

## پاسخ عوامل رشدی به دو هفته بی‌فعالیتی پس از یک دوره فعالیت بدنی در کودکان کوتاه قد

مرجان افغان<sup>۱</sup> - عباسعلی گائینی<sup>۲</sup> - فرهاد حسین پناه<sup>۳\*</sup>

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، مرکز تحقیقات فیزیولوژی غدد درون ریز، پژوهشکده علوم غدد درون ریز و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، ۲. استاد گروه فیزیولوژی ورزش دانشگاه تهران، ۳. فوق تخصص غدد درون ریز، دانشیار مرکز تحقیقات پیشگیری و درمان چاقی، پژوهشکده غدد درون ریز و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.

(تاریخ دریافت: ۰۲/۰۶/۱۳۹۳، تاریخ تصویب: ۱۴/۱۰/۱۳۹۳)

### چکیده

هدف از مطالعه حاضر، تعیین پاسخ عوامل رشدی به دو هفته بی‌فعالیتی پس از یک دوره فعالیت بدنی در کودکان کوتاه قد بود. نمونه آماری شامل ۱۴ کودک مبتلا به کوتاه قدی ایدیوپاتیک بودند. برنامه فعالیت بدنی شامل فعالیت‌ها و بازی‌های ورزشی مناسب سن کودکان بود. شدت فعالیت بدنی در محدوده ۶۰-۴۰ درصد حداکثر تواتر قلبی کنترل شد. گروه کنترل به طور همزمان در کلاس نقاشی شرکت کردند. مقادیر IGF-I و IGF-BP-3 در ابتدا، پس از ۸ هفته تمرین و پس از ۲ هفته بی‌تمرینی اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد مقادیر IGF-I و IGF-BP-3 پس از ۲ هفته بی‌تمرینی در گروه تجربی، تغییرات اندک و غیر معنی‌دار و در گروه کنترل افزایش معنی‌داری را به دنبال داشتند ( $p < 0.05$ ). می‌توان نتیجه گرفت کاهش میزان فعالیت بدنی در کودکان به علت شرکت آنها در کلاس‌های بدون تحرک ممکن است روی عوامل رشدی تأثیر منفی داشته و بازگشت آنها به زندگی فعال تر، این عوامل را بازسازی نماید.

### واژه‌های کلیدی

کودکان، فعالیت بدنی، کوتاه قدی، عوامل رشدی، بی‌تمرینی.

## مقدمه

یکی از مراحل اساسی و مهم در شکل‌گیری خصوصیات و ویژگی‌های فیزیولوژیکی انسان دوران کودکی می‌باشد. این دوران از لحظه تولد شروع و تا آخر بلوغ ادامه دارد و در تمام این مراحل کودک از نقطه نظر جسمی، روحی و روانی و اجتماعی به طور اجتناب‌ناپذیر تغییر می‌کند. پایش رشد یکی از مهم‌ترین مکمل‌های مراقبت سلامت کودکان است و اختلالات رشد اولین علامت قابل شناسایی مشکلات پزشکی، اجتماعی و تغذیه‌ای می‌باشند (۱۴). اهداف سلامت کودکان برای قرن ۲۱ به طور خاص بر روی اصلاح میزان کوتاه‌قدی متمرکز شده است و یکی از پنج هدف برجسته WHO که لازم است برای همه از قرن ۲۱ تعیین شود، این است که درصد کوتاه‌قدی کودکان زیر ۵ سال باید به کمتر از ۲۰ درصد در کلیه کشورها و کلیه زیرگروه‌های خاص تا سال ۲۰۲۰ میلادی برسد (۳۰).

در سال ۲۰۰۰ میلادی ۱۸۲ میلیون کودک مبتلا به کوتاهی قد با توجه به سن بودند (۵). همچنین در مطالعه اسفرجانی و همکاران (۱۳۹۰)، شیوع کوتاه‌قدی در کودکان کلاس اول شهر تهران ۳/۷٪ و در دختران و پسران، به ترتیب ۴/۴٪ و ۲/۸٪ برآورد شده است (۱).

در بیشتر طبقه‌بندی‌های کوتاه‌قدی، سه گروه اصلی تشخیص داده شده‌اند: اختلالات رشدی اولیه (مربوط به صفحه رشدی)، اختلالات رشدی ثانویه (شرایطی که فیزیولوژی صفحه رشدی را تغییر می‌دهد)، و گروه سوم که در آنها هیچ علت شناخته شده‌ای وجود ندارد. گروه سوم را تحت عنوان کوتاه‌قدی ایدیوپاتیک (ISS)<sup>۱</sup> می‌شناسند (۲۹). تخمین زده می‌شود در جهان، حدود ۸۰٪ کودکان مراجعه‌کننده مظنون به کوتاه‌قدی، با عنوان ISS تشخیص داده می‌شوند (۲۲).

در برخی بیماران مبتلا به ISS، اختلال رشدی می‌تواند در اختلال ظریف محور GH/IGF-I پدیدار شود (۷) که دستگاهی است متشکل از هورمون‌ها و میانجی‌هایی که رشد را در بافت‌های زیادی تنظیم می‌کند (۲۰). بیشتر کودکان مبتلا به ISS، کمبود هورمون رشد (GH) ندارند. دیده شده است مقادیر IGF-I آزاد کودکان مبتلا به ISS که به سن بلوغ نرسیده‌اند، در حد معنی‌داری کمتر، و مقادیر IGF-BP-1 در آنها بیشتر از همسالان سالم می‌باشد (۱۴). IGF-I در بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی ایفای نقش می‌کند، به ویژه در آنابولیسم اندام‌ها که با رشد استخوانی و عضلانی ارتباط دارد. تقریباً ۸۰٪ IGF-I در قالب یک ترکیب سه‌گانه ۱۵۰ کیلودالتونی وجود دارد که حاوی IGF-BP-3 و پروتئینی به نام زیرواحد ناپایدار اسیدی (ALS)<sup>۲</sup> می‌باشد (۱۱).

افراد با سطح آمادگی جسمانی بالا، مقادیر پلاسمایی GH و IGF-I بیشتری دارند (۱۰). همچنین، مقادیر پایه IGF-I با توده عضله و آمادگی بدنی کودکان پیش از سن بلوغ، نوجوانان، و بزرگسالان ارتباط دارد (۲۰). از این رو به نظر می‌رسد، تمرین ورزشی به افزایش IGF-I پلازما منجر می‌شود. در مقابل، شواهد بسیاری وجود دارد که در کودکان و نوجوانان، هر دو، برخلاف انتظار، حتی دوره‌های نسبتاً کوتاه فعالیت ورزشی هوازی (۵ هفته) می‌تواند به کاهش مقادیر پایه استراحتی IGF-I منجر شود (۶، ۸، ۲۱). برای مثال، مطالعه الیاکیم و همکارانش (۱۰) در سال ۱۹۹۸ در پسران نوجوان حدود ۱۶ ساله نشان می‌دهد ۵ هفته فعالیت ورزشی استقامتی که گاهی با تمرین با وزنه همراه بوده است، موجب کاهش مقادیر IGF-I شده است. الیاکیم و همکارانش در این مطالعه فرضیه‌ای را مطرح کردند که مطابق آن، یک پاسخ دو

(۷ نفر) تقسیم شدند. از والدین کودکان رضایت نامه کتبی برای شرکت در مطالعه و انجام آزمایشات خون اخذ شد.

قد ایستاده کودکان بدون کفش و در حالی که شانه‌ها در حالت استراحتی طبیعی قرار داشتند، با استفاده از متر نواری با دقت ۰/۰۱ متر و وزن آنان با ترازوی کالیبره شده دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ کیلوگرم اندازه‌گیری شد. BMI کودکان از تقسیم وزن (کیلوگرم) بر مجذور قد (متر) به دست آمد.

از آن جایی که در کودکان، بازکننده‌های زانو کامل توسعه نیافته‌اند، آزمون تردمیل بر آزمون چرخ کارسنج برای کودکان ارجحیت دارد (۶). پروتکل بروس (۸) که در اصل برای بزرگسالان طراحی شده است، برای کودکان از سن ۴ سال مناسب است (۲۷). از این رو، در پژوهش حاضر، آمادگی قلبی-تنفسی آزمودنی‌ها با استفاده از آزمون بروس روی تردمیل سنجیده شد. در ابتدا، کودکان، به مدت ۲ دقیقه با شیب ۱۰٪ و سرعت ۲ کیلومتر در ساعت روی تردمیل راه رفتند (مرحله گرم کردن) سپس پروتکل بروس اجرا شد (۳۱). حداکثر مسافت استقامت (به متر)، به عنوان معیار ظرفیت ورزشی در نظر گرفته شد. قبل و هنگام انجام آزمون، تواتر قلبی توسط دستگاه ضربان سنج سینه‌ای (بیورر - آلمان)، به طور مداوم اندازه‌گیری شد. تواتر قلبی  $\leq 185$  ضربه در دقیقه (bpm) یا از دست دادن تعادل و هماهنگی هنگام راه رفتن، به عنوان عملکرد بیشینه در نظر گرفته شد (۱۷).

گروه تجربی به مدت ۸ هفته و هر هفته ۳ جلسه به فعالیت بدنی پرداختند. هر جلسه ۶۰ دقیقه طول می‌کشید. در طول مدت فعالیت بدنی، ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول قندی در دسترس گروه تجربی قرار گرفت تا از تأثیر تعادل منفی کالری بر عوامل رشدی سرمی

مرحله ای برای سازگاری IGF-I با فعالیت ورزشی دراز مدت وجود دارد؛ پاسخ اولیه کاتابولیک، و پس از آن، با تمرین طولانی مدت تر (بیشتر از ۵-۶ هفته)، پاسخ آنابولیک. مطالعات حیوانی نیز این مسئله را تأیید کرده‌اند که دوره‌های طولانی تر فعالیت ورزشی (۴ تا ۹ هفته) به افزایش بیان ژن IGF-I در بافت عضلانی اسکلتی و افزایش مقادیر IGF-I خون منجر می‌شود (۲۳). با این حال این مسئله که پس از یک دوره فعالیت بدنی، آثار کاتابولیک و یا آنابولیک ناشی از آن تا چه مدت پایدارند تا به حال مورد بررسی قرار نگرفته است. از این رو، هدف از مطالعه حاضر، تعیین پاسخ محور GH/IGF-I به دو هفته بی‌فعالیتی پس از یک دوره فعالیت بدنی در کودکان مبتلا به ISS می‌باشد.

#### مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع توسعه‌ای و نیمه تجربی می‌باشد. در این مطالعه کلمه ISS کودکانی را توصیف می‌کند با قد زیر منحنی صدک ۳ نسبت به سن، سرعت قد کشیدن طبیعی یا کند، عدم ابتلا به ناهنجاری‌های غدد درون ریز، و بدون شواهدی مبنی بر بیماری مزمن بدنی یا روانی (۲۱). جامعه آماری، ۶۰ کودک مراجعه‌کننده به کلینیک غدد اطفال بیمارستان آتیه و مطب یک پزشک فوق تخصص بیماری‌های غدد اطفال با تشخیص ISS بودند. کودکانی که تحت درمان با GH قرار گرفته بودند و یا در تهران سکونت نداشتند، همچنین کودکان چاق یا لاغر، مبتلا به بیماری زمینه‌ای خاص یا شرکت‌کننده در فعالیت‌های ورزشی دیگر، وارد مطالعه نشدند. نمونه آماری شامل ۱۴ کودک (۴ دختر و ۱۰ پسر) مبتلا به ISS با سن  $\geq 1$  بودند که به طور تصادفی انتخاب شده و پس از همسان‌سازی از نظر مشخصات آنترپومتری و سن، به دو گروه کنترل (۷ نفر) و تجربی

اندازه‌گیری مقادیر IGF-I و IGF-3 سرمی از روش الایزا استفاده شد (Human IGF-I, Human IGF-3). برای ELISA kit, Causabio, wuhan, china. برای جلوگیری از تأثیر کوتاه مدت فعالیت ورزشی بر عوامل خونی، نمونه‌های خونی ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه فعالیت بدنی گرفته شد (۱۹،۲۶). نمونه‌های خونی، تا زمان سنجش مقادیر خونی در دمای ۷۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

### روش‌های آماری

از آمار توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) برای توصیف داده‌های سن، قد، وزن و BMI استفاده شده است. برای بررسی چگونگی توزیع داده‌ها از آزمون کولموگوروف اسمیرنوف (K-S) و برای مقایسه بین نتایج سه مرحله خون‌گیری، از تجزیه و تحلیل واریانس با اندازه‌های مکرر (Repeated Measures) با تعدیل نسبت به مقایسه‌های متعدد (Bonferroni) استفاده شد. سطح معنی‌داری (آلفا) ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام شده است.

### یافته‌ها

ویژگی‌های توصیفی شرکت‌کننده‌ها به تفکیک گروه کنترل و گروه تجربی در جدول ۱ ارائه شده است.

جلوگیری شود. گروه کنترل، همزمان، در کلاس نقاشی شرکت کردند.

۵-۱۰ دقیقه گرم کردن و حرکات کششی در ابتدای هر جلسه و ۵-۱۰ دقیقه سرد کردن و حرکات کششی در انتهای هر جلسه فعالیت بدنی انجام گرفت. برنامه فعالیت بدنی شامل فعالیت‌ها و بازی‌های ورزشی مناسب سن کودکان، همراه با دویدن، پریدن، و فعالیت‌های ورزشی رقابتی بود. همچنین، فعالیت‌های ساده‌ی والیبال، بسکتبال و فوتبال در برنامه ورزشی کودکان گنجانده شد. برنامه فعالیت بدنی از نظر شدت به نحوی طراحی شد که کودکان به طور طبیعی بتوانند آنها را انجام دهند و شدت فعالیت بدنی با استفاده از ساعت مچ بند پولار در محدوده ۴۰ تا ۶۰ درصد حداکثر تواتر قلبی کنترل شد. فعالیت‌های بدنی به صورت بازی طراحی شد تا کودکان را تشویق به انجام فعالیت‌ها کند.

از کودکان خواسته شد دو روز قبل از خون‌گیری فعالیت بدنی انجام ندهند. از کودکان در ۳ مرحله خون‌گیری به عمل آمد: روز قبل از شروع اولین جلسه فعالیت بدنی، ۴۸ ساعت پس از اتمام هفته ۸ فعالیت بدنی، ۴۸ ساعت پس از اتمام دو هفته بی‌فعالیتی. خون‌گیری در ساعت ۹ صبح از ورید جلوی بازویی -در حالی که کودکان ناشتا بودند- به عمل آمد. برای به حداقل رساندن خطای اندازه‌گیری، همه نمونه‌های خونی در ساعت ۹ صبح و توسط یک نفر کارشناس ماهر گرفته شد برای

جدول ۱. ویژگی‌های توصیفی کودکان (میانگین  $\pm$  انحراف استاندارد)

| سن              | قد                 | وزن              | نمایه توده بدن       |
|-----------------|--------------------|------------------|----------------------|
| (سال)           | (سانتی‌متر)        | (کیلوگرم)        | (kg/m <sup>2</sup> ) |
| ۶/۳۳ $\pm$ ۳/۲۰ | ۱۰۵/۵۰ $\pm$ ۱۲/۷۶ | ۱۵/۲۰ $\pm$ ۱/۷۶ | ۱۴/۰۶ $\pm$ ۱/۶۴     |
| ۶/۸۶ $\pm$ ۲/۶۷ | ۱۱۱/۱۴ $\pm$ ۱۰/۵۹ | ۱۷/۳۰ $\pm$ ۳/۰۵ | ۱۴/۱۴ $\pm$ ۲/۳۰     |

در پیش‌آزمون توسط گروه تجربی و کنترل وجود ندارد. پس از ۸ هفته مداخله، مسافت طی شده توسط گروه تجربی به طور معنی‌داری بیشتر از مسافت طی شده توسط گروه کنترل بوده است ( $P=0/035$ ). این اختلاف معنی‌دار، پس از دو هفته بی‌فعالیتی نیز مشاهده شد ( $P=0/025$ ).

مسافت طی شده توسط کودکان در سه مرحله آزمون بروس (پیش‌آزمون، انتهای مداخله و پس از دو هفته بی‌فعالیتی) در جدول ۲ نشان داده شده است. از آزمون تی مستقل برای تعیین تفاوت بین گروه‌ها استفاده شد. همانطور که مشاهده می‌شود، تفاوت معنی‌داری بین مسافت طی شده

جدول ۲. مسافت طی شده (متر) توسط کودکان در سه مرحله آزمون بروس (میانگین  $\pm$  انحراف استاندارد)

| پیش‌آزمون           | پس از مداخله       | ۲ هفته بی‌فعالیتی    |            |
|---------------------|--------------------|----------------------|------------|
| ۲۵۵/۲۵ $\pm$ ۶۸/۶۰  | ۲۰۵/۵۰ $\pm$ ۴۱/۹۹ | ۲۱۴/۰۳ $\pm$ ۱۳/۱۸   | گروه کنترل |
| ۳۲۴/۱۷ $\pm$ ۱۱۶/۲۸ | ۳۴۱ $\pm$ ۱۰۵/۴۵*  | ۳۳۲/۵۵ $\pm$ ۱۲۹/۱۵* | گروه تجربی |

\* $P < 0/05$

افزایش یافت ( $P=0/004$ ). هر چند در گروه تجربی، پس از دو هفته بی‌تمرینی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

همانطور که در جدول ۳ نشان داده شده است، در گروه کنترل پس از ۲ هفته بی‌فعالیتی، مقادیر IGFBP-3 و IGF-I نسبت به انتهای مداخله به طور معنی‌داری

جدول ۳. مقادیر سرمی عوامل رشدی کودکان در سه مرحله خونگیری (ng/ml) ( $\text{mean} \pm \text{SE}$ )

| پیش‌آزمون            | پس از مداخله         | ۲ هفته بی‌فعالیتی     |            |
|----------------------|----------------------|-----------------------|------------|
| ۱۰۰/۱۷ $\pm$ ۱۰/۰۸   | ۷۴/۱۷ $\pm$ ۵/۶۲     | ۹۵ $\pm$ ۶/۴۵*        | گروه کنترل |
| ۱۷۰/۸۶ $\pm$ ۳۷/۵۵   | ۹۳ $\pm$ ۱۴/۱۱       | ۹۴/۷۱ $\pm$ ۱۴/۷۹     | گروه تجربی |
| ۲۰۰۳/۸۳ $\pm$ ۶۲۲/۷۷ | ۱۵۳۵ $\pm$ ۵۱/۱۲     | ۳۶۲۲/۸۳ $\pm$ ۳۴۷/۱۵* | گروه کنترل |
| ۲۴۰/۱۱۴ $\pm$ ۵۰۳/۴۳ | ۱۸۶۰/۷۱ $\pm$ ۳۴۰/۹۰ | ۲۱۲۰/۱۴ $\pm$ ۳۱۰/۹۳  | گروه تجربی |

\* $P < 0/05$

تولید مثلی در زنان و به ویژه تولد نوزادان کم وزن (LBW) در مادران کوتاه قد می‌انجامد (۱۳). این شرایط در سال‌های بعد نیز با تغذیه کافی یا مراقبت بیشتر و بهبود شرایط زندگی، برگشت پذیر نخواهد بود و این موضوع با گذشت زمان می‌تواند صدمات جبران‌ناپذیری را در توسعه پایدار کشور به وجود آورد (۱۲).

مطالعات در زمینه پاسخ‌های کودکان به بی‌تمرینی بسیار محدود هستند. همسو با مطالعه حاضر، رویز و

## بحث

کوتاه‌قدی یکی از مهم‌ترین مشکلات کشورهای در حال توسعه است که با توجه به تعریف سازمان جهانی بهداشت، کوتاه‌بودن قد با توجه به سن تعریف شده است (۲۸). کوتاه‌قدی به نوبه خود به کاهش ظرفیت کار بدنی، ذهنی و حتی تأثیر نامطلوب بر عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان (۱۵)، کاهش اندازه بدن در بزرگسالی و اختلالات

هنگام فعالیت های ورزشی برای درک نحوه تحمل و گاهی عدم تحمل بدن کودکان و نوجوانان در برابر انواع متغیرهای تمرینی، ضروری است (۳). با این حال کودکان و نوجوانان نباید به عنوان بزرگسالان کوچک در نظر گرفته شوند. آنان در هر مرحله ای از تکامل خود، خصوصیات ویژه ای دارند. رشد و تکامل استخوانها، عضلات، اعصاب و اندامها تا حد زیادی ظرفیتهای فیزیولوژیکی و عملکردی آنها را تعیین میکند. بنابراین فعالیتهای بدنی و تمرینات ورزشی مناسب میتوانند از طریق تحریک ترشح هورمون رشد و متعاقب آن IGF-I بر رشد نهایی قد، افزایش توده عضلانی و بهبود سوخت و ساز مواد سه گانه (کربوهیدرات، چربی و پروتئین) اثرگذار باشند (۴).

با توجه به نتایج مطالعه حاضر پیشنهاد می شود فعالیت ورزشی مستمر در برنامه هفتگی کودکان (و بخصوص کودکان کوتاه قد) گنجانده شود تا از آثار منفی بی تحرکی بر محور رشد جلوگیری به عمل آید.

با توجه به این که توصیه های لازم برای خواب کافی مخصوصاً شب قبل از هر جلسه فعالیت بدنی انجام شد، همچنین با در نظر گرفتن محلول قندی برای کودکان گروه تجربی جهت جبران انرژی هزینه شده در هر جلسه فعالیت بدنی، به نظر می رسد محدودیت خاصی از این بابت وجود نداشته باشد. با این حال، عدم امکان نظارت مستقیم بر رفتارهای تغذیه ای و خواب کودکان، و نیاز به همکاری والدین برای کنترل میزان فعالیت بدنی کودکان، به ویژه در روز قبل از هر جلسه، به نوعی می تواند محدودیت پژوهش حاضر در نظر گرفته شود.

همانطور که ذکر شد، در ورزش، بدن با تقاضاهای زیادی رو به روست که تغییرات فیزیولوژیکی گسترده ای را موجب میشود. از این رو بررسی رویدادهای فیزیولوژیکی که در طول تمرین و سازگاری هایی که به

همکاران در سال ۲۰۱۰ تأثیر ۱۶ هفته فعالیت ورزشی هوازی و مقاومتی (۳ جلسه در هفته) و به دنبال آن ۲۰ هفته بی تمرینی را در ۷ کودک ۴-۷ ساله مبتلا به لوسمی لیمفوبلاستیک حاد مورد بررسی قرار دادند. مقادیر IGF-I، IGF-II، IGFBP-2 و IGFBP-3 پس از مداخله و پس از بی تمرینی تغییرات معناداری را نشان نداد (۲۴). نتایج مشابهی در سالمندان با ۱۶ هفته تمرین هوازی زیر بیشینه و ۴ هفته بی تمرینی گزارش شده است (۱۸)، همچنین، سانتوز و همکاران (۲۵) در سال ۲۰۱۱ تأثیر بی تمرینی پس از دو نوع تمرین استقامتی و مقاومتی مورد بررسی قرار دادند. آنها گزارش کردند که ۱۲ هفته بی تمرینی پس از ۸ هفته فعالیت ورزشی برای از بین رفتن آثار مثبت دوره تمرینی کافی نبوده است.

در این مطالعه، ۲ هفته بی تمرینی در گروه تجربی، تغییرات اندک و غیر معنی دار IGF-I و IGFBP-3 را به دنبال داشت که نشان دهنده پایداری پاسخ های عوامل رشدی به فعالیت بدنی در این کودکان می باشد. در مقابل، مقادیر IGF-I و IGFBP-3 پس از دو هفته بی تمرینی در گروه کنترل افزایش معنی داری را نشان داد که احتمالاً در نتیجه افزایش میزان فعالیت بدنی در این گروه پس از اتمام کلاس های نقاشی بوده است. از این رو می توان نتیجه گرفت که کاهش میزان فعالیت بدنی در کودکان به علت شرکت آنها در کلاس های بدون تحرک (مانند نقاشی در مطالعه حاضر) ممکن است روی عوامل رشدی آنان تأثیر منفی داشته باشد و بازگشت آنها به زندگی فعال تر، این عوامل را بازسازی نماید.

دوران کودکی فعال میتواند پایه و اساس آمادگی جسمانی در طول عمر باشد. هرچند هنوز ابهام هایی در مورد این سؤال که آیا پرداختن به رشته های ورزشی مختلف اثر خاصی بر رشد و بلوغ کودکان و نوجوانان دارد یا نه؟ وجود دارد. از این رو آگاهی از عملکرد هورمونی

افزایش توانایی بدن در مواجهه با فشارهای جسمانی و روانی از جمله وظایف هورمون‌هاست (۲). از این رو و با توجه به این که این سازگاری‌ها خصوصاً پس از بی‌تمرینی در کودکان کمتر مورد بررسی قرار گرفته است، پیشنهاد می‌شود مطالعات بیشتری در این زمینه انجام گیرد.

طور معمول در پی تمرین رخ می‌دهد، اهمیت ویژه‌ای دارد. سازگاری‌هایی که در کل بدن و به دنبال تمرین روی می‌دهد، در نتیجه سازگاری‌هایی است که در دستگاه‌های مختلف ایجاد شده است (۹). از طرفی سازگاری‌های دستگاه‌های مختلف نیز در پی تغییرات سلولی و مولکولی حادث می‌شوند. هورمون‌ها تقریباً بر همه جنبه‌های اعمال انسانی اثرگذارند و تنظیم رشد و تکامل، تولید مثل و

## منابع و مأخذ

۱. اسفرجانی ف، روستایی ر، محمدی نصرآبادی ف، عبداللهی م، هوشیار راد ا، اسماعیل زاده. (۱۳۹۰). "بررسی ارتباط الگوهای غذایی غالب با کوتاه قدی در کودکان تهرانی: یک مطالعه مورد-شاهدی". مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران. ۶ (۴): ۸۳-۹۲
۲. خداپناهی، کریم. (۱۳۷۰). "فیزیولوژی عمومی (اعصاب و غدد داخلی)". تهران، دانشگاه تربیت مدرس. ص ۷۶.
۳. رابرتز، رابرت آ. رابرتس، اسکات آ. (۱۳۸۴). "اصول بنیادی فیزیولوژی ورزشی". ترجمه عباسعلی گائینی و ولی اله دبیدی روشن، تهران، سمت. ص ۱۲۳.
۴. ساتن، جان، آر و هنریک گالبو. (۱۳۷۴). "هورمون‌ها و فعالیت‌های بدنی". ترجمه عباسعلی گائینی، تهران، اداره کل تربیت بدنی وزارت آموزش و پرورش و انجمن فارغ التحصیلان و متخصصان تربیت بدنی و ورزش. ص ۳۰۲.
5. ACC/SCN. "Nutrition throughout the life cycle". 4th Report on the world nutrition situation. Geneva: WHO; 2000. P 98.
6. Bar-Or O, Rowland T. (2004). "Pediatric exercise medicine. From Physiologic Principles to Healthcare Application". Human Kinetics, Champaign. p 49.
7. Blair JC and Savage MO. (2002). "The GH-IGF-I axis in children with idiopathic short stature". TRENDS in Endocrinology & Metabolism. 13 (8): pp: 325-30.
8. Bruce RA, Kusumi F, Hosmer D. (1973). "Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease". Am Heart J. 85: pp: 546-562.
9. Buyukyazi, G., Karamizrak, S. and Islegen, C. (2003). "Effects of continuous and interval running training on serum growth and cortisol hormones in junior male basketball players". Acta Physiol Hing, 90: PP: 69-79.
10. ELIAKIM A, Brasel JA, Mohan S, Wong W.T., Cooper D.M. (2005). "Increased physical activity and the growth hormone-IGF-I axis in adolescent males". Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. 1998; 275: R308-R314.

11. Elloumi M, Zaouali M, Maso F, Filaire E, Tabka Z, Lac G. (2005). **“IGFBP-3, a sensitive marker of physical training and overtraining”**. Br J Sports Med. 39: pp: 604–10.
12. Ghassemi H, Harrison G, Mohammad K. (2002). **“An accelerated nutrition transition in Iran”**. Public Health Nutr. 5(1A): pp: 149-55.
13. Gibson R, Ferguson E. (1988). **“Nutrition intervention strategies to combat zinc deficiency in developing countries”**. Nutr Res Rev. 11: pp: 115-31.
14. Hatami H, Rasavi SM, Eftekhari AH, Majlesi F, Sayed Nozadi M, Parizadeh SMJ. (2004). **“Text book of public health”**. Tehran: Tehran University of Medical Sciences Press. pp: 1461-78.
15. Ibrahim SA, Maksoud AAE, Nassar MF. (2002). **“Nutrition stunting in Egypt: which nutrient is responsible?”** East Mediterr Health J. 8 (2-3): pp: 1-7.
16. Kamoda T, Saitoh H, Hirano T, Matsui A. (2000). **“Serum levels of free insulin-like growth factor (IGF)-I and IGF-binding protein-1 in prepubertal children with idiopathic short stature”**. Clinical Endocrinology. 53: pp: 683-8.
17. Karila c, de Blic J, Waernessyckle S, Benoist MR, Scheinmann P. (2001). **“Cardiopulmonary exercise testing in children: an individualized protocol for workload increase”**. Chest. 120: pp: 81-7
18. Lovell, D. I., Cuneo, R., Wallace, J., & McLellan, C. (2012). **“The hormonal response of older men to sub-maximum aerobic exercise: The effect of training and detraining”**. Steroids, 77(5), 413-418.
19. Nemet D, Connolly PH, Pontello-Pescatello AM, et al. (2004). **“Negative energy balance plays a major role in the IGF-I response to exercise training”**. J Appl Physiol. 96: pp: 276-82.
20. Nemet D, Oh Y, Kim HS, Hill M, Cooper DM. (2002). **“Effect of Intense Exercise on Inflammatory Cytokines and Growth Mediators in Adolescent Boys”**. Pediatrics. 110: pp: 681-9.
21. Nwosu B.U., Lee M.M. (2008). **“Evaluation of short and tall stature in children”**. Am Fam Physician. 78(5): pp: 597-604.
22. Pedicelli S, Peschiaroli E, Violi E, Cianfarani S. (2009). **“Controversies in the Definition and Treatment of Idiopathic Short Stature (ISS)”**. J Clin Res Ped Endo. 1(3): pp: 105–115.
23. Rosendal L, Langberg H, Flyvbjerg A, et al. (2002). **“Physical capacity influences the response of insulin-like growth factor and its binding proteins to training”**. J Appl Physiol. 93: pp: 1669-75.
24. Ruiz J.R., Fleck S.J., Vingren J.L., Ramirez M, Madero L, Fragala M.S., et al. (2010). **“Preliminary findings of a 4-month intrahospital exercise training intervention on**



- IGFs and IGFbPs in children with leukemia**". Journal of Strength & Conditioning Research. 24(5): 1292-1297.
25. Santos, A. P., Marinho, D. A., Costa, A. M., Izquierdo, M., & Marques, M. C. (2012). **"The effects of concurrent resistance and endurance training follow a detraining period in elementary school students"**. The Journal of Strength & Conditioning Research. 26(6): pp: 1708-1716.
26. Scheett T.P., Nemet D., Stoppani J., Maresh C.M., Newcomb R., Cooper D.M., (2002). **"The Effect of Endurance-Type Exercise Training on Growth Mediators and Inflammatory Cytokines in Pre-Pubertal and Early Pubertal Males"**. Pediatric research, 52(4): pp: 491-7.
7. Wessel HU, Strasburger JF, Mitchell BM. (2001). **"New standards for the Bruce treadmill protocol in children and adolescent"**. Pediatr Exerc Sci. 13: pp: 392–401.
28. WHO Expert Committee. **"Physical status: the use and interpretation of anthropometry"**. WHO Technical Report Series 854. Geneva: WHO; 1995. P 79.
29. Wit J.M., Clayton P.E., Rogol A.D., Savage M.O., Saenger P.H., Cohen P. (2008). **"Idiopathic short stature: Definition, epidemiology, and diagnostic evaluation"**. Growth Hormone & IGF Research. 18: pp: 89–110.
30. World Health Organization. **"Health for all in 21 century: stunting and young child development"**. Geneva: WHO; 1998. P 63.
31. Zijp m.H., IJsselstijn H, Takken T, Willemsen S.P., Tibboel D, Stam H.K., et al. (2010). **"Exercise testing of pre-school children using the Bruce treadmill protocol: new reference values"**. Eur J Appl Physiol. 108(2): pp: 393–399.