فیزیولوژی ورزشی شماره ۳۱، پاییز ۱۳۹۵. صص ۲۰۴-۱۸۹

سهم نسبی بلوغ جنسی، رشد جسمانی و عوامل آنتروپومتریک بر توسعهٔ توان بی‌هوازی پسران ۱۰ تا ۱۸ سالهٔ شهر ماهان

روح‌الله دهقان[۱]، روح‌الله نیکویی[۲]، محسن امینایی[۳]

۱. کارشناس ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
۲. استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان*
۳. استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۹/۲۲

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، تعیین سهم نسبی عوامل آنتروپومتریک، رشد جسمانی و بلوغ جنسی در توسعهٔ توان بی‌هوازی پسران ۱۱ تا ۱۸ ساله بود. بدین‌منظور، ۱۷۰ آزمودنی (۲۷ـ۱۶ نفر از رده‌های سنی ۱۸ـ۱۱ سال) در دو جلسهٔ مجزا در پژوهش شرکت کردند. جلسهٔ اول شامل اندازه‌گیری‌های تن‌سنجی و سنجش بلوغ جنسی با استفاده از مقیاس تانر بود. در جلسهٔ دوم نیز جمع‌آوری بزاق جهت تعیین تستوسترون بزاقی و اندازه‌گیری توان بی‌هوازی با استفاده از آزمون وینگیت انجام شد. همچنین، تفاوت توان بی‌هوازی بین رده‌های سنی مختلف با استفاده از آزمون آنوا، ارتباط هر عامل با توان بی‌هوازی به‌وسیلهٔ هم‌بستگی نیمه‌تفکیکی درجهٔ دوم و تعیین سهم نسبی هر عامل در توسعهٔ توان بی‌هوازی با استفاده از رگرسیون چندگانه انجام شد. نتایج آزمون آماری آنوا نشان می‌دهد که توان اوج و توان میانگین نسبی بین رده‌های سنی مختلف تفاوت معناداری دارد و این تفاوت از ردهٔ سنی ۱۵ سال به بعد شروع می‌شود ($P<0.01$). علاوه‌براین، هم‌بستگی معناداری بین سطوح تستوسترون بزاقی ($r=0.38$) و توده بدون چربی ($r=0.38$) با توان بی‌هوازی اوج به‌دست آمد. بین سطوح تستوسترون بزاقی ($r=0.42$) و توده بدون چربی ($r=0.38$) با توان بی‌هوازی میانگین نیز ارتباط معناداری مشاهده شد. شایان‌ذکر است که ۴۷ درصد از تغییرات واریانس توان بی‌هوازی توسط تستوسترون بزاقی و توده بدون چربی قابل‌پیش‌بینی بود. به‌طورکلی، بلوغ جنسی نقش مهمی در افزایش چشمگیر توان بی‌هوازی پس از ۱۵ سالگی دارد؛ لذا، بهترین زمان برای اعمال تمرینات بی‌هوازی درکودکان، بعد از وقوع بلوغ جنسی است.

واژگان کلیدی: توان بی‌هوازی، رشد جسمانی، بلوغ جنسی

* نویسندهٔ مسئول Email: r_nikooie@uk.ac.ir

مقدمه

توان بی‌هوازی، حداکثر انرژی‌ای است که بدن می‌تواند آن را بدون مصرف اکسیژن طی یک فعالیت شدید تأمین نماید که خود شامل دو بخش بدون لاکتیک (فسفاژن) و با لاکتیک (گلیکولیز بی‌هوازی) می‌باشد. دستگاه فسفاژن، منبع عمدهٔ تأمین انرژی برای فعالیت‌های انفجاری و سریع مانند دوی ۱۰۰ متر، شیرجه، وزنه‌برداری و غیره می‌باشد (۱)؛ درحالی‌که گلیکولیز بی‌هوازی، دستگاه انرژی غالب در فعالیت‌های شدیدی همانند دوی ۴۰۰ و ۸۰۰ متر است که عمدتاً دو تا سه دقیقه به‌طول می‌انجامند (۲).

توان بی‌هوازی در بزرگ‌سالان تحت‌تأثیر عوامل مختلفی همچون میزان سوبسترای دردسترس (گلیکوژن عضلانی) (۳)، بلوغ، سطوح کاتکولامین‌ها (۴)، فعالیت آنزیم‌های مسیر گلیکولیز (۵)، عوامل آنتروپومتریکی و سن (۶) قرار دارد. در بحث اندازه‌های آنتروپومتریکی، مسترانجلو[1] و همکاران، اندازهٔ دور ران را از متغیرهای پیش‌بینی‌کنندهٔ مستقل در توان بی‌هوازی گزارش کرده‌اند (۷). پژوهش دیگری نشان داد آن دسته از بازیکنان والیبال که اندام پایین‌تنهٔ بلندتری داشتند، دارای توان بی‌هوازی بالاتری بودند (۸). همچنین، شواهد متعددی وجود دارد که نشان می‌دهد کاتکولامین‌ها به‌ویژه اپی‌نفرین، به‌عنوان محرک فرایندهای گلیکولیز و گلیکوژنولیز[5]، نقش مهمی را در ظرفیت بی‌هوازی بر عهده دارند (۳). در کنار این عوامل، تأثیر سن بر ظرفیت بی‌هوازی در دوران قبل از بلوغ، کم‌رنگ بوده و در دوران بعد از بلوغ، رابطهٔ آن با توان بی‌هوازی مستقیم می‌باشد (۹).

درمقایسه با بزرگ‌سالان، کودکان درخلال دوران رشد، عملکرد ناقصی در توان بی‌هوازی دارند. سارجنت[2] و همکاران نشان دادند که مقادیر نسبی توان اوج در افراد ۱۳ ساله نسبت به بزرگ‌سالان کمتر است. این پژوهشگران با استفاده از یک آزمون ۲۰ ثانیه‌ای با شدت تمام در جریان کار ایزوکنتیک در چهار سرعت رکاب‌زنی متفاوت نشان دادند که توان بی‌هوازی اوج در بزرگ‌سالان، ۴۰ درصد بیشتر بوده است (۱۰). کمتربودن توان بی‌هوازی در کودکان ممکن است به‌دلیل مقادیر پایین هورمون‌های مردانه، عملکرد پایین‌تر آنزیم‌های گلیکولیتیک، ظرفیت پایین‌تر در تولید لاکتات حداکثر در حین تمرین، ظرفیت تامپونی کمتر و ظرفیت محدودتر گلیکوژنولیز هنگام فعالیت ورزشی باشد (۲،۷،۱۱). علاوه‌براین، سطح اسیدلاکتیک خون در هر سطح شدت فعالیت بدنی در کودکان نسبت به بزرگ‌سالان کمتر می‌باشد که نشان‌دهندهٔ محدودتربودن دستگاه گلیکولیتیک و اتکای کمتر کودکان به این سیستم برای تولید انرژی حین فعالیت است (۱۲). رابینسون[3] اولین

1. Mastrangelo
2. Sargent
3. Rabinson

کسی بود که مقادیر لاکتات ورزشی وابسته به سن را در یک بررسی مقطعی در یک تمرین تاحد واماندگی بررسی کرد و نشان داد که مقادیر اسیدلاکتیک قابل‌تحمل توسط کودکان به‌صورت پیش-رونده با افزایش سن افزایش می‌یابد (۱۳). شایان‌ذکر است که سطوح پایین‌تر اپی‌نفرین در کودکان در فعالیت‌های بی‌هوازی نسبت به بزرگ‌سالان، از دیگر عوامل کاندید درگیر می‌باشد (۱۴). دراین-راستا، برگ و کوئل[1] (۱۹۸۸) عنوان کردند که احتمالاً، کاهش فعالیت حداکثری سمپاتیک و ترشح کاتکولامین‌های غدد فوق‌کلیوی سبب کاهش ظرفیت بی‌هوازی در کودکان می‌شود (۱۵).

همچنین، ظرفیت بی‌هوازی در کودکان می‌تواند به‌دلیل سطوح پایین‌تر آنزیم فسفوفروکتوکیناز و سایر آنزیم‌های کلیدی گلیکولیتیکی باشد (۵). در مطالعات طولی نشان داده شده است که سطوح آنزیم‌های کلیدی گلیکولیز همانند فسفوفروکتوکیناز، پیروات‌کیناز و لاکتات دهیدروژناز در کودکان بسیار پایین‌تر از سطوح استراحتی آن در عضلات افراد بزرگ‌سال می‌باشد که می‌تواند دلیل بر محدودبودن ظرفیت دستگاه بی‌هوازی در کودکان باشد. این نقصان پس از بلوغ، مرتفع شده و مقادیر این آنزیم‌ها به سطوح بزرگ‌سالی نزدیک می‌شود (۵،۱۵). همچنین، در پژوهشی که به بررسی اثرات رشد و بلوغ بر ویژگی‌های بیوانرژتیک در پسران ۶ الی ۱۵ سال پرداخته شد نشان داده شد که بلوغ جنسی نیز سهم مهمی در توسعهٔ متابولیسم بی‌هوازی دارد (۱۶) و اثرات آن بر توسعهٔ متابولیسم بی‌هوازی از طریق اثرات مهاری تستوسترون بر کاتکولامین‌ها واسطه‌گری می‌شود (۴).

علی‌رغم این‌که مطالعات زیادی درزمینهٔ ارتباط عوامل تن‌سنجی و سطوح بالیدگی جنسی با ظرفیت بی‌هوازی گزارش شده است، اما تاکنون پژوهشی که به‌صورت هم‌زمان نقش عوامل اثرگذار بر ظرفیت بی‌هوازی و به‌ویژه ارتباط تفکیکی بین این عوامل با توان بی‌هوازی را در یک دامنهٔ وسیع سنی گزارش نماید ارائه نگردیده است؛ لذا، هدف از پژوهش حاضر تعیین سهم نسبی عوامل تن-سنجی، رشد جسمانی و بلوغ جنسی بر پیشرفت توان بی‌هوازی پسران ۱۰ تا ۱۸ ساله بود. با توجه به ادبیات پیشینه، فرض پژوهش این بود که هرکدام از فاکتورهای بلوغ جسمانی، بلوغ جنسی و رشد آنتروپومتریک به‌صورت جداگانه بر توسعهٔ توان بی‌هوازی پسران ۱۸ـ۱۰ اثرگذار هستند و تغییرات این فاکتورها در طول این دورهٔ سنی می‌تواند تغییرات توان بی‌هوازی را پیش‌بینی نماید.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع مطالعات علی ـ مقایسه‌ای پس از وقوع بود که با روش هم‌بستگی در سال (۱۳۹۳) انجام شد. جامعهٔ آماری این پژوهش را دانش‌آموزان پسر شهرستان ماهان در مقطع دبستان، راهنمایی و دبیرستان تشکیل دادند. نمونهٔ آماری پژوهش نیز شامل ۱۷۰ دانش‌آموز ۱۱ تا

1. Berg and Keul

۱۸ ساله بوده که تعداد ۱۶ الی ۲۷ دانش‌آموز از هر رده به‌صورت هدفمند انتخاب شدند. ابتدا، پرسش‌نامهٔ فعالیت بدنی برای نوجوانان (PAQ-A[1]) (۱۷) توسط دانش‌آموزان تکمیل گردید تا میزان فعالیت بدنی آن‌ها مشخص شود. شایان‌ذکر است که ضریب روایی و پایایی این پرسش‌نامه توسط پژوهشگر ارائه‌دهندهٔ پرسش‌نامه، کنت کووالسکی[2]، در مردان به‌ترتیب (۰/۶۸) و (۰/۸۰) گزارش شده است (۱۷). تکمیل پرسش‌نامه بدین‌دلیل بود که ظرفیت بی‌هوازی تحت‌تأثیر میزان فعالیت بدنی قرار می‌گیرد (۷،۱۰). درادامه، از هر ردهٔ سنی آزمودنی‌هایی انتخاب شدند که فعالیت بدنی منظم نداشتند.

پس از هماهنگی‌های لازم جهت شرکت آزمودنی‌ها در پژوهش، رضایت‌نامهٔ همکاری در پژوهش از تمام آزمودنی‌ها دریافت شد. هر آزمودنی در دو جلسهٔ مجزا در پژوهش شرکت می‌کرد؛ جلسهٔ اول شامل: اندازه‌گیری قد، وزن، عوامل تن‌سنجی و سنجش بلوغ جنسی با استفاده از مقیاس تانر[3] بود. جلسهٔ دوم نیز مربوط به جمع‌آوری بزاق دهان جهت آزمایش تستوسترون بزاق و اندازه‌گیری توان بی‌هوازی با استفاده از آزمون وینگیت[4] بود.

جهت اندازه‌گیری توان بی‌هوازی از آزمون وینگیت استفاده شد و شاخص‌های مربوط به این آزمون (توان بی‌هوازی اوج و میانگین) به‌ترتیب به‌عنوان نمادی از توان و ظرفیت دستگاه بی‌هوازی مورد-استفاده قرار گرفتند. اوج توان نیز براساس تعیین میانگین بالاترین سطح توان در دورهٔ زمانی پنج ثانیه‌ای به‌هنگام اجرای آزمون به‌دست آمد؛ درحالی‌که میانگین توان اشاره به میانگین توان فرد در تمام ۳۰ ثانیهٔ اجرای آزمون دارد. همچنین، شاخص خستگی از طریق فرمول ۱۰۰ × [حداکثر توان/ (حداقل توان ـ حداکثر توان)] به‌دست آمد. نحوهٔ اجرای آزمون به‌این‌صورت بود که ابتدا، آزمودنی مرحلهٔ گرم‌کردن را به‌مدت ۱۰ دقیقه با رکاب‌زدن با توان ۵۰ وات انجام می‌داد. سپس، از وی خواسته می‌شد که سرعت خود را به حداکثر سرعت رکاب‌زدن روی دوچرخه برساند (ملاک رسیدن به سرعت حداکثر، خالی‌شدن رکاب زیر پای آزمودنی بود). درادامه، مقاومتی معادل با (۰/۰۷۵) کیلوگرم به‌ازای هر کیلوگرم از وزن بدن آزمودنی به دوچرخه اعمال گشته و آزمودنی تلاش می‌کرد که سرعت حداکثر خود را به‌مدت ۳۰ ثانیه حفظ نماید. لازم‌به‌ذکر است که اندازه‌گیری توان بی-هوازی اوج، توان بی‌هوازی میانگین و شاخص خستگی توسط نرم‌افزار محاسبه گردید (۱۸).

علاوه براین، جهت تعیین میزان بلوغ جنسی از مقیاس تانر و اندازه‌گیری تستوسترون بزاقی استفاده شد. در این سیستم، آزمودنی‌ها با مقیاس پنج مرحله‌ای بررسی شدند. مرحلهٔ یک نشان‌دهندهٔ این

1. Physical activity questionnaire for adolescents
2. Kent Kowalski
3. Tanner
4. Wingate

بود که کودک در شرایط پیش از بلوغ قرار دارد و مرحلهٔ پنج حاکی از بالغ‌شدن کامل بود (۳). آزمودنی‌ها با توجه به توسعهٔ دستگاه تناسلی و رشد موهای ناحیهٔ تناسلی و زیر بغل در یکی از این پنج مرحله رتبه‌بندی شدند. همچنین، جهت اندازه‌گیری مقدار تستوسترون بزاقی، نمونه‌های بزاقی در ابتدای جلسهٔ دوم حضور آزمودنی‌ها، قبل از انجام آزمون وینگیت جمع‌آوری گردید. بدین‌صورت- که ابتدا هریک از آزمودنی‌ها دهان خود را شسته و برای جلوگیری از کم‌آبی و خشکی دهان، ۲۰۰ میلی‌لیتر آب می‌نوشیدند و دو دقیقه بعد، شش میلی‌لیتر از بزاق خود را به‌صورت تحریک‌نشده به درون لوله‌های جمع‌آوری نمونه می‌ریختند. کلیهٔ نمونه‌های جمع‌آوری‌شده تا تجزیه‌وتحلیل نهایی در دمای ۲۰ـ درجهٔ سانتی‌گراد منجمد شدند. شایان‌ذکر است که غلظت تستوسترون بزاقی با استفاده از روش الایزا و کیت اختصاصی تستوسترون بزاق[۱] با دامنهٔ اندازه‌گیری ۵۰۰۰-۱/۹ پیکوگرم در میلی‌لیتر طبق دستورالعمل شرکت سازنده اندازه‌گیری گردید.

عوامل تن‌سنجی مورداستفاده در این پژوهش، تودهٔ بدون چربی[۲]، قد، وزن و اندازهٔ طول ران بود که به‌نحو زیر اندازه‌گیری شدند (۱۹): طول قد با استفاده از متر نواری با دقت یک سانتی‌متر و وزن بدن بدون لباس با ترازوی دیجیتال با دقت ۱۰۰ گرم اندازه‌گیری شد. طول ران نیز با استفاده از متر نواری (فاصلهٔ بین برجستگی بزرگ استخوان ران تا اپی‌کندیل خارجی زانو) محاسبه گشت و به- منظور برآورد درصد چربی بدن از روش دو نقطه‌ای سه‌سربازو و تحت‌کتفی و نیز فرمول زیر که مخصوص برآورد درصد چربی در کودکان است (۲۰) استفاده گردید.

[۱۰۰ / (۱/۷ – ۲(مجموع دو نقطه) × ۰/۰۰۸ –(مجموع دو نقطه)× ۱/۲۱)]×وزن بدن = درصد چربی

لازم‌به‌ذکر است که داده‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف استاندارد گزارش شده‌اند. تعیین نرمال‌بودن داده‌ها توسط آزمون کلموگروف ـ اسمیرنوف انجام شد و تجانس واریانس‌ها با استفاده از آزمون لوین صورت گرفت. جهت تعیین معناداربودن تفاوت توان بی‌هوازی اوج و میانگین در دوره‌های سنی مختلف نیز از آزمون تحلیل واریانس یک راهه آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. علاوه‌براین، ارتباط بین هر متغیر پیش‌بین (طول ران، تستوسترون بزاقی و توده بدون چربی) با توان بی‌هوازی اوج و میانگین به‌وسیلهٔ آزمون هم‌بستگی نیمهٔ تفکیکی درجهٔ دوم با کنترل اثر دو متغیر دیگر سنجیده شد. درنهایت، به‌منظور تعیین این‌که آیا متغیرهای مستقل پژوهش می‌توانند توان بی هوازی را پیش‌بینی نمایند یا نه، آزمون رگرسیون چندگانه مورداستفاده قرار گرفت. سطح معناداری در تمامی آزمون‌ها نیز برابر با $\alpha=0.05$ در نظر گرفته شد. همچنین، در تمامی تحلیل‌های آماری از مقادیر

---

۱. شمارهٔ فروش: IB793030، IBL، آمریکا

۲. Lean body mass

نسبی متغیرهای اوج، میانگین توان و شاخص خستگی استفاده شد؛ بدین‌صورت که مقادیر مربوط به هر شاخص بر توده بدون چربی مربوط به هر آزمودنی تقسیم می‌شد. تجزیه‌وتحلیل نهایی نیز با مقادیر نسبی و با استفاده از نرم‌افزارهای اکسل و اس.پی.اس.اس[1] انجام گردید.

نتایج

برخی از ویژگی‌های تن‌سنجی و فیزیولوژیک آزمودنی‌های پژوهش در جداول شماره یک و دو گزارش شده است.

جدول ۱ـ برخی از ویژگی‌های آنتروپومتریک و فیزیولوژیک آزمودنی‌ها

سن (سال)	متغیر			
	قد (سانتیمتر)	وزن (کیلوگرم)	طول ران (سانتی‌متر)	شاخص توده بدن (کیلو گرم/متر مربع)
۱۱ (n = ۲۳)	۱۳۹ ± ۵/۶	۳۳ ± ۷/۴	۳۴ ± ۲	۱۶/۳ ± ۳/۲
۱۲ (n = ۲۲)	۱۴۵ ۵± /۶	۳۸ ± ۹/۶۵	۳۵/۲ ± ۱/۹	۱۷/۹ ± ۳/۶
۱۳ (n = ۲۴)	۱۵۳ ۸±/۴*	۴۳/۲ ± ۹/۶*	۳۷/۶ ± ۲/۴	۱۸/۲ ± ۲/۹
۱۴ (n = ۲۱)	۷±۱۵۵/۸*	۴۵/۶ ± ۹/۴*	۳۸/۶ ± ۲/۴	۱۸/۶ ± ۳*
۱۵ (n = ۲۷)	۱۶۱ ۵±/۱*	۴۸ ± ۸/۵*	۳۹/۴ ± ۲/۱*	۱۸/۵ ± ۳*
۱۶ (n = ۲۰)	۱۶۵ ۶±/۳*	۴۹/۱ ± ۸/۳*	۴۱/۸ ± ۱/۷*	۱۷/۷ ± ۲/۱
۱۷ (n = ۱۷)	۱۶۸ ۳±/۴*	۵۵/۶ ۱۰±/۸*	۴۱ ± ۲/۴*	۱۹/۷ ± ۳/۸*
۱۸ (n = ۱۶)	۱۷۴ ۵±/۷*	۶۱/۱ ± ۴/۴*	۴۲/۴ ± ۲*	۲۰/۸ ± ۰/۸*

* اختلاف معنادار با ردهٔ سنی ۱۱ سال $P<0.05$

جدول ۲ـ برخی از ویژگی‌های آنتروپومتریک و فیزیولوژیک آزمودنی‌ها

سن (سال)	متغیر			
	درصد چربی	توده بدون چربی (کیلوگرم)	مرحلهٔ تانر	تستوسترون بزاقی (نانوگرم/ دسی لیتر)
۱۱ (n = ۲۳)	۷/۶ ± ۲/۲	۲۹/۳ ± ۵/۱	±۱/۱ ۳۶۰	۰/۴۵ ۰±/۱۸
۱۲ (n = ۲۲)	۷/۵ ± ۱/۹	۳۱/۴ ± ۳/۴	۱/۱ ± ۰/۴	۰/۴۴ ± ۰/۰۱
۱۳ (n = ۲۴)	۷/۵ ± ۱/۹	۳۶/۳ ± ۵/۵*	۱/۸ ± ۰/۵	۰/۴ ± ۰/۰۷
۱۴ (n = ۲۱)	۸/۱ ± ۱/۸	۳۸/۸ ± ۴/۹*	۲/۵ ± ۰/۵	۰/۶۳ ± /۳۵
۱۵ (n = ۲۷)	۸/۲ ± ۱/۷	۴۲/۴ ± ۵/۳*	۲/۹ ± ۰/۴	۰/۴۷ ± ۰/۰۱
۱۶ (n = ۲۰)	۸/۴ ۱±/۳*	۴۴/۲ ± ۵/۶*	۳/۵ ۰±/۷	۰/۶۹ ± ۰/۷*
۱۷ (n = ۱۷)	۹/۱ ۱±/۸*	۴۶/۹ ۴/۲*	۴/۶ ± ۰/۴	۰/۶۳ ± ۰/۱۴*
۱۸ (n = ۱۶)	۱۰/۰±۲/۷*	۵۳/۸ ± ۳*	۵ ± ۰	۰/۷۸ ± ۰/۱*

* اختلاف معنادار با ردهٔ سنی ۱۱ سال $P<0.05$

1. SPSS

مقادیر نسبی توان بی‌هوازی اوج و میانگین و نیز شاخص خستگی آزمودنی‌های پژوهش در جدول شماره سه گزارش شده است. مقادیر نسبی توان بی‌هوازی اوج در آزمون وینگیت بین پسران ۱۸ـ۱۱ ساله تفاوت معناداری داشت($F_{(105,7)}$= 10.51, P<0.001) این تفاوت بین ردهٔ سنی ۱۶، ۱۷ و ۱۸ سال با ردهٔ سنی ۱۱ سال نیز وجود داشت. همچنین، تفاوت معناداری بین مقادیر نسبی توان بی‌هوازی میانگین در آزمون وینگیت در رده‌های مختلف سنی مشاهده شد ($F_{(105,7)}$=10.78, P<0.001) که بین ردهٔ سنی ۱۶، ۱۷ و ۱۸ سال با ردهٔ سنی ۱۱ سال نیز به‌چشم می‌خورد.

جدول ۳ـ مقادیر تعدیل‌شدهٔ توان بی‌هوازی اوج، میانگین و شاخص خستگی آزمودنی‌ها

رده سنی	متغیر		
(سال)	اوج توان (وات/کیلوگرم)	میانگین توان(وات/کیلوگرم)	شاخص خستگی
۱۱ (n= ۱۲)	۷/۸ ± ۱/۸	۶/۰۹ ± ۱/۵	۲۹/۲ ± ۴/۳
۱۲ (n= ۱۳)	۷/۹ ± ۱/۸	۶/۴۵ ۱±/۵	۲۹/۶ ± ۳/۷
۱۳ (n= ۱۷)	۷/۸ ± ۱/۷	۶/۳ ± ۱/۵	۳۱/۲ ± ۴/۶
۱۴ (n= ۱۱)	۸/۹ ± ۲/۱	۷/۱ ± ۱/۴	۳۰/۸ ± ۴/۸
۱۵ (n= ۱۴)	۹/۲۴ ± ۱/۶	۷/۴۸ ± ۱/۱	* ۴/۳ ±۴/۳۴
۱۶ (n=۱۷)	*۱۱/۵ ۰±/۵	*۹/۴ ± ۰/۶	*۵/۱ ±۶/۳۸
۱۷ (n=۱۵)	*۱۱/۳ ± ۲/۲	*۹/۱۷ ۲±/۰۱	*۵/۷ ۳۹/۱ ±
۱۸ (n= ۱۴)	*۱۴/۷ ± ۱/۹	*±۸۴/۱۱ ۱/۶	*۶±/۸ ۴۶/۴

* اختلاف معنادار با ردهٔ سنی ۱۱ سال P<0.05

جدول شماره سه نتایج آزمون هم‌بستگی بین تستوسترون بزاقی و توده بدون چربی با توان بی-هوازی اوج و میانگین نسبی را نشان می‌دهد. یافته‌ها بیانگر این است که پس از حذف اثر مداخله‌ای تستوسترون بزاقی و طول ران، بین مقادیر نسبی توان بی‌هوازی اوج و توده بدون چربی (R=0.389, P<0.05) و بین مقادیر نسبی توان بی‌هوازی اوج و توده بدون چربی (R=0.371, P<0.05) ارتباط معناداری وجود دارد.

جدول ۳ـ هم‌بستگی نیمه‌تفکیکی بین تستوسترون بزاقی و توده بدون چربی با توان بی‌هوازی اوج و میانگین

متغیر	توان بی‌هوازی اوج	توان بی‌هوازی میانگین
تستوسترون بزاقی	۰/ ۳۸۹ *	۰/۳۷۱ *
توده بدون چربی	۰/۳۸۸ *	۰/۴۲۶*
طول ران	۰/۰۵۵	۰/۰۶۹

* ارتباط معنادار $P<0.05$

پس از حذف اثر مداخله‌ای توده بدون چربی و طول ران، بین مقادیر نسبی توان بی‌هوازی اوج و تستوسترون بزاقی (R=0.388, P<0.05) و نیز بین مقادیر نسبی توان بی‌هوازی میانگین و تستوسترون بزاقی(R=0.426, P<0.05) ارتباط معنی‌داری مشاهده گشت.

پس از حذف اثر مداخله‌ای تستوسترون بزاقی و توده بدون چربی نیز بین مقادیر نسبی توان بی-هوازی اوج و طول ران (R=0.055) و بین مقادیر نسبی توان بی‌هوازی میانگین و طول ران (R=0.069) ارتباط معناداری ثبت گردید.

جدول ۴ـ میزان تأثیر ضریب بتا متغیرهای پیش‌بین توان اوج نسبی

متغیر	بتا	مقدار P
تستوسترون بزاقی	۰/۳۸	۰/۰۴۳
توده بدون چربی	۰/۳۳	۰/۰۴۷
طول ران	۰/۰۷	۰/۲۷۶

علاوه‌براین، نتایج آزمون رگرسیون چندگانه نشان می‌دهد که ۴۷ درصد از تغییرات واریانس توان بی‌هوازی اوج نسبی به‌وسیلهٔ تستوسترون بزاقی و توده بدون چربی و نیز ۳۸ درصد از تغییرات واریانس توان بی‌هوازی میانگین نسبی با تستوسترون بزاقی قابل‌پیش‌بینی است. میزان تأثیر ضریب بتا هریک از سه شاخص پیش‌بین توان بی‌هوازی و معناداری آن شاخص در معادلهٔ پیش‌بین در جداول شماره چهار و پنج آمده است.

جدول ۵ ـ میزان تأثیر ضریب بتا متغیرهای پیش‌بین توان میانگین نسبی

متغیر	بتا	مقدار P
تستوسترون بزاقی	۰/۴۳	۰/۰۱۸
توده بدون چربی	۰/۲۹	۰/۳۹۲
طول ران	۰/۰۵	۰/۸۱۴

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف تعیین سهم نسبی عوامل آنتروپومتریک، رشد جسمانی و بلوغ جنسی بر توان بی‌هوازی پسران ۱۰ تا ۱۸ ساله به اجرا درآمد. مهم‌ترین یافتهٔ پژوهش این بود که مقادیر نسبی توان بی‌هوازی اوج و میانگین از سن ۱۵ سالگی به بعد افزایش چشم‌گیری دارند و بلوغ جنسی بیشترین نقش را در توسعهٔ فیزیولوژیک این عامل بازی می‌کند.

در این پژوهش در وهلهٔ اول جهت مشخص‌شدن این‌که آیا توان بی‌هوازی در رده‌های مختلف سنی تفاوت دارد یا خیر، مقایسه‌ای بین رده‌های مختلف سنی انجام گردید. به‌منظور انجام مقایسهٔ منطقی بین رده‌های مختلف سنی، توان بی‌هوازی اوج و میانگین براساس توده بدون چربی نسبی-سازی شدند. دلیل این نسبی‌سازی در وهلهٔ اول تفاوت در تودهٔ بدون چربی بین رده‌های سنی بود که به‌میزان قابل‌توجهی بر توان بی‌هوازی اثرگذار می‌باشد (۶،۲۱) و در وهلهٔ دوم، برقرارنبودن پیش‌فرض‌های استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس جهت حذف اثر مداخله‌ای تودهٔ بدون چربی بود. یافته‌ها نشان داد که هر دو توان بی‌هوازی اوج و میانگین پس از سن ۱۵ سالگی، افزایش چشمگیری پیدا می‌کند. این نتایج هم‌راستا با یافته‌های مطالعات قبلی که ظرفیت کمتر توان بی‌هوازی و مقادیر پایین‌تر حداکثر تجمع لاکتات را در کودکان ۱۰ تا ۱۴ سال نسبت به افراد بالغ و نیز افزایش تصاعدی این شاخص‌ها پس از بلوغ را گزارش نموده‌اند می‌باشد (۱۳). مطالعات دیگر نیز که از اندازه‌گیری کسر اکسیژن جهت برآورد ظرفیت بی‌هوازی استفاده نموده‌اند، کمتربودن این شاخص در کودکان نسبت به بزرگ‌سالان را بیان کرده‌اند (۵). مجموع این یافته‌ها به‌همراه نتایج پژوهش حاضر دلالت بر این دارد که توان بی‌هوازی در کودکان نقصان دارد که عوامل مختلفی برای آن وجود دارد. بیان آنزیم‌های کلیدی گلیکولیز نظیر فسفوفروکتوکیناز، پیروات کیناز و آلدولاز در عضلات اسکلتی کودکان درمقایسه با بزرگ‌سالان بیان کمتری دارند (۵). دراین‌راستا، مطالعات قبلی فعالیت آنزیم فسفو فرکتو کیناز در کودکان را حدود ۵۰ درصد فعالیت این آنزیم در بزرگ‌سالان گزارش کرده است (۱۲). همچنین، ذخایر گلیکوژنی کمتر عضلهٔ اسکلتی در کودکان درمقایسه با بزرگ‌سالان نیز دلیل دیگری مبنی بر ظرفیت کمتر توان بی‌هوازی در کودکان می‌باشد (۳).

بااین‌وجود، این دو عامل به‌تنهایی نمی‌تواند تفسیرکنندهٔ افزایش مشاهده‌شده باشد. ذکر این نکته نیز حائزاهمیت است که برخلاف توان بی‌هوازی اوج و میانگین نسبی، شاخص خستگی با افزایش سن، مقادیر بزرگ‌تری داشت. همچنین، شاخص خستگی در آزمون وینگیت به‌لحاظ فیزیولوژیک نشان‌دهندهٔ تحمل لاکتات فرد بوده و به‌لحاظ کاربردی نشان‌دهندهٔ استقامت در توان می‌باشد. به‌نظر می‌رسد که دلیل مقادیر بزرگ‌تر این شاخص در رده‌های سنی بالاتر، بالاتربودن توان بی‌هوازی این رده‌ها نسبت به رده‌های سنی پایین‌تر است که درنهایت، به تجمع بیشتر لاکتات عضله در رده‌های سنی بالاتر حین اجرای آزمون وینگیت منجر می‌شود. با توجه به این‌که آزمودنی-های پژوهش حاضر غیرفعال بوده و از تحمل لاکتات خوبی برخوردار نبودند، تجمع لاکتات بیشتر در رده‌های سنی بالاتر حین تست به‌عنوان یک فاکتور منفی سبب ثبت شاخص خستگی بزرگ‌تر در این رده‌ها شده است. متأسفانه به‌دلیل عدم اندازه‌گیری لاکتات تولیدی در آزمون وینگیت، امکان اظهارنظر قطعی دراین‌زمینه وجود ندارد.

در پژوهش حاضر، افزایش چشمگیر در توان بی‌هوازی در سنین ۱۶ـ۱۵ دیده شد و این افزایش با تغییر ناگهانی سطح تستوسترون بزاقی از (۰/۴۷) در سن ۱۵ سالگی به (۰/۶۳) نانوگرم در دسی‌لیتر در سن ۱۶ سالگی همراه بود. این هم‌راستایی احتمال درگیری عواملی چون بلوغ جنسی، بلوغ جسمانی و عوامل تن‌سنجی را بیان می‌کند؛ لذا، در وهلهٔ بعد به‌منظور تعیین اثر هریک از موارد ذکرشده، ارتباط بین هر متغیر با توان بی‌هوازی اوج و میانگین نسبی با کنترل اثر مداخله‌ای دو فاکتور دیگر سنجیده شد. شایان‌ذکر است که توده بدون چربی به‌عنوان نماد رشد جسمانی، ارتباط معناداری با توان بی‌هوازی اوج و میانگین نسبی داشت که نشان می‌دهد فاکتور بلوغ جسمانی می‌تواند یکی از عوامل اثرگذار بر توسعهٔ توان بی‌هوازی باشد. یکی از عواملی که به‌صورت مستقیم درگیر در توان بی‌هوازی می‌باشد، تودهٔ عضلات بدن است. تمامی اجزای درگیر در گلیکولیز بی‌هوازی از قبیل گلیکوژن، آنزیم‌های گلیکولیتیکی و غیره در عضلات بدن سازماندهی شده‌اند و گسترش این بافت می‌تواند به بهبود توان بی‌هوازی کمک نماید. کمتربودن کمیت‌های مطلق ذخایر انرژی در کودکان به‌دلیل کمتربودن تودهٔ عضلانی در آن‌ها (۶)، توان بی‌هوازی پایین‌تری را سبب خواهد شد. ازسوی‌دیگر، قدرت نیز تاحدزیادی به اندازهٔ عضله بستگی دارد و به‌صورت منطقی با گسترش تودهٔ عضلانی در دوران کودکی، نیروی انقباضی عضله نیز افزایش می‌یابد. ازآن‌جاکه بخشی از توان بی‌هوازی، به‌ویژه عملکرد بی‌هوازی در آزمون‌های بی‌هوازی تحت‌تأثیر قدرت می‌باشد، این فاکتور نیز می‌تواند به‌عنوان عامل اثرگذار دیگر مطرح شود. علاوه‌براین، افزایش تودهٔ عضلانی به‌معنای افزایش مطلق تراکم ترکیبات فسفات‌دار و محتوای گلیکوژن در عضلات است که نتیجهٔ نهایی آن، بهبود توان بی‌هوازی می‌باشد. ثابت‌شدن توان بی‌هوازی پس از اتمام بلوغ (۶،۲۱)، رابطهٔ

نزدیک توان بی‌هوازی با حجم پا (r=0.84) و تودهٔ خالص بدن (r=0.94) (۸) حامیان این ادعا هستند. مقادیر هم‌بستگی بزرگ این پژوهش درمقایسه با پژوهش حاضر می‌تواند به‌دلیل استفاده از مقادیر مطلق توان بی‌هوازی و هم‌بستگی ساده در این پژوهش درمقایسه با استفاده از مقادیر نسبی و هم‌بستگی تفکیکی در پژوهش حاضر باشد.

با وجود اثر قابل‌توجه اندازهٔ بدنی و رشد جسمانی بر گسترش توان بی‌هوازی به‌نظر نمی‌رسد که این فاکتور تنها عامل اثرگذار باشد؛ لذا، نقش فاکتورهای احتمالی دیگر همانند اندازه‌های تن‌سنجی و بلوغ جنسی نیز در این پژوهش موردبررسی قرار گرفت. یافته‌ها نشان دادند که تستوسترون بزاقی به‌عنوان نمادی از بلوغ جنسی با مقادیر نسبی توان بی‌هوازی اوج و میانگین ارتباط معناداری دارد. اعتبار استفاده از این فاکتور به‌عنوان نمادی از بلوغ جنسی در مطالعات قبلی به اثبات رسیده است (۲۲،۲۳). در نتایج پژوهش حاضر پس از سن ۱۵ سالگی و هم‌زمان با جهش رشدی توان بی‌هوازی به یک‌باره، مقدار تستوسترون بزاق نیز افزایش داشت. همچنین، ارتباط بالایی نیز بین توان بی‌هوازی اوج و میانگین نسبی و سطوح تستوسترون بزاقی به‌دست آمد. این دو یافته روی‌هم‌رفته نشان می‌دهند که بلوغ جنسی نیز به‌عنوان یک عامل اثرگذار بر توسعهٔ توان بی‌هوازی مطرح می‌باشد. دراین‌راستا، فالک[1] و همکاران (۱۹۹۳) در پژوهش خود افزایش یک‌بارهٔ تستوسترون بزاقی را پس از سن ۱۴ سالگی گزارش کردند (۲۴). علاوه‌براین، فالگاریته[2] و همکاران (۱۹۹۱) هم‌بستگی متوسطی را بین توان بی‌هوازی میانگین و اوج با تستوسترون بزاقی در کودکان نشان دادند (۹). اثر بلوغ جنسی بر گسترش توان بی‌هوازی از چند دیدگاه قابل‌بحث است. وقوع بلوغ در پسران با افزایش فعالیت محور گنادها همراه است که درنهایت، منجر به افزایش سطوح تستوسترون خون می‌شود. تستوسترون از یک‌سو هورمونی آنابولیک است که می‌تواند به‌صورت مستقیم رشد تودهٔ عضلانی را به‌همراه داشته باشد و باعث بهبود توان بی‌هوازی شود. همچنین، این هورمون بر محور رشدی هورمون رشد[3] - فاکتور شبه انسولینی یک[4] اثر تقویتی دارد و می‌تواند تودهٔ عضلانی را از طریق عامل هورمون رشد و فاکتور شبه انسولینییک افزایش دهد. در تأیید این مطلب در مطالعات حیوانی که در آن‌ها فعالیت محور گنادها به‌شکل مصنوعی کاهش داده شده است، علی‌رغم طبیعی‌بودن سطوح هورمون رشد و فاکتور شبه انسولینی یک، بلوغ جنسی به‌طور ناقص انجام شده است؛ درصورتی‌که با تزریق اگزوژنیک تستوسترون، بلوغ جسمانی از سر گرفته شده است (۳). در مطالعات انسانی نیز که آزمودنی‌ها به‌صورت ژنتیکی نقص در سطوح تستوسترون خون داشته‌اند،

1. Falk
2. Falgairette
3. Growth Hormon
4. Insulin Growth Factor 1

بلوغ جسمانی دچار نقصان بوده است (۲۵). متأسفانه، در پژوهش حاضر سطوح اندازه‌گیری نگردید و این یکی از محدودیت‌های این پژوهش به‌شمار می‌رود. نقش دیگر تستوسترون بر توسعهٔ توان بی-هوازی از طریق عمل آن بر کاتکولامین‌ها واسطه‌گری می‌شود. لازم‌به‌ذکر است که اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین محرک‌های قوی گلیکولیز و گلیکوژنولیز در عضله اسکلتی هستند. درحقیقت، اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین با تشدید فعالیت آنزیم کلیدی گلیکولیز (فسفوفروکتوکیناز) این مسیر را تشویق کرده و از سوخت‌وساز بی‌هوازی حمایت می‌نماید. پژوهش‌های پیشین اثر مهاری تستوسترون خون بر کاتکولامین‌ها را گزارش کرده‌اند (۲۶)؛ زیرا، در اوایل بلوغ (سنین ۱۳ تا ۱۴ سالگی در مردان) سطوح تستوسترون خون بسیار بالا است. این اثر مهاری بر کاتکولامین‌ها بسیار چشمگیر است و مانع فعالیت آن‌ها در راه‌اندازی مسیر بی‌هوازی می‌شود. با پیشرفت بلوغ، این اثر مهاری تاحدودی کاسته شده و توان بی‌هوازی توسعه می‌یابد. بااین‌وجود، در پژوهش حاضر بیشترین مقدار تستوسترون در ردهٔ سنی ۱۸ سال مشاهده شده و بیشترین مقادیر توان بی‌هوازی اوج و نسبی نیز در همین ردهٔ سنی به‌دست آمد. اگر تنها اثر تستوسترون در نظر گرفته شود، این نتیجه در ظاهر می‌تواند متناقض با یافته‌های پژوهش لی[1] و همکاران (۲۰۱۳) باشد، اما درحقیقت، در محیط‌های این وی وو[2]، نقش مثبت یا منفی یک فاکتور در رابطه با سایر فاکتورها مشخص می‌شود. در پژوهش حاضر، تستوسترون در سنین ۱۸ سالگی در بالاترین مقدار خود بود و نسبت به مقادیر آن در سن ۱۶ـ۱۵ سالگی در سطح بالاتری قرار داشت، اما به‌صورت موازی در این ردهٔ سنی، تودهٔ عضلانی نیز بسیار گسترش‌یافته‌تر از سنین ۱۶ـ۱۵ سالگی بود (توده بدون چربی بیشتر این ردهٔ سنی). این عامل می‌تواند اثر منفی تستوسترون بر توان بی‌هوازی را تاحدودی خنثی نماید. این یافته دلیلی برای رابطه متقابل موجود بین فاکتورهای بلوغ جسمانی و جنسی در گسترش توان بی‌هوازی در طول دوران رشد می‌باشد؛ هدفی که پژوهش حاضر به‌دنبال شناخت آن بود.

با توجه به اهمیت شاخص‌های تن‌سنجی بر فاکتورهای آمادگی جسمانی و تفاوت قابل‌توجه این شاخص‌ها در کودکان (۲۷،۲۸) و نیز اثرگذاری آن‌ها بر توان بی‌هوازی، نقش این عوامل نیز در پژوهش حاضر موردبررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از عدم وجود هم‌بستگی تفکیکی بین طول ران و مقادیر نسبی توان بی‌هوازی اوج و میانگین بود. این نتیجه مخالف با یافته‌های پژوهش‌های پیشین است که اندازهٔ دور ران را از متغیرهای پیش‌بینی‌کنندهٔ مستقل در توان بی‌هوازی گزارش کرده‌اند (۷) و یا نشان داده‌اند که بازیکنان والیبال با اندام پایین‌تنهٔ بلندتر، توان بی‌هوازی بالاتری دارند (۸). علت این تناقض استفاده از هم‌بستگی تفکیکی در پژوهش حاضر درمقایسه با هم‌بستگی خطی ساده

1. Lee
2. In Vivo

در پژوهش مسترانجلو و همکاران (۷) است. در تأیید این مطلب، در پژوهش حاضر با استفاده از روش هم‌بستگی خطی ساده، ارتباط معنادار بین طول ران و مقادیر نسبی توان بی‌هوازی اوج و میانگین (به‌ترتیب ۰/۵۸ و ۰/۵۴) وجود داشت. علاوه‌براین، در پژوهش حاضر طول ران به‌عنوان نمادی از اندازه‌های آنتروپومتریک در نظر گرفته شد؛ درحالی‌که در مطالعات دیگر از اندازهٔ دور ران استفاده شده است که این عامل نیز می‌تواند تاحدودی تناقض موجود را تفسیر نماید. عدم وجود رابطهٔ تفکیکی بین طول ران و توان بی‌هوازی در این پژوهش بیانگر این است که اندازه‌های تن‌سنجی با این‌که خود با توان بی‌هوازی در ارتباط هستند، اما اثر آن‌ها درمقایسه با عواملی چون بلوغ جسمانی و جنسی اثر قابل‌توجهی نیست. بااین‌حال، وجود روابط سادهٔ خطی نیز می‌تواند حائز اهمیت باشد، اما باید با احتیاط تفسیر شود. از یک دیدگاه، افزایش اندازه‌های آنتروپومتریکی مانند طول ران، چنانچه با افزایش تودهٔ عضلانی همراه باشد می‌تواند مکانیک حرکت اندام تحتانی را بهبود بخشد. با توجه به این‌که اغلب تست‌های عملکردی توان بی‌هوازی به‌نوعی به مکانیک حرکت نیز وابسته هستند (۲۹)، از این طریق باعث بهبود توان بی‌هوازی می‌شوند. ازسوی‌دیگر، افزایش در اندازه‌های تن‌سنجی مانند حجم ران یا دور ران، درحقیقت به‌معنای افزایش در تودهٔ عضلانی بدن می‌باشد و به‌طور معمول این دو فرایند هم‌زمان با هم اتفاق می‌افتند؛ لذا، این احتمال وجود دارد که افزایش تودهٔ عضلانی که هم‌زمان با افزایش اندازه‌های تن‌سنجی اتفاق می‌افتد، دلیل گسترش توان بی‌هوازی باشد و نه خود اندازه‌های آنتروپومتریکی. به‌عبارت‌دیگر، ممکن است که رابطهٔ مشاهده‌شده بین اندازه‌های آنتروپومتریکی و توان بی‌هوازی، رابطه‌ای کاذب و فاقد مفهوم فیزیولوژیک باشد. متأسفانه، روش پژوهش حاضر به‌گونه‌ای نیست که بتواند این موضوع را مشخص نماید؛ ازاین‌رو، انجام پژوهش دیگری با این هدف به پژوهشگران پیشنهاد می‌شود.

به‌طورکلی، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مقادیر نسبی توان بی‌هوازی اوج و میانگین از سن ۱۵ سالگی به بعد در پسران افزایش چشمگیری دارند و توسعهٔ بلوغ جنسی بیشترین تأثیر را در توسعهٔ توان بی‌هوازی بازی می‌کند.

پیام مقاله: با درنظرگرفتن تغییرات بلوغ جنسی، نتایج پژوهش حاضر بهترین زمان اعمال تمرینات بی‌هوازی را پس از وقوع بلوغ جنسی پیشنهاد می‌کند؛ هرچند که باید عوامل مهم دیگر نیز در نظر گرفته شوند.

منابع

1. Sharon A P, Denise L S. Exercise physiology for health fitness and performance. 3rd ed. Wolters Kluwer Health; 2013. PP. 67-9.
2. Duffield R, Dawson B, Goodman C. Energy system contribution to 400-metre and 800-metre track running. J Sports Sci. 2005; 23(3): 299-307
3. Rowland T W. Children's exercise physiology. 2en ed. Human Kinetics; 2005. PP. 76-82
4. Lehmann M, Keul J, Korsten-Reck U. The influence of graduated treadmill exercise on plasma catecholamines, aerobic, and anaerobic capacity in boys and adults. Eur J Appl Physiol. 1981; 47(2): 301-11.
5. Kaczor J J, Ziolkowski W, Popinigis J, Tarnopolsky M A. Anaerobic and aerobic enzyme activities in human skeletal muscle from children and adults. Pediatr Res. 2005; 57(3): 331-5.
6. Maciejczyk M, Wiecek M, Szymura J, Szygula Z, Brown L E. Influence of increased body mass and body composition on cycling anaerobic power. J Strength Cond Res. 2015; 29(1): 58–65.
7. Mastrangelo M, Chaloupka E C, Kang J, Lacke C J, Angelucci J, Martz W P, et al. Predicting anaerobic capabilities in 11-13-years-old boys. J Strength Cond Res. 2004; 18(1): 72-6.
8. Aouadi R, Jlid M, Khalifa R, Hermassi S, Chelly M, Van Den Tillaar R, et al. Association of anthropometric qualities with vertical jump performance in elite male volleyball players. J Sports Med Phys Fitness. 2012; 529(1): 11-7.
9. Falgairette G, Bedu M, Fllman N, Van Praagh E, Coudert J. Bio-energetic profile in 144 boys aged from 6 to 15 years. Eur J Appl Physiol. 1991; 62(2): 151-6.
10. Sargeant A J, Dolam P, Thorne A. Effects of supplementary physical activity on body composition, aerobic, and anaerobic power in 13 year old boys. In R. A. Binkhorst, H. C. G. Kemper & W. H. Saris (Eds.), Children and Exercise XI. Champaing. IL: Human Kinetics; 1985. PP. 78-80
11. Thomas W R. Developmental exercise physiology. 2en ed. Human Kinetics; 2007. PP. 103-104
12. Ratel S P, Duche A, Hennegrave E, Vanpraagh V, Bedu M. Acid-base balance during repeated cycling sprints in boys and men. J Appl Physiol. 2002; 92(3): 479–85.
13. Robinson S. Experimental studies of physical fitness in relationship to age. Arbeits Physiologie. 1938; 10(4): 251-323.
14. Pullinen T A, Mero E, MacDonald A, Pakarinen P, Komi V. Plasma catecholamine and serum testosterone responses to four units of resistance exercise in young and male athletes. Eur J Appl Physiol. 1998; 77(3): 413– 20.
15. Berg A, Keul J. Biochemical changes during exercise in children. 2en ed. Human Kinetics; 1988. Pp. 61-7.
16. Armstrong N, Welsman J R, Chia M Y H. Short term power output in relation to growth and maturation. Br J Sports Med. 2001; 35: 118-24.
17. Kowalski K, Crocker P, Donen R. The physical activity questionnaire for older children (PAQ-C) and adolescents (PAQ-A) manual. College of Kinesiology, University of Saskatchewan.

18. Zupan M F, Arata A W, Dawson L H, Wile A L, Payn T L, Hannon M E. Wingate anaerobic test peak power and anaerobic capacity classifications for men and women intercollegiate athletes. J Strength Cond Res. 2009; 23(9): 2598-604.
19. Leonard A K. ACSM's health-related physical fitness assessment manual.
Wolters Kluwer Health/ Lippincott Williams & Wilkins Health; 2010. 3rd ed. PP. 102-105
20. Slaughter M H, Lohman T G, Boileau R A, Horswill C A, Stillman R J, Van Loan M D, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. Hum Biol. 1988; 60(5): 709-23.
21. Vardar S A, Tezel S, Öztürk L, Kaya O. The relationship between body composition and anaerobic performance of elite young wrestlers. J Sports Sci Med. 2007; 6(2): 34–8.
22. Shirtcliff E A, Dahl R E, Pollak S D. Pubertal development: Correspondence between hormonal and physical development. Child Dev. 2009; 80(2): 327–37.
23. Brendon G, Panagiota K. Physical and pubertal development in young male gymnasts. J Appl physiol. 2003; 95(3): 1011-15.
24. Falk B, Bar O. Longitudinal changes in peak aerobic and anaerobic mechanical power of circumpubertal boys. Pediatr Exerc Science. 1993; 5: 318-31.
25. Maggio M, Vita F D, Lauretani F, Nouvenne A, Meschi T, Ticinesi A, et al. The interplay between magnesium and testosterone in modulating physical function in men. Hindawi Publishing Corporation; 2014, 9:525-249
26. Li Y, Yue W, Wu X, Lu Y, Yu J, Zhang Y. Effects of testosterone on norepinephrine release in isolated rat heart and the flutamide intervention on testosterone. Life Science Journal. 2013; 10(4): 516-22.
27. Mahmoodkhani M.R, Dadashpoor Amir, Hoseini S.M. Estimated somatotype profile of some Iranian toddlers sonethnic groups in the different fields of track & field. Sport Physiology. 2014; 5 (20): 129-40. (Persian)
28 - Hajinia1 M, Hamedinia M R, Haghighi A H. The relationship between aerobic power to physical activity levels and anthropometric factors among 12-16 years old boys. 2014, Sport Physiology, 23: 55 – 63.
29 – Pirdosti nazari S, ramezani M R, Lotfi G R. The effect of 8-weeks of aerobic and anaerobic training on the physical abilities of 12-14 years boys. 2014. 2 (1): 19 – 28

شیوه استناد دهی

دهقان روح الله، نیکویی روح الله، امینایی محسن. سهم نسبی بلوغ جنسی، رشد جسمانی و عوامل آنتروپومتریک بر توسعهٔ توان بی هوازی پسران ۱۰ تا ۱۸ سالهٔ شهر ماهان. فیزیولوژی ورزشی. پاییز ۱۳۹۵؛ ۸(۳۱): ۲۰۴-۱۸۹.

Dehghan. R, Nikooie. R, Aminaie. M. Relative Contribution of Physical and Sexual Maturation and Anthropometric Factors on Anaerobic Power Development in 10-18 Years Old Boys of Mahan City. Sport Physiology. Fall 2016; 8 (31): 189-204. (Persian)

Relative Contribution of Physical and Sexual Maturation and Anthropometric Factors on Anaerobic Power Development in 10-18 Years Old Boys of Mahan City

R. Dehghan[1], R. Nikooie[2], M. Aminaie[3]

1. M.Sc. of Shahid Bahonar University of kerman
2. Assistance Professor at Shahid Bahonar University of kerman*
3. Assistance Professor at Shahid Bahonar University of kerman

Received Date: 2015/06/23 Accepted Date: 2015/12/13

Abstract

The aim of this study was to investigate the relative contribution of physical and sexual maturation and anthropometric factors on anaerobic power development in 10-18 years old boys. One hundred seventy subjects (16 – 27 subjects from each age ranges of 11-18 years) were participated in this study in two separated sessions. The first session was included the anthropometric measurements and determination of sexual maturation by TANNER scale. In the second session, salivary samples were collected for testosterone measurement and anaerobic power was measured by Wingate test. The differences between age ranges were determined by ANOVA, the relationship between each predictive variable and anaerobic power was determined by second order semi-partial correlation, and multiple analysis of regression was conducted to determine the relative contribution of predictive variables in anaerobic power development. There was a significant difference between age ranges for the relative values of peak and mean anaerobic power ($P<0.01$). Significant correlations were found between salivary testosterone ($r=0.42$) and lean body mass (LBM) ($r=0.38$) with the relative peak anaerobic power. There was also a significant correlation between salivary testosterone ($r=0.38$) and LBM ($r=0.37$) with the relative mean anaerobic power. Frothy-seven percent of variance of anaerobic power was predictable by salivary testosterone and LBM. In summary, our results showed that sexual maturation has an important role in significant increase of anaerobic power after the age of fifteen.

Keyword: Anaerobic Power, Physical Growth, Sexual Maturation

* Corresponding Author Email:r_nikooie@uk.ac.ir