

علوم زیستی ورزشی - زمستان ۱۳۹۳
دوره ۶، شماره ۴، ص: ۳۶۵-۳۸۲
تاریخ دریافت: ۲۸ / ۱۰ / ۹۲
تاریخ پذیرش: ۱۷ / ۰۲ / ۹۳

پاسخ عوامل (شاخص‌های) آمادگی جسمانی به توالی‌های زمانی تمرین در دوره‌های رشدی مختلف

فرناز ترابی^{۱*}، کیا رنجبر^۲، سارا سوری^۳

۱. استادیار گروه تربیت بدنی دانشگاه پیام نور، ۲. دانشجوی دکتری فیزیولوژی دانشگاه تربیت مدرس،

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد رفتار حرکتی دانشگاه رازی کرمانشاه

چکیده

پاسخ به تمرین بین افراد در دامنه‌های سنی مختلف متفاوت است، اما آیا تفاوت‌های کمی با توجه به توالی‌های تمرینی در پاسخ شاخص‌های آمادگی جسمانی بین کودکان، نوجوانان و جوانان در مراحل مختلف تمرین وجود دارد یا خیر؟ به همین منظور تحقیق حاضر درصدد آن است تا ضمن بررسی این پاسخ‌ها، تأثیر سن را به‌عنوان یک عامل رشدی بر آنها ارزیابی کند. ۳۶ آزمودنی پسر در سه دامنه سنی ۸ تا ۱۰ سال، ۱۲ تا ۱۴ سال و ۱۷ تا ۱۹ سال به روش نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب شدند و در دامنه‌های سنی گروه کودکان $1/83 \pm 0/5$ سال، نوجوانان $12/5 \pm 0/5$ سال و جوانان $16/3 \pm 0/6$ سال قرار گرفتند. برنامه تمرین شامل تمرینات استقامتی، قدرتی و انعطاف‌پذیری به‌صورت ۳ جلسه تمرین در هفته به مدت ۱۲ هفته اجرا شد. چابکی، سرعت حرکت، توان انفجاری، هماهنگی، استقامت عضلانی، تعادل، استقامت قلبی تنفسی و انعطاف‌پذیری قبل و بعد از شش هفته اول برنامه تمرینی (پس‌آزمون ۱) و در شش هفته دوم برنامه تمرینی (پس‌آزمون ۲) در آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل میانگین تغییرات داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس مکرر و آنالیز واریانس یکسویه با آزمون تعقیبی بن‌فرونی در سطح معناداری $P \leq 0/05$ انجام گرفت. براساس نتایج تحقیق حاضر بهبود بیشتر شاخص‌های جسمانی به‌صورت تغییرات درون‌گروهی در هر سه گروه به‌ویژه در پس‌آزمون ۱ ایجاد شد. به‌علاوه تغییرات بین‌گروهی در شاخص‌های جسمانی به‌ویژه در گروه نوجوانان مشاهده شد ($P \leq 0/05$). بهبود بیشتر شاخص‌های جسمانی به‌صورت تغییرات درون‌گروهی در هر سه گروه به‌ویژه در پس‌آزمون ۱ احتمالاً به‌دلیل تجربیات حرکتی کمتر در اوایل تمرین بود، همچنین تغییرات بین‌گروهی در شاخص‌های جسمانی در پس‌آزمون ۲ به‌ویژه در گروه نوجوانان احتمالاً به‌دلیل استرس مضاعف ورزش با استرس رشدی همراه است که در این دوره تجربه می‌کنند.

واژه‌های کلیدی

آمادگی جسمانی، پاسخ‌های جسمانی، جوانی، کودکی، نوجوانی.

مقدمه

یکی از مشکلاتی که کیفیت زندگی کودکان امروزی و بزرگسالان فردا را تهدید می‌کند، فقدان تحرک کافی است (۱۳). همان‌طور که که نداشتن فعالیت بدنی، طول عمر و کیفیت زندگی بزرگسالان را به مخاطره می‌اندازد، نپرداختن کودکان در سنین مختلف به فعالیت ورزشی منظم می‌تواند تا حد زیادی شیوع و شدت بیماری‌ها را در بزرگسالان تشدید کند (۱۴، ۱۳). در این زمینه سازمان بهداشت جهانی^۱ در گزارش‌های متعددی لزوم افزایش سطح آمادگی جسمانی به‌ویژه در سنین کودکی، نوجوانی و جوانی را اعلام می‌کند (۱۳، ۹). متأسفانه در زندگی امروز، پیامدهای منفی عدم توجه به سلامتی (بهداشتی) گسترش یافته که یکی از دلایل مهم آن نداشتن فعالیت بدنی است (۲۱، ۹). ضرورت اصلاح و بهبود شیوه زندگی کودکان امروز بیش از پیش احساس می‌شود تا جامعه بتواند امروز و فردای سالمی داشته باشد. این نیاز، ضرورت مطالعه در مورد نحوه پاسخ کودکان در رده‌های سنی مختلف به فعالیت ورزشی را اجتناب‌ناپذیر می‌سازد تا بدین صورت، هر گونه اصلاحات ویژه با نگرانی‌هایی که درباره کودکان وجود دارند، شناسایی شوند (۱۱، ۸). با اینکه همواره فعالیت ورزشی برای کودکان نسبت به بزرگسالان با محدودیت‌ها و نه محرومیت همراه بوده، در بیشتر موارد، پاسخ کودکان به فعالیت ورزشی تا حد زیادی شبیه به افراد بزرگسالان است. قریب به اتفاق کودکان با تشویق بسیار کم علاقه زیادی برای شروع و ادامه دادن به فعالیت ورزشی دارند. توجه ملی به تندرستی و آمادگی کودکان (آمریکایی) همچنان ادامه دارد، زیرا هنوز درباره برخی مسائل ورزشی کودکان بحث و جدل‌های زیادی وجود دارد. برای مثال ۱. کودکان و نوجوانان تا چه اندازه و در چه سنی باید به فعالیت ورزشی بپردازند؛ ۲. چه کسی مسئول است که اعلام کند فعالیت ورزشی کودکان کافی است؛ ۳. چه نوع فعالیت ورزشی و در چه سنی مهم است (۱۹، ۷).

پرسش‌های زیادی در این زمینه بدون پاسخ مانده، با وجود این اندک تحقیقات انجام‌گرفته نتایجی را گزارش کرده‌اند. برای مثال، به‌منظور آگاهی از پاسخ کودکان به فعالیت ورزشی باید از تغییرات دستگاه قلبی تنفسی آنها در دوران رشد اطلاعات کافی داشته باشیم (۷). حجم خون، ترکیب خون، سلول‌های قرمز و هموگلوبین، سلول‌های سفید، چربی‌ها و لیپوپروتئین‌های خون، شاخص‌های هستند که در زمینه فعالیت بدنی و عملکرد ورزشی می‌توان به آنها اشاره کرد (۱۹، ۷). حجم خون همواره به

1. World Health Organization, WHO

توده بدن و اندازه قلب کودک و همچنین تغییرات اکسیژن مصرفی اوج^۱ از کودکی تا نوجوانی وابسته است (۷). تغییرات مقدار هموگلوبین از کودکی تا بزرگسالی روند افزایشی و در مقابل تغییرات سلول‌های سفید خون روند کاهشی دارند. درحالی‌که تغییرات پلاکت‌ها در طول عمر بسیار اندک است. از سوی دیگر، هماتوکریت (درصدی از حجم خون که توسط سلول‌های قرمز احاطه شده است) در پسران در کل دوره کودکی و نوجوانی سیر افزایشی دارد، اما این افزایش در دختران صرفاً در طول دوره کودکی است. این تفاوت جنسی به‌طور آشکار در جهش نوجوانی و بلوغ جنسی پایدار می‌ماند و احتمالاً به‌دلیل تغییرات در توده بدن و به‌ویژه توده عضلات است (۱۹،۱۵). از طرف دیگر، مطالعه تغییرات ریه‌ها از دوره کودکی تا بزرگسالی بیانگر آن است که تفاوت چندان از لحاظ تعداد تنفس و تعداد کیسه‌های هوایی وجود ندارد (۱۶ تا ۱۷ بار تنفس در ۸ سالگی و ۳۰۰ میلیون کیسه هوایی). همچنین بیشتر تغییرات حجم و ظرفیت‌های ریه در دوره کودکی و نوجوانی بسته به تغییرات افزایش قد است تا تغییراتی که در دوره‌های سنی مختلف اتفاق می‌افتد (۱۹،۲۴،۷).

میزان ارتفاع پرش عمودی با رشد کودک به‌صورت فزاینده‌ای افزایش می‌یابد. تحقیقات بیانگر آن است که با رشد از دوره کودکی تا نوجوانی (البته قبل از بلوغ) میزان پرش ارتفاع دو برابر می‌شود و این تغییرات در بین دختران و پسران شبیه هم بوده است. با وجود این، در دوره بلوغ، میزان ارتفاع پرش در پسران بیشتر از دختران گزارش شده است (۷). توسعه مهارت‌های حرکتی پایه تا اوایل دوره کودکی ادامه دارد. با وجود این الگوهای حرکتی پیشرفته مرتبط احتمال دارد که تا نوجوانی و حتی جوانی هم به طول بینجامد. پیشرفت در بیشتر شاخص‌های جسمانی در طول رشد به‌غیر از تعادل، شکل خطی دارند و اغلب تفاوت جنسی اندک است (۲۴،۱۴،۶).

آرمسترانگ و ولزمن (۲۰۰۱) با بررسی توان هوازی در ۱۱ تا ۱۷ سالگی این فرضیه را مطرح کردند که تغییرات هورمونی در نتیجه افزایش سن می‌تواند بر آمادگی فیزیولوژیک و اجرا در حین بلوغ مؤثر باشد. به‌علاوه این تغییرات باید بین افراد در دامنه‌های سنی مختلف متفاوت باشد (۱۰). در کودکان و بزرگسالان دست‌کم از نظر کیفی، پاسخ‌های قلبی به تمرین به‌ویژه تمرین استقامتی مشابه است. اینکه آیا تفاوت‌های کمی نسبت به میزان بالیدگی زیستی در این سازگاری‌ها وجود دارد یا خیر، مشخص نشده است. برای مثال مقایسه‌های مستقیمی بین کودکان و بزرگسالان هنگام دویدن انجام نگرفته و امکان نتیجه‌گیری از یافته‌های مقطعی که تفاوت‌ها در الگو، مدت، و تواتر تمرینی دارند، ممکن نیست.

این مقایسه‌ها زمانی که در مورد عوامل دیگر آمادگی جسمانی مانند قدرت، توان انفجاری، انعطاف‌پذیری یا استقامت عضلانی مطرح می‌شود، با منابع تحقیقی کمتری مواجه می‌شویم، زیرا نژاد، گونه و عوامل دیگری در بروز این سازگاری‌ها در نتیجه تمرین مؤثر است (۲۳، ۱۹)، البته در کشور ما نیز آثار پژوهشی کمی وجود دارد. با توجه به اینکه دوره کودکی به‌عنوان دوران رشد سریع انسان معرفی شده است، کودکان در این دوران بازی، ورزش و شرکت در فعالیت‌های ورزشی را دوست دارند و بی‌گمان رقابت کردن و مسابقه دادن را نیز دوست خواهند داشت. از ابتدای کودکی تا رسیدن به بزرگسالی و بالغ شدن (بالیدگی)، کودکان چندین مرحله رشد و تکامل را می‌گذرانند که این مراحل عبارتند از: پیش از بلوغ، بلوغ و پس از بلوغ. برای هریک از این مراحل با توجه به اینکه کودک در چه مرحله‌ای باشد، پاسخ‌های متفاوتی به فعالیت ورزشی مشاهده می‌شود. از سوی دیگر، مطالعه گارسیا و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که بعد از مداخله تمرینی طولانی مدت ۳۱ ماهه روی کودکان ۸ تا ۱۱ سال، پیشرفت معناداری در بیشتر شاخص‌های جسمانی از جمله سرعت، چابکی، آمادگی هوازی و همچنین ترکیب بدنی مشاهده شد. در این مطالعه تأثیر شش ماه بی‌تمرینی در این کودکان بررسی شد که نشان داد با وجود بی‌تمرینی باز هم شاخص‌های آمادگی جسمانی در سطح بالایی حفظ شدند (۱۴).

آکادمی آمریکایی مرتبط به ورزش کودکان توصیه‌های جدیدی مبنی بر تمرینات مقاومتی برای کودکان منتشر کرده است که به شرح زیرند:

اجرای تمرینات مقاومتی برای کودکان باید با استفاده از نیروی مقاومت وزن بدن و با کمک افراد خبره و کاملاً ورزیده هدایت شود. همچنین، آگاهی داشتن و متعاقب آن آماده بودن برای رشد ناگهانی، سریع و تأثیرات جسمی و روحی آن، یکی از خصوصیات مهمی است که هر شخص درگیر در مسائل کودکان باید از آن بهره‌مند باشد. به‌علاوه، افزایش تدریجی بار تمرینی مسئله مهمی است. ورزشکارانی که در سنین رشد، تحت تأثیر بار و فشار یکنواخت و ثابت طی تمرینات قرار می‌گیرند، احتمالاً درجا خواهند زد و پیشرفتی نخواهند داشت. اما با توجه به اصل کلی و پیشنهادی روش تمرینی پله (۲) که به‌عنوان شیوه‌ای از تمرین برای ورزشکاران سنین رشد پیشنهاد شده است، این تحقیق در پی پاسخ به این پرسش است که یک برنامه تمرینی با افزایش بار یکسان در دوره‌های مختلف رشد آیا پاسخ متفاوتی را به‌دنبال دارد یا خیر؟ بر این اساس، با توجه به اطلاعات اندک موجود در مورد پیشرفت پاسخ شاخص‌های آمادگی جسمانی به توالی‌های زمانی مختلف تمرین از کودکی تا جوانی انجام پژوهش‌های بیشتر در این زمینه ضروری به‌نظر می‌رسد. بر این اساس پژوهش حاضر در صدد پاسخگویی به این

پرسش است که آیا پیشرفت پاسخ شاخص‌های آمادگی جسمانی به توالی‌های زمانی مختلف تمرین از کودکی تا جوانی در بازه‌های زمانی مختلف ۶ و ۱۲ هفته مشابه است یا خیر؟

روش‌شناسی پژوهش

نوع تحقیق حاضر کاربردی و روش تحقیق نیمه‌تجربی با سه گروه آزمایش است. جامعه آماری تحقیق کلیه کودکان، نوجوانان و جوانان شرکت‌کننده در شهر سمنان هستند که در دوره‌های آمادگی جسمانی مدارس و کلاس‌های تندرستی شرکت داشتند، و محققان از بین دانش‌آموزان ثبت‌نامی به صورت تصادفی تعدادی را به منظور اجرای این پژوهش انتخاب کردند. برنامه مشخص و یکسانی برای همه گروه‌ها به صورت تمرینات آمادگی جسمانی اجرا شد. شدت تمرین با استفاده از روش پله (افزایش تدریجی فشار تمرین و دوره‌های بازیابی، شکل ۱) همراه با توجه به اصول چندبعدی رشد کودکان به همراه تمرینات متنوع براساس اصول تمرینی با توجه به مبانی علمی تمرینات کودکان و توصیه‌های بومپا اجرا شد (۲). تعداد آزمودنی پسر به صورت تصادفی در سه دامنه سنی ۸ تا ۱۰ سال، ۱۲ تا ۱۴ سال و ۱۷ تا ۱۹ سال انتخاب شدند و در ۳ گروه تجربی (کودکان ۱۲ نفر، نوجوانان ۱۲ نفر، جوانان ۱۲ نفر) قرار گرفتند. ارزیابی اولیه در زمینه بیماری‌های قلبی - عروقی و سیستم ایمنی و نیز علاقه به تمرین ورزشی از طریق پرسشنامه و بررسی آخرین سوابق پزشکی در صورت وجود و در صورت نیاز معاینه توسط پزشک بهداشت صورت گرفت. پس از توضیح شرایط پژوهش و فواید آن، آزمودنی‌ها و والدین آنها برگه رضایت شخصی را امضا کردند. در آغاز و پایان پژوهش سطوح چابکی، انعطاف‌پذیری، هماهنگی و استقامت عضلانی آزمودنی‌ها توسط آزمون‌گیرنده یکسان و در شرایط برابر اندازه‌گیری شد. یکسان‌سازی آزمون‌ها به این صورت انجام گرفت که با توجه به آزمون‌های انتخاب‌شده درصد توانایی افراد در هر شاخص جسمانی با یک تست پیش‌آزمون مشخص شد و سپس برنامه از سطوح پایه و کم‌فشار آغاز شد و به صورت کنترل‌شده‌ای فشار تمرینی برای تمامی گروه‌ها به تدریج افزایش یافت.



روش پله برای کودکان

شکل ۱. افزایش تدریجی بار تمرین (روش پله برای کودکان)

برنامه تمرین

برنامه تمرینی ۳ جلسه در هفته و هر جلسه تمرینی ۴۵ تا ۵۵ دقیقه بود که شدت تمرینات از قبل به وسیله پیش‌آزمون درصد توانایی در شاخص‌های مختلف جسمانی تعیین و با شدت یکسان و با افزایش تدریجی بین ۳ تا ۵ درصد به بار تمرینی به صورت هر دو هفته برای تمامی گروه‌های تجربی دوره پروتکل تمرینی اجرا شد. موارد اجرای تمرینات نیز شامل دویدن، تمرینات چابکی، انعطاف‌پذیری، هماهنگی و استقامت عضلانی بود. در این بخش، از تمرینات دونفره قدرتی و کششی نیز استفاده شد. تمرینات استقامتی و انعطاف‌پذیری در ۳ ست اجرا شد که در دو هفته ابتدای تحقیق به دلیل آمادگی نبودن آزمودنی‌ها بخش دویدن هوازی به دو یا سه قسمت در هر جلسه تقسیم شد و کل برنامه تمرین ۳ ماه به طول انجامید.

آزمون‌های تحقیق

درصد چربی بدن، محیط‌ها و شاخص توده بدنی و چربی زیر پوستی آزمودنی‌ها با استفاده از کالیپر در سه ناحیه سینه، شکم و ران و از طریق فرمول جکسون و پولاک اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری دور کمر و لگن با متر نواری و بالاترین محیط در این نواحی اندازه‌گیری شد. شاخص توده بدنی از طریق تقسیم وزن به توان دوم قد برآورد شد.

آزمون ۲۷/۵ متر: این آزمون در زمینی مسطح و مناسب برای دویدن (زمین بسکتبال) اجرا شد. آزمودنی‌شونده در حالت استارت در پشت خط می‌ایستاد و با علامت رو با سرعت بیشینه مسیر ۲۷/۵ متر را شروع به دویدن می‌کرد و این آزمون را سه بار با فاصله استراحتی ۲ دقیقه انجام می‌داد (۴).
 آزمون ۴×۹ متر: این آزمون برای ارزیابی چابکی عمومی به کار می‌رود. آزمودنی مسافت ۹ متر را چهار بار به صورت رفت و برگشت با سرعت دوید. این آزمون سه بار تکرار شده و بهترین رکورد به عنوان نمره آزمودنی ثبت شد (۴،۳).

آزمون پرش سارجنت (پرش عمودی): این آزمون برای اندازه‌گیری توان انفجاری بازکننده‌های پا و تنه است. روش اجرای آزمون به این صورت بود که آزمودنی به پهلو در کنار دیوار می‌ایستاد، سپس با یک جهش به سمت بالا پرش می‌کرد و بالاترین نقطه را روی دیوار با نوک انگشتان علامت‌گذاری

می‌کرد. طی سه پرش آزمودنی، بیشترین اختلاف بین نقطه اول (ارتفاع آزمودنی با دست کشیده بدون پرش) و نقطه اوج پرش امتیازی است که آزمودنی کسب کرده است (۳).

آزمون پرتاب توپ طبی (مدیسین بال): برای اجرای این آزمون که به منظور اندازه‌گیری توان عضلانی دست‌ها به کار گرفته شد، آزمودنی روی صندلی‌ای که پایه‌های آن پشت خط شروع بود، می‌نشست و بر پشتی صندلی تکیه می‌داد. آزمودنی درحالی‌که توپ را در دست گرفته بود، بدون کمک از اندام تحتانی آن را به دورترین نقطه پرتاب می‌کرد. فاصله نقطه فرود توپ از خط شروع رکورد آزمودنی محسوب می‌شد (۴).

آزمون دراز و نشست: این آزمون برای سنجش استقامت عضلات شکم به کار می‌رود. فرد روی تشک به پشت دراز می‌کشید و با زانوهای خمیده خط‌کشی را در زیر زانو نگه می‌داشت. سپس پاشنه‌ها را آرام آرام به سمت جلو روی زمین می‌لغزاند تا لحظه‌ای که خط‌کش از بین پاها رها شود. بلافاصله حرکت پا متوقف شده و خطوط پاشنه و نشیمنگاه علامت‌گذاری می‌شد. در تمام لحظات اجرای حرکات این فاصله حفظ شد. دست‌ها به صورت ضربدری روی سینه بود و آزمودنی حرکت دراز و نشست را هر بار با لمس آرنج و ران انجام می‌داد. این آزمون به مدت ۴۵ ثانیه انجام گرفت و تعداد حرکات صحیح به عنوان رکورد فرد محسوب شد (۳).

آزمون شنا سوئدی تعدیل‌شده: آزمون‌شونده روی دست‌ها به فاصله عرض شانه باز و با آرنج‌های کاملاً کشیده روی تشک قرار می‌گرفت. درحالی‌که زانوها با زمین تماس داشتند، بالاتنه را به اندازه‌ای پایین می‌آورد تا آرنج به زاویه ۹۰ درجه برسد و دوباره به حالت اولیه بازگردد. این حرکت در دامنه حرکتی تعیین‌شده بدون وقفه در مدت ۴۵ ثانیه انجام گرفت و تعداد حرکات به عنوان امتیاز آزمودنی ثبت شد (۴).

آزمون ۵۴۰ متر (۶۰۰ یارد) دویدن - راه رفتن: این آزمون به دور زمین بسکتبال انجام می‌گرفت و آزمودنی‌ها با استارت ایستاده و فرمان حاضر - رو شروع به دویدن می‌کردند و مسافت ۵۴۰ متر را به صورت دویدن یا راه رفتن در مدت زمانی که به عنوان رکورد آنها ثبت می‌شد، طی می‌کردند (۴،۳).

آزمون دات دریل: این آزمون برای سنجش هماهنگی به کار می‌رود. برای اجرای آزمون از یک تشک مربعی با پنج علامت دایره روی آن که چهار تایی آن در چهار گوشه و یکی در وسط تشک مربعی قرار می‌گرفت، استفاده شد. در لحظه شروع فرد با پایهای باز می‌ایستاد و با فرمان رو در گوشه پا را باز و در

وسط پاها را جمع می‌کرد. تعداد حرکات صحیح در ۴۵ ثانیه با دو بار تکرار انجام می‌گرفت، که بیشترین تعداد به‌عنوان رکورد آزمودنی ثبت می‌شد (۱۲).

آزمون ولز (نشستن و رساندن): این آزمون برای سنجش انعطاف‌پذیری عضلات پشت پاها به‌کار می‌رود. فرد روی زمین می‌نشست و پاهای خود را با فاصله حدود ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر از هم به جلو دراز می‌کرد. با این حالت دست‌های خود را در طول پاها به جلو می‌برد و تا حد توان با خم کردن کمر، دست‌ها را جلو می‌آورد (۳). آزمون ایستادن روی یک پا (ایستادن لک لک یا استروک): این آزمون برای سنجش تعادل به‌کار می‌رود. آزمودنی روی پای برتر قرار می‌گرفت و درحالی‌که دست‌ها را به کمر زده بود، انگشتان پای دیگر را روی زانوی برتر می‌گذاشت. سپس با فرمان رو، پاشنه پای برتر را بالا می‌آورد و درحالی‌که روی انگشتان یک پای خود می‌ایستاد سعی می‌کرد تعادلش را بدون حرکت دادن پا یا جدا شدن دست‌ها از کمر حفظ کند. این آزمون سه بار انجام گرفت و بیشترین زمان رکورد فرد محسوب شد (۳).

روش‌های آماری

به‌منظور بررسی طبیعی بودن داده‌ها از آزمون آماری کولموگروف - اسمیرنوف استفاده شد. برای بررسی تأثیر تمرین بر تغییرات متغیرهای وابسته و مقایسه آن با گروه با مقادیر پایه (مقادیر پایه، مقادیر پس‌آزمون ۱ و مقادیر پس‌آزمون ۲) از آزمون تحلیل واریانس مکرر استفاده شد و مقایسه درون‌گروهی با استفاده از آزمون تعقیبی بن‌فرونی انجام گرفت. به‌منظور بررسی اختلاف میانگین تغییرات قبل و بعد بین گروه‌های تجربی از آنالیز واریانس یکسویه و در صورت معنادار بودن آن از آزمون تعقیبی بن‌فرونی استفاده شد. در همه آزمون‌ها مقدار خطا در سطح $P < 0.05$ محاسبه شد.

یافته‌های تحقیق

مقادیر مربوط به آزمودنی‌هایی که تقریباً ۸۰ درصد برنامه تحقیق را اجرا کردند، در تجزیه و تحلیل داده‌ها وارد شد. نتایج آزمون آنالیز واریانس یکسویه داده‌های ابتدایی، عدم تفاوت معنادار هر یک از متغیرها را در بین گروه‌ها نشان داد. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، براساس آزمون تحلیل واریانس مکرر مقادیر پس‌آزمون ۱ و ۲ نسبت به مقادیر پایه در پیشرفت‌های درون‌گروهی اولیه و ثانویه در هر گروه با مقادیر پایه‌اش مقایسه شد.

جدول ۱. میانگین \pm خطای استاندارد شاخص‌های جسمانی پیش و پس از اجرای تمرینات براساس آزمون تحلیل واریانس مکرر

دامنه سنی						
نوجوانان			کودکان			
پس آزمون (۲)	پس آزمون (۱)	مقدار پایه	پس آزمون (۲)	پس آزمون (۱)	مقدار پایه	
۱/۵۸ \pm ۱/۹	۱/۵۸ \pm ۲/۳ [#]	۱/۵۷ \pm ۲/۵	۱/۳۸ \pm ۱/۱	۱/۳۸ \pm ۱/۳ [#]	۱/۳۷ \pm ۱/۲	قد (متر)
۴۲/۱۲ \pm ۱/۳	۴۲/۱۱ \pm ۱/۵ [#]	۴۱/۵ \pm ۱/۴	۳۴/۵ \pm ۰/۷	۳۴/۵ \pm ۰/۸	۳۴/۳ \pm ۰/۷	وزن (کیلوگرم)
۱۲/۱۳ \pm ۰/۳ [#]	۱۲/۳۲ \pm ۰/۳	۱۲/۸ \pm ۰/۳	۱۳/۲ \pm ۰/۳	۱۳/۶ \pm ۰/۴ [#]	۱۴/۰۲ \pm ۰/۵	درصد چربی (%)
۱۷/۱۶ \pm ۰/۳	۱۷/۱۸ \pm ۰/۳	۱۷/۱۳ \pm ۰/۳	۱۸/۶ \pm ۰/۳	۱۸/۲ \pm ۰/۳	۱۸/۱ \pm ۰/۳	شاخص توده بدنی Kg/m ²
۶۳/۰۶ \pm ۱/۱ [#]	۶۳/۸۰ \pm ۱/۱ [#]	۶۴ \pm ۱/۲۰	۵۷/۴ \pm ۰/۸	۵۷/۱ \pm ۰/۸	۵۶/۸ \pm ۰/۷	دور کمر (سانتی‌متر)

معناداری تغییرات پیش تا پس‌آزمون در هر گروه با مقادیر پایه

ادامه جدول ۱. میانگین \pm خطای استاندارد شاخص‌های جسمانی پیش و پس از اجرای تمرینات براساس آزمون تحلیل واریانس مکرر

دامنه سنی		
جوانان		
پس آزمون (۲)	پس آزمون (۱)	مقدار پایه
۱/۷۴ \pm ۱/۰ [#]	۱/۷۳ \pm ۱/۰	۱/۷۳ \pm ۱/۰
۶۰/۸۱ \pm ۱/۲	۶۰/۷۸ \pm ۱/۲	۶۰/۲۶ \pm ۱/۲
۱۴/۵۵ \pm ۰/۸	۱۴/۶۵ \pm ۰/۷ [#]	۱۵/۲۲ \pm ۰/۹
۱۹/۳۸ \pm ۰/۰۱	۲۰/۱۱ \pm ۰/۴	۲۰/۰۸ \pm ۰/۴
۶۷/۳۱ \pm ۰/۷۸	۶۷/۴۳ \pm ۰/۷ [#]	۶۸/۲۱ \pm ۰/۸

معناداری تغییرات پیش تا پس‌آزمون در هر گروه با مقادیر پایه

براساس یافته‌های پژوهش در جدول‌های ۱ و ۲ از مقایسه مقادیر پایه، پس‌آزمون ۱ و پس‌آزمون ۲ شاخص‌های جسمانی از جمله وزن در گروه نوجوانان در پس‌آزمون ۱، درصد چربی در گروه نوجوانان در پس‌آزمون ۲ و در گروه جوانان در پس‌آزمون ۱، همچنین شاخص اندازه دور کمر در گروه نوجوانان در پس‌آزمون ۱ و ۲ و در گروه جوانان در پس‌آزمون ۲ تغییر معناداری داشته‌اند ($P < 0/05$). در شاخص‌های استقامت قلبی تنفسی، استقامت عضلانی، انعطاف‌پذیری، توان، هماهنگی، چابکی و تعادل در گروه کودکان در هر دو دوره تمرینی (پس‌آزمون ۱ و ۲) تغییر معناداری نسبت به مقادیر پایه مشاهده شد

($P < 0/05$)، در گروه نوجوانان در شاخص‌های استقامت قلبی تنفسی، شنای تعدیل‌شده، پرش سارجنت، هماهنگی و تعادل در هر دو دوره تمرینی تغییرات معناداری مشاهده شد ($P < 0/05$) و در نهایت در گروه جوانان استقامت قلبی تنفسی، توان، شنای تعدیل‌شده، هماهنگی، تعادل و چابکی تغییرات معناداری مشاهده شد ($P < 0/05$).

جدول ۲. میانگین \pm خطای استاندارد شاخص‌های عملکردی پیش و پس از اجرای تمرینات براساس

آزمون تحلیل واریانس مکرر

دامنه سنی					
نوجوانان			کودکان		
پس آزمون (۲)	پس آزمون (۱)	مقدار پایه	پس آزمون (۲)	پس آزمون (۱)	مقدار پایه
۲۵/۰ \pm ۱/۹	۲۲/۵ \pm ۰/۹ [#]	۲۰/۷ \pm ۰/۷	۲۱/۵ \pm ۱/۸ [#]	۱۶/۹ \pm ۱/۴ [#]	۱۱/۷ \pm ۱/۲
۳۱/۱ \pm ۲/۶ [#]	۲۸/۳ \pm ۲/۵ [#]	۲۴/۵ \pm ۲/۴	۲۷/۷ \pm ۱/۷ [#]	۲۴/۵ \pm ۱/۴ [#]	۱۹/۰ \pm ۱/۵
۲۱/۸ \pm ۱/۴	۲۱/۶ \pm ۱/۷	۲۱/۴ \pm ۱/۷	۳۱/۸ \pm ۱/۳ [#]	۲۶/۷ \pm ۱/۳ [#]	۲۱/۴ \pm ۱/۱
۱۲۲ \pm ۲/۴ [#]	۱۲۴ \pm ۲/۵ [#]	۱۲۶ \pm ۲/۷	۱۳۸ \pm ۵/۹ [#]	۱۴۰ \pm ۵/۱ [#]	۱۴۴ \pm ۶/۱
۲۹/۳ \pm ۱/۶ [#]	۲۶/۲ \pm ۱/۸ [#]	۲۲/۵ \pm ۱/۶	۲۸/۱ \pm ۲/۱ [#]	۲۵/۷ \pm ۲/۱ [#]	۲۳/۲ \pm ۲/۱
۶/۱ \pm ۳ [#]	۵/۷ \pm ۰/۳	۵/۵ \pm ۰/۳	۳/۷ \pm ۳ [#]	۳/۳ \pm ۳ [#]	۲/۹ \pm ۲
۷۲/۱ \pm ۵/۷ [#]	۵۰/۶ \pm ۲/۶ [#]	۴۴/۲ \pm ۲/۴	۶۵/۹ \pm ۲/۹ [#]	۵۰/۳ \pm ۳/۰ [#]	۳۵/۵ \pm ۲/۹
۱۰۲/۱ \pm ۱۳ [#]	۹۰ \pm ۱۲/۱ [#]	۷۶ \pm ۱۱/۳	۱۲۰/۲ \pm ۱۰/۳ [#]	۹۲/۵ \pm ۱۳/۵ [#]	۷۷/۱ \pm ۱۳/۴
۴/۶ \pm ۱ [#]	۴/۹ \pm ۱	۵ \pm ۱	۴/۸ \pm ۱	۵/۰ \pm ۱ [#]	۵/۴ \pm ۱
۱۰/۷ \pm ۳	۱۰/۷ \pm ۴	۱۰/۶ \pm ۳	۱۰/۸ \pm ۳ [#]	۱۱/۳ \pm ۳ [#]	۱۲/۱ \pm ۲

ادامهٔ جدول ۲. میانگین \pm خطای استاندارد شاخص‌های عملکردی پیش و پس از اجرای تمرینات براساس آزمون تحلیل واریانس مکرر

دامنهٔ سنی			
جوانان			
مقدار پایه	پس آزمون (۱)	پس آزمون (۲)	
دراز و نشست (تعداد)	۲۶/۳ \pm ۱/۵ [#]	۲۶/۴ \pm ۱/۵	۲۱ \pm ۱/۷
شنای تعدیل‌شده (تعداد)	۲۷/۱ \pm ۱/۱ [#]	۳۱/۲ \pm ۱/۱ [#]	۲۲/۸ \pm ۱/۳
نشستن و رساندن (سانتی‌متر)	۳۱/۶ \pm ۱/۵ [#]	۳۲/۴ \pm ۲/۹	۲۹/۷ \pm ۱/۷
دو ۵۴۰ متر (ثانیه)	۱۱۹ \pm ۰/۹ [#]	۱۱۶/۱ \pm ۰/۹ [#]	۱۲۲ \pm ۰/۹
پرش سارجنت (سانتی‌متر)	۳۷ \pm ۱/۱ [#]	۳۹ \pm ۱/۱ [#]	۳۳/۸ \pm ۱/۲
پرتاب توپ طبی (متر)	۸۳ \pm ۰/۳ [#]	۸۵ \pm ۰/۳ [#]	۷/۸ \pm ۰/۳
دات دریل (تعداد)	۶۳/۷ \pm ۲/۳ [#]	۸۴/۰ \pm ۴/۱ [#]	۵۳/۷ \pm ۲/۲
تعادل (ثانیه)	۹۷/۸ \pm ۱۰/۳ [#]	۱۲۰ \pm ۱۰/۴ [#]	۸۳/۳ \pm ۱۰/۴
۲۷/۵ متر (ثانیه)	۴/۱ \pm ۰	۴/۰ \pm ۰	۴/۴ \pm ۱/۹
۴×۹ متر (ثانیه)	۱۰/۳ \pm ۱/۱ [#]	۹/۹ \pm ۱/۱ [#]	۱۰/۵ \pm ۱

جدول ۳. نتایج بررسی تفاوت ناشی از اختلافات پیش تا پس آزمون بین سه گروه تجربی (آزمون

(ANOVA)

ارزش P	ارزش F پس آزمون ۲	ارزش P	ارزش F پس آزمون ۱	
۰/۰۰۳ [#]	۶/۶۱	۰/۲۰	۱/۶۳	وزن (کیلوگرم)
۰/۳۶	۱/۰۴	۰/۸۳	۰/۱۸	درصد چربی (%)
۰/۱۵	۱/۹۳	۰/۹۳	۰/۰۶	شاخص تودهٔ بدن (Kg/m^2)
۰/۱۲	۲/۲۰	۰/۰۰۶ [#]	۵/۷۸	دور کمر (سانتی‌متر)
۰/۶۷	۲/۸۸	۰/۰۰۱ [#]	۱۲/۱۸	دراز و نشست (تعداد)
۰/۴۳	۰/۸۶	۰/۲۹	۱/۲۷	شنای تعدیل‌شده (تعداد)
۰/۴۲	۰/۸۷	۰/۰۰۱ [#]	۳۷/۶۴	نشستن و رساندن (سانتی‌متر)
۰/۷۳	۰/۳۰	۰/۲۶	۱/۳۶	دو ۵۴۰ متر (ثانیه)
۰/۰۶	۲/۹۲	۰/۰۶	۲/۹۱	پرش سارجنت (سانتی‌متر)
۰/۲۱	۱/۶۰	۰/۲۷	۱/۳۴	پرتاب توپ مدیسین بال (متر)
۰/۵۴	۰/۶۱	۰/۰۰۱ [#]	۹/۳۵	دات دریل (تعداد)
۰/۰۲ [#]	۳/۹۶	۰/۹۶	۰/۴۰	تعادل (ثانیه)
۰/۲۶	۱/۳۶	۰/۰۰۱ [#]	۱۲/۷۴	۲۷/۵ متر (ثانیه)
۰/۰۳ [#]	۳/۸۰	۰/۰۰۱ [#]	۲۰/۱۸	۴×۹ متر (ثانیه)

معناداری تغییرات پیش تا پس آزمون در هر گروه با گروه کنترل در سطح $P < ۰/۰۵$

همان‌طور که در جدول ۳ مشخص شده است، تغییرات بین‌گروهی در مورد شاخص‌های جسمانی در شاخص وزن در پس‌آزمون ۲ تمرین تفاوت معناداری بین گروه کودکان و نوجوانان، و در فاکتور اندازه تغییرات دور کمر در پس‌آزمون ۱ بین گروه کودکان با گروه جوانان مشاهده شد ($P < 0/05$). اما در شاخص‌های عملکردی انعطاف‌پذیری و چابکی در پس‌آزمون ۱ تمرین تفاوت معناداری بین هر سه گروه مشاهده شد ($P < 0/05$). در شاخص‌های استقامت عضلانی شکم و دو سرعت بین گروه نوجوانان با دو گروه دیگر تفاوت معنادار در پس‌آزمون ۱ ($P < 0/05$)، در شاخص‌های تعادل و چابکی در گروه کودکان با گروه نوجوانان تفاوت معنادار و در نهایت در شاخص هماهنگی بین گروه کودکان با دو گروه دیگر تفاوت معناداری مشاهده شد ($P < 0/05$).

بحث و نتیجه‌گیری

تغییرات شاخص‌های جسمانی اعم از تغییرات وزن گروه نوجوانان در پس‌آزمون ۱ معنادار، تغییرات درصد چربی گروه نوجوانان در پس‌آزمون ۲ و گروه جوانان در پس‌آزمون ۱ معنادار و در نهایت اندازه دور کمر (شاخص چاقی مرکزی) در گروه نوجوانان در هر دو دوره تمرینی و در گروه جوانان فقط در پس‌آزمون ۱ معنادار بود.

بافت چربی در دو دوره به سرعت افزایش می‌یابد؛ شش ماه اول بعد از تولد و دوباره در اوایل نوجوانی. در دختران این افزایش در سراسر دوره نوجوانی ادامه می‌یابد، در حالی که در پسران این افزایش متوقف شده، ممکن است برای مدتی معکوس شود. بافت عضلانی نیز در دوره طفولیت به سرعت رشد و نمو می‌کند و سپس در دوره کودکی به حالت یکنواخت در می‌آید و دوباره در دوره نوجوانی و جهش رشد به‌طور چشمگیر در پسران افزایش می‌یابد (۵، ۱۶). رژیم غذایی یا ورزش ممکن است این الگوی عمومی را تغییر دهد (۲۵، ۵). در این پژوهش تغییرات معنادار درون‌گروهی در نوجوانان در شاخص‌های وزن در پس‌آزمون ۱، درصد چربی پس‌آزمون ۲ و چاقی مرکزی در هر دو دوره و گروه جوانان در درصد چربی و چاقی مرکزی در پس‌آزمون ۱ احتمالاً به علت اصل دسترسی به چربی بیشتر و مواجهه با استرس ورزشی و استرس رشدی توأم در این دوره است. همچنین تفاوت معنادار تغییرات وزن بعد از پس‌آزمون ۲ در گروه نوجوانان با کودکان و چاقی مرکزی بین جوانان با گروه کودکان احتمالاً به دلیل تغییرات هورمونی در دوره نوجوانی تا جوانی و افزایش تأثیر این هورمون‌ها بر افزایش سوخت‌وساز که

ورزش نیز به افزایش و تداوم آن کمک می‌کند، بوده است. در این راستا مطالعه طولی ۳۱ ماهه گارسیا و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که فعالیت ورزشی سه روز در هفته و هر جلسه به مدت ۹۰ دقیقه به بهبود مقدار چربی بدن در کودکان چاق و پیشرفت بیشتر شاخص‌های جسمانی از جمله آمادگی هوازی که با وزن بدن در ارتباط است منجر شد. همچنین در پایان مطالعه با بررسی اثر شش ماه بی‌تمرینی باز هم آثار کسب‌شده ناشی از فعالیت ورزشی حفظ شد (۱۴).

اما تغییرات درون‌گروهی شاخص‌های جسمانی از جمله شاخص‌های استقامت قلبی تنفسی، استقامت عضلانی، انعطاف‌پذیری، توان، هماهنگی، چابکی و تعادل در گروه کودکان در هر دو دوره تمرینی (شش هفته اول و شش هفته دوم) تغییر معناداری نسبت به مقادیر پایه نشان داد ($P < 0/05$). در گروه نوجوانان در شاخص‌های استقامت قلبی تنفسی، شنای تعدیل‌شده، پرش سارجنت، هماهنگی و تعادل در هر دو دوره تمرینی تغییرات معناداری مشاهده شد ($P < 0/05$) و در نهایت در گروه جوانان استقامت قلبی تنفسی، توان، شنای تعدیل‌شده، هماهنگی، تعادل و چابکی تغییرات معناداری مشاهده شد ($P < 0/05$). بیشتر شاخص‌های جسمانی در هر سه گروه تغییرات معناداری داشت که تغییرات درون‌گروهی کودکان و جوانان در شاخص‌های بیشتری نسبت به گروه نوجوانان مشاهده شد. این نتایج در گروه کودکان احتمالاً به دلیل تجربیات کمتر آنها در مهارت‌های حرکتی بوده و براساس اصل یادگیری هرچه تجربیات فرد کمتر باشد پیشرفت بیشتر در پاسخ به تمرین به‌ویژه در اوایل محسوس‌تر است و فرد دیرتر به فلات می‌رسد. از سوی دیگر تغییرات معنادار در دوره جوانی به دلیل کاهش مواجهه با هورمون‌های رشدی، سوخت‌وساز، روند یکپارچه رشد و درک بهتر از اجرای مهارت در شاخص‌هایی که دستگاه عصبی عضلانی با هم درگیرند و به هماهنگی اجزای مختلف بدن نیاز دارند، است (۲۳،۱).

تغییرات بین‌گروهی در مورد شاخص‌های جسمانی در فاکتور وزن در پس‌آزمون ۲ تمرین تفاوت معناداری بین گروه کودکان و نوجوانان، و در شاخص اندازه تغییرات دور کمر در پس‌آزمون ۱ بین گروه کودکان با گروه جوانان مشاهده شد ($P < 0/05$). اما در شاخص‌های عملکردی انعطاف‌پذیری و چابکی در پس‌آزمون ۱ تمرین تفاوت معناداری بین هر سه گروه مشاهده شد ($P < 0/05$). در شاخص‌های استقامت عضلانی شکم و دو سرعت بین گروه نوجوانان با دو گروه دیگر تفاوت معنادار در پس‌آزمون ۱ ($P < 0/05$)، در شاخص‌های تعادل و چابکی در گروه کودکان با گروه نوجوانان تفاوت معنادار و نهایتاً در شاخص هماهنگی بین گروه کودکان با دو گروه دیگر تفاوت معناداری مشاهده شد ($P < 0/05$). پیشرفت و افزایش سریع هماهنگی و چابکی در مرحله پیش از بلوغ گاهی در دوران بلوغ کند شده یا حتی اندکی

افت مشاهده می‌شود (۲۳،۲). یکی از عوامل افت هماهنگی و چابکی در دوران بلوغ جهش ناگهانی رشد است که با ورود به دوران پس از بلوغ و هماهنگ‌تر شدن رشد اندام‌های مختلف میزان پیشرفت هماهنگی و چابکی افزایش می‌یابد، البته اجرای فعالیت بدنی به صورت مداوم می‌تواند در ایجاد رشد و پیشرفت این مؤلفه‌ها حتی در دوران بلوغ مؤثر باشد (۲۳،۱). همچنین برحسب مقادیر حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_2max) کودکان بسیار کمتر از بزرگسالان است، ولی وقتی به نسبت وزن بدن اصلاح می‌شود، مقدار VO_2max پسران مثل مقادیر مردان جوان می‌شود. به منظور توصیف توان هوازی کودکان بهتر است از واژه اکسیژن مصرفی اوج به جای VO_2max استفاده شود، زیرا کودکان به دلیل ۱. خستگی موضعی عضلات؛ ۲. کم‌توجهی هنگام آزمون؛ و ۳. آستانه پایین ویژه ناراحتی، سخت باید کار کنند تا به حداکثر تلاش واقعی دست یابند (۲۶،۲۳،۱۷). از سوی دیگر تغییرات شاخص انعطاف‌پذیری در کودکان بهتر از دو گروه دیگر و در گروه نوجوانان بهتر از گروه جوانان بود. شواهد موجود در مورد انعطاف‌پذیری بیانگر آن است که با افزایش سن دامنه حرکتی کاهش می‌یابد و تا قبل از مواجهه با هورمون‌های جنسی که به سفتی مفاصل منجر می‌شود، مفاصل فرد انعطاف‌پذیری بیشتری دارد که در دوره کودکی احتمالاً به دلیل کمبود هورمون‌های جنسی و استرس‌های رشدی نسبت به دو دوره دیگر دامنه حرکتی مفاصل در این دوره بیشتر است و با افزایش سن از مقدار آن کاسته می‌شود؛ البته فعالیت بدنی منظم و مداوم می‌تواند از سرعت آن بکاهد (۲۴،۱۹)، به طوری که تغییرات انعطاف‌پذیری در بین سه گروه فقط در پس‌آزمون ۱ معنادار بود که این تفاوت احتمالاً به دلیل دامنه سنی بوده و با ادامه تمرین بین سه گروه تفاوت معناداری مشاهده نشده است. هنگام کودکی، سریع دویدن مسافت معینی پیوسته افزایش می‌یابد. عوامل مؤثر در این افزایش عملکرد شناخته نشده‌اند. به ویژه، رابطه ظرفیت کار سرعتی با تغییرات اندازه بدن و ظرفیت سوخت‌وساز بی‌هوازی موضوعی است که باید روشن شود. البته توجه به ویژگی‌های ژنتیکی و تأثیر آن بر ظرفیت رشد و توسعه استقامت و سرعت و مؤلفه‌های مرتبط با آنها را باید در مطالعات مختلف ورزشی به ویژه روی آزمودنی‌های کم‌سن‌وسال‌تر مدنظر قرار داد (۱).

در شاخص استقامت عضلانی در پس‌آزمون ۱ تمرین تفاوت معناداری در گروه نوجوانان نسبت به دو گروه دیگر مشاهده شد. با وجود این بیشتر تغییراتی که ورزشکاران در دوره نوجوانی (بلوغ) تجربه می‌کنند، ارثی و ژنتیکی است. در این دوره کودکان علاوه بر تغییرات چشمگیری که متحمل می‌شوند، در استقامت خود نیز تغییراتی را نشان می‌دهند و ورزشکاران کوچک‌تر با مرحله رکود و ایستایی آشکار در بهبود و توسعه این ویژگی روبه‌رو هستند. تغییرات آنی و زودگذر در میزان تمرین‌پذیری کودکان،

همچنین طی بلوغ قابل مشاهده است. حدود نیم سال قبل از جهش رشدی می‌توان کاهشی آشکار را در مقدار تأثیر تمرینات استقامتی مشاهده کرد. در عین حال، قبل و بعد از جهش رشد، افزایش در استقامت به سرعت اتفاق می‌افتد، بنابراین در نهایت ممکن است استنباط شود که سطح اجرای به نمایش درآمده در فعالیت‌های استقامتی از سوی نوجوانان در دوره بلوغ، به میزان و ابعاد تغییرات ایجادشده در دوره کودکی وابسته باشد (۲، ۶، ۲۰).

براساس نتایج تحقیق حاضر بهبود بیشتر شاخص‌های جسمانی به صورت تغییرات درون‌گروهی در هر سه گروه به‌ویژه در پس‌آزمون ۱ مشاهده شد که احتمالاً به دلیل تجربیات حرکتی کمتر در اوایل تمرین است، همچنین تغییرات بین‌گروهی در شاخص‌های جسمانی به‌ویژه در گروه نوجوانان احتمالاً به دلیل استرس مضاعف ورزش همراه با استرس رشدی است که در این دوره تجربه می‌کنند. تفاوت در شاخص‌های عملکردی بین سه گروه به دلیل تأثیرات رشد، تغییرات هورمونی، درک حرکتی و غیره در سنین مختلف است.

قدردانی: این طرح با حمایت مالی پژوهشگاه تربیت بدنی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری اجرا شده است. پژوهشگران از تمامی شرکت‌کنندگان و والدین آنها به دلیل همکاری در این پژوهش بسیار سپاسگزارند.

منابع و مأخذ

۱. باقرزاده، فضل‌الله؛ شیخ، محمود؛ شهبازی، مهدی و طهماسبی بروجنی، شهرزاد (۱۳۸۶)، بررسی ارتباط توانایی‌های حرکتی با آنتروپومتریکی و فعالیت جسمانی دانش‌آموزان ۱۲ تا ۱۵ ساله شهر تهران، نشریه حرکت، شماره ۳۳، صص ۸۵-۷۷.
۲. بومپا، تئودور (۱۳۸۳)، اصول و روش‌شناسی تمرین از کودکی تا قهرمانی، خسرو ابراهیم، هاجر دشتی دربندی، پژوهشکده تربیت بدنی. ص: ۱۷۳-۲۲۰.
۳. شیخ، محمود، شهبازی، مهدی و طهماسبی بروجنی، شهرزاد (۱۳۹۰)، سنجش و اندازه‌گیری در تربیت بدنی و علوم ورزشی، چاپ هفتم، تهران، بامداد کتاب، ص: ۱۷۴-۱۶۰.
۴. قراخانلو، رضا؛ کردی، محمدرضا؛ گائینی، عباسعلی؛ علیزاده، محمدحسین؛ واعظ موسوی، سید محمدکاظم و کاشف، مجید (۱۳۹۰)، آزمون‌های سنجش آمادگی جسمانی، مهارتی و روانی ورزشکاران نخبه رشته‌های مختلف ورزش، چاپ دوم، تهران، عصر انتظار، ص: ۲۸-۲۶ و ۳۱.

۵. کاتلین ام. هی وود، رشد و تکامل حرکتی در طول عمر (۱۳۸۵)، مهدی نمازی‌زاده، محمدعلی اصلانخانی، چاپ هفتم، تهران، انتشارات سمت، ۳۶۸-۴۱۱.
۶. گالاهو، د. آزمون، ج. (۱۳۸۳). درک رشد حرکتی در دوران کودکی، نوجوانی و بزرگسالی. ترجمه عباس بهرام، محسن شفیع‌زاده، تهران، نشر بامداد. ص: ۸۵-۱۲۰.
۷. مالینا، رابرت م؛ بوچارد، کلود. (۱۳۸۱). نمو، بالیدگی و فعالیت بدنی. ترجمه عباس بهرام و حسن خلجی، تهران، انتشارات امید دانش. ص: ۱۵۰-۲۰۰.
8. Armstrong, N., Kirby, B. J., McManus, A. M., & Welsman, J. R. (1997). Prepubescents' ventilatory responses to exercise with reference to sex and body size. *CHEST Journal*, 112(6), pp:1554-1560.
9. Armstrong, N. and J.R. Welsman (1994). "Assessment and interpretation of aerobic fitness in children and adolescents". *Exercise sports science Review*, 22, pp:435-476.
10. Armstrong, N., and J.R. Welsmen (2001). Peak oxygen uptake in relation to growth and maturation in 11 to 17 year old human. *Eur.J.Appl.Physiol.* 85: pp:546-551.
11. Armstrong, N., Tomkinson, G., & Ekelund, U. (2011). Aerobic fitness and its relationship to sport, exercise training and habitual physical activity during youth. *British journal of sports medicine*, 45(11), pp:849-858.
12. Baljinder Singh et al (2006). Effect of a short term plyometric training program of agility in young basketball player. *Brazilian Journal of Biomotricity* 271-278, (ISSN 1981-6324).
13. Baltimore Lippincott, Williams & Wilkins (2000). *American College of Sports Medicine. ACS'M Guidelines for exercise testing and prescription*, (6 th ed).
14. García-Hermoso, A., Saavedra, J. M., Escalante, Y., & Domínguez, A. M. (2014). Effects of a long-term physical exercise program with and without diet on obese boys after six-month detraining. *World Journal of Pediatrics*, 10(1), pp:38-45.

15. Gunter, K. B., Almstedt, H. C., & Janz, K. F. (2012). Physical activity in childhood may be the key to optimizing lifespan skeletal health. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 40(1), P:13.
16. Jakicic, J.M., & D.O. Amy (2005). "Physical Activity Consideration for the Treatment and Prevention of Obesity". *The American Journal of Clinical Nutrition*. 21(2): pp:105-13.
17. Klausen, K., B. Schibye, and B. Rasmussen (1989). A Longitudinal study of change in physical activity of 10-to15-yearold girls and boys. In: *Children and exercise XIII*. S. Oseid and K.-H. Carlsen (edu). Champaign, IL: Human kinetics, pp:113-122.
18. Malina, R.M., and C. Bouchard. *Growth, maturation, and physical activity*(2000). Champaign, IL: Human kinetics, muzaini, K.S. Optimal peak and mean power on the wingate test: Relationship with sprint ability, vertical jump, and standing long jump in boys. *Pediatr. Exerc.Sci.* 12: pp:349-359.
19. McNarry, M., & Jones, A. (2012). The influence of training status on the aerobic and anaerobic responses to exercise in children: A review. pp: 1-6.
20. Moore, J. B., W. Beets, M., J. Barr-Anderson, D., & Evenson, K. R. (2013). Sedentary time and vigorous physical activity are independently associated with cardiorespiratory fitness in middle school youth. *Journal of sports sciences*(ahead-of-print), pp: 1-6.
21. Mucci, P., Baquet, G., Nourry, C., Deruelle, F., Berthoin, S., & Fabre, C. (2012). Exercise testing in children: Comparison in ventilatory thresholds changes with interval-training. *Pediatric Pulmonology*. pp:277-287.
22. Pearson D.T., Naughton G.A., Torodea M. (2006). Predictability of physiological testing and the role of maturation in talent identification for adolescent team sports, *Journal of Science and Medicine in Sport* 9, pp:277-287.
23. Pettersen, S. A., & Mathisen, G. E. (2012). Effect of Short Burst Activities on Sprint and Agility Performance in 11-to 12-Year-Old Boys. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(4), 1033.

24. Rowland, T.W., and L.N. Cunningham (1997). Development of ventilatory responses to exercise in normal white children. *Chest* 11:pp:327-332.
25. Slentz C.A, B.D. Duscha, J.L. Johnson, et al. (2004). "Effects of the Amount of Exercise on Body Weight, Body Composition, and Measures of Central Obesity". *Arch Intern Med.* Jan 12; 164(1): pp:31-9.
26. Toubekis, A.G., Tsami, A.P., Smilios, I.G., Douda, H.T., & Tokmakidis, S.P. (2011). Training-Induced Changes on Blood Lactate Profile and Critical Velocity in Young Swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(6), 1563.