

Comparison the effects of 6 weeks of resistance training and concurrent training on aerobic power and resting levels of growth hormone and cortisol in healthy children

Rafie MM¹, Shavandi N², Saremi A², Abdolmaleki A³

1- Department of Physical Education and Sport Sciences, Tehran University-pardiskish, Kish, Iran

2- Department of Physical Education and Sport Sciences, Arak University, Arak, Iran.

3- Department of Physical Education and Sport Sciences, Bu-Ali Sinauniversity, Hamedam, Iran.

Received: 25 Jan 2014, Accepted: 21 May 2014

Abstract

Background: There are few studies related to effects of exercise training, including concurrent training, on hormonal changes in children. Hence, the aim of this study was to Compare the effects of 6 weeks of resistance training and concurrent resistance and endurance training on aerobic power (VO₂peak) and resting levels of growth hormone and cortisol in healthy children.

Materials and Methods: The subjects of this quasi-experimental study were 35 healthy boys between 9-11 years old, which were randomly divided into three groups of concurrent training (n=12), resistance training (n=11), control (n=12). Experimental groups were trained during 6 weeks; 3 times a week. Control group were performed only their routine activities. VO₂peak test was taken 48 hours before and after implementation of 6-weeks protocols and samples were selected from all subjects. Measurement of resting levels of GH and cortisol was performed with ELISA method. For data analysis, one way ANOVA and paired t-test were used.

Results: The results showed that VO₂peak and resting levels of GH increased significantly in concurrent training group (p=0.001, p=0.003, respectively). Resting level of cortisol in concurrent group was significantly lower than the other groups (p<0.05) and it was reduced significantly in concurrent training and resistance training groups (p=0.001, p=0.036).

Conclusion: It seems a concurrent training period has greater benefits on VO₂peak and resting levels of GH and cortisol in children in comparison with resistance training.

Keywords: Aerobic Power, Concurrent Training, Cortisol, Growth Hormone, Healthy Children

*Corresponding author:
Address: Bu-Ali Sinauniversity, Hamedam, Iran.
Email: Abdolmaleki84@gmail.com

مقایسه اثر 6 هفته تمرین مقاومتی و تمرین همزمان بر توان هوازی، سطوح استراحتی هورمون رشد و کورتیزول در کودکان سالم

محمد مهدی رفیعی¹، نادر شوندی²، عباس صارمی²، عباس عبدالملکی³

1- دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی، پردیس کیش دانشگاه تهران، کیش، ایران

2- استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اراک، اراک، ایران

3- دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی، دانشگاه بوعلی سینای همدان، ایران

تاریخ دریافت: 92/11/5 تاریخ پذیرش: 93/2/31

چکیده

زمینه و هدف: پژوهش‌های مربوط به بررسی اثر تمرینات ورزشی، به ویژه تمرین همزمان بر تغییرات هورمونی در کودکان بسیار اندک است. از این رو، هدف این پژوهش مقایسه اثر 6 هفته تمرین مقاومتی و تمرین همزمان مقاومتی و استقامتی بر توان هوازی، سطوح استراحتی هورمون رشد و کورتیزول در کودکان سالم بود.

مواد و روش‌ها: آزمودنی‌های این پژوهش (که به صورت نیمه تجربی به انجام رسید) 35 پسر سالم 9 تا 11 ساله بودند که به صورت تصادفی به 3 گروه تمرین همزمان ($n=12$)، تمرین مقاومتی ($n=11$) و کنترل ($n=12$) تقسیم شدند. گروه‌های تمرینی 3 جلسه در هفته و به مدت شش هفته به تمرین پرداختند و گروه کنترل تنها فعالیت‌های روزمره خود را انجام می‌داد. 48 ساعت پیش و پس از اجرای پروتکل 6 هفته‌ای، آزمون توان هوازی و نمونه‌گیری از همه آزمودنی‌ها به عمل آمد. سنجش سطوح استراحتی هورمون رشد و کورتیزول با روش الایزا به انجام رسید. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون‌های آماری تحلیل واریانس یک طرفه و تی هم‌بسته استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که توان هوازی و سطوح استراحتی هورمون رشد در گروه تمرین همزمان به گونه معنی‌داری افزایش یافته است (به ترتیب $p=0/001$ ، $p=0/003$). سطوح استراحتی کورتیزول در گروه تمرین همزمان به گونه معنی‌داری نسبت به دو گروه دیگر پایین‌تر بود ($p<0/05$) و در گروه تمرین همزمان و تمرین مقاومتی نیز به گونه معنی‌داری کاهش یافته بود (به ترتیب $p=0/001$ ، $p=0/036$).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد که با به کارگیری یک دوره تمرین همزمان با روش‌شناسی تمرینی مناسب در مقایسه با تمرین مقاومتی در کودکان بتوان سودمندی‌های بیشتری را در خصوص توان هوازی و سطوح استراحتی هورمون رشد و کورتیزول به دست آورد.

واژگان کلیدی: توان هوازی، تمرین همزمان، کورتیزول، هورمون رشد، کودکان سالم

*نویسنده مسئول: همدان، دانشگاه بوعلی سینای همدان، گروه تربیت بدنی

Email:Abdolmaleki84@gmail.com

مقدمه

امروزه مباحث مربوط به فعالیت ورزشی در زمینه‌های گوناگونی هم‌چون ورزش قهرمانی، تندرستی، بازتوانی و غیره گسترش چشم‌گیری یافته است (1). سازگاری‌های ناشی از فعالیت ورزشی به میزان بالایی به ویژگی‌های تمرین انجام شده بستگی دارند (2). برای مثال، تمرین هوازی به طور کلی شامل فعالیت‌هایی از چند دقیقه تا چند ساعت با شدت‌های گوناگون است که ممکن است به صورت شنا، دوچرخه سواری، دویدن و غیره به انجام برسد. این نوع تمرین توانایی بدن برای اجرای فعالیت‌های طولانی مدت را، عمدتاً از طریق افزایش توان هوازی یا اکسیژن مصرفی اوج (Peak Oxygen Consumption- $VO_2\text{peak}$)، افزایش می‌دهد. از سوی دیگر، تمرین مقاومتی فعالیت‌هایی را شامل می‌شود که اغلب در آنها از مقاومت خارجی استفاده می‌شود و توانایی بدن برای به کارگیری نیروی بیشتر را، عمدتاً از طریق قدرت بیشینه افزایش می‌دهد (3). اعتقاد بر این است که به کارگیری ترکیبی از این دو شیوه تمرینی، یعنی اجرای تمرین مقاومتی و سپس هوازی که بنام تمرین هم‌زمان (Concurrent strength and endurance training) and شناخته شده است می‌تواند سودمندی‌های ویژه‌ای را به همراه داشته باشد (4).

تاکنون پژوهش‌های بسیاری در زمینه اثر بخشی تمرینات ورزشی گوناگون بر سیستم‌های گوناگون بدن به انجام رسیده است. یکی از این سیستم‌ها، غدد درون ریز و هورمون‌های مترشحه از آنها می‌باشد که در چند دهه گذشته بسیار مورد توجه قرار گرفته است. از این رو، درک برخی از مبانی مربوط به سیستم درون‌ریز، چگونگی کارکرد آن و این که چگونه هورمون‌ها به فعالیت‌های ورزشی گوناگون پاسخ می‌دهند برای برنامه‌ریزی فعالیت‌های ورزشی منظم در زمینه‌های گوناگون بسیار مهم است (1). فعالیت ورزشی می‌تواند به صورت موقت و دراز مدت ترشح هورمون‌ها را دست‌خوش تغییر سازد، از جمله هورمون رشد و کورتیزول را که ترشح آنها با تغییر ویژگی‌های فعالیت ورزشی تغییر می‌کند (5، 6). فعالیت ورزشی آزادسازی هورمون رشد را از

هیپوفیز قدامی تحریک می‌کند. هورمون رشد هورمونی پپتیدی با 191 اسیدآمینو است. ساخت و آزادسازی آن توسط سلول‌هایی به نام سوماتوتروف (Somatotrof) در هیپوفیز قدامی صورت می‌پذیرد. هورمون رشد سنتز پروتئین در عضله را تحریک و تجزیه تری گلیسریدها را در بافت چربی افزایش می‌دهد (7). کورتیزول نیز به عنوان یک گلوکوکورتیکوئید در متابولیسم گلوکز درگیر است که چندین فرآیند را تحریک می‌کند تا به کمک یکدیگر سطوح طبیعی گلوکز را افزایش دهند و یا حفظ کنند، مانند گلوکونئوز که گلوکز را از اسیدهای آمینه یا لیپیدها می‌سازد. البته ترشح کورتیزول بیشتر در پاسخ به استرس‌های فیزیولوژیکی یا روانی افزایش می‌یابد. فعالیت ورزشی به عنوان یک استرس فیزیولوژیکی می‌تواند میزان ترشح هورمون رشد و کورتیزول را تغییر دهد (7). پژوهش‌های بسیاری بیان کرده‌اند که پاسخ‌های زودگذر هورمون رشد و کورتیزول بیشتر به شدت نسبی کار یا فعالیت ورزشی وابسته است (8، 9). با این حال برخی بر این باورند که پاسخ‌های درازمدت هورمون رشد و کورتیزول می‌تواند به عوامل بسیاری هم‌چون نوع و طول زمان فعالیت، هوازی یا بی‌هوازی بودن فعالیت و سطح آمادگی فرد وابسته باشد (10، 11). برای مثال، مارکس و همکاران پس از 24 هفته تمرین مقاومتی با حجم پایین با دوشیوه گوناگون تفاوتی در سطوح استراحتی هورمون رشد مشاهده نکردند (12). از سوی دیگر کریج و همکاران افزایش پاسخ هورمون رشد را پس از 12 هفته تمرین مقاومتی با شدت نسبی بالا را در مردان جوان گزارش کردند (5). با این وجود، برخی بر این باورند که سطوح استراحتی هورمون رشد پس از یک دوره (8 تا 24 هفته) تمرین مقاومتی تغییر چندانی پیدا نمی‌کند (13). از سوی دیگر، منابع تغییرات معنی‌داری را در سطوح استراحتی کورتیزول پس از 8 تا 16 هفته تمرین مقاومتی و تمرین هم‌زمان مقاومتی و استقامتی گزارش کرده‌اند (6، 8).

جمعیت مورد مطالعه در بیشتر پژوهش‌ها آزمودنی‌های جوان و بزرگسال بودند و در بین منابع علمی

موجود پژوهش‌های بسیار کمی به بررسی اثر تمرینات ورزشی بر سطوح استراحتی هورمون رشد و کورتیزول کودکان در دست است. برای مثال باقری و همکاران پس 8 هفته تمرین در آب تغییر معنی‌داری را در سطوح هورمون رشد در کودکان 9 تا 11 ساله مشاهده نکردند (14) که البته شاید بتوان کمبود تحریک لازم را دلیل اصلی آن دانست. از سوی دیگر نیز تغییر در سطوح استراحتی کورتیزول ضد و نقیض به نظر می‌رسد (15، 16). حال با توجه به این که تغییرات هورمونی کودکان نسبت به افراد جوان و بزرگسال تا حدودی متفاوت به نظر می‌رسد (7) و همچنین این که کالج پزشکی ورزشی آمریکا توصیه‌هایی را برای افزودن برنامه تمرینی هوازی به مقاومتی جهت ایجاد تغییراتی در سطوح استراحتی برخی از هورمون‌ها (همچون هورمون رشد و کورتیزول) ارائه نموده است (17)، این پژوهش در نظر دارد تا به مقایسه اثر 6 هفته تمرین مقاومتی و تمرین همزمان مقاومتی و استقامتی بر توان هوازی و سطوح هورمون رشد و کورتیزول در کودکان پردازد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری این پژوهش را کودکان پسر غیر ورزشکار مدرسه ابتدایی شکوفه‌های ایثار شهر اراک تشکیل می‌دادند که شامل 150 دانش‌آموز پسر 9 تا 11 ساله بود که 35 نفر از آنها به صورت داوطلبانه و با رضایت اولیا به صورت در دسترس انتخاب گردیدند، سپس آزمودنی‌ها به طور تصادفی به 3 گروه کنترل (12 نفر)، تمرین مقاومتی (11 نفر) و تمرین همزمان (12 نفر) تقسیم شدند. جلسه آشنایی آزمودنی‌ها با فرآیند پژوهش در سه جلسه و به فاصله 48 ساعت پیش از آغاز کار انجام گرفت. یک روز پیش از آغاز و یک روز پس از پایان پروتکل‌های سه‌گانه در این پژوهش فرآیند آزمون‌گیری انجام گردید.

برای اندازه‌گیری توان هوازی پیش و پس از پایان پروتکل‌های 6 هفته‌ای از آزمون زیر بیشینه برآورد اکسیژن

مصرفی اوج یا همان VO_{2peak} مختص کودکان 8 تا 12 ساله استفاده شد (18). همه آزمودنی‌ها پروتکل پله زیربیشینه را در یک ساعت مشخص در روز پیش‌آزمون و پس‌آزمون به این صورت اجرا کردند که به مدت سه دقیقه با ضربانگ 24 بار بالا رفتن (با استفاده از یک مترونوم) از جعبه‌ای به ارتفاع 30 سانتیمتر انجام می‌دادند. برای این که آزمودنی‌ها ضربانگ را حفظ کنند مورد تشویق قرار گرفتند. ضربان قلب آزمودنی‌ها در حالت استراحت، بلافاصله، یک و دو دقیقه پس از پایان پروتکل آزمون توسط پایشگر ضربان قلب پلار (Rate Monitor Model 610iPolar Heart) به ثبت رسید. سپس توسط فرمول زیر

میزان VO_{2peak} برای هر آزمودنی به دست آمد (18).
 $VO_{2peak} = -2/354 + (0/065 \times \text{قد به سانتیمتر}) + (\text{ضربان} \times 0/008) - (\text{میانگین ضربانهای قلب پس از} \times 0/870)$

سطوح استراحتی هورمون رشد و کورتیزول

یک روز پیش از آغاز و یک روز پس از پایان پروتکل‌های پژوهش، آزمودنی‌ها پس از حدود 8 ساعت ناشتا (از ساعت 23 تا 8 صبح روز مورد نظر) برای نمونه‌برداری خون به آزمایشگاه مراجعه کردند. نمونه‌گیری خونی از ورید میانی (سفالیک) آزمودنی‌ها در یک وضعیت نشسته و ثابت با سرنگ 5 میلی‌لیتر به عمل آمد. نمونه‌های جمع‌آوری شده درون لوله‌های استریل حاوی K_3EDTA ریخته شد، سپس درون یخ قرار گرفت. پس از چند دقیقه باقی ماندن در دمای محیط، توسط دستگاه سانتریفیوژ به مدت 10 دقیقه با 3500 دور در دقیقه، سرم از پلاسما جدا گشت. نمونه‌ها تا زمان رسیدن به آزمایشگاه در دمای $20^{\circ}C$ - درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. اندازه‌گیری سطوح هورمون رشد با استفاده از کیت مونوبایند و سطوح کورتیزول با استفاده از کیت ایمونوتک فرانسه با روش الیزا انجام گرفت.

پس از پایان جلسات آشناسازی و یک روز پس از اجرای پیش‌آزمون پروتکل‌ها آغاز گردید و به

فعالیت‌های روزمره، سه جلسه در هفته به ترتیب پروتکل‌های برنامه تمرین مقاومتی و برنامه تمرین مقاومتی به علاوه هوازی را که در جدول 1 آمده است را انجام دادند. پس از هر جلسه تمرین نیز 5 تا 8 دقیقه سردکردن و حرکات کششی ایستا انجام گرفت.

آزمودنی‌های سه گروه توصیه‌های لازم ارائه شد تا مانند سابق فعالیت‌های روزمره خود را انجام داده و در هیچ فعالیت منظم خارج از برنامه دیگری شرکت نکنند. گروه کنترل تنها مانند سابق فعالیت‌های روزمره خود را انجام می‌داد، گروه‌های تمرین مقاومتی و تمرین همزمان علاوه بر

جدول 1. پروتکل‌های تمرینی پژوهش

| برنامه تمرین مقاومتی | هفته اول و دوم | هفته سوم و چهارم | هفته‌های پنجم و ششم |
|---|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| - نیم‌چمباتمه با تکیه به دیوار | *2/8(تکرار با وزنه بدن)-2 | 2/8(تکرار با وزنه بدن)-3 | 2/10(تکرار با وزنه بدن)-3 |
| - پرس سینه | 2/15(تکرار بیشینه)-2 | 2/12(تکرار بیشینه)-2 | 2/10(تکرار بیشینه)-2 |
| - جلو ران با دستگاه | 2/15(تکرار بیشینه)-2 | 2/12(تکرار بیشینه)-2 | 2/10(تکرار بیشینه)-2 |
| - شنای سوئدی اصلاح شده | 2/15(تکرار بیشینه)-2 | 2/12(تکرار بیشینه)-2 | 2/10(تکرار بیشینه)-2 |
| - پشت ران با دستگاه | 2/15(تکرار بیشینه)-2 | 2/12(تکرار بیشینه)-2 | 2/10(تکرار بیشینه)-2 |
| - زیر بغل قایقی با دستگاه | 2/15(تکرار بیشینه)-2 | 2/12(تکرار بیشینه)-2 | 2/10(تکرار بیشینه)-2 |
| - دراز و نشست | **2/15(۱۰۰۸)-2 | 2/20(۱۷۰۱۵)-2 | 2/20(۲۰۰۱۷)-2 |
| - بلند کردن سر، گردن و شانه در حالت دمر | 2/15(۱۰۰۸)-2 | 2/15(۱۰۰۸)-2 | 2/15(۱۰۰۸)-2 |
| تمرین هوازی | اول | دوم | سوم |
| دوی یکنواخت | 2/5)2/70*** | 2(7/5)2/70 | 2(10)2/75 |
| | | 2(7/5)2/75 | 2(10)-/75 |

* زمان استراحت بین نوبت‌ها به دقیقه/(شمار تکرار و میزان بار یا مقاومت) شمار نوبت‌ها، * زمان استراحت بین نوبت‌ها به دقیقه/(دو جلسه اول، دو جلسه دوم، دو جلسه سوم) شمار نوبت‌ها، *** درصدی از ضربان قلب ذخیره/ زمان استراحت بین نوبت‌ها به دقیقه (دوی یکنواخت به دقیقه) شمار نوبت‌ها

برای محاسبه اندازه اثر در مقایسه‌های از نرم افزار Comprehensive Meta Analysis Version 2.0 استفاده شد.

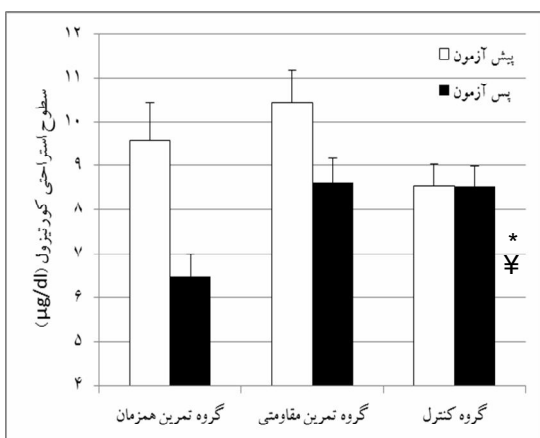
یافته‌ها

ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها شامل سن، قد، وزن، ضربان قلب استراحت و $VO_2\text{peak}$ به تفکیک گروه‌های کنترل، تمرین مقاومتی و تمرین همزمان در جدول 2 آورده شده است.

پژوهش حاضر توسط کمیته اخلاق منطقه‌ای در پژوهش‌های علوم پزشکی در دانشگاه علوم پزشکی اراک با کد 8-148-92 تصویب و به ثبت رسیده است. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف، برای مقایسه تفاوت بین اثربخشی پروتکل‌ها از آزمون آماری تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون تعقیبی توکی، برای بررسی تفاوت مقادیر پیش و پس آزمون از آزمون تی همبسته، برای تجزیه و تحلیل داده از نرم افزار SPSS نسخه 19، برای رسم نمودارها از Excel 2010 و

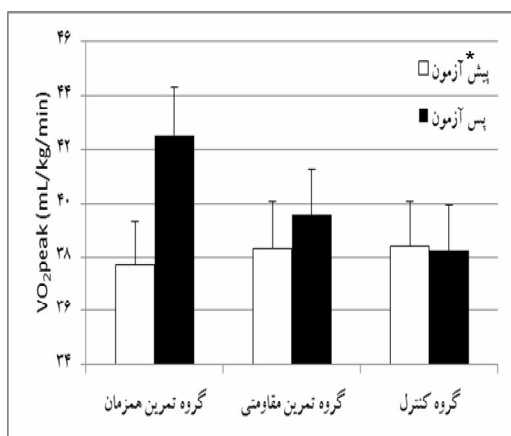
جدول 2. ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها (میانگین \pm انحراف استاندارد)

| سن (سال) | قد (سانتیمتر) | وزن (کیلوگرم) | ضربان قلب استراحت | $VO_2\text{peak}$ (mL/kg/min) |
|----------------|---------------|---------------|-------------------|-------------------------------|
| 10/2 \pm 1/3 | 123 \pm 26 | 24 \pm 10/5 | 79 \pm 9 | 38/42 \pm 5/70 |
| 9/9 \pm 1/1 | 120 \pm 27 | 22 \pm 10/2 | 81 \pm 12 | 38/33 \pm 5/79 |
| 10/2 \pm 1/1 | 126 \pm 25 | 24 \pm 10/9 | 79 \pm 11 | 37/72 \pm 5/54 |



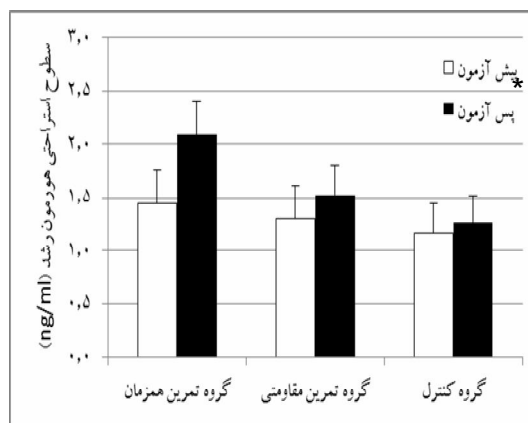
نمودار 2. سطوح استراحتی کورتیزول در سه گروه پیش و پس از شش هفته تمرین (میانگین \pm خطای استاندارد) \ddagger تفاوت معنی دار با گروه کنترل و گروه تمرین مقاومتی ($p < 0/05$), * تفاوت معنی دار با پیش آزمون ($p < 0/05$)

هیچ تفاوت معنی داری بین توان هوازی سه گروه پس از پایان اجرای پروتکل های 6 هفته ای دیده نشد ($F=1/61$, $p=0/214$). با این حال نتایج آزمون تی همبسته نشان داد VO_{2peak} پس آزمون گروه همزمان نسبت به پیش آزمون افزایش معنی داری داشته است ($p=0/001$) (نمودار 3).



نمودار 3. توان هوازی (VO_{2peak}) آزمودنیها در سه گروه پیش و پس از شش هفته تمرین (میانگین \pm خطای استاندارد) * تفاوت معنی دار با پیش آزمون ($p < 0/05$)

نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد که سطوح استراحتی هورمون رشد پس از 6 هفته در بین سه گروه تفاوت معنی داری نداشته است ($p=0/118$), اما یافته های آزمون تی همبسته نشان داد که سطوح استراحتی هورمون رشد در گروه تمرین همزمان به طور معنی داری پس از 6 هفته نسبت به پیش آزمون افزایش یافته است ($p=0/003$) (نمودار 1).



نمودار 1. سطوح استراحتی هورمون رشد در سه گروه پیش و پس از شش هفته تمرین (میانگین \pm خطای استاندارد) * تفاوت معنی دار با پیش آزمون ($p < 0/05$)

نتایج تحلیل واریانس یک طرفه تفاوت بین گروهی معنی داری را در سطوح استراحتی کورتیزول پس 6 هفته در بین سه گروه نشان داد ($F=5/77$, $p=0/007$). همچنین یافته های آزمون تعقیبی توکی نشان داد که سطوح استراحتی کورتیزول در گروه تمرین همزمان نسبت به گروه تمرین مقاومتی و کنترل به طور معنی داری پس اجرای پروتکل ها کاهش یافته است ($p=0/015$, $p=0/018$). به ترتیب یافته های آزمون تی همبسته نیز نشان داد که سطوح استراحتی کورتیزول در گروه تمرین مقاومتی و گروه تمرین همزمان به طور معنی داری پس از 6 هفته نسبت به پیش آزمون افزایش یافته است ($p=0/036$, $p=0/001$) (نمودار 2).

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بین سطوح استراحتی هورمون رشد 3 گروه پس از شش هفته تفاوت معنی داری وجود ندارد. با این حال، در گروه تمرین همزمان سطوح استراحتی هورمون رشد پس از شش هفته به طور معنی داری نسبت به پیش آزمون افزایش یافته بود. این یافته‌ها با نتایج پژوهش بل و همکاران که به بررسی اثر 6 و 12 هفته تمرین قدرتی، تمرین استقامتی و تمرین همزمان بر سطوح هورمون رشد پرداخته بودند هم راستا بود (10). علیرغم عدم تفاوت معنی دار آماری، با توجه به اندازه اثرهای (Effect Size-ES) به دست آمده برای هر یک از گروه‌ها (گروه تمرین همزمان $ES=0/92$ ، گروه تمرین مقاومتی $ES=0/29$ و گروه کنترل $ES=0/08$) و درصد تغییرات ایجاد شده در سطوح استراحتی هورمون رشد (گروه تمرین همزمان، گروه تمرین مقاومتی و گروه کنترل به ترتیب 44/1، 17/5 و 7/9 درصد)، شاید بتوان گفت این یافته تا حدودی با توصیه‌های ACSM (17) در خصوص افزودن برنامه تمرینی هوازی به برنامه مقاومتی برای افزایش پاسخ هورمون رشد هم‌خوان باشد. کریج و همکاران پس از 12 هفته تمرین مقاومتی پیشرونده افزایش‌های معنی داری را در سطوح استراحتی هورمون رشد افراد جوان یافتند (5) که این نتایج با یافته پژوهش حاضر هم راستا نبود. البته شاید بتوان کمبود مدت زمان تمرینی (6 هفته در برابر 12) و همچنین تفاوت سن آزمودنی‌های شرکت کننده در این پژوهش و پژوهش کریج و همکاران را دلیل ناهمسو بودن یافته‌ها دانست. از سوی دیگر سن و همکاران بیان کردند که احتمالاً تمرین ترکیبی شامل تمرین هوازی و مقاومتی تحریک مناسب تری را نسبت به تمرین هوازی برای افزایش سطوح استراحتی هورمون رشد فراهم آورد (19). هرچند مؤلفه‌های تمرینی به کار رفته در پژوهش آنها با پژوهش حاضر از ماهیت مشابهی برخوردارند، اما تمرین همزمان با تمرین ترکیبی ذکر شده کمی متفاوت به نظر می‌رسد. نام تمرین همزمان معرف اجرای تمرین هوازی پس از تمرین مقاومتی (قدرتی) است. اعتقاد بر این است که در این تمرین ممکن است که اجرای تمرین هوازی پس از تمرین قدرتی

تاحدودی سودمندی‌های ناشی از تمرین قدرتی را سرکوب سازد (3). از سوی دیگر به دلیل این که تنظیم ترشح هورمون رشد در پاسخ به فعالیت ورزشی به عوامل بسیاری هم‌چون افزایش غلظت لاکتات خون، افزایش غلظت یون هیدروژن در خون، نسبت اکسیژن مورد نیاز به اکسیژن در دسترس، سیگنال‌های آوران ناشی از گیرنده‌های متابولیکی عضله، فعالیت مرکز حرکتی، افزایش رهاسازی کاتکولامین‌ها و تغییر در دمای مرکزی، که همگی تحت تأثیر فعالیت ورزشی قرار دارند، وابسته است (20)، اندازه تحریک تمرینی (Training stimuli dose) در میزان تغییر این فاکتورها و سرانجام تعیین اندازه پاسخ هورمون رشد می‌تواند تعیین کننده باشد.

یافته دیگر پژوهش حاضر نشان داد که سطوح استراحتی کورتیزول در گروه تمرین همزمان به گونه معنی داری نسبت به دو گروه دیگر پس از گذشت 6 هفته پایین تر بود. بل و همکاران گزارش کردند که کورتیزول ادراری گروه مردان طی 8 هفته نخست تمرین در دو گروه تمرین همزمان و تمرین قدرتی به گونه معنی داری افزایش داشته است، اما در 8 هفته دوم در گروه تمرین همزمان بدون تغییر باقی ماند و در گروه تمرین قدرتی بگونه معنی داری کاهش یافته بود، هر چند که در گروه زنان کورتیزول ادراری به گونه معنی داری هم در گروه تمرین همزمان و هم گروه تمرین قدرتی کاهش یافته بود (6). هم‌چنین آنها گزارش کردند که شاید تفاوت‌های جنسی و هم‌چنین تحمل شدت‌های تمرینی مطلق بالاتر در گروه مردان دلیل این تفاوت‌ها باشد (6). هرچند که در بین پژوهش‌های به انجام رسیده گروه کودکان چندان مورد توجه قرار نگرفته‌اند، اما با این حال پژوهش بل و همکاران تا حدودی با یافته‌های این پژوهش هم‌خوانی دارد. از سوی دیگر، مقایسه مقادیر پیش و پس آزمون نشان داد که سطوح استراحتی کورتیزول پس از 6 هفته تمرین در گروه تمرین همزمان نسبت به پیش آزمون به گونه معنی داری کاهش یافته بود که این یافته با نتایج پژوهش بل و همکاران و روزا و همکاران هم راستا بود، اما با نتایج هاکنین و همکاران ناهمسو بود. روزا و همکاران پس از دوشیوه تمرینی همزمان

پژوهش مارتا و همکاران تا حدودی ناشی از تعداد آزمودنی‌های آنها باشد.

نتیجه گیری

با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر و پژوهش‌های دیگر که در زمینه تمرین همزمان و مقاومتی بر توان هوازی و تغییرات هورمونی به انجام رسیده است، به نظر می‌رسد که با به کارگیری یک دوره تمرین هم‌زمان با روش‌شناسی تمرینی مناسب در مقایسه با تمرین مقاومتی در کودکان بتوان سودمندی‌های بیشتری را در خصوص توان هوازی و سطوح استراحتی هورمون رشد و کورتیزول به دست آورد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مدیر مدرسه ابتدایی شکوفه‌های اینار شهر اراک به جهت همکاری و هم‌چنین از دانش آموزان شرکت کننده در این پژوهش کمال تشکر و قدردانی را داریم. قابل ذکر است که این مقاله منتج از پایان نامه می‌باشد.

منابع

1. Kraemer WJ, Fleck SJ, Deschenes MR. Exercise physiology: integrating theory and application: Lippincott Williams & Wilkins; 2011.
2. Booth FW, Baldwin KM. Muscle plasticity: energy demand and supply processes. In: Handbook of Physiology, Section 12: Exercise: Regulation and Integration of Multiple Systems. Bethesda, MD: American Physiological Society. 1996. p. 1075-123.
3. Nader GA. Concurrent strength and endurance training: from molecules to man. Medicine and science in sports and exercise. 2006; 38(11):1965-70.
4. Leveritt M, Abernethy PJ, Barry B, Logan PA. Concurrent strength and endurance training: the influence of dependent variable selection. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2003;17(3):503-8.
5. Craig B, Brown R, Everhart J. Effects of progressive resistance training on growth hormone and testosterone levels in young and elderly subjects. Mechanisms of ageing and development. 1989;49(2):159-69.
6. Bell G, Syrotuik D, Socha T, Maclean I, Quinney HA. Effect of strength training and

کاهش‌های معنی‌داری را در سطوح کورتیزول سرمی گزارش کردند(21). با این وجود، هاکنین و همکاران پس از 21 هفته تمرین همزمان قدرتی و استقامتی هیچ تغییر معنی‌داری را در سطوح کورتیزول سرم در گروه زنان مبتلا به آرتریت رماتوئید و گروه زنان سالم نیافتند. البته آنها بیان کردند که به دلیل همسان‌سازی شدت تمرین بین دو گروه و ملاحظات تمرینی مربوط به گروه مبتلا به آرتریت رماتوئید، ممکن است که برنامه تمرینی آنها از شدت کافی برخوردار نبوده باشد(22). هم‌چنین در پژوهش حاضر نشان داده شد که گروه تمرین مقاومتی نیز پس از 6 هفته کاهش معنی‌داری را در سطوح کورتیزول تجربه کرده بود. البته این یافته تأییدی بر یافته‌های پژوهش‌های پیشین بود(6). احتمالاً دلیل کاهش سطوح استراحتی کورتیزول پس تمرینات دراز مدت را بتوان به افزایش حذف کورتیزول در گردش و یا کاهش فعالیت هورمون آدرنوکورتیکوتروپیک (ACTH) نسبت داد(23).

نتایج پژوهش حاضر تفاوت معنی‌داری را بین مقادیر $VO_2\text{peak}$ سه گروه پس از 6 هفته نشان نداد. با این حال، مقایسه مقادیر پیش و پس آزمون نشان داد که در گروه تمرین هم‌زمان میزان $VO_2\text{peak}$ نسبت به پیش آزمون به طور معنی‌داری افزایش داشته است که این یافته با نتایج چندین پژوهش هم‌راستا بود(۱۰،۲۲،۲۴). برای مثال، مارتا و همکاران برای بررسی اثر تمرین هم‌زمان و تمرین مقاومتی بر $VO_2\text{peak}$ در کودکان، 125 دختر و پسر 10 تا 11 ساله را به سه گروه تمرین هم‌زمان، تمرین مقاومتی و کنترل تقسیم کردند. آنها افزایش $VO_2\text{peak}$ در گروه تمرین هم‌زمان را پس از 8 هفته نسبت به پیش آزمون مشاهده کردند. هم‌چنین آنها دریافتند که تغییر میزان $VO_2\text{peak}$ در گروه تمرین هم‌زمان به طور معنی‌داری نسبت به دو گروه دیگر بیشتر بوده است(24). اگرچه این یافته آنها در مقایسه با پژوهش حاضر ناهمسو به نظر می‌رسد، اما مقایسه اندازه اثر گزارش شده در پژوهش آنها و پژوهش حاضر مبنی بر افزایش $VO_2\text{peak}$ در گروه تمرین هم‌زمان (به ترتیب 0/19 و 0/56)، این موضوع را روشن می‌سازد که شاید تفاوت معنی‌داری گزارش شده در

- concurrent strength and endurance training on strength, testosterone, and cortisol. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 1997; 11(1): 57-64.
7. Borer KT. *Advanced Exercise Endocrinology: Human Kinetics*; 2013.
 8. Barreca T, Reggiani E, Franceschini F, Bavastro G, Messina V, Menichetti G, et al. Serum prolactin, growth hormone and cortisol in athletes and sedentary subjects after submaximal and exhaustive exercises. *Journal of sports medicine and physical fitness*. 1988; 28(1): 88-92.
 9. Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Medicine*. 2005;35(4):339-61.
 10. Bell G, Syrotuik D, Martin T, Burnham R, Quinney H. Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. *European journal of applied physiology*. 2000; 81(5): 418-27.
 11. Hakkinen K, Pakarinen A, Kraemer WJ, Newton RU, Alen M. Basal concentrations and acute responses of serum hormones and strength development during heavy resistance training in middle-aged and elderly men and women. *Journals of Gerontology-Biological Sciences and Medical Sciences*. 2000;55(2):B95-105.
 12. Marx JO, Ratamess NA, Nindl BC, Gotshalk LA, Volek JS, Dohi K, et al. Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. *Medicine and science in sports and exercise*. 2001;33(4):635-43.
 13. Wideman L, Weltman JY, Hartman ML, Veldhuis JD, Weltman A. Growth hormone release during acute and chronic aerobic and resistance exercise. *Sports Medicine*. 2002; 32(15): 987-1004.
 14. Bagheri MH, Bambaiechi E, Esfarjani H, Satar M. The effect of 8 weeks of water training on growth hormone and insulin-like growth factor in children. *JSB* 2012; 4(14): 21-36.[Persian]
 15. Home L, Bell G, Fisher B, Warren S, Janowska-Wieczorek R. Interaction between cortisol and tumour necrosis factor with concurrent resistance and endurance training. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 1997; 7(4): 247-51.
 16. Izquierdo M, Ibañez J, Calbet JA, Navarro-Amezqueta I, González-Izal M, Idoate F, et al. Cytokine and hormone responses to resistance training. *European journal of applied physiology*. 2009;107(4):397-409.
 17. Armstrong L. *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription/American College of: Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia*; 2006
 18. Jacks DE, Topp R, Moore JB. Prediction of VO2 Peak Using a Sub-maximal Bench Step Test in Children. *Clinical Kinesiology*. 2011; 65(4): 69-75.
 19. Seo D-I, Jun T-W, Park K-S, Chang H, So W-Y, Song W. 12 weeks of combined exercise is better than aerobic exercise for increasing growth hormone in middle-aged women. *International journal of sport nutrition & exercise metabolism*. 2010;20(1):21-6.
 20. Stokes K. Growth hormone responses to sub-maximal and sprint exercise. *Growth hormone & IGF research*. 2003;13(5):225-38.
 21. Rosa G, Dantas E, Biehl C, de Castro e Silva H, Montano M, de Mello D. Leptin, Cortisol and Distinct Concurrent Training Sequences. *International journal of sports medicine*. 2012;33(3):177-80.
 22. Häkkinen A, Pakarinen A, Hannonen P, Kautiainen H, Nyman K, Kraemer W, et al. Effects of prolonged combined strength and endurance training on physical fitness, body composition and serum hormones in women with rheumatoid arthritis and in healthy controls. *Clinical and experimental rheumatology*. 2004;23(4):505-12.
 23. Watababe T, Morimoto A, Sakata Y, Wada M, Murakami N. The effect of chronic exercise on the pituitary-adrenocortical response in conscious rats. *J Physiol*. 1991; 439: 691-9.
 24. Marta C, Marinho D, Barbosa T, Izquierdo M, Marques M. Effects of Concurrent Training on Explosive Strength and VO2max in Prepubescent Children. *International journal of sports medicine*. 2013;34(10):888-96.