانایی پیش‌بینی از آنالیز رگرسیون استفاده شد. بین ضربان قلب و سرعت دویدن معادل با آستانهٔ برآورد شده با آزمون کانکانی جدید با ضربان قلب و سرعت معادل با آستانهٔ لاکتات در آزمون مرجع همبستگی معنی‌دار (به ترتیب $p<۰/۰۵$، $r=۰/۶۲$، $r=۰/۸۰$، $p<۰/۰۱$) به دست آمد، ولی در آزمون کانکانی قدیم این همبستگی بین هیچ کدام از متغیرها معنی‌دار نبود. نقطهٔ شکست ضربان قلب در آزمون کانکانی جدید بالاتر از آستانهٔ لاکتات در آزمون مرجع برآورد شده بود. نتایج این تحقیق نشان داد آزمون کانکانی جدید از اعتبار لازم جهت برآورد آستانهٔ بی‌هوازی برخوردار است، در حالی که استفاده از آزمون کانکانی قدیم بدین منظور به مربیان ورزش توصیه نمی‌شود.**

**واژگان کلیدی**: آستانهٔ بی‌هوازی، آزمون کانکانی، مردان فعال

* **E-mail: ghara_re@modares.ac.ir**

## مقدمه

به دلیل اینکه آستانهٔ لاکتات، به طور نزدیکی عملکرد واقعی را در رویدادهای استقامتی از قبیل دوی استقامت پیش‌بینی می‌کند، متغیری با اهمیت در زمینهٔ فیزیولوژی ورزش و ابزار مناسبی برای کنترل تمرین محسوب می‌شود (۲۴،۱۰). دقیق‌ترین

روش در تعیین آستانهٔ لاکتات، روش تهاجمی است که مستلزم گرفتن نمونه‌های خونی مکرر و تعیین میزان لاکتات خون در خلال آزمون فزایندهٔ استاندارد است که انجام دقیق آن پیچیده، هزینه‌بردار و نیازمند امکانات پیشرفتهٔ آزمایشگاهی است. از طرف دیگر، روشهای غیرتهاجمی، ماهیتی ساده و کم‌هزینه‌تر دارند که توجه فیزیولوژیستهای ورزشی را به خود جلب کرده‌اند.

کانکانی و همکاران (۱۹۸۲) روشی غیرتهاجمی در برآورد آستانهٔ لاکتات را پیشنهاد کردند (۴). نتایج آنها ارتباط خطی بین ضربان قلب و سرعت دویدن را در خلال سرعتهای ملایم تا زیر بیشینه و برهم خوردن این ارتباط در سرعتهای بالا را نشان داد. این محققان گزارش کردند نقطهٔ شکست ضربان در سرعت معادل با آستانهٔ لاکتات اتفاق می‌افتد و می‌توان از این روش در برآورد آستانهٔ لاکتات در سایر رشته‌های ورزشی استفاده کرد (۴). به دنبال آن سایر محققان اعتبار این آزمون را مطالعه کردند (۱۲، ۲۰، ۲۳، ۲۸).

**بورگوئیس**[1] و همکاران (۱۹۹۸)، اعتبار نقطهٔ شکست ضربان قلب را برآوردی از آستانهٔ بی‌هوازی ۱۰ قایقران زبده روی ارگومتر کایاک مطالعه کردند و نتیجه گرفتند برونده توان معادل با نقطهٔ شکست ضربان قلب بیشتر از مقدار واقعی تخمین زده می‌شود و نمی‌توان از آن برای طراحی برنامهٔ استقامتی قایقرانان استفاده کرد (۲).

جان و همکاران در تحقیقی دربارهٔ دونده‌های نیمه‌استقامتی، به اعتبار آزمون کانکانی قدیم در برآورد آستانهٔ بی‌هوازی تردید کردند (۱۴). روش کانکانی (۴) به دو دلیل بحث برانگیز است. اول اینکه، نقطهٔ شکست ضربان قلب در بعضی آزمودنیها قابل تشخیص نیست یا اینکه ارتباط بین ضربان قلب – سرعت دویدن در آزمون فزاینده تا انتهای آزمون مستقیم است (۱۲، ۲۰، ۲۳، ۲۸)، در حالی که کانکانی و همکاران (۱۹۸۲) وقوع نقطهٔ شکست ضربان قلب را در تمامی ۲۱۰ آزمودنی که در تحقیق اولیه (۴) شرکت کرده بودند و همچنین ۶۵ آزمودنی شرکت‌کننده در مطالعهٔ بعدی گزارش کردند (۱). دلیل دوم اینکه، نقطهٔ شکست ضربان قلب آستانهٔ لاکتات را بالاتر از حد واقعی خود برآورد می‌سازد (۱، ۳). به دنبال این تحقیقات کانکانی و همکاران (۱۹۹۶) دلیل تناقضات موجود را به روش اجرایی این آزمون نسبت دادند و روش جدیدی را برای برآورد آستانهٔ لاکتات مطرح کردند، در حالی که هنوز از فرضیهٔ پیشین خود مبنی بر وقوع نقطهٔ شکست ضربان قلب در سرعت معادل با سرعت آستانهٔ لاکتات حمایت کردند (۵). در این آزمون بر خلاف آزمون قدیم که افزایش در سرعت بر اساس مسافت صورت می‌گرفت، افزایش در سرعت بر اساس زمان انجام می‌شود. همچنین تأکید شده است که افزایش در سرعت باید به گونه‌ای باشد که در پی افزایش سرعت در هر مرحله، ضربان قلب بیشتر از ۸ ضربه تفاوت نکند (۵).

در عین حال اعتبار آزمون کانکانی جدید در برآورد آستانهٔ لاکتات تاکنون در سایر کشورها بندرت (۸) و در ایران هنوز مطالعه نشده است. نظر به اینکه در حال حاضر در آکادمی ملی المپیک از این آزمونها در برآورد آستانهٔ بی‌هوازی ورزشکاران ملی و باشگاهی استفادهٔ وسیعی می‌شود، مطالعهٔ حاضر جهت تعیین اعتبار آزمونهای کانکانی انجام گرفت، که از اندازه‌گیری ضربان قلب جهت برآورد آستانهٔ لاکتات استفاده شده است.

1. Bourgeois, J.

اولین هدف مطالعهٔ اخیر تعیین اعتبار آزمون کانکانی قدیم در برآورد آستانهٔ لاکتات بود. دومین هدف این بود که آیا آزمون کانکانی جدید که انجام آن مستلزم دقت خاص است، از اعتبار لازم جهت تعیین آستانهٔ لاکتات برخوردار است یا نه.

## روش شناسی

آزمودنیها. ۱۵ مرد فعال و تندرست با حداقل سابقهٔ ۴ سال تمرین مداوم جهت شرکت در این تحقیق داوطلب شدند. آزمودنیها از انجام فعالیت جسمانی شدید ۲۴ ساعت قبل از آزمونها منع شدند. هر آزمودنی در ۳ جلسهٔ مجزا با حداقل ۴۸ ساعت فاصلهٔ زمانی، ۳ آزمون فزاینده را انجام داد. اندازه‌گیری ترکیب بدنی آزمودنیها با دستگاه body composition analyzer (inbody 3.0, Biospace Co, Ltd. KOREA) اندازه‌گیری شد (جدول۱). همچنین ضربان قلب و لاکتات استراحت در ابتدای هر آزمون اندازه‌گیری شد.

## آزمون $Vo_{2max}$

در این تحقیق برای تعیین $Vo_{2max}$ آزمودنیها از دستگاه gas analyzer ( $k_4b_2$, Italy ) استفاده شد. بعد ازکالیبره کردن و تجهیز آزمودنی با امکانات لازم جهت اجرای این آزمون و همچنین ضربان‌سنج پلار جهت اندازه‌گیری ضربان قلب، از آزمودنی خواسته شد به مدت ۳ دقیقه با سرعت ۴ کیلومتر بر ساعت مرحلهٔ گرم‌کردن را روی تردمیل انجام دهد. سپس آزمون با سرعت ۶ کیلومتر بر ساعت آغاز شد و بعد از گذشت هر ۱ دقیقه ۱ کیلومتر بر ساعت بر سرعت تردمیل افزوده شد (۱۰). آزمودنیها در خلال انجام آزمون از طریق ماسک با مقاومت اندک و فضای مردهٔ ۴۰ میلی‌لیترتنفس می‌کردند و گازهای تنفسی در تمامی مدت آزمون نفس به نفس جمع‌آوری شد. این عمل تا وقوع $Vo_{2max}$ ادامه یافت. در حالی که آزمودنی به طور شفاهی تشویق می‌شد تا آزمون را تا جایی که امکان دارد ادامه دهد، وقوع $Vo_{2max}$ در این تحقیق بر اساس دستیابی به دو فاکتور از سه شاخص زیر تعریف شد: ۱. حالت فلات در $Vo_2$ با وجود افزایش در سرعت دویدن، ۲. نسبت تبادل تنفسی بالاتر از ۱٫۱، ۳. رسیدن ضربان قلب به ضربان قلب بیشینه و پیش‌بینی شده بر اساس سن (۱۴).

## آزمونهای کانکانی

### الف) آزمون کانکانی قدیم

آزمودنی به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۴ کیلومتر بر ساعت روی تردمیل (Technogem,47036,ITALY) مرحلهٔ گرم‌کردن را انجام داد. سپس آزمون با سرعت اولیهٔ ۶ کیلومتر بر ساعت آغاز شد. سپس به ازای طی هر ۲۰۰ متر مسافت ۰٫۵ کیلومتر بر ساعت، بر سرعت تردمیل افزوده شد (۴). در مدت انجام آزمون ضربان قلب به طور مداوم هر ۵ ثانیه یک بار با ضربان‌سنج پلار اندازه‌گیری و ثبت شد. زمانی که آزمودنی شکست در ضربان قلب را نشان می‌داد، دستگاه تست را متوقف می‌ساخت و اطلاعات مربوط به آزمون از روی دستگاه ثبت می‌شد که شامل ضربان قلب و سرعت معادل با آستانه بود. بلافاصله نمونهٔ خون از نوک انگشت گرفته شد و اندازه‌گیری لاکتات خون با دستگاه (lactate scout, senslab GmbH lactate analyzer Leipzig, Germany) مشخص گردید (۴).

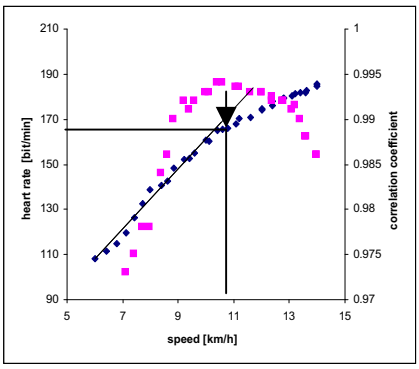
## ب) آزمون کانکانی جدید

بعد از تجهیز آزمودنی از وی خواسته شد مدت ۵ دقیقه با سرعت ۵ کیلومتر بر ساعت مرحلهٔ گرم کردن را انجام دهد. سپس آزمون با سرعت ۶ کیلومتر بر ساعت شروع شد و هر ۱ دقیقه ۰/۴ کیلومتر بر ساعت بر سرعت تردمیل افزوده شد[۱]. ضربان قلب به طور مداوم هر ۵ ثانیه یک بار و مدت زمان لازم برای طی هر ۱۰۰ متر مسافت به صورت دستی ثبت شد. این عمل تا سرحد واماندگی ادامه یافت (۵). سپس آزمون به قطعات ۱۰۰ متری تقسیم شد و میانگین ضربان قلب و سرعت دویدن در هر قطعهٔ ۱۰۰ متری محاسبه شد. بعد از آن نمودار ضربان قلب – سرعت دویدن ترسیم شد. برای تعیین نقطهٔ شکست ضربان قلب ابتدا ضریب همبستگی میان داده‌هایی که ارتباط خطی را نشان می‌دادند (۱۵ تا ۱۰ دادهٔ اولیه) محاسبه شد. مقادیر بعدی از اضافه کردن دادهٔ بعدی و محاسبهٔ مجدد ضریب همبستگی به دست آمد (۵). ضریب همبستگی در ابتدای کار افزایش و همزمان با وقوع نقطهٔ شکست ضربان قلب یا یک یا دو نقطه بعد از آن کاهش یافت. این نقطه نقطهٔ شکست ضربان قلب بود (شکل ۱). از این نقطه خطی به موازات محور yها ترسیم شد تا محور xها را قطع کند و نقطهٔ تلاقی این خط با محور xها ضربان قلب آستانه در نظر گرفته شد (شکل ۱).

۱. در دستورالعمل اجرایی این آزمون آمده است افزایش در سرعت باید به گونه‌ای باشد که در پی افزایش سرعت در هر مرحله، ضربان قلب بیشتر از ۸ ضربه تفاوت نکند. جهت کمیت بخشیدن به این متغیر، تحقیقی مقدماتی توسط محقق بر روی آزمودنیها انجام گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد افزایش سرعت به میزان ۰/۴ کیلومتر بر ساعت در هر مرحله باعث می‌شود ضربان قلب آزمودنیها در پی افزایش سرعت بیشتر از ۸ ضربه تفاوت نکند [۵].

## آزمون مرجع

بعد از یک مرحله گرم کردن به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۶ کیلومتر بر ساعت، آزمون با سرعت معادل ۶۰ درصد $Vo_{2max}$ آزمودنی آغاز شد. سپس هر ۳ دقیقه یک بار ۰/۸ کیلومتر بر ساعت بر سرعت تردمیل افزوده شد. این عمل تا سر حد واماندگی ادامه یافت. در حین اجرای آزمون در ۳۰ ثانیهٔ انتهایی از هر مرحلهٔ ۳ دقیقه‌ای نمونه خون از نوک انگشت دست گرفته شد و میزان لاکتات خون تعیین و ضربان قلب مقارن با عمل اندازه‌گیری لاکتات در هر مرحله نیز ثبت شد. جهت تعیین آستانهٔ لاکتات نمودار غلظت لاکتات – سرعت دویدن ترسیم شد و نقطه‌ای که در آن نمودار دچار افزایش ناگهانی می‌شد آستانهٔ لاکتات در نظر گرفته شد. غلظت لاکتات و ضربان قلب در این نقطه مشخص و میزان غلظت لاکتات و ضربان قلب آستانهٔ لاکتات در نظر گرفته شد (۱۱).




**شکل ۱. تعیین نقطهٔ شکست ضربان قلب در آزمون کانکانی جدید با استفاده از داده‌های یک آزمودنی**

## تجزیه و تحلیل آماری

معنی‌دار بودن تفاوت میان متغیرهای معادل آستانه و برآورد شده با هر روش با روش اندازه‌گیری مستقیم لاکتات با آزمون T زوجی مشخص شد. همبستگی

بین متغیرهای معادل آستانه و برآورد شده با هر روش با روش اندازه‌گیری مستقیم لاکتات با ضریب همبستگی پیرسون مشخص شد و جهت بررسی ارتباط بین دو آزمون و توانایی پیش‌بینی از آنالیز رگرسیون استفاده شد. جهت تعیین نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون کلموگروف–اسمیرنف استفاده شد.

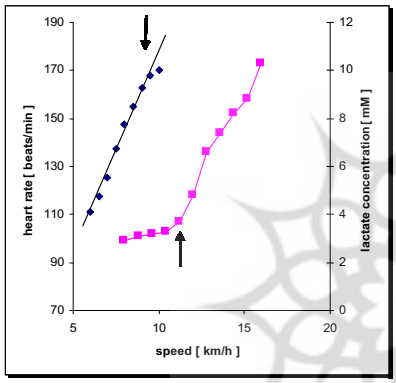
## یافته‌ها

خلاصه‌ای از وضعیت آنتروپومتریک و همچنین ترکیب بدن آزمودنیها در جدول ۱ آورده شده است.

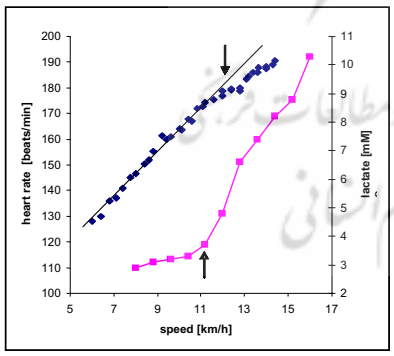
**جدول ۱. توصیف ویژگیهای فیزیولوژیک آزمودنیها (متغیرها برحسب میانگین ± انحراف معیار)**

| متغیر | میانگین ± انحراف معیار |
|---|---|
| سن (سال) | ۲۴ ± ۱٫۰۸۲ |
| قد (سانتی‌متر) | ۱۷۵٫۶ ± ۵٫۷۹ |
| وزن (کیلوگرم) | ۶۸٫۹۶ ± ۵٫۰۸۲ |
| چربی بدن (درصد) | ۹٫۴۳ ± ۲٫۴۹ |
| $Vo_{2max}$ (میلی‌لیتردر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه) | ۴۵٫۴۶ ± ۲٫۴۹ |

تمامی آزمودنیها نقطهٔ شکست ضربان قلب را در آزمون کانکانی قدیم نشان دادند، در حالی که در آزمون کانکانی جدید نقطهٔ شکست ضربان قلب در دو آزمودنی قابل تشخیص نبود و داده‌های این آزمودنیها از تجزیه و تحلیل آماری کنار گذاشته شد. مقادیر بیشینهٔ ضربان قلب به‌دست آمده در آزمون کانکانی جدید و آزمون مرجع به ترتیب ۳٫۴۵ ± ۱۹۲ و ۳٫۸۳ ± ۱۹۱ ضربه در دقیقه و سرعت دویدن ۱٫۳۶ ± ۱۶٫۴ و ۱٫۱۲ ± ۱۵٫۶ کیلومتر بر ساعت بود. آستانهٔ لاکتات (آزمون مرجع) در آزمودنیها به طور میانگین در سرعت دویدن ۹–۱۳٫۲ کیلومتر بر ساعت حادث شد، در حالی که نقطهٔ شکست ضربان قلب در آزمون کانکانی قدیم و جدید به ترتیب در سرعت ۹–۱۲٫۵ و ۱۰٫۴ – ۱۴٫۲ کیلومتر بر ساعت اتفاق افتاد. بین ضربان قلب آستانهٔ برآورد شده در آزمون کانکانی قدیم و جدید با ضربان قلب آستانه در آزمون لاکتات به ترتیب ضریب همبستگی ۰٫۳۸ و ۰٫۶۲ به دست آمد. این ارتباط در مورد آزمون کانکانی قدیم غیرمعنی‌دار و در آزمون کانکانی جدید معنی‌دار بود ($p < ۰٫۰۵$). شکل ۲ آستانهٔ برآوردشده با آزمون مرجع و آزمون کانکانی قدیم و شکل ۳ آستانهٔ برآوردشده با آزمون مرجع و آزمون کانکانی جدید را در یک آزمودنی نشان می‌دهد.

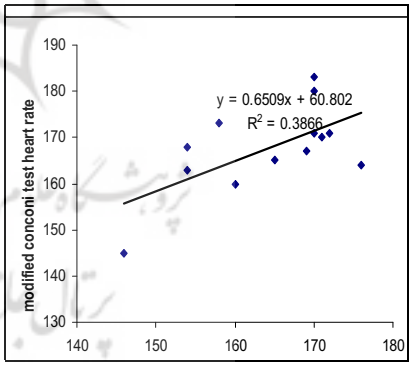



**شکل ۲. پاسخ لاکتات و ضربان قلب در آزمونهای مرجع و کانکانی قدیم در یکی از آزمودنیهای تحقیق**

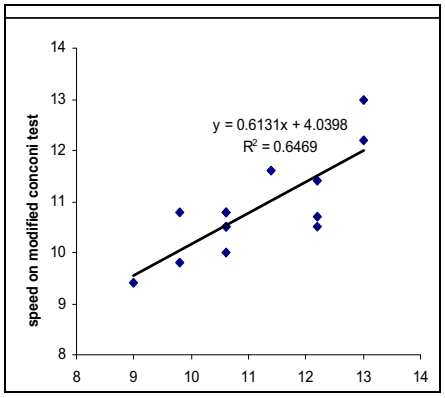



**شکل ۳. پاسخ لاکتات و ضربان قلب در آزمونهای مرجع و کانکانی جدید در یکی از آزمودنیهای تحقیق**

بین سرعت دویدن معادل با آستانهٔ برآورد شده با آزمون کانکانی قدیم و جدید با سرعت معادل با آستانهٔ لاکتات به ترتیب ضریب همبستگی ۰/۴۵ و ۰/۸۰ درصد به دست آمد. این همبستگی در آزمون کانکانی قدیم غیرمعنی‌دار و در آزمون کانکانی جدید معنی‌دار بود ($p < ۰/۰۱$). همچنین بین میزان لاکتات معادل با آستانهٔ برآورد شده با آزمون کانکانی قدیم و میزان لاکتات آستانه در آزمون لاکتات ضریب همبستگی ۰/۱۳ درصد به دست آمد که معنی‌دار نبود. آنالیز رگرسیون داده‌های ضربان قلب و سرعت دویدن در آزمون مرجع و آزمون کانکانی جدید و معادلهٔ پیش‌بین در شکلهای ۴ و ۵ آمده است. در عین حال که در این تحقیق بین سرعت معادل با آستانهٔ برآورد شده با آزمون کانکانی جدید و آزمون مرجع همبستگی معنی‌دار به دست آمد، اختلاف این متغیر بین دو گروه معنی‌دار ($p < ۰/۰۵$) بود. بنابراین باید در مورد برآورد سرعت آستانهٔ بی‌هوازی با این آزمون نیز تردید کرد.




**شکل ۴. پراکنش میان ضربان قلب آستانه در آزمون کانکانی جدید وضربان قلب آستانهٔ آزمون مرجع**




**شکل ۵. پراکنش میان سرعت معادل آستانه در آزمون کانکانی جدید وسرعت آستانهٔ آزمون مرجع**

## بحث

### الف) آزمون کانکانی قدیم

۱. ضربان قلب معادل با آستانهٔ بی‌هوازی

یافته‌های تحقیق نشان داد بین ضربان قلب آستانهٔ برآورد شده با آزمون کانکانی قدیم و ضربان قلب آستانه در آزمون لاکتات همبستگی معنی‌داری وجود ندارد. اغلب محققانی که از آزمون کانکانی قدیم استفاده می‌کنند، عدم رسیدن ضربان قلب به حالت پایدار را در پی افزایش سرعت در هر مرحله در سرعتهای بالا گزارش کرده‌اند (۱۲، ۲۳، ۲۶).

یکی از اصلی‌ترین دلایلی که پیرامون معنی‌دار نبودن همبستگی میان ضربان قلب آستانه در آزمون کانکانی قدیم و آزمون لاکتات در تحقیق حاضر وجود دارد این است که از آنجا که در این آزمون افزایش در سرعت بر اساس مسافت صورت می‌گیرد و نه بر اساس زمان، لذا همچنانکه آزمون به جلو می‌رود، زمان لازم جهت تکمیل هر مرحله کاهش می‌یابد. این موضوع محتمل به نظر می‌رسد که کوتاه‌شدن زمان مرحله‌ها در سرعتهای بالا که با

روش کانکانی قدیم اتفاق می‌افتد اجازه نمی‌دهد ضربان قلب به حالت یکنواخت خود در هر مرحله برسد. از آنجا که اغلب آزمودنیهای این تحقیق نقطهٔ شکست ضربان قلب را در آزمون کانکانی قدیم به طور میانگین در سرعت ۱۱٫۶۳ کیلومتر بر ساعت نشان دادند، این عامل بخشی از تفسیر بر هم خوردن ارتباط خطی بین ضربان قلب و سرعت دویدن را توجیه می‌کند. این عامل بر نمودار ضربان قلب – سرعت دویدن تأثیر مجازی اعمال می‌کند و بدون اینکه نقطهٔ شکست معادل با آستانهٔ بی‌هوازی باشد، انحراف در نمودار سرعت دویدن– ضربان قلب دیده می‌شود که ناشی از عدم تطابق ضربان قلب با افزایش سرعت در مرحلهٔ جدید است و در این تحقیق نمی‌تواند معادل با آستانهٔ بی‌هوازی باشد. از طرفی کانکانی و همکاران (۱۹۸۲) نشان دادند تطابق ضربان قلب در پی افزایش سرعت و رسیدن آن به حالت پایدار در هر مرحله در مدت زمان ۱۰ تا ۲۰ ثانیه اتفاق می‌افتد (۴)، در حالی که آزمودنیهای ما قادر بودند حالت پایدار ضربان قلب را در مدت زمان ۲۵ تا ۴۰ ثانیه بعد از افزایش سرعت در هر مرحله به دست آورند.

اختلاف موجود بین زمان لازم برای رسیدن به حالت یکنواخت ضربان قلب در تحقیق حاضر و تحقیق کانکانی و همکاران (۱۹۸۲) را می‌توان با توجه به نوع آزمودنیها توجیه کرد، چرا که کانکانی در تحقیق خود از دونده‌های نیمه‌استقامت استفاده کرده بود (۴) که این ورزشکاران به دلیل داشتن حجم ضربه‌ای قوی که ویژهٔ نوع ورزش آنهاست در پی افزایش سرعت در هر مرحله افزایش کمتری را در ضربان قلب تجربه می‌کنند و رسیدن به حالت پایدار ضربان قلب در این آزمودنیها زودتر اتفاق می‌افتد. همچنین در تحقیقی گلدهیل و همکاران (۱۹۹۴) نشان دادند در مدت انجام آزمون فزاینده در این ورزشکاران حجم ضربه‌ای حالت فلات به خود نمی‌گیرد و ضربان قلب را تا پایان تمرین همراهی می‌کند (۱۱).

۲. میزان لاکتات خون در آستانهٔ بی‌هوازی

یافتهٔ دیگر این تحقیق این بود که میزان لاکتات خون در آستانهٔ برآوردشده در آزمون کانکانی قدیم بیشتر از میزان لاکتات خون معادل با آستانهٔ آزمون مرجع است. معمولاً در تعیین آستانهٔ لاکتات از دو نوع آزمون استفاده می‌شود. یکی آزمون مداوم که دارای مراحل ۱، ۳ و ۴ دقیقه‌ای است و بدون فاصلهٔ استراحت تا سرحد واماندگی دنبال می‌شود و در انتهای هر مرحله خون‌گیری به عمل می‌آید (۱۸، ۲۷، ۲۲)؛ و دیگری آزمونهای تناوبی است که با توجه به مدت زمان مرحلهٔ فعالیت با یک مرحلهٔ ریکاوری فعال با زمان مشخص دنبال می‌شود. در این تحقیق در تعیین آستانهٔ لاکتات از آزمون تداومی استفاده شد (۲۹). مدت زمان هر مرحله در این تحقیق به این دلیل ۳ دقیقه‌ای انتخاب شد که در تحقیق استوک هاسن و همکاران (۱۹۹۷) گفته شده است مرحلهٔ ۳ دقیقه‌ای بهترین و کوتاه‌ترین مرحله‌ای است که لاکتات را به حالت پایدار در هر مرحله می‌رساند (۲۵). علت بالاتر بودن لاکتات آستانه در آزمون کانکانی قدیم را می‌توان با توجه به مدت زمان کوتاه مراحل در سرعتهای نزدیک نقطهٔ شکست ضربان قلب توجیه کرد که فرصت نمی‌دهد لاکتات به حالت پایدار برسد و افزایش در لاکتات خون در مقایسه با آزمون لاکتات که از مراحل ۳ دقیقه‌ای استفاده می‌کند بیشتر دیده می‌شود (۲۵).

از طرف دیگر ما در آزمون لاکتات نمونه خون را در ۳۰ ثانیهٔ انتهایی از هر مرحله اندازه‌گیری کردیم. این مسئله باعث می‌شود میزان تولید و پاکسازی

لاکتات به حالت تعادل برسد، ولی در آزمون کانکانی قدیم در بعضی آزمودنیها دستگاه آزمون را در ثانیه‌های اول مراحل متوقف می‌ساخت، جایی که هنوز تعادل بین تولید و برداشت لاکتات اتفاق نیفتاده بود. این عامل نیز توجیهی بر معنی‌دار نبودن همبستگی بین میزان لاکتات آستانه در آزمون کانکانی قدیم و آزمون لاکتات است.

۳. سرعت آستانهٔ بی‌هوازی

یافتهٔ دیگر این تحقیق این بود که سرعت آستانهٔ برآوردشده با آزمون کانکانی قدیم پایین‌تر از سرعت آستانه در آزمون لاکتات است. این یافتهٔ تحقیق در مورد آزمون کانکانی قدیم با نتیجهٔ تحقیق کانکانی و همکاران (۱۹۸۲) در تناقض است، چرا که کانکانی و همکاران (۱۹۸۲) بین سرعت آستانهٔ لاکتات و سرعت معادل با نقطهٔ شکست ضربان قلب که آن را $S_d$[1] نامیدند، ضریب همبستگی ۹۹٪ را گزارش کردند (۴)، در حالی که در این تحقیق این ارتباط معنی‌دار نبود. از عمده دلایل سهیم در این عامل می‌توان به نوع پروتکل مورد استفاده توسط کانکانی و همکاران جهت برآورد آستانهٔ لاکتات اشاره کرد. وی پروتکل غیرمعمولی را به کار برد که از مراحل ۴ تا ۶ دقیقه‌ای تشکیل می‌شد. به دلیل اینکه پروتکل استفاده شده به گونه‌ای بوده است که طول مراحل تقریباً نصف مدت مراحل در پروتکلهای استاندارد تناوبی است، این نکته محتمل می‌شود که تجمع لاکتات در پروتکل استفاده شده در تحقیق کانکانی نسبت به پروتکل غیرمداوم استاندارد کمتر بوده است. این عامل بر منحنی لاکتات ـ سرعت دویدن تأثیر مجازی می‌گذارد و میزان لاکتات معادل با آستانه را در آزمون اندازه‌گیری مستقیم آستانهٔ لاکتات کمتر و سرعت معادل با آستانهٔ لاکتات را بیشتر از حد واقعی نشان می‌دهد. در حالی که تحقیقاتی که از پروتکل مناسب جهت تعیین آستانهٔ لاکتات به روش مستقیم استفاده کرده‌اند دلالت بر این دارند که میزان لاکتات در نقطهٔ شکست ضربان قلب بیشتر از حد واقعی تخمین زده می‌شود (۲، ۳).

## ب) آزمون کانکانی جدید

۱. ضربان قلب آستانهٔ بی‌هوازی

یافتهٔ دیگر این تحقیق این بود که بین ضربان قلب آستانهٔ برآورد شده با آزمون کانکانی جدید و ضربان قلب آستانه در آزمون لاکتات ضریب همبستگی ۰/۶۲ وجود دارد. افزایش سرعت به اندازهٔ ۰/۴ کیلومتر بر ساعت در هر مرحله با توجه به میزان آمادگی آزمودنیهای این تحقیق مانع از افزایش ضربان قلب بیشتر از ۸ ضربه به دنبال افزایش سرعت در هر مرحله شد (۵). با توجه به ضریب همبستگی به دست آمده بین ضربان قلب آستانه در آزمون کانکانی جدید و ضربان قلب آستانه در آزمون لاکتات می‌توان شکست در نمودار ضربان قلب – سرعت دویدن را به فعال شدن مسیر بی‌هوازی نسبت داد (۸). این یافتهٔ تحقیق با تحقیق کانکانی و همکاران (۵)، الیک و همکاران (۸) یکی است، با این تفاوت که در این دو تحقیق ضریب همبستگی ۰/۹۸ گزارش شده است. تفاوت موجود را می‌توان با توجه به تعریف آستانهٔ لاکتات بین دو تحقیق توجیه کرد. الیک و همکاران آستانهٔ لاکتات را بر اساس افزایش در میزان لاکتات به میزان ۱/۵ میلی‌مول بالاتر از حالت پایه تعریف کردند، در حالی که ما وقوع آستانهٔ لاکتات را معادل با افزایش ناگهانی در تجمع لاکتات تعریف کردیم و این عامل بر میزان همبستگی به‌دست آمده تأثیر گذار است.

---

2. Deflection speed

۲. سرعت معادل با آستانهٔ بی‌هوازی

یافتهٔ مهم دیگر دربارهٔ آزمون کانکانی جدید این بود که سرعت معادل با آستانهٔ برآوردشده با این آزمون بالاتر از سرعت معادل با آستانه در آزمون لاکتات است. این یافته با تحقیق الیک و همکاران (۸) یکی است. در این تحقیق ضریب همبستگی ۸۰٪ بین سرعت معادل با آستانهٔ بی‌هوازی برآورد شده با آزمون کانکانی جدید و سرعت معادل با آستانهٔ لاکتات در آزمون لاکتات به دست آمد که با نتیجهٔ تحقیق کانکانی و همکاران (۱۹۹۶) دال بر ضریب همبستگی ۹۸٪ بین سرعت معادل با نقطهٔ شکست ضربان قلب و سرعت معادل با آستانهٔ لاکتات در آزمون اندازه‌گیری مستقیم آستانهٔ لاکتات همسوست (۵).

از طرف دیگر این میزان همبستگی با مقداری که کانکانی و همکاران (۱۹۹۶) مطرح کردند (۵) اختلاف دارد. بخشی از این اختلاف را می‌توان با پروتکل استفاده شده در آزمون لاکتات در دو تحقیق توجیه کرد. از جمله عوامل سهیم دیگر در این نتیجه سوگیری احتمالی محقق نسبت به آزمون ابداعی خود است. عامل دیگر از تفاوت بین محیط آزمون در دو تحقیق ناشی می‌شود که کانکانی آزمون خود را به صورت میدانی و آزمون ما در محیط آزمایشگاه و روی تردمیل انجام گرفت. عاملی که باعث اختلال در نتایج تحقیق می‌شود سرعت و مقاومت جریان هوا در خلال دویدن است. در تحقیق ما به علت انتخاب شرایط آزمایشگاهی عامل مقاومت هوا حذف شده بود. اما در تحقیق دیویس (۱۹۸۰) مشخص شد در خلال آزمون میدانی دونده با مقاومت هوا روبه‌رو می‌شود که هزینهٔ انرژی را فقط ۱ تا ۳٪ افزایش می‌دهد. در نتیجه تفاوت در مقاومت هوا در آزمون میدانی کانکانی جدید و آزمون تردمیلی ما بر سرعت دویدن تأثیر بسیار کمی می‌گذارد (۱۱) و نمی‌تواند تفاوت مشاهده شده در این تحقیق را تفسیر کند. همچنین این عامل را می‌توان با توجه به طول مراحل مورد استفاده در دو آزمون توجیه کرد. از آنجا که در آزمون کانکانی جدید از مراحل ۱ دقیقه‌ای استفاده شد، نسبت به آزمون اندازه‌گیری مستقیم لاکتات که از مراحل ۳ دقیقه‌ای تشکیل شده بود، میزان ترشح لاکتات در آزمون کانکانی جدید نسبت به آزمون لاکتات در هر مرحله کمتر بود که این مسئله خستگی عضلانی کمتری را در این آزمون به دنبال دارد و آزمودنی دیرتر و در سرعتهای بالاتر به آستانه می‌رسد.

## نتیجه‌گیری

آنچه از نتایج این تحقیق برمی‌آید این است که آزمون کانکانی قدیم، آزمونی نامعتبر در برآورد آستانهٔ بی‌هوازی است و ضروری است که در استفاده از این آزمون جهت برآورد آستانهٔ بی‌هوازی ورزشکاران ملی و باشگاهی تأمل بیشتری صورت پذیرد. از طرف دیگر، با توجه به نتایج این تحقیق آزمون کانکانی جدید اعتبار قابل قبولی در برآورد آستانهٔ بی‌هوازی دارد و با استفاده از آن می‌توان ضربان قلب آستانهٔ لاکتات را با سطح اطمینان ۹۵٪ برآورد ساخت. لذا ضروری است ابزار مورد نیاز این آزمون خریداری و در سطح کشور نیز توزیع شود. استفاده از این آزمون در برآورد آستانهٔ بی‌هوازی به مربیان و ورزشکاران ملی و باشگاهی توصیه می‌شود.

## منابع


1. Ballarin, E., C. Borsettop, M. Cellmi, M. Patracchini, F. Conconi (1989). "Adaptation of the Conconi Test to Children and Adolescents". Int. J. Sports Med., 10:334 – 338.
2. Bourgios, J., J. Vrijens (1986). "The Conconi Test: A Controversial Concept for the Determination of the Anaerobic Threshold in Young Rowers". Int. J. Sports. Med., 19:553-559.
3. Bourgeois, J., J. Vrijens (2004). "Validity of the Heart Rate Deflection Point as a Pridictor of the Lactate Threshold Concepts During Cycling". The Journal of Strength and Conditioning, 10: 1519- 1533.
4. Conconi, F., M. Ferrarti, P. Giorgio (1982). "Determination of the Anaerobic Threshold by a Noninvasive Field Test in Runner. Journal of Applied Physiology. 52(4):869 – 873.
5. Conconi, F., G. Grazzi, I. Casoni, C. Gugliemini, C. Borsetto, E. Ballarin, G. Mazzoni, M. Patraccini, F. Manfredini (1996). "The Conconi Test: Methodology After 12 Years of Application". Int. J. Sports. Med., vol.17 No.7, pp. 509-519.
6. Daniel, G., R. Carey, L. Raymond, A.D. Bridget (2002). "Intera and Inter Observer Reliability in Selection of the Heart Rate Deflection Point During Incremental Exercise: Comparison to a Computer – Generated Deflection Point". Physiol. Res. 54: 473-475.
7. Davies, C. T. M. (1998). "Effect of Wind Assistance and Resistance on the Forward Motion of the Runner". J. Appl. Physiol., 702 – 709.
8. Elik, G., N. Kosar, F. Korkusuz, and M. Bozkurt (2005). "Reliability and Validity of the Modified Conconi Test on Concept II Rowing Ergometers". J. Strength Cond. Res. 19(4):871–877.
9. Frank, B., M. Wyatt (2001). "Comparison of Lactate and Ventilatory Threshold to Maximal Oxygen Consumption: A Meta-Analysis". The Journal of Strength and Conditioning, Vol. 13, No. 1, pp. 67–71.
10. Geir, S., R. Bjorn, H. Skjonsberg, and Fredrik Biochem (2005). "Respiratory Gas Exchange Indices for Estimating the Anaerobic Threshold". Journal of Sports Science and Medicine, 4, 29 – 36.
11. Gledhill, N., R. Cox, J. Depression (1994). "Endurance Athletes Stroke Volume Does not Plateau: Major Advantage Is Diastolic Function". Med Sci. Sports Exerc., 26: 1116 – 1121.
12. Heck, H., M. Tiberi, K. Beckers, W. Lammerschmidt, E. Pruin, & W. Hollmann (1988). "Lactic Acid Cocontration during Bicycle-ergometer Exercise with Preselected Percentages of the Conconi-threshold". Int. J. Sports Med., 9:367.
13. Hofmann, P., G. Peinhaupt, H. Leinter (1994). "Evalution of Herat Rate Threshold by Means of Lactate Steady State and Endurance Test in Open Water Kayakers". International Congression Applied Research in Sports. Helsink: 21 – 20 .
14. John, A., J.A. Vachon, R. David, J. Bassett, S. Clarke (1999). "Validity of the Heart Rate Deflection Point as a Predictor of the Lactate Threshold during Running". Journal of Applied Physiology., 87: 452 – 459.
15. Kazuto, O., I. Haruki, H. Naomi, M. Tomoko, T. Akihiko, O. Keiko, T. Koike, Fu. AizawaLong, O. Naohiko (2004). "Relationship between Double Product Break Point, Lactate Threshold, and Ventilatory Threshold in Cardiac Patients". Eur J Appl Physiol., 91: 224–229.
16. Lucia, A., A. Hoyos, A. Santalla, M. Perez (2002). "Lactate Acidosis, Potassium, and the Heart Rate Deflection Point in Professional Road Cyclists". J. Sport. Med., 36: 113 – 117.
17. Luebbers, A., E. Paul, E. Mark (2004). "An Examination of the Relationship among Three Indirect Tests of Anaerobic Threshold". Medicine & Science in Sport & Exercise, vol. 36, pp. 43-49.
18. Luiza, G., B. Vilmar, H.G. Simoes (1976). "Comparsion between Direct and Indirect Protocols of Aerobic Fitness Evaluation in Physically Active Individuals". Physiol. Res., 30 : 209.
19. Monedero, J., B. Donne (2000). "Effect of Recovery Interventions on Lactate Removal and Subsequent Performance". Int. J. Sports. Med. 21: 593 – 597.
20. Parker, D., R. A. Robergs, R. Quintana, C.C. Frankel & G. Dallam (1997). "Heart Rate Threshold Is not Valid Estimation of the Lactate Threshold". Med. Sci. Sports. Exerc., 29 S235.
21. Pierre, L.M., F. Carl (2004). "Heart Rate Deflection Point as a Strategy to Defend Stroke Volume During Incremental Exercise". Journal of applied physiology, 84: 999-1011

22. **Pokan, R., P. Hofmann, M. Lehmann (1995). "Heart Rate Deflection Related to Lactate Performance and Plasma Catecholamine Response During Incremental Cycle Ergo Meter Exercise". Eur. J. Appl. Physiol., 70: 175 – 9.**
23. **Riberio, J. P., R. A. Fielding, F. Hughes, A. Black, M. A. Bochese, & H.G. Kenuttgen (1985). "Heart Rate Break Point May Coincide whit the Anaerobic and not the Aerobic Threshold". Int J. Sports Med., 6:220-224.**
24. **Stockhausen, W., C. Grathwohl, P. Burklin, J. Spranz, Keul (1997). "Stage Duration and Increase of Work Load in Incremental Testing on a Cycle Ergometer". Eur J. Appl Physiol., 76: 295 – 301.**
25. **Sumsion, J. R., D.E. Hansen & K.T. Francis (1989). "The Relationship between Anaerboic and Heart Rate Linearity During Arm Crank Exercise". J. Appel. Sport Sci. Res., 3:51- 56.**
26. **Tokmakidis, S.P., & L.A. Leger (1992). "Compassion of Mathmatically Determined Blood Lactate and Heart Rate Threshold Points and Relationship to Performance". Eur. J. Appel. Physical., 64: 309- 317.**
27. **VanSchuylenbergh, R., B. Vanden Eynde1, P. Hespel1 (2004). "Correlations Between Lactate and Ventilatory Thresholds and the Maximal Lactate Steady State in Elite Cyclists". Int J Sports Med., 25: 403-408.**
28. **Weltman, A. (1995). "The Blood Lactate Response to Exercise". Human Kinetics, p. 29 – 47.**
29. **Weltman, A., D. Snead, P. Stein, R. Seip, R. Schurrer, R. Rutt, & J. Weltman (1990). "Reliability and Validity of a Continuous Incremental Treadmill Protocol for the Determination of Lactate Threshold, Fixed Blood Lactate Concentrations and $Vo_{2max}$". Int. J. Sports. Med., 1:26-32.**
30. **Wichael, E., Edward C. Bonder (2002). "The Relationship of the Heart Rate Deflection Point to the Ventilatory Threshold in Trained Cyclists". The Journal of Strength and Conditioning. 10: 1519- 1533.**

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی